



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**IDENTIFICACIÓN DE GÉNEROS DE NEMATODOS**  
**FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE PLATANO**  
**(*Musa spp*) EN SAN GABAN-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ROSITA YAQUELIN CAMPOS TARQUI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2021**



## DEDICATORIA

*Se la dedico al forjador de mi camino, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, al creador de mis padres Néstor y Juana de las personas que más amo, con mi más sincero amor.*

*A mis hermanos Juan Omar y Gladys del Pilar por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera.*

*A D.R.H.A. quien me brindo su amor, cariño, comprensión y apoyo.*

*A mis amigos, a quienes les tengo el mejor aprecio.*

**ROSITA YAQUELIN**



## AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por hacer posible mi existencia, por darme salud y vida cada día y por estar presente en todo momento de mi vida.

- A la Universidad Nacional del Altiplano - Puno por la formación integral a lo largo de toda mi formación profesional, y a mis queridos docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por todos sus conocimientos impartidos y por cada experiencia compartida.

- Al laboratorio de Entomología, área de Nematología de la escuela profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno.

- A MI DIRECTORA. M.Sc. Rosario Ysabel Bravo Portocarrero por su dirección, y ayudarme en la elaboración de mi trabajo, por la paciencia por toda la ayuda y todas las correcciones y sugerencias que ayudaron a mejorar el trabajo.

- A, Ph D. Israel Lima Medina, por la, confianza, orientación, apoyo y enseñanzas, necesarios para la realización de este proyecto.

A mis compañeros y amigos que siempre formarán parte de los mejores recuerdos de mi vida.

**ROSITA YAQUELIN**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>12</b>

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
1.1.1. Objetivo General .....	14
1.1.2. Objetivos específicos.....	14

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

<b>2.1. Antecedentes de la Investigación .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Origen y distribución .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. Ubicación Taxonómica del plátano.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4. Descripción Botánica .....</b>	<b>18</b>
2.4.1. Planta .....	18
2.4.2. Cormo .....	19
2.4.3. Raíces.....	19
2.4.4. Pseudotallo.....	20
2.4.5. Tallo Floral .....	20
2.4.6. Hojas .....	20
2.4.7. Inflorescencia.....	21
2.4.8. Fruto.....	21
<b>2.5. Características agroecológicas del cultivo .....</b>	<b>22</b>
2.5.1. Clima.....	22
2.5.2. Suelo .....	22
<b>2.6. Plagas y enfermedades.....</b>	<b>22</b>
2.6.1. El Gorgojo o Picudo negro .....	23



2.6.2. Mancha roja ( <i>Chaetanaphothrips signipennis</i> ).....	23
2.5.3. Sigatoka Negra ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ).....	23
2.5.4. Mal de Panamá ( <i>Fusarium oxysporum</i> ) .....	24
2.5.5. Mancha Cordana ( <i>Cordana spp.</i> ).....	24
<b>2.7. Nematodos Fitoparásitos .....</b>	<b>24</b>
<b>2.8. Ciclo de vida de los Nematodos Fitoparásitos .....</b>	<b>29</b>
<b>2.9. Características morfológicas y anatómicas de los nematodos fitoparásitos .</b>	<b>30</b>
<b>2.10. Alimentación de los nematodos fitoparásitos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.11. Géneros de nematodos fitoparásitos.....</b>	<b>32</b>
2.11.1. Genero <i>Radophulus</i> .....	32
2.11.2. Genero <i>Meloidogyne</i> .....	33
2.11.3. Genero <i>Prathylenchus</i> .....	34
2.11.4. Genero <i>Helicotylenchus</i> .....	35
2.11.5. Genero <i>Dorilaymus spp.</i> .....	36
2.11.6. Nematodos de Vida libre .....	37
2.11.7. Importancia de los nematodos de vida libre .....	38

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. Ubicación Geográfica del Estudio.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. Metodología .....</b>	<b>40</b>
3.2.1. Fase de campo.....	40
3.2.2. Fase de laboratorio.....	41
<b>3.3. Condiciones Meteorológicas.....</b>	<b>46</b>

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. Identificación Morfológica y Morfométrica de Géneros de Nematodos Fitoparásitos y de vida libre en Cultivo de Plátano del Valle San Gabán. ....</b>	<b>47</b>
4.1.1. Genero <i>Mesocriconema</i> .....	47
4.1.2. Genero <i>Helicothylenchus</i> .....	48
4.1.3. Nematodos vida libre .....	49
4.1.4. Genero <i>Dorilaymus</i> .....	51
<b>4.2. Densidad Poblacional de Nematodos Fitoparásitos y de vida libre en suelo y raíces en el Cultivo de Plátano en los sectores del Valle San Gabán. ....</b>	<b>52</b>



4.2.1. Población total de Nematodos Fitoparásitos y de vida libre en suelo y raíces del distrito de San Gabán.....	54
4.2.2. Densidad poblacional promedio del genero <i>Mesocriconema</i> por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán). ....	57
4.2.3. Densidad poblacional promedio del genero <i>Helicotylenchus</i> por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán). ....	59
4.2.4. Densidad poblacional promedio del Nematodo de Vida libre por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán). ....	60
4.2.5. Densidad poblacional promedio del genero <i>Dorilaymus</i> por sectores por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán).....	61
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

**Área:** Ciencias Agrícolas

**Línea de Investigación:** Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos andinos, tropicales, forestales y pasturas.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de noviembre de 2021.**



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estructura de una planta de platano. ....	19
<b>Figura 2.</b> Inflorescencia o flor del plátano. ....	21
<b>Figura 3.</b> Ciclo biológico de <i>meloidogyne</i> spp. ....	30
<b>Figura 4.</b> Mapa de ubicación de los sectores de muestreo en el valle de san gabán - puno .....	39
<b>Figura 5.</b> Parcelas de plátano evaluados.....	40
<b>Figura 6.</b> (a) limpieza de campo (b) toma de muestras (c) muestras en bolsas para transporte.....	41
<b>Figura 7.</b> (a) homogenización de la muestra, (b) tamizado de suelos, (c) recolección de muestra, (d) tubos con caolín, (e) incorporación de sacarosa, (f) tubos para la centrifugación (g) eliminación del sobrenadante, (h) recolección de muestras, (i) muestras para.....	43
<b>Figura 8.</b> (a) muestras de raíces, (b) trituración de raíces, (c) centrifugado de muestras, (d) muestras para identificación.....	45
<b>Figura 9.</b> (a) contómetro; (b) muestra para la identificación, (c) conteo de nematodos. .....	45
<b>Figura 10.</b> Climadiagrama del distrito de san gabán de la región puno. ....	46
<b>Figura 11.</b> Características morfológicas del género <i>mesocriconema</i> , a: cuerpo, robusto y anillado, b: forma y tamaño de estilete. ....	48
<b>Figura 12.</b> Características morfológicas del género <i>helicotylenchus</i> a: cuerpo en forma espiral, b: estilete. ....	49
<b>Figura 13.</b> Características morfológicas de nematodos de vida libre a: cuerpo entero del nematodo, b: cavidad bucal.....	50
<b>Figura 14.</b> Características morfológicas del género <i>dorilaymus</i> a: cuerpo entero del nematodo, b: ondoestilete. ....	51
<b>Figura 15.</b> Densidad poblacional promedio del tipo de nematodos fitoparásitos identificados en suelo del cultivo de plátano. ....	53



<b>Figura 16.</b> Densidad poblacional promedio del tipo de nematodos fitoparásitos identificados en raíces del cultivo de plátano. ....	53
<b>Figura 17.</b> Número total de nematodos en muestras de suelo y raíces del distrito de san gabán. ....	55
<b>Figura 18.</b> (a) proporción de nematodos en muestras de suelo (b) en muestras de raíces. ....	57
<b>Figura 19.</b> Densidad poblacional de suelo y raíces del genero <i>mesocriconema</i> spp. en cultivo de plátano. ....	58
<b>Figura 20.</b> Densidad poblacional de suelo y raíces del genero <i>helicotylenchus</i> spp. en cultivo de plátano. ....	60
<b>Figura 21.</b> Densidad poblacional de suelo y raíces de nematodos de vida libre en el cultivo de plátano. ....	61
<b>Figura 22.</b> Densidad poblacional de suelo y raíces del genero <i>dorilaymus</i> spp. en el cultivo de plátano. ....	62
<b>Figura 23.</b> Climadiagrama del distrito de san gabán de la región puno. ....	77
<b>Figura 24.</b> Con los productores de plátano. parcelas de plátanos para el muestreo. cultivo de plátano en estado de floración. recolección de muestras de suelo y raíz del cultivo de plátano. ....	80





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número promedio de nematodos fitoparásitos encontrados en las muestras de suelo y raíz procedentes de los sectores del distrito de San Gabán.....	75
<b>Tabla 2.</b> Numero de promedios y totales de nematodos fitoparasitos encontrados en muestras de de suelos procedentes de los sectores del valle San Gaban.....	75
<b>Tabla 3.</b> Datos meteorologicos campaña julio -2019 – julio-2020, del distrito de San Gaban –region Puno.....	76
<b>Tabla 4.</b> Tabla de características morfológicas y morfométricas de nematodos aislados al cultivo de plátano en el valle San Gabán. ....	78
<b>Tabla 5.</b> Datos generales de sectores evaluados del valle San Gabán.....	79



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

cm	: Centímetros
cm <sup>3</sup>	: Centímetro cúbico
msnm.	: Metros sobre el nivel del mar
mm	: Milímetros
ml	: Mililitros
°C	: Grados Celsius
gr	: Gramos
kg	: Kilogramos
T°	: Temperatura
µm	: Milimicra
pp	: Precipitación pluvial
H°R	: Humedad Relativa



## RESUMEN

El plátano (*Musa* spp.) es una planta de la familia Musáceae, con origen en el sudeste de Asia desde donde inicia un largo camino hacia todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo; en este cultivo como en otros los problemas fitosanitarios son los nematodos, que suelen ser mencionados como los más perjudiciales, pues contribuyen a la reducción de la producción del cultivo; por ello se realizó el presente trabajo de investigación con los objetivos de identificar géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de plátano y determinar la variación de las densidades poblacional de los géneros encontrados, en suelos y raíces durante la floración del cultivo; para ello se evaluaron 65 muestras de suelo y raíces provenientes de siete sectores del distrito de San Gabán-Puno tomando cinco muestras por productor; las muestras de suelo colectadas fueron procesadas por el método de fluctuación centrifuga en solución sacarosa y se identificaron a nivel de genero usando claves y microscopio; para la evaluación de la densidad poblacional promedio, se contaron los individuos encontrados en 100 cm<sup>3</sup> de suelo y en 05 gr. de raíces. Los resultados de las muestras de suelo constataron la presencia de los géneros: *Helicotylenchus* (31.97%), *Mesocriconema* (14.28%) y nematodos de vida libre (46.71%) incluido el género *Dorilaymus* ya que ha sido diferenciado, El género *Helicothylenchus* registró la mayor densidad poblacional entre los nematodos fitoparásitos. En raíces las densidades fueron menores en términos generales, que en muestras de suelo.

**Palabras Clave:** Densidad poblacional, *Musa* spp., nematodo fitoparásitos.



## ABSTRACT

The banana (*Musa* spp.) Is a plant of the Musáceae family, originating in Southeast Asia, from where it begins a long journey to all the tropical and subtropical regions of the world; In this crop as in others, the phytosanitary problems are nematodes, which are usually mentioned as the most damaging, since they contribute to the reduction of crop production; For this reason, the present research work was carried out with the objectives of identifying genus of phytoparasitic nematodes associated with the plantain crop and determining the variation of the population densities of the genera found, in soils and roots during the flowering of the crop; For this, 65 soil and root samples from seven sectors of the San Gabán district were evaluated, taking five samples per producer; the collected soil samples were processed by the centrifugal fluctuation method in sucrose solution and were identified at the genus level using keys and a microscope; For the evaluation of the average population density, the individuals found in 100 cm<sup>3</sup> of soil and in 05 gr. of roots. The results of the soil samples confirmed the presence of the genera: *Helicotylenchus* (31.97%), *Mesocriconema* (14.28%) and free-living nematodes (46.71%) including the genus *Dorilaymus* since it has been differentiated; the genus *Helicothylenchus* registered the highest population density among phytoparasitic nematodes. In roots, densities were generally lower than in soil samples.

**Key Words:** Population density, *Musa* spp., Phytoparasitic nematode.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

En los cultivos de plátano, después de las lesiones foliares ocasionadas por la sigatoka negra y amarilla, los nematodos son los principales determinantes en afectar su crecimiento y desarrollo en el mundo debido al daño ocasionado en raíces y cormos (Robinson, Daneel, Araya, 2003). Los nematodos son animales filiformes con cuerpo sin segmento y más o menos transparente, cubiertos en una cutícula hialina, que está marcada por estrías u otras marcas, son redondeados en sección transversal, con boca, sin extremidades u otros apéndices, muchos son parecidos a lombrices o con forma de anguila. Las hembras de algunas especies cuando llegan al estado adulto son abultadas con forma de pera o esfera (Siddiqi, 2000; Agrios, 2005; Perry; Moens, 2006).

Los nematodos fitoparásitos influyen en el rendimiento y vida útil de la plantación y es un problema limitante a nivel mundial pero faltan estudios sobre su efecto en la economía. Estos parásitos, al alimentarse de las raíces en su superficie o ya en su interior, van debilitando la planta, disminuyendo su capacidad de absorción hasta llevaría a su volcamiento. De Waeley David, (1998).

El muestreo y análisis nematológico del suelo permite determinar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos, presentes en una determinada muestra. Un paso inicial para el manejo de nematodos es la recolección de muestras de suelos y raíces contrastándose con los síntomas en las plantas agrícolas. (Coyne *et al.*, 2007).

La densidad poblacional permitirá definir la cantidad de individuos a través del muestreo y análisis nematológico (Apaza, 2011). Asimismo, esto nos dejara determinar los géneros y especies presentes y sus densidades poblacionales medias por volumen de suelo y por gramo de raíz con la mayor precisión posible. (Talavera, 2011).



El diagnóstico nematológico y el conocimiento de la distribución y densidades poblacionales de los nematodos fitoparásitos es un requisito imprescindible a la hora de planificar estrategias de control, ya que las posibles pérdidas de producción causadas por los nematodos, son función entre otros factores, de sus densidades en suelo en el momento de la siembra o trasplante (Grabau y Vann, 2017).

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo General**

Identificar géneros y determinar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de plátano (*Musa* spp.) en el distrito de San Gabán.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Identificar géneros de nematodos fitoparásitos en las zonas de producción de plátano en el distrito de San Gabán-Puno
- Determinar la variación de la densidad poblacional de los géneros de nematodos fitoparásitos durante la floración del cultivo de plátano.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

Chau-Coloma. (2008) demostró que *Radophulus Similis* y *Meloidogyne spp.* Son los más importantes nematodos parásitos de banano presentes en el Valle del Chira, Piura, destacando *Radophulus Similis* por presentar una mayor frecuencia de aparición en las diferentes zonas productoras del Valle del Chira. En las zonas productoras de banano orgánico del Valle del Alto Piura no se han realizado estudios relacionados a la detección de nematodos parásitos asociados a este cultivo, en ese sentido, en la presente investigación se realizará una prospección nematológica en los principales sectores productivos de banano orgánico en el distrito de Buenos Aires para estimar los niveles poblacionales, síntomas y especies de nematodos que afectan a este cultivo.

Díaz. (2007). Menciona que *Helicohylenchus* provoca una señal característica en los cormos, consiste en lesiones de color café negruzco cuyo tamaño varía de acuerdo al grado de colonización del tejido afectado y la agresividad del nematodo involucrado, estos penetran directamente las raíces, puesto que habitan en el suelo, los nematodos fácilmente entran en contacto con ellas y también, con los cormos, incluyendo aquellos utilizados como material propagativo para nuevas siembras, constituyéndose dichos cormos- semillas como el medio más eficiente de diseminación del nematodo a las nuevas plantaciones, cuyos suelos naturalmente infestados requieren de la aplicación programada de nematicidas o de otras



Crozzoli, *et al.* (1989). Determino que el nematodo espiral *Helicotylenchus* estos nematodos causan lesiones superficiales rojizas en la epidermis y corteza de la raíz. La emisión, a diferencia de la causada por *Radophulus similis* y *Prathylenchus* spp., no están profunda y no afecta la endodermis y causa reducción del crecimiento, retraso en el ciclo vegetativo, reducción de rendimiento y acorta la vida útil de la plantación. *Helicotylenchus* también infecta al rizoma, causándole lesiones superficiales, pudiéndose diseminar a través de este. El nematodo prefiere suelos orgánicos con altos niveles de arcilla, limo, materia orgánica y bajo pH. En lo referente a las poblaciones en las estaciones lluviosa o seca no hay mucha uniformidad.

Marín, *et al.* (2004). Manifiestan que *Helicothylenchus* está presente en la mayoría de las regiones productoras de banano, en las áreas tropicales donde *Radophulus similis* está presente, el nematodo espiral tiene importancia secundaria sin embargo, *Helicothylenchus* puede ser numéricamente dominante con respecto a *Radophulus similis* en aquellos lugares donde ambas especies coexisten. En áreas subtropicales donde la población de nematodo barrenador es nula o casi nula *Helicotylenchus* puede representar el problema nematológico más importante del cultivo. En Argentina, Cuba, Chipre, Florida, Israel, Líbano y Sudáfrica, *Helicotylenchus* provoca daños severos en el cultivo de banano.

Wang & Hooks, (2009). Establecieron que, en Hawái, *Helicotylenchus multincinctus* se encuentra con mayor abundancia en las raíces de banano comparado con *Meloidogyne* spp, *Radophulus reniformes*, *Radophulus similis* y *Prathylenchus* spp. Esto indica que debe brindarse mayor atención a *Helicotylenchus multincinctus*, aunque tradicionalmente no se haya considerado como un nematodo de importancia





en plantaciones de banano y plátano en este país. *Helicotylenchus multicinctus* se encuentra en mayor porcentaje de raíces de plátano que cualquier otro nematodo.

Araya, (2003). Expresa que los nematodos ectoparásitos como *Helicotylenchus* spp. Se alimentan a lo largo de la superficie de las raíces y, en algunos casos, por períodos prolongados en sitios específicos, extrayendo alimentos de los tejidos más internos de las raíces sin provocar daños aparentes o notorios. Lo frecuente es observar pequeñas manchas circulares de color café oscuras tornándose negras en la epidermis de las raíces que generalmente no profundizan al parénquima cortical.

## 2.2. Origen y distribución

El centro de origen de este cultivo aun es difícil de establecer, debido a las numerosas características diferentes del fruto y de la planta misma, sin embargo, la mayoría de autores señalan como centro de origen a la región Indomalaya, asumido a partir de la realización de estudios moleculares. La mayoría de los cultivares provienen de la cruce de dos especies; un genoma (A) proviene de *musa acuminata* y el otro genoma (b) de *musa balbisiana* dando como resultado *Musa x paradisiaca* (Daniella *et al.*, 2001).

El género *musa* es muy antiguo comprende 35 especies; muchas son utilizadas tanto en la alimentación humana como animal. La selección forma parte de la gran diversidad del género, consiste la mayoría de los bananos y plátanos comestibles. (Cheesman, 1948).

Los plátanos comestibles se produjeron por la hibridación entre *musa balbisiana* colla y *musa acuminata* colla, dando origen a grupos híbridos de los cuales derivan los clones diploides, triploides y tetraploide. Los tipos comestibles triploide



de *Musa acuminata* colla (grupo aaa) parecen originarse en Malasia en la misma región que sus progenitores diploides. Sin embargo, los híbridos son característicos de la India y existe un segundo centro de diversificación en la región de Filipinas (Simmonds, 1962).

### 2.3. Ubicación Taxonómica del plátano

La ubicación del género *Musa* es una cuestión extremadamente compleja y aun inacabada. La clasificación de Linneo se basó en los escasos ejemplares a su disposición en Europa.

Reino:            Plantae

División:       Magnoliophyta

Clase:            Liliopsida

Orden:           Zingiberales

Familia:        Musáceae

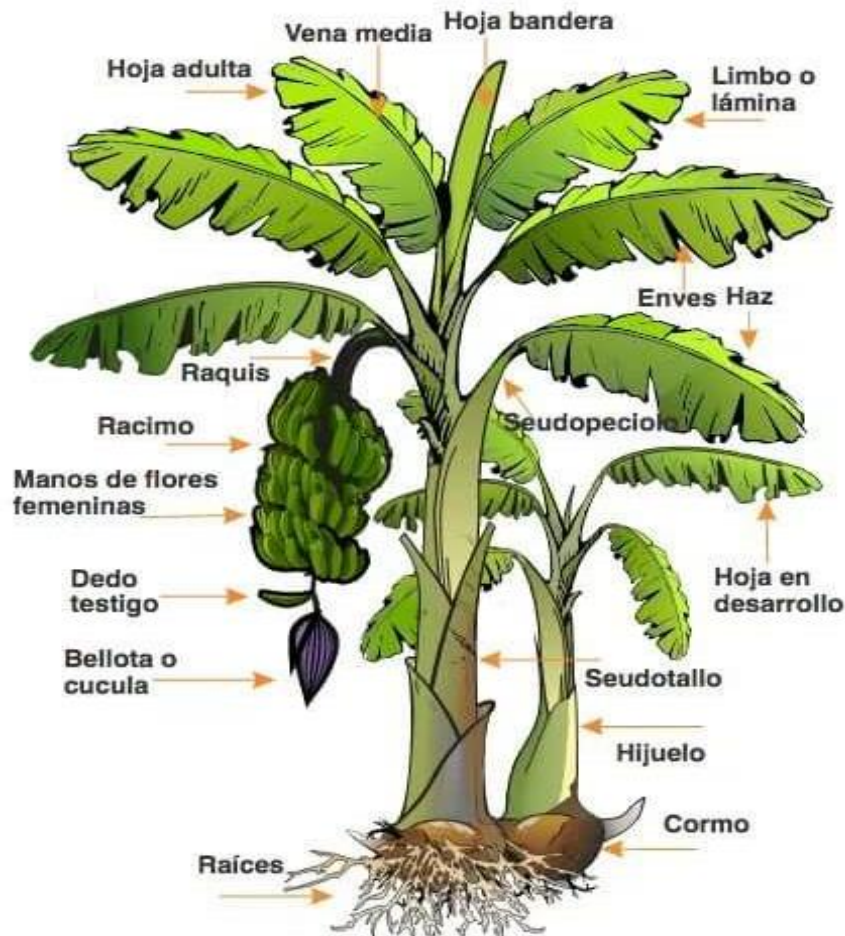
Género:         *Musa*

Especies:      *Musa paradisiaca*, *Musa* spp.

### 2.4. Descripción Botánica

#### 2.4.1. Planta

Planta de tipo herbáceo gigante, el tallo verdadero es un órgano de reserva subterráneo llamado rizoma o cormo y el tallo aparente es un pseudotallo, que es el resultado de la unión de las vainas foliares. Puede medir de 3 a 6 metros de altura.



**Figura 1.** Estructura de una planta de plátano.

Fuente: <https://www.swisscontact.org> Recuperado el 2/junio/2018.

#### 2.4.2. Cormo

Constituye el verdadero tallo de la planta, se presenta como una estructura cónica y asimétrica, en su región externa está formada por entrenudos cortos que están marcados por la cicatriz de las hojas que lo atravesaron en su desarrollo. Internamente está compuesta por dos zonas: el cilindro central y la zona cortical estas dos partes están separadas por una banda de haces vasculares dirigidos en sentido longitudinal. (Mejía, 2018)

#### 2.4.3. Raíces

Son superficiales distribuidas en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20 cm, son de color blanco y tiernas cuando emergen,



posteriormente son duras, amarillentas. Pueden alcanzar los 3m de crecimiento lateral y 1,5m de profundidad, el poder de penetración de la raíz es débil.(Mejía, 2018)

#### **2.4.4. Pseudotallo**

Está constituido por las vainas envolventes de las hojas que se disponen en forma helicoidal, unidas fuertemente unas con otras. La estructura del pseudotallo es tan resistente que permite mantener a la planta en posición ligeramente inclinada a pesar de su peso, del sistema foliar y el racimo ala parición.(Mejía, 2018)

#### **2.4.5. Tallo Floral**

A los 8 a 132 meses de la plantación aparece externamente la inflorescencia al final del eje central, este órgano se forma en el cormo cuando se han producido alrededor de 20 hojas abriéndose paso por el centro del pseudotallo, con un escapo floral de 5 a 9 cm de diámetro y con nudos, de los que salen unas 15 hojas, este follaje se mantiene activo durante el crecimiento del racimo, cuando las primeras hojas se han secado, los entrenudos son cortos en la base y llegan hasta 120m en el extremo inmediato del racimo.(Mejía, 2018)

#### **2.4.6. Hojas**

En el curso de desarrollo de la planta, se observa varios tipos de hojas a saber hojas rudimentarias, hojas estrechas ensiforme y hojas anchas y verdaderas, el tamaño de la hoja verdadera aumenta hasta un máximo, pero el tamaño de las que nacen poco antes de la aparición declina bruscamente, una hoja verdadera consta de 5 partes vaina, peciolo, lamina, nervadura central y apéndice.(Mejía, 2018)

#### 2.4.7. Inflorescencia

El eje de la inflorescencia en la continuación del escapo floral, en que las hojas son reemplazadas por brácteas, las 3 o 4 primeras son más grandes y no cubren flores. Los grupos de flores o manos se forman en 2 filas de 4 a 8 por fila y van alternadas con las de la otra fila, las flores aparecen de forma que en la base del racimo están las femeninas y al final del racimo las masculinas, formando la bellota a veces hay una zona intermedia con flores intermedias o neutras que forman lo que se llama las manos falsas.(Mejía, 2018).



**Figura 2.** Inflorescencia o flor del plátano.

Fuente: (Vézina, Anne / Bioversity International)

#### 2.4.8. Fruto

El fruto del banano o plátano es una baya alargada, formada a partir del ovario de una flor pistilada, los óvulos abortan y se ponen negro, quedando como pequeños puntos cuando el fruto se abre El fruto joven tiene canales de látex que



se van inactivando con la maduración, el contenido de azúcar del fruto maduro es de 12-16% y el de almidón de 5-7%. (Mejía, 2018)

## **2.5. Características agroecológicas del cultivo**

### **2.5.1. Clima**

Por tratarse de un cultivo tropical, el plátano puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2,000 metros de altura con temperatura promedio para clima medio de 22°C y 28°C para clima cálido. Requiere de alta luminosidad y los requerimientos de agua para el cultivo son elevados y constantes. Más que altas precipitaciones anuales, requiere de una buena distribución de lluvias durante todo el año. Se considera que en suelos livianos unos 175 mm de agua mensualmente, bien distribuidos, es suficientemente para un buen desarrollo del cultivo. Los vientos huracanados y las sequías prolongadas, son los peores enemigos del cultivo. (Agustí, 2004).

### **2.5.2. Suelo**

Los terrenos dedicados al cultivo del plátano deben reunir ciertas condiciones naturales que los hagan aptos para este fin. Los suelos apropiados son los que varían ligeramente ácidos a neutros (pH 6.5-7.0), aunque también tolera los ligeramente alcalinos. Los suelos deben ser de topografía plana para facilitar las labores culturales y evitar al máximo la erosión, suelos profundos, ricos en materia orgánica, fértiles y con buen drenaje, dado que los encharcamientos lo afectan e inclusive pueden matar la planta (infoagro.com, 2010).

## **2.6. Plagas y enfermedades**

Las plagas y enfermedades son factores limitantes en el cultivo de plátano, los países productores invierten altas sumas de dinero en los estudios de investigación, transferencia y control de las mismas. A pesar de su importancia



como fuente de alimento e ingresos para los países en vías de desarrollo se han hecho asombrosamente pocas inversiones en el pasado.

La naturaleza de los organismos patógenos que afectan plátano es variada, se describen a nivel mundial enfermedades producidas por virus, bacterias, hongos y por algas, además de los daños causados por nematodos y exceso de sales en el suelo (Ordosgoltti, 2002) (Martínez *et al.*, 2006) describe algunas enfermedades bacterianas y fungosas de plátano. La plaga más importante es:

### **2.6.1. El Gorgojo o Picudo negro**

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) es un insecto importante a nivel mundial por las pérdidas que originan en las plantaciones, las larvas van penetrando a medida que se alimenta en la corona de la planta y la despojan de su vitalidad, causando a veces la caída de las plantas maduras. Esta plaga en muchas plantaciones llega a causar daños que superan el 50% de pérdidas. Su control básicamente esta en realizar labores culturales elementales, tal como el desmalezado, la limpieza al pie de las matas, el deshoje. (Romero, 2014)

### **2.6.2. Mancha roja (*Chaetanaphothrips signipennis*)**

Los reportes indican que, en zonas de producción de banano en la Región Tumbes, afectadas por la “mancha roja” esta llega a ocasionar hasta un 30% de pérdida de fruta, esta severidad se puede observar con mayor notoriedad en la fruta para exportación por la exigencia en la calidad de la fruta. Similar situación también se ha empezado a reflejar en la fruta para el mercado nacional, también están rechazando la fruta afectada por esta plaga. (Romero, 2014)

### **2.5.3. Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*)**

Inicia con diminutos puntos que se desarrollan hasta formar finas rayas de color pardo rojizo, se unen y oscurecen hasta ennegrecerse, son visibles en la



superficie superior y en estado avanzado, las zonas negras y muertas se secan y adquieren un color más pálido. Las manchas suelen intensificarse hacia el ápice; las hojas afectadas pueden morir en 3 o 4 semanas y el resultado es muerte acelerada de las hojas. Es más severa en condiciones de alta humedad y temperatura. (CENTA, 2020)

#### **2.5.4. Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*)**

Ataca las raíces e invade el sistema vascular, impidiendo su nutrición normal; provoca una deshidratación progresiva, amarillamiento de las hojas, marchitez y finalmente la muerte de la planta. Inicia en las hojas inferiores desde los bordes hacia la nervadura central, los haces vasculares de las plantas presentan coloraciones de amarillas a pardas.(CENTA, 2020)

#### **2.5.5. Mancha Cordana (*Cordana spp.*)**

Inicia con manchas foliares que luego se tornan necróticas, ovaladas, aisladas, bastante grandes, muestran anillos concéntricos, rodeados de un halo amarillo, inician en los bordes de las hojas y la necrosis se agranda hacia la nervadura central, cubre gran parte de la hoja uniéndose a manchas causadas por *Sigatoka* tanto amarilla como negra.(CENTA, 2020)

### **2.7. Nematodos Fitoparásitos**

Los nematodos fitoparásitos están provistos de una lanza o estilete. En la mayoría de los casos, dichas lanzas son huecas y a través de ellas se inyecta saliva y enzimas dentro de las células de la planta, estas enzimas disuelven parcialmente el contenido celular que sirve de alimento a los nematodos.

Los nematodos fitoparásitos se clasifican en endoparásitos y ectoparásitos; los primeros penetran y se alimentan del interior de la planta, los segundos permanecen en el exterior y generalmente se alimentan de las células superficiales.





Nematodos de ambos grupos se observan en diversas partes de la planta, tanto aéreas como subterráneas; la mayor parte de los nematodos patógenos viven en las partes subterráneas de la planta y se alimentan de pequeñas raíces no suberosas, aunque también pueden atacar tubérculos, bulbos y otros órganos de almacenamiento.

Al alimentarse de la raíz provocan la destrucción de la misma, ya sea por hipertrofia en las raíces, formación de nódulos, necrosis, pudrición de los tejidos y de las raíces, así como un absorción deficiente de agua y minerales en las raíces enfermas. Los síntomas en las plantas causadas por nematodos, rara vez son característicos, el daño más común e importante se presenta en las raíces, a menudo los síntomas de las partes aéreas se parecen mucho a los originados por cualquier otro factor que priva a la planta de un funcionamiento adecuado. Así rara vez es posible reconocer una enfermedad producida por nematodos sin examinar la raíz (National Academy of Sciences, 1987).

Los nematodos son animales invertebrados del subreino Metazoario, son multicelulares y conformados por tejidos con una organización y funciones definidas, presentan forma alargada y cilíndrica asemejándose a un gusano o lombriz (Volcy, 1997).

La mayoría de las especies de nematodos viven libremente, un gran número en aguas saladas o dulces o en el suelo, otros alimentándose de plantas y animales microscópicos. Sin embargo, se sabe que varios centenares de sus especies se alimentan de plantas vivas en las que producen una gran variedad de enfermedades (Agrios, 1998).

El cuerpo de un nematodo es transparente. Está cubierto por una cutícula incolora que a menudo presenta estrías u otros detalles; esta cutícula muda cuando



los nematodos pasan a través de sus etapas juveniles sucesivas (National Academy of Sciences, 1987).

La velocidad de desarrollo de los nematodos está influenciada por la temperatura, aptitud del panto huésped (si es resistente o no) y sus condiciones de nutrición. Así, se observa que a temperaturas menores de 15.4°C y mayores de 33.5°C la hembra no llega alcanzar la madurez (Biagro.com 2010).

Los nematodos son especialmente problemáticos en suelos muy arenosos o demasiado arcillosos, en perfiles poco profundos, cuando el agua es un factor limitante y cuando las prácticas agrícolas no son las adecuadas, como marcos de plantación demasiados altos, monocultivos y rotaciones con varios cultivos susceptibles al mismo nematodo; por tanto es preciso tomar en cuenta que la continua repetición de un cultivar resistente a una determinada especie de nematodo fitoparásitos produce en los terrenos de cultivo una selección de las poblaciones. Pudiendo producirse un aumento de aquellas a las cuales localidades o regiones en las cuales se encuentran presentes varias especies con sus respectivos razas fisiológicas ([mie.esab.upc](http://mie.esab.upc), 2008).

(Auger, 1987) señala que, cuando los organismos están sometidos a calor húmedo y temperaturas que exceden el máximo necesario para su crecimiento, su viabilidad se reduce. La tasa de mortalidad por calor de una población de organismos depende del nivel de temperatura y del tiempo de exposición, los cuales están inversamente relacionados.

El desarrollo de una población de fitoparásitos en un cultivo, involucra los procesos de supervivencia, diseminación, infección, alimentación y reproducción en ausencia del hospedante los fitoparásitos pueden sobrevivir periodos de semanas



o meses en estados de baja actividad metabólica, como el reposo o diapausa, inducidos por factores endógenos y ambientales (Arauz, 1998).

La humedad del suelo es importante para la actividad y supervivencia de los nematodos como para la actividad de la planta. Los nematodos requieren de agua, aunque han desarrollado estrategias que les permitan sobrevivir a situaciones de anhidrobiosis. Esta capacidad de sobrevivir a los estados de estrés hídricos aumenta cuando la humedad declina lentamente o la desecación es lenta (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

La textura del suelo es importante ya que las larvas tienen que moverse a través de los poros del suelo, el movimiento es imposible si los espacios porosos son tan pequeños que les impidan a los nematodos deslizarse a través de ellos (Taylor y Sasser, 1983).

Los nematodos adultos y juveniles ocupan una posición intercelular en el parénquima y emigran a través de las células corticales causando lesiones o heridas que son rojizas al principio luego se tornan cafés y negros; por medio de estas lesiones entran los microorganismos patógenos que causan el mal de panamá y el moko (Sabadell, 2003).

La distancia que un nematodo puede desplazarse por sus propios medios durante toda su vida es muy poca, sin embargo, ellos se diseminan fácilmente asistidos por otros medios como el agua de riego, maquinaria agrícola, equipos de labranza, por los animales, por plantas trasplantadas, semillas, bulbos, tallos y tubérculos. También pueden movilizarse asistidos por el viento y por el hombre, causando grandes pérdidas en el rendimiento de los cultivos como los nematodos no se diseminan en el campo gradualmente (Agrios, 1998).



Los nematodos fitoparásitos son microorganismos en forma de gusano que se encuentran prácticamente en todos los hábitats de la tierra. Comprenden uno de los grupos más ricos en especies del reino animal y en términos de biomasa constituyen uno de los grupos más numerosos, pues pueden encontrarse hasta 20 millones de individuos por metro cuadrado de suelo (Rivera, 2007).

Los daños causados por fitoparásitos en el sistema radicular de las plantas resultan en el desarrollo inadecuado de la parte aérea de las plantas, debido a dificultades en la absorción y el transporte de agua y nutrientes disponibles en el suelo. (Goulart, 2008; Ferraz, 2010), estas modificaciones fisiológicas se desencadenan en la planta cuando los nematodos establecen sitios de alimentación como es el caso de las agallas formadas en las raíces de diversas infectadas por *Meloidogyne* spp. (Bruinsma, 2013).

Los nematodos fitoparásitos generalmente tienen una longitud de 300 a 1000  $\mu\text{m}$ . Las hembras de algunos géneros pierden la forma vermiforme al llegar a la etapa adulta tomando una forma de pera, esférica o de riñón (Coyone, *et al.* 2007) es muy difícil observar a los nematodos en campo (Agrios, 2005.Lima, 2018).

Los nematodos fitoparásitos difieren de los nematodos que se alimentan de bacterias y hongos por poseer una estructura especializada para alimentarse denominada estilete, este es usado para inyectar enzimas dentro de las células vegetales y los tejidos para luego extraer su contenido celular (Coyone, *et al.*, 2007; Lima, 2018).

- Hembras: las hembras presentan uno o dos ovarios, útero, vagina y vulva en ocasiones son observables una o dos espermatecas donde se almacena el esperma.



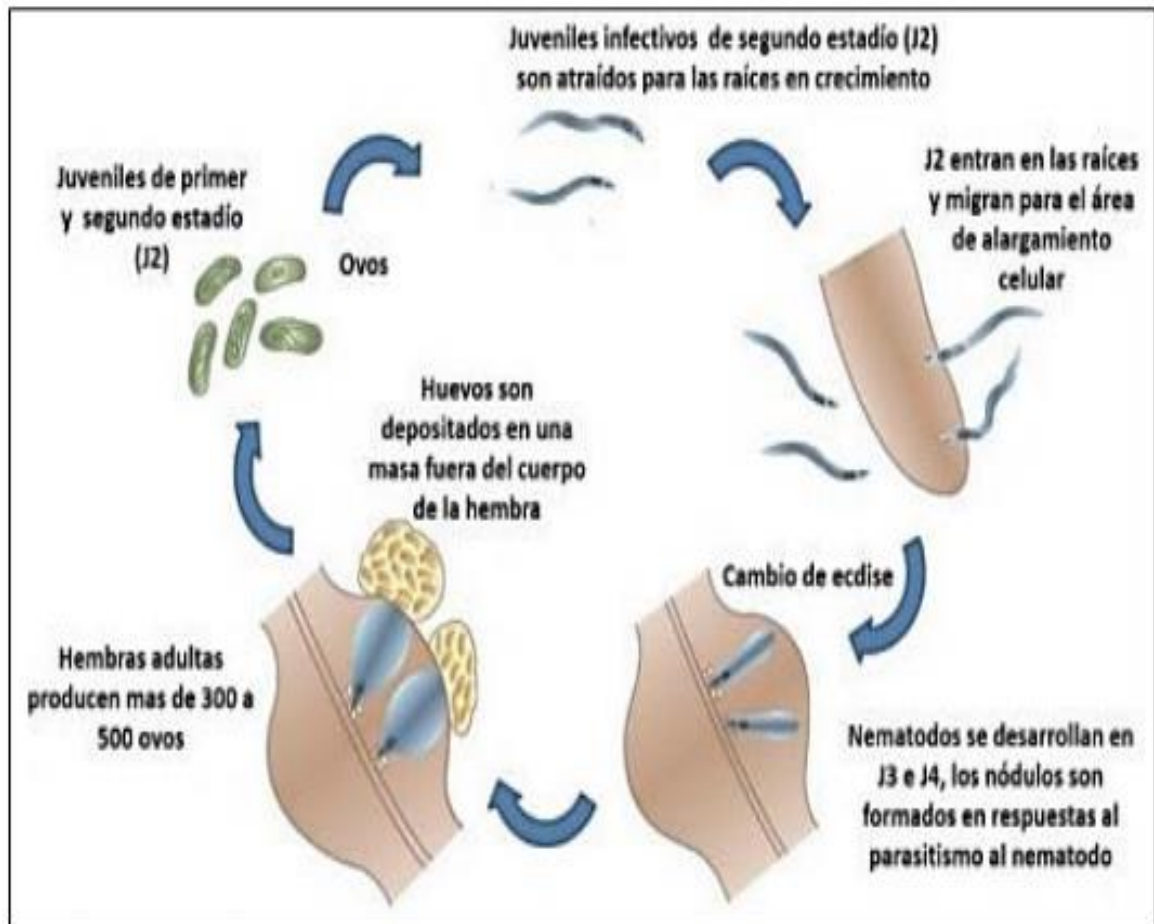
- Machos: los machos se distinguen fácilmente por la presencia de un aparato copulador en la parte posterior del cuerpo (Lima, 2018)

## 2.8. Ciclo de vida de los Nematodos Fitoparásitos

El ciclo de vida de los nematodos, se inicia con el estado de huevo, para posteriormente desarrollarse el primer estadio juvenil (J1), este debido al desarrollo del embrión, luego el J1 sufre una ecdisis cambiando la cutícula mayor, que permitirá su crecimiento. De la misma forma el estilete de forma cónica será substituida por otro estilete.

Posteriormente, pasara al segundo estadio juvenil J2, en esta fase con ayuda del estilete, ayudara a perforar la cascara del huevo para luego eclosionar. Una vez eclosionado el J2 se desplazará en el suelo, en busca de raíces de una planta hospedera. Después de este estadio los nematodos aun pasaran por tres ecdisis, para llegar al tercer estadio juvenil (J3), cuarto estadio juvenil (J4) y para finalmente pasar a adulto (macho y hembra). En el caso del genero *Prathylenchus* spp. Las ecdisis y la fase adulta ocurren en el suelo, donde los machos y hembras pueden migrar libremente en el suelo, penetrado a las raíces y migrando dentro de ellas (Figura 3).

La duración del ciclo de nematodos de huevo a huevo es bastante variable y para la mayoría puede ser en torno de 2 a 4 semanas, dependiendo de factores como la temperatura, humedad, tipo de suelo e inclusive del hospedero.



**Figura 3.** Ciclo biológico de *Meloidogyne* spp.

Fuente: Lima y Casa (2016).

## 2.9. Características morfológicas y anatómicas de los nematodos fitoparásitos

Los nematodos son el grupo de organismo no segmentado más grande de la tierra; estos organismos poseen simetría bilateral con sistemas fisiológicas similares a los animales superiores son pequeños, presentan una longitud que varía 2 a 10.0 mm y ancho de 0.01 a 0.5 mm. También presentan forma cilíndrica y delgada, excepto aquellos géneros en los cuales las hembras en su estado avanzado de desarrollo adoptan formas de limón, redonda o riñón (Cepeda.1996)

## 2.10. Alimentación de los nematodos fitoparásitos

Según la APS, (2013), en su artículo; nematodos parásitos de plantas, indica que la mayoría de los nematodos parásitos de estas son patógenos de las raíces



transmitidas por el suelo, pero algunas especies se alimentan principalmente de tejidos de brotes. E indica que hay siete tipos principales de estrategias de alimentación utilizadas por nematodos fitopatógenos.

a) **Los ectoparásitos**

El nematodo permanece fuera de la planta y utiliza su estilete para alimentarse a partir de las células de las raíces de la planta. Los nematodos que utilizan esta estrategia pueden alimentarse de numerosas plantas, por lo que es más fácil para ellos cambiar de alojamiento, pero su movilidad los hace muy susceptibles a las fluctuaciones ambientales y depredadores. Los nematodos ectoparásitos pueden tener estiletes extremadamente largos, que les ayudan en la alimentación de las profundidades de la raíz de la planta de células vegetales ricos en nutrientes. Algunos de estos nematodos inducen la planta para formar una célula o células ampliadas que el nematodo se alimenta durante un período prolongado de tiempo (APS, 2013).

b) **Semi-endoparásitos**

Nematodos que se alimentan como semi-endoparásitos son capaces de penetrar parcialmente la planta en algún momento de su ciclo de vida. Por lo general, la cabeza del nematodo penetra en la raíz y le permite formar una célula de alimentación permanente. Estos nematodos se hinchan y no se mueven una vez que han entrado en la fase de endoparásitos de su ciclo de vida. Al renunciar a su movilidad, los nematodos se arriesgan a la muerte si su planta huésped muere, por otro lado, se benefician de la formación de un sitio de alimentación permanente, lo que aumenta su absorción de nutrientes y la capacidad de reproducción (APS, 2013).

## 2.11. Géneros de nematodos fitoparásitos

### 2.11.1. Genero *Radophulus*

*Radophulus similis* conocido como el “nematodo barrenador del banano” causa el volcamiento de plantas y afecta plantas pertenecientes al género *Musa* spp., aunque también se ha encontrado asociado con albahaca y a otros cultivos como maíz, sorgo, habichuela, caña de azúcar, arroz, *Piper nigrum*, cítricos, algunas ornamentales y varias malas hierbas (O’Bannon, 1977).

#### a) Síntomas

*Radophulus similis* invade, se alimenta y reproduce en las células de la corteza de las raíces y del cormo. El "nematodo barrenador" perfora con su estilete las paredes de las células corticales y se alimenta sobre el citoplasma, formando cavidades dentro de las raíces. Cuando las células son destruidas, el nematodo migra y las cavidades se unen formando lesiones de color mamón-rojizo sobre las raíces. Las plantas afectadas por *Radophulus similis*, presentan una reducción sustancial de su sistema radicular que impide el transporte vascular de agua y nutrimentos. En consecuencia, se observa pobre crecimiento, reducción en el tamaño y número de hojas, defoliación prematura y frutos de menor tamaño. También se puede observar el volcamiento de plantas especialmente con racimos, debido al pobre anclaje que ofrecen las raíces severamente infestadas con el nematodo (Gowen y Queneherve, 1990; Sarah *et al.*, 1996).

#### b) Biología y ciclo de vida

*Radophulus similis* es un endoparásito migratorio que completa su ciclo de vida dentro de la raíz. Las hembras juveniles y adultas tienen formas móviles que pueden dejar la raíz cuando se encuentran ante condiciones





adversas. Los estadios migratorios en el suelo pueden fácilmente invadir raíces sanas. Esta especie tiene un dimorfismo sexual pronunciado, los machos tienen un estilete atrofiado y se consideran no parasíticos. La penetración ocurre principalmente cerca al ápice de la raíz, pero puede migrar por toda la longitud de ésta. Las hembras y todos los estados juveniles son infectivos (Gowen y Queneherve, 1990, Sarah *et al.*, 1996). Dentro del tejido infectado, las hembras ponen cuatro a cinco huevos por día durante dos semanas. Los huevos eclosionan después de 8 a 10 días y los estados juveniles J2, J3, J4 se producen entre 10 a 13 días. El ciclo de vida total del nematodo dura 20 a 25 días a un rango de temperatura de 24 a 32 °C (Sikora y Schlossen, 1973; Gowen y Queneherve, 1990; Marín *et al.*, 1998).

### **2.11.2. Genero *Meloidogyne***

Los nematodos formadores de agallas radiculares” son de amplia distribución mundial, atacan a muchos cultivos de interés económico. En el banano, su importancia puede haber sido subestimada debido a el énfasis en los daños causados por *Pratylenchus* spp. Y *Radoholus similis*. Las especies comúnmente asociadas con plátanos y bananos son *M. incógnita*, *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. hapla*. Diferentes especies pueden ser observadas en la misma agalla (Pinochet, 1977).

#### **a) Síntomas**

Los síntomas más evidentes son las agallas en las raíces primarias y secundarias, causando a veces que se bifurquen y distorsionen.

#### **b) Biología y ciclo de vida**

El ciclo de vida, la histopatología y la etiología de la enfermedad no difieren significativamente en los plátanos de los reportados en otros



hospedantes. En las raíces 9 primarias y secundarias, las masas de huevo pueden no sobre salir fuera de la superficie de la raíz, y varios ciclos pueden completarse dentro de la misma raíz, dependiendo de la longevidad de la raíz y la severidad de la necrosis. En infestaciones mixtas, el área de influencia de este nematodo comenzaría entre 60 y 90 cm del rizoma debido a la competencia con *Radophulus similis* en suprimir o reemplazar la población de *Meloidogyne* (Queneherve, 1990).

### 2.11.3. Genero *Prathylenchus*

Es el de mayor distribución e importancia en las zonas altas del África y el nematodo más peligroso de banana; porque es el único hospedante conocido de *Prathylenchus coffeae*, se encuentran distribuidos en los trópicos en América del sur y central, al parecer está más asociado con plátano (Gowen, 1994).

#### a) **síntomas**

Conocido como los nematodos de la lesión causan daños similares a los causados con *Radophulus similis*, retraso del crecimiento de las plantas, prolongación del ciclo vegetativo, reducción del tamaño y número de hojas y del peso del racimo, reducción de la vida productiva y volcamiento de plantas. Las raíces fuertemente infestadas por *Prathylenchus coffeae*, presentan una necrosis negra o púrpura de tejido epidérmico y cortical, a menudo acompañada de podredumbre secundaria y ruptura de raíz. Necrosis similares pueden observarse en las partes externas del cormo (Bridge y Page.1984).

#### b) **Biología y ciclo de vida**

*Prathylenchus coffeae* y *Prathylenchus goody* son endoparásitos migratorios de la corteza radicular del cormo del banano. Ambos sexos del



nematodo y todos los estadios juveniles son infectivos. El ciclo de vida se completa dentro de la raíz. (Pinochet, 1977) describió los cambios histológicos después de la inoculación de *Prathylenchus coffeae* en las raíces de los clones AAB. Después de entrar en las raíces, los nematodos migran entre y dentro de las células, ocupando una posición paralela a la estela. Se alimentan del citoplasma de las células vecinas, causando eventualmente cavidades que se unen. El ciclo de vida se ha discutido en detalle en otras plantas hospederas (Gotoh, 1964), en promedio el ciclo de huevo a huevo es de aproximadamente 27 días en un rango de temperatura de 25-30°C.

#### 2.11.4. Genero *Helicotylenchus*

*Helicotylenchus multicinctus* conocido el “nematodo espiral” se encuentra en muchas regiones donde se siembran bananos (Gowen, 1979; Mcsorley, 1994). En áreas tropicales donde *Radophulus similis* está presente, el nematodo espiral es de importancia secundaria (McSorley, 1994). Sin embargo, *Helicotylenchus multicinctus* podría superar numéricamente a *Radophulus similis* en localidades donde las especies coexisten. En áreas subtropicales donde el “nematodo barrenador” es raro o no presenta, *Helicotylenchus multicinctus* puede ser el más importante problema del cultivo (Mcsorley, 1994).

##### a) **síntomas**

Los nematodos atacan y se alimentan de las células externas de la corteza de la raíz producen pequeñas lesiones necróticas. (Luc y Vilardebo, 1961). El desarrollo de las lesiones radiculares causadas por *Helicotylenchus multicinctus* es lento en relación con las producidas por *Radophulus similis* las lesiones en las raíces primarias son superficiales, pequeñas y numerosas líneas de color rojizo a negro, sin embargo, en las infestaciones intensas estas lesiones pueden también



encontrarse en el cormo (Queneherve y cadet. 1985). Los efectos de *Helicthylenchus multicinctus* tanto en el banano como en el plátano pueden conducir el retraso del crecimiento de las plantas y al peso del racimo y la reducción de la vida productiva de la plantación. El volcamiento también puede ocurrir en situaciones donde hay infestaciones fuertes.

#### b) **Biología y ciclo de vida**

*Helicthylenchus multicinctus* a diferencia de la mayoría de las otras especies de *Helicotylenchus*, se considera una especie endoparásito que también puede completar su ciclo de vida dentro de la parte cortica de la raíz donde pueden encontrarse ambos sexos y todos los estadios juveniles incluyendo los huevos (Zuckerman y Strich –Harari, 1963). Los nematodos se alimentan en el citoplasma de las células circundantes en la corteza de la raíz. Los tejidos infectados muestran diversos tipos de daño celular como el citoplasma contraído, las paredes distorsionadas o rotas y el núcleo ampliado pero, en contraste con los observados con *Radophulus similis*, los cambios histológicos se limitan a las células del parénquima cerca de la epidermis. Las células dañadas a menudo se de colorean y necrosan (Orión *et al.*, 1999).

#### **2.11.5. Genero *Dorilaymus* spp.**

Este nematodo fue descrito por primera vez por Dujardin en 1845, se encuentra generalmente en suelos húmedos y su distribución es cosmopolita, observaciones realizadas han mostrado que este género es omnívoro, pues devora alimentos tanto vegetales como animales, algunas especies de este género son predadores otros se alimentan de las raíces, por lo que forman las escobillas y reducen el tamaño del sistema radicular, además de que retardan el desarrollo del cultivo (Cepeda, 1996).



Incluye las especies con odontoestilete largo, es uno de los géneros mejor representados en los ecosistemas del mundo ya que pueden encontrarse en diversos hábitats de bastante humedad en el suelo y en lugares con bastante materia orgánica (Mulvey y Anderson, 1979).

a) **Síntomas**

Los síntomas característicos de este nematodo en cultivos donde la densidad poblacional es alta, ocasiona raíz de escobilla, escaso desarrollo de la planta y por consiguiente una baja en la producción (Cepeda, 1996).

**2.11.6. Nematodos de Vida libre**

Estos organismos se encuentran prácticamente en todos los medios y su abundancia está en relación con la presencia de materia orgánica (Ferris *et al.*, 2004). Su función está intrínsecamente relacionada con el flujo energético de los procesos de desintegración de la materia orgánica, la cual es fundamental para que se cumplan los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes de los que dependen todos los organismos de un ecosistema (Fiscus y Neher, 2002).

Todos los nematodos fitoparásitos o de vida libre se alimentan de organismos vivos. Nematodos que se alimentan de microorganismo pueden ser llamados de microbiofagos o microbiotróficos, estos nematodos son a veces llamados de saprobios o saprofitas, más tales términos son incorrectos, cada vez que dan la idea de que los nematodos obtienen su alimento de materia orgánica muerta (o en descomposición), lo que en realidad no ocurre. La verdadera fuente de alimentación son los microorganismos como bacterias y hongos (Poinar, 1983; Ferraz y Monteiro, 1995).



### **2.11.7. Importancia de los nematodos de vida libre**

Los nematodos presentan un grande potencial para ser utilizados como excelentes indicadores ecológicos del suelo, así como: Son encontrados abundantemente en múltiples y variados biomasas, donde haya agua y carbono orgánico, presentan diversidad trófica, poseen ciclo biológico relativamente corto, constituyen comunidades ínter específicas, ocurriendo interacciones entre sus diferentes miembros, ciertos taxones o grupos de taxones, comprobadamente presentan sensibilidad diferenciada frente a disturbios ocurridos en el medio. Pueden ser identificados y cuantificados sin mayores dificultades, inclusive las formas de vida libre, por lo menos hasta el nivel de género (Goulart, 2002; Neilson, 2005; Tomazini, 2008).

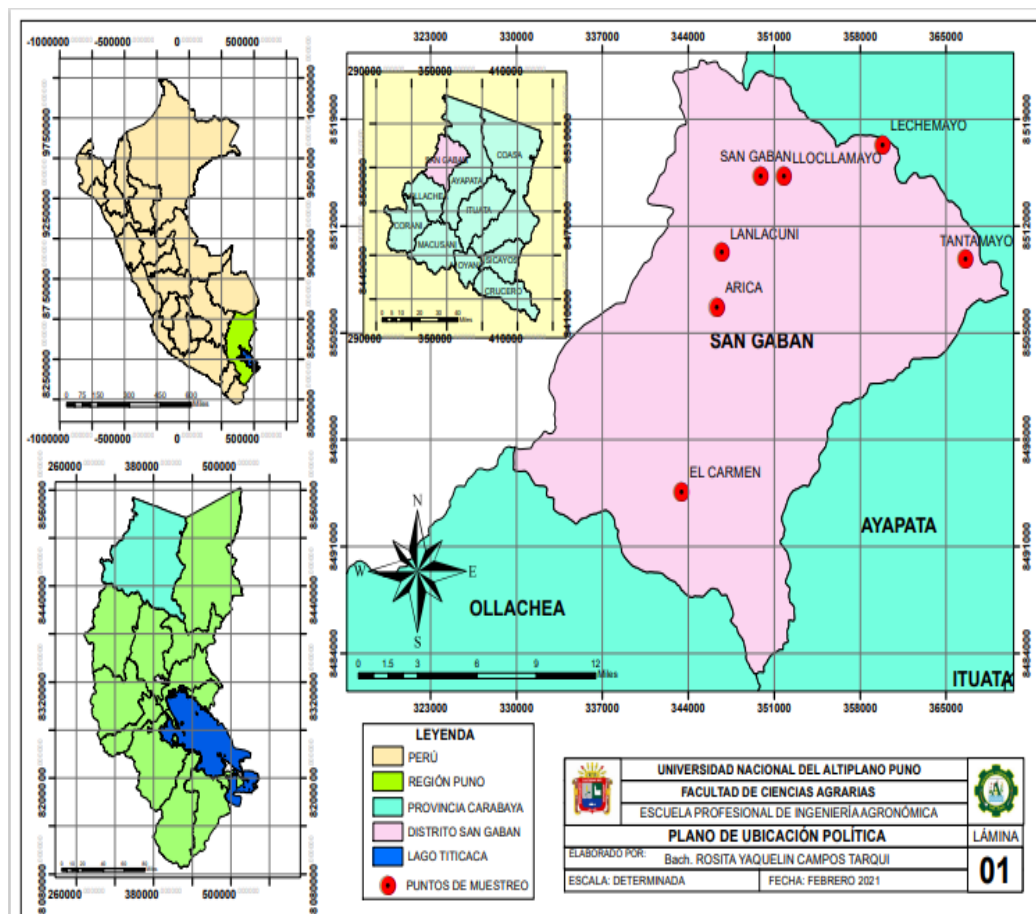
A pesar de que los nematodos sean numerosos en la mayoría de los ecosistemas, la contribución de ellos para la respiración del suelo es relativamente pequeña. Sin embargo la contribución de un grupo de organismos para el funcionamiento del sistema como un todo no puede ser medida solamente en base a la cantidad de energía procesada por ese grupo. En la cadena alimenticia los consumidores como los nematodos tienen papel importante como reguladores de ciertos procesos esenciales, como la descomposición de la materia orgánica. (Whitford *et al.*, 1982).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación Geográfica del Estudio

El trabajo de investigación en la fase de colección de muestras de suelo y raíces se realizó durante el período fenológico de floración del cultivo en siete sectores del distrito de San Gabán-Puno, cuyos nombres y ubicación se indican en la Figura 4; estos sectores de evaluación se detallan en la Tabla 5: mientras que el trabajo de identificación de los nematodos colectados en las muestras, se realizó en el laboratorio de Entomología-Nematología de la EPIA-FCA UNA Puno.



**Figura 4.** Mapa de ubicación de los sectores de muestreo en el valle de San Gabán - Puno

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Fase de campo

Se recolectaron 130 muestras de suelo y raíces en parcelas representativas de plantaciones de plátano considerando dos parcelas por cada uno de los siete sectores y de cada una de ellas se obtuvo cinco muestras de suelo y cinco de raíces, excepto en el sector Lanlacuni por que no se encontró plantaciones en el mismo estado fenológico Utilizando los siguientes materiales: bolsas de plástico, etiquetas, cámara fotográfica, cuaderno de campo, pala, pico, tijera, cintas.



**Figura 5.** Parcelas de plátano evaluados

#### 3.2.1.1. Muestreos de suelo y raíces

Los muestreos se realizaron en el mes de febrero e inicio de marzo de 2020, cuando las plantaciones se encontraban en el estado fenológico de floración; el muestreo se realizó haciendo un recorrido en zigzag en cada parcela.

1. Primeramente, se hizo una limpieza del área del muestreo eliminando la capa superficial (6A).



2. los puntos se tomaron en zigzag abriendo el suelo en forma de V, a una profundidad de 25 cm se tomaron cinco submuestras de suelo por punto (6B).
3. Las submuestras se colocaron en un balde para uniformizarlas y después extraer 500 gramos de la mezcla.
4. Luego fueron colocados en bolsas de plástico individuales y rotuladas, para su traslado a laboratorio e iniciar la respectiva evaluación. (Figura 6C).
5. Junto a las muestras de suelo se tomaron muestras de raíces, se seleccionaron plantas de plátano al azar de cada parcela muestreada.
6. Se tomaron las muestras de raíces a una profundidad de 30 centímetros, se recogió un promedio de 10 gramos, estas también fueron llevadas al laboratorio para ser evaluadas.



**Figura 6.** (A) Limpieza de campo (B) Toma de muestras (C) Muestras en bolsas para transporte.

### 3.2.2. Fase de laboratorio

Para la fase de laboratorio los materiales utilizados fueron: microscopio, estereoscopio, centrifuga, licuadora, tamiz de 400, 100 y 60 Mesh de apertura, vasos descartables, contómetro, pipeta, tubos de centrifuga etc.



***3.2.2.1. Método de fluctuación centrífuga para determinación de nematodos en muestras de suelo con solución sacarosa (Jenkins, 1964)***

1. Se homogenizo bien la muestra de suelo con el fin de que los terrones sean desmenuzados.
2. Se retiró una porción de 250 cm<sup>3</sup> de suelo y luego fueron colocados en un recipiente con agua.
3. Se mezcló bien el suelo con el agua, con la finalidad de desagregar los terrones, para la liberación de los nematodos en la suspensión. (7A).
4. Posteriormente se vertió el líquido a través de un tamiz de 60 Mesh y en la parte superior, seguido del tamiz de 100 Mesh y debajo un tamiz de 400 Mesh ordenado de menor a mayor. (Figura 7B).
5. Luego se recolecto 50 ml de los dos últimos tamices en los vasos descartables y codificados. (Figura 7C).
6. Seguidamente la suspensión de 50 ml se le adiciono una cuchara de cal hidratada con la finalidad de separar la parte sedimentada de la parte liquida, estas fueron homogenizadas y luego fueron llevados a los tubos de centrifugación, y se eliminó cuidadosamente el sobrenadante (7D).
7. Posteriormente se adiciono la solución de sacarosa para cada tubo (7E).
8. La suspensión se centrifugo 1, 750 rpm/un minuto, al finalizar el tiempo se retiró lo tubos de la centrifugadora (7F).
9. se vertieron individualmente en el tamiz de 400 Mesh, posteriormente fue lavado con bastante agua para retirar la solución sacarosa (7G, H).

10. Se recolecto en un vaso descartable codificado cada muestra y fueron llevados a microscopio estereoscopico para la identificación de los nematodos presentes en cada muestra. (Figura 7I).

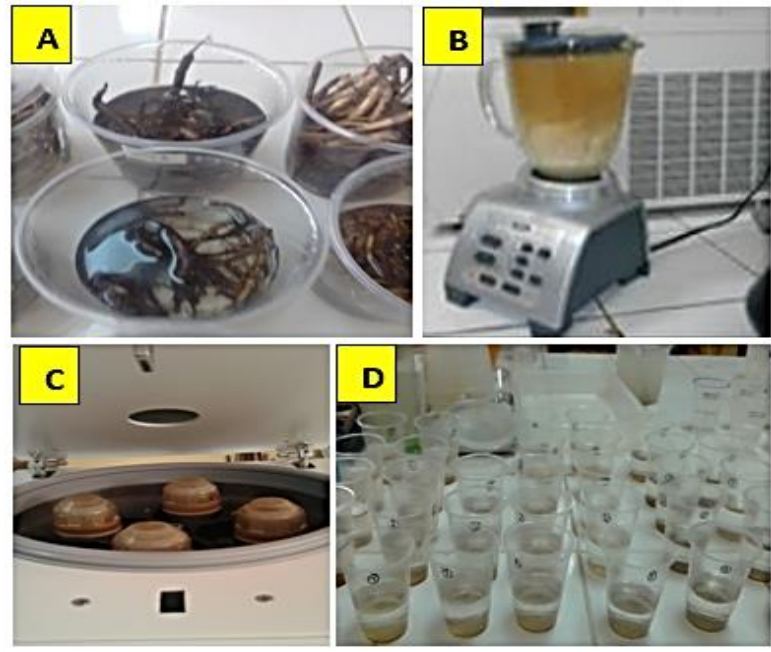


**Figura 7.** (A) Homogenización de la muestra, (B) Tamizado de suelos, (C) Recolección de muestra, (D) Tubos con caolín, (E) Incorporación de sacarosa, (F) Tubos para la centrifugación (G) Eliminación del sobrenadante, (H) Recolección de muestras, (I) Muestras para



### ***3.2.2.2. Técnica de la licuadora con centrifugación para muestras de raíces (Coolen y D'herde, 1972)***

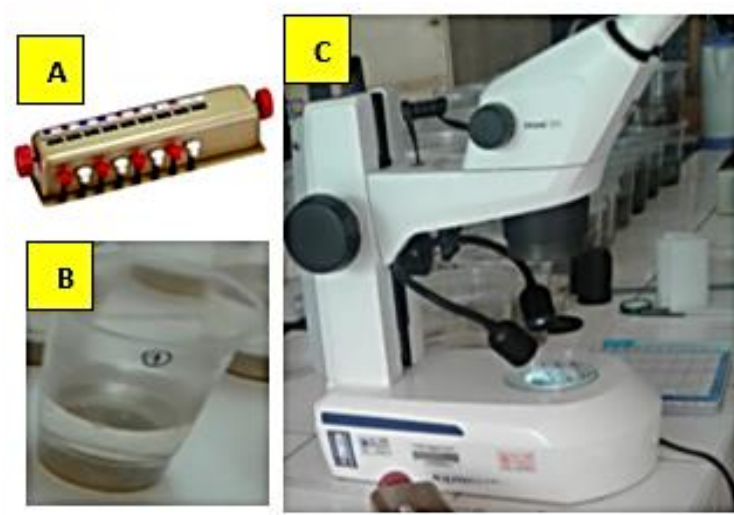
1. Las raíces colectadas en estado fenológico floración del cultivo de plátano fueron cuidadosamente lavadas y cortadas en pedazos aproximadamente 1cm, posteriormente se pesaron cinco
2. gramos, para luego transferirlos a la licuadora, adicionándose una solución de hipoclorito de sodio. (Figura 8A)
3. Luego se trituraron las raíces en la licuadora por un minuto en máxima velocidad. (Figura 8B).
4. Finalizado el tiempo, se pasaron los restos vegetales en el tamiz de 60,100 y 400 Mesh con la ayuda de chorros fuertes de agua con una piseta, se recolecto 50ml la suspensión de nematodos aun vaso.
5. Posteriormente se vertió la suspensión en los tubos de centrifugación y se realizó el mismo procedimiento realizando anteriormente. (Figura 8C).
6. Se recolecto en un vaso descartable codificado cada muestra y fueron llevados a microscopio estereoscopio para su análisis respectivo de los nematodos presentes. (Figura 8D).



**Figura 8.** (A) Muestras de raíces, (B) Trituración de raíces, (C) Centrifugado de muestras, (D) Muestras para identificación.

### 3.2.2.3. Identificación de nematodos

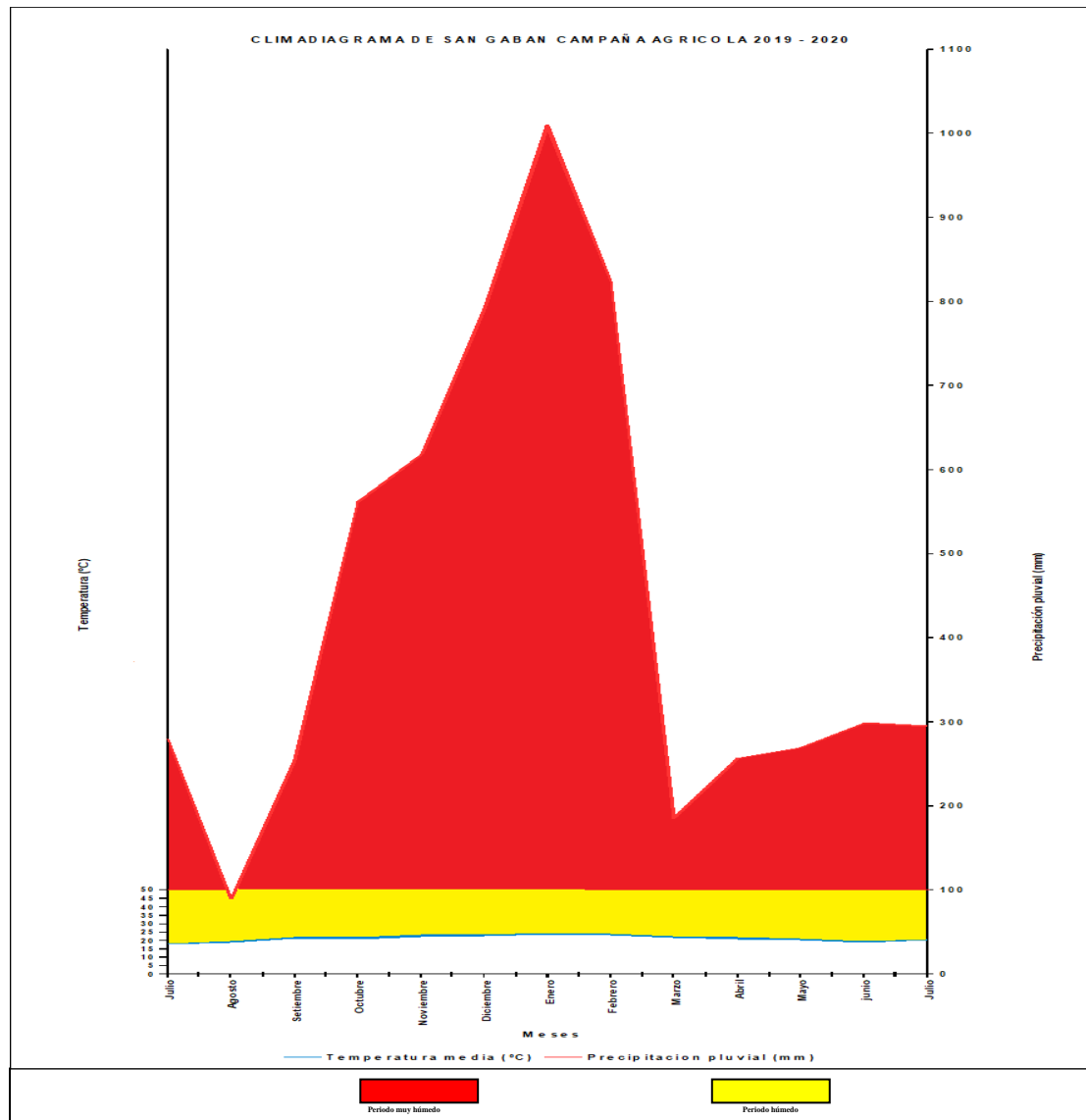
Para la identificación de los nematodos se prepararon montajes temporales en fresco con agua sobre laminas portaobjetos, la cuantificación e identificación se realizó bajo un microscopio de luz. (Figura 10 A, B, C).



**Figura 9.** (A) Contómetro; (B) Muestra para la identificación, (c) Conteo de nematodos.

### 3.3. Condiciones Meteorológicas.

En la (Figura 10) Se observa las condiciones meteorológicas temperatura media, precipitación pluvial y humedad relativa. La información mostrada es de los meses de julio -2019 hasta julio 2020. Del distrito de San Gabán región Puno la información a sido brindada por el “SENAMHI”.



**Figura 10.** Climadiagrama del distrito de San Gabán de la Región Puno.

Fuente: Senamhi – 2019-2020 (T°)

La temperatura media ha fluctuado entre 21 y 24 °C y las precipitaciones pluviales han ido incrementándose de 561.5mm a 1009.7 siendo este el pico más alto en el mes de enero.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

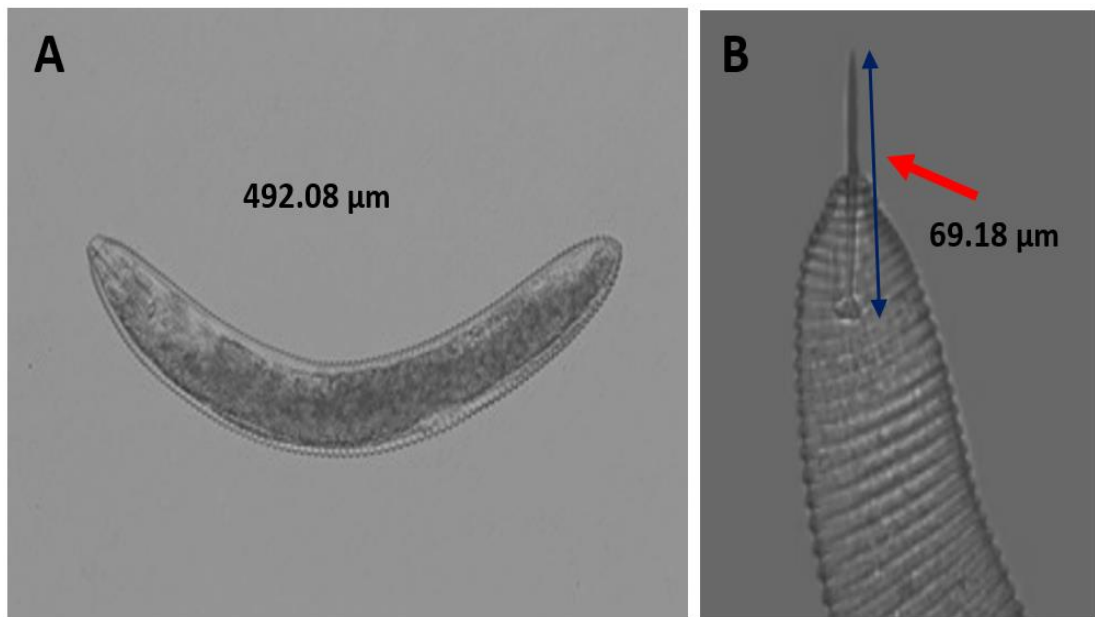
#### 4.1. Identificación Morfológica y Morfométrica de Géneros de Nematodos Fitoparásitos y de vida libre en Cultivo de Plátano del Valle San Gabán.

Los nematodos fitoparásitos identificados, a partir de las 130 muestras de suelos y raíces colectados en los siete sectores de San Gabán son los siguientes géneros de nematodos fitoparásitos: *Helicohylenchus* (31.97%), *Mesocriconema* (14.28%), nematodos de vida libre (32.43%) y *Dorylaimus* (21.32%).

##### 4.1.1. Genero *Mesocriconema*

En los especímenes analizados de las muestras de suelo y raíces, se encontró morfológicamente que el género *Mesocriconema* presenta una cutícula gruesa, todo el cuerpo intensamente anillado, con una longitud promedio de 492.08  $\mu\text{m}$  (Figura 11A) y mostrando un estilete grande y fuerte, con nódulos basales dirigidos hacia la parte anterior, con una longitud de 69.18  $\mu\text{m}$  (Figura 11B). Se observa que son robusto y ligeramente pequeños, su cuerpo es muy estriado (Figura 11A), la parte anterior de cuerpo es redondeada y la posterior cónica. Las dimensiones determinadas, están en el rango que señala Perry y Moens (2013), quienes especifican que tanto machos como hembras tienen una longitud entre 200 a 1000  $\mu\text{m}$ . Respecto a la longitud del estilete Tihohod (2000), menciona

que puede variar de 59 a 65  $\mu\text{m}$ ; sin embargo, como característica particular, nosotros encontramos el estilete más largo.



**Figura 11.** Características morfológicas del género *Mesocriconema*, A: Cuerpo, robusto y anillado, B: forma y tamaño de estilete.

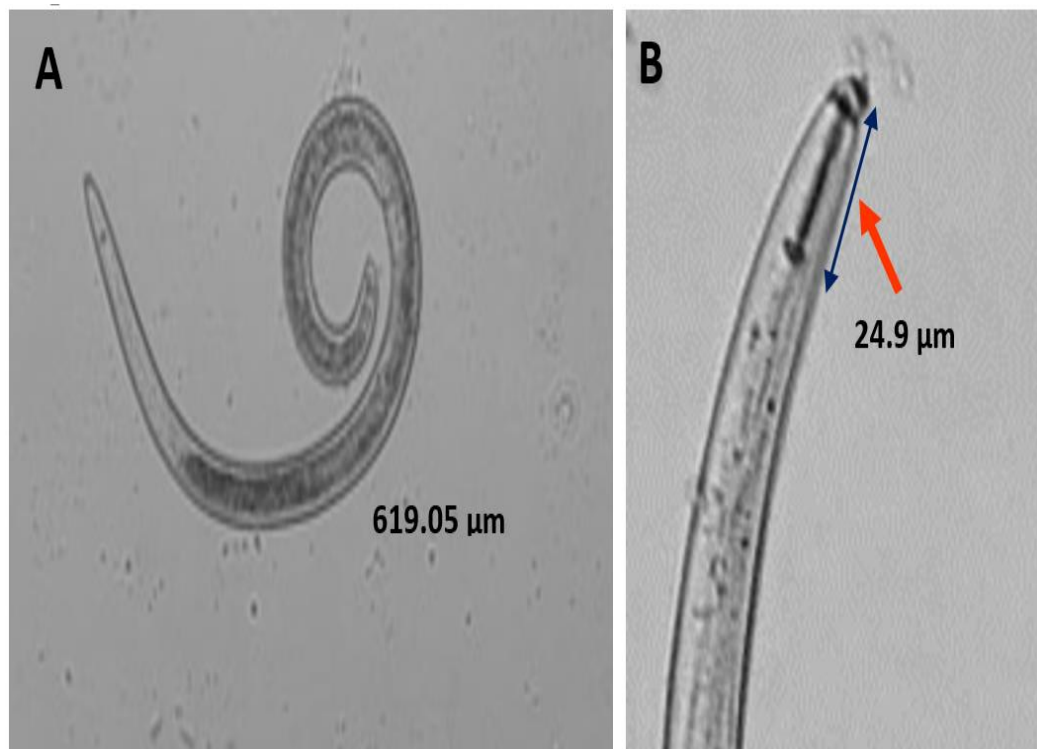
#### 4.1.2. Genero *Helicotylenchus*

El género *Helicotylenchus* es una especie ectoparásita, sin embargo en musáceas se comporta como ectoparásito migratorio, completando su ciclo de vida en la raíz (Suárez y Rosales, 2004), por lo cual se encontró en mayor cantidad en las muestras de raíz.

Los individuos del género *Helicotylenchus* presentan una característica peculiar y es que en estado inactivo (reposo) adquiere una posición en arco o espiral, con una estructura cefálica bien desarrollada y la región de la cabeza alta, cónica y redondeada, con un estilete robusto y la terminación de la cola es curvada. (Figura 12A). La longitud promedio del cuerpo es de 619.05  $\mu\text{m}$  y la longitud del estilete es de 24.9  $\mu\text{m}$ . Estas características son coincidentes con lo que señala Mai y Mullin (1996), refiriéndose a la cabeza es de forma cónica



redondeada y complementamos con las afirmaciones de Cepeda (1996), quien señala que la terminación de cola es curvada. Respecto a la longitud del cuerpo y estilete, Schreck *et al.* (2010) indican que el tamaño del cuerpo del género *Helicotylenchus* varia de 510 - 890  $\mu\text{m}$  y la longitud del estilete puede variar de 20 - 26  $\mu\text{m}$ ., comprobándose de esta forma que los datos morfométricos de nuestra descripción (Figura 12A, B) están dentro del rango de longitudes que señala el autor y ratificando con ello que se trata del género *Helicotylenchus*.

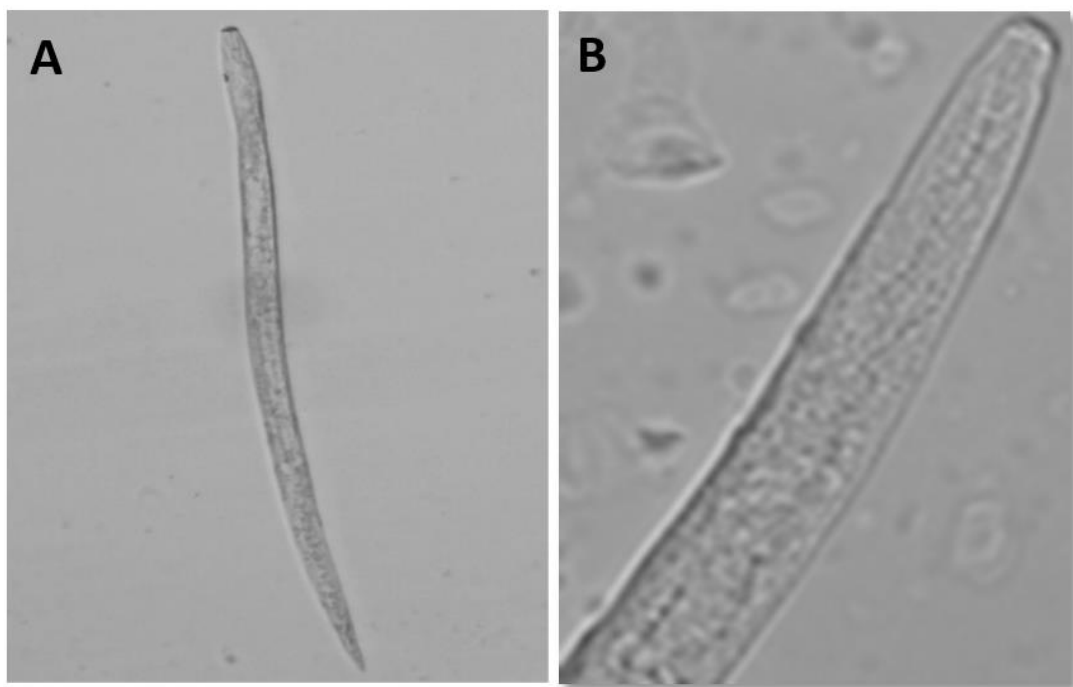


**Figura 12.** Características morfológicas del género *Helicotylenchus* A: cuerpo en forma espiral, B: estilete.

#### 4.1.3. Nematodos vida libre

Los individuos extraídos de muestras de suelo y raíz de plátano, presentaron longitudes de cuerpos largos (Figura 14A), con un cuerpo cilíndrico, cutícula gruesa y no presentan estilete (Figura 14B), características que son coincidentes con lo que mencionan Ruppert y Barnes (1996), caracterizando a los nematodos de vida libre como desprovistos de estilete y con una longitud de

cuerpo de 1000  $\mu\text{m}$  a más, asimismo. Tihohod (2000), se refiere a la presencia de un odontoestilete, que es una cavidad bucal esclerotizada con una estoma cilíndrica. Hickman *et al.* (1998), confirma que estos individuos no poseen un estilete si no un ondoestilete, y que el cuerpo tiene la forma cilíndrica y a veces redonda. Lo mencionado por los autores nos permite confirmar que los individuos analizados son Nematodos de Vida libre y se adaptan a diferentes condiciones climáticas. Su importancia ecológica es de gran relevancia ya que intervienen en la degradación de la materia orgánica para el cumplimiento de los ciclos biogeoquímicos. Ruppert y Barnes (1996) indica, el tamaño y la forma de los nematodos se deben a adaptaciones importantes para poder vivir. La mayor parte de los nematodos de vida libre miden menos de 2.5 mm de largo, la mayoría son

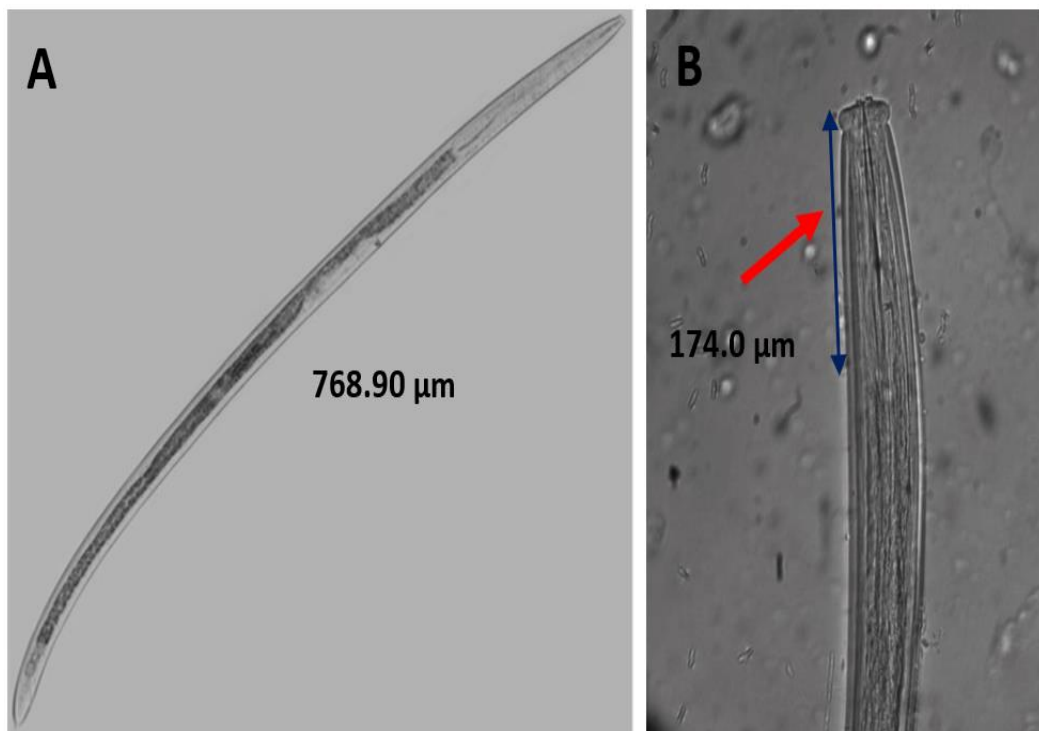


de aproximadamente de 1 mm.

**Figura 13.** Características morfológicas de nematodos de vida libre A: cuerpo entero del nematodo, B: cavidad bucal

#### 4.1.4. Genero *Dorilaymus*

Los individuos del genero *Dorilaymus* analizados en las muestras de suelo y raíces, mostraron tener el cuerpo bastante largo 768.90  $\mu\text{m}$  (Figura 13A), la terminación de la cola es ligeramente curvada y terminación roma; el estilete de tipo odontoestilete con una longitud de 174.0  $\mu\text{m}$  (Figura 13B). Estas características son coincidentes con Sen *et al.*, (2011), quien indica que en los machos el extremo superior es ventralmente más curvado que en hembras, con terminación roma, con una longitud del cuerpo entre 1145.5 a 2010.6  $\mu\text{m}$  y la longitud del estilete oscila entre 174 a 210  $\mu\text{m}$ ., sin embargo, normalmente la longitud del cuerpo mide de 2200  $\mu\text{m}$  a más en todos sus estadios. Ahmad Jairajpuri (1982), los autores mencionan que el género *Dorilaymus* es más



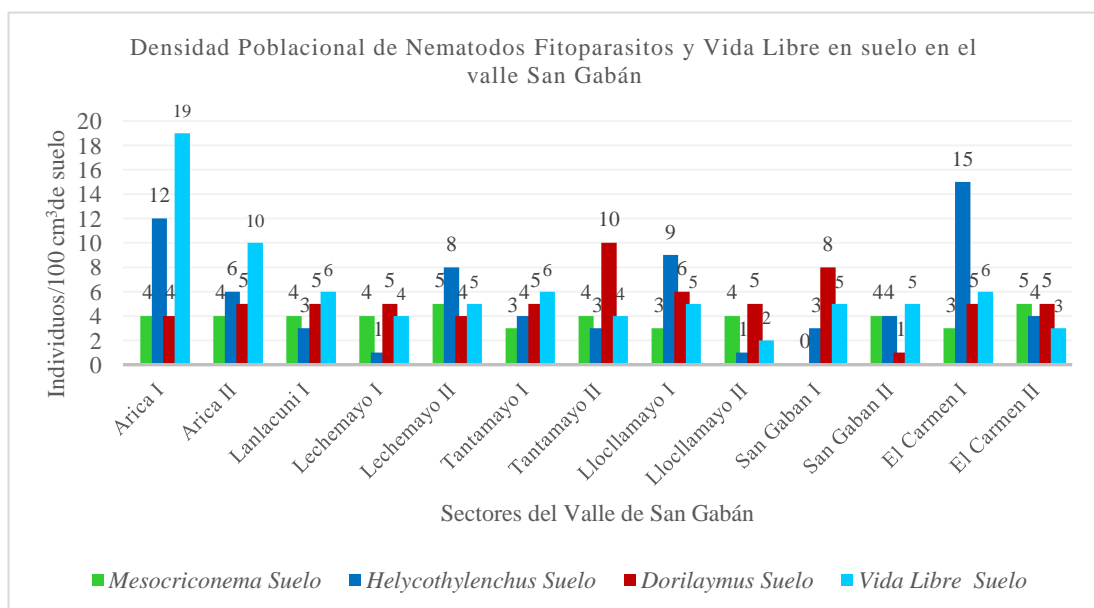
frecuente en suelos con bastante humedad y/o materia orgánica, características de los lugares de muestreo.

**Figura 14.** Características morfológicas del género *Dorilaymus* A: cuerpo entero del nematodo, B: ondoestilete.

Estas características se asemejan a las mencionadas por Garambel (2017) que describe a *Dorilaymus* como individuos muy largos, con una longitud promedio de 771.3  $\mu\text{m}$  y el odontoestilete de 176.3  $\mu\text{m}$ . dimensiones muy cercanas a las encontradas en nuestras muestras. Por otro lado, Sen *et al.*, (2011), 114 señala que en los machos el extremo superior es ventralmente más curvado que en hembras, con terminación roma, con una longitud del cuerpo entre 1145.5 a 2010.6  $\mu\text{m}$ . Estilete oscila entre 174 a 210  $\mu\text{m}$  en este último caso refiere individuos mucho más grandes que los descritos en el presente trabajo.

#### 4.2. Densidad Poblacional de Nematodos Fitoparásitos y de vida libre en suelo y raíces en el Cultivo de Plátano en los sectores del Valle San Gabán.

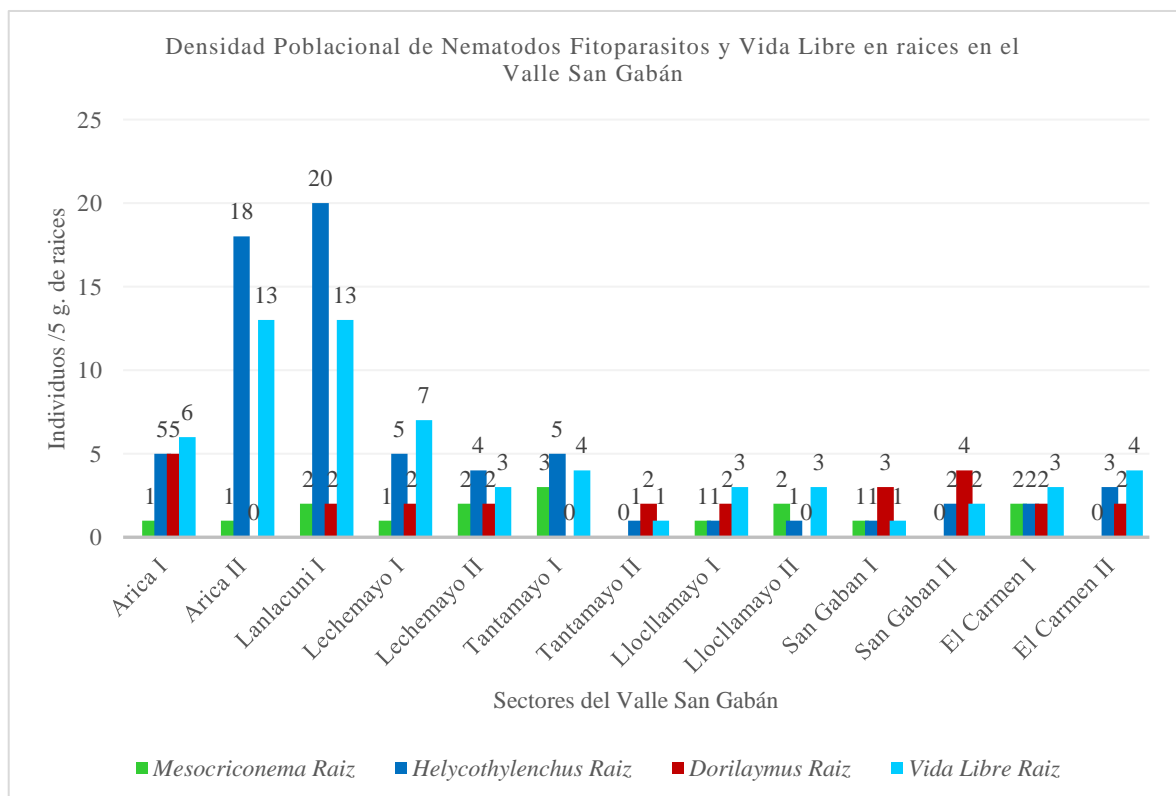
Los resultados de la evaluación en suelo se muestra en la figura 15 podemos apreciar, que en todos los sectores se encontró nematodos en cantidad variable; el sector con más población de nematodos es el sector Arica II que registra mayor número de nematodos de vida libre, con 19 individuos/100  $\text{cm}^3$  de suelo seguido por el género *Helicothylenchus* con 15 individuos/100  $\text{cm}^3$  de suelo en el sector Carmen I; en cambio el género *Dorilaymus*, con 10 individuos/100  $\text{cm}^3$  de suelo es relevante



en el sector Tantamayo II; mientras que en el sector San Gabán I no se encontró ningún individuo.

**Figura 15.** Densidad Poblacional promedio del tipo de nematodos Fitoparásitos identificados en suelo del cultivo de Plátano.

El resultado de la evaluación en raíces se muestra en la figura 16 en la que se puede apreciar que en todos los sectores evaluados se encontró cantidad variable de nematodos fitoparásitos el sector con mayor población es Lanlacuni I tiene mayor número de nematodos del genero *Helicothylenchus* con 20 individuos/5 g de raíces seguido por Arica II con 18 individuos/5g de raíces y en los mismos sectores se encuentran en mayor cantidad nematodos de vida libre con 13 individuos/5g de raíces.



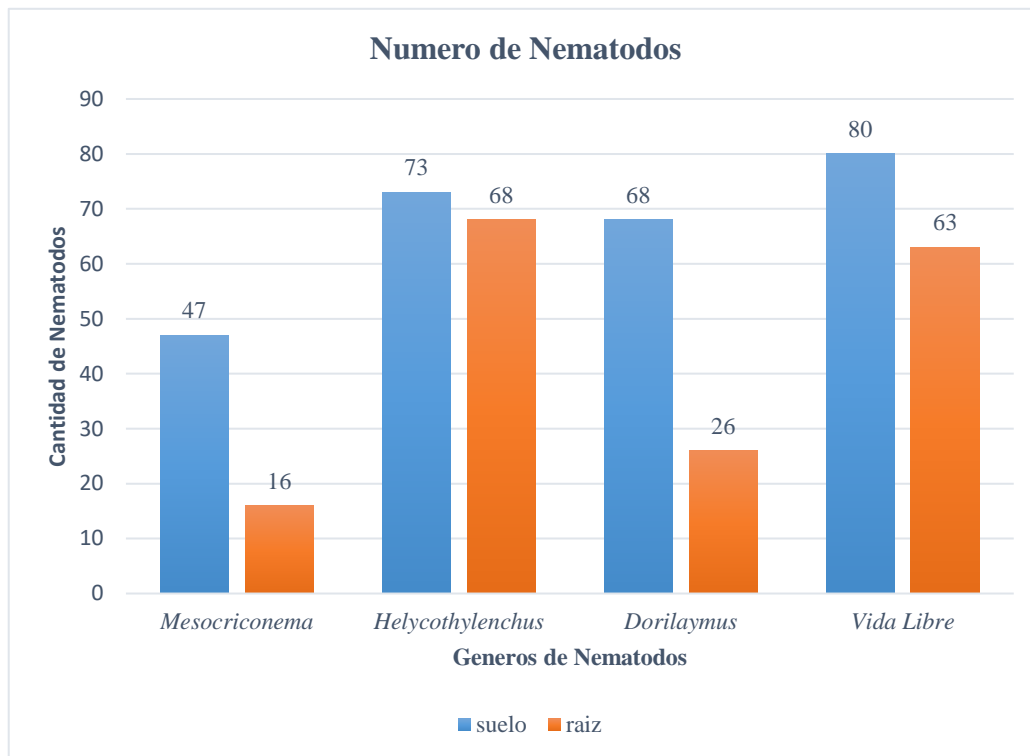
**Figura 16.** Densidad Poblacional Promedio del tipo de Nematodos Fitoparásitos identificados en raíces del cultivo de plátano.



Con respecto algunos sectores se observan que la densidad poblacional en raíces es mayor a la densidad de suelo siendo el género *Helicothylenchus*. Las poblaciones de raíces son más altas, esto se puede atribuir a que los nematodos fitoparásitos atacan al sistema radicular, destruyendo los pelos radicales y las raíces secundarias. Lo que conduce a la formación de un sistema radical pobre y poca capacidad de absorción de agua y nutrientes. (Vera *et al.*, 2017).

#### **4.2.1. Población total de Nematodos Fitoparásitos y de vida libre en suelo y raíces del distrito de San Gabán**

En la Figura 17 se muestran las poblaciones totales de nematodos en el distrito de San Gabán correspondiendo la mayor cantidad a nematodos de Vida Libre 80 individuos/100cm<sup>3</sup> de suelo y 63 individuos /5g de raíces ; mientras que entre los géneros fitoparásitos *Helicothylenchus* ocupa el primer lugar con 73 individuos/100cm<sup>3</sup> de suelo, y en raíces con 68 individuos/5g de raíces; en cambio *Mesocriconema* registró las menores poblaciones, correspondiendo 47 individuos/100cm<sup>3</sup> de suelo y solamente 16 individuos/5g de raíces.



**Figura 17.** Número total de nematodos en muestras de suelo y raíces del distrito de San Gabán.

En suelo y raíces se identificaron cuatro géneros de nematodos asociados al cultivo de plátano; sin embargo se evidencio que con mayor frecuencia poblacional se encuentran como se menciona anteriormente tanto en muestras de suelo como en raíces los nematodos de vida libre y que serían los que controlan el incremento de poblaciones de los nematodos fitoparásitos tal como lo mencionan Lavelle y Spain (2001) indicando que los nematodos de vida libre son responsables de la descomposición, mineralización y flujo de nutrientes en el suelo, además de regular poblaciones de hongos y bacterias. La presencia de nematodos de vida libre, es beneficiosa porque actúan como controladores biológicos para regular las poblaciones de nemátodos fitoparásitos confirmado por Lara *et al.* (2003),



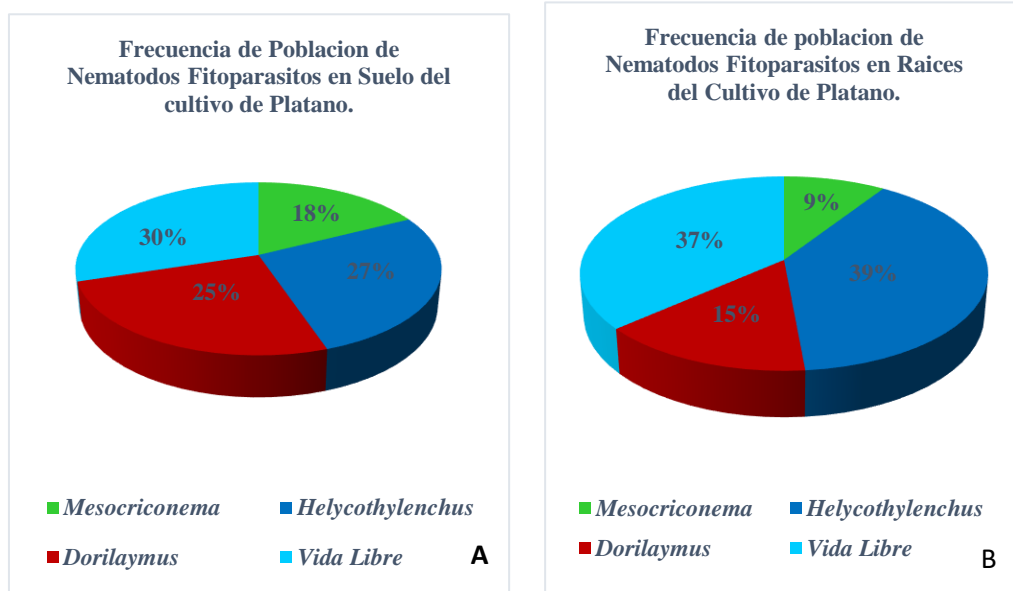
En raíces el género que evidencio la población más alta fue *Helicthylenchus* 68 individuos/5g de raíces, lo cual explicaría que este género debe considerarse como un nematodo de importancia económica, que completa su ciclo en la raíz, infecta cormos y tejido tal como lo mencionan (Suárez y Rosales, 2004). Se puede atribuir que estos nematodos afectan al sistema radicular de la planta, destruyen los pelos radicales y las raíces secundarias, lo que conduce a la formación de un sistema radical pobremente desarrollado conlleva a un débil anclaje y poca capacidad de absorción de agua y nutrientes (Vera *et al.*, 2017).

Además, el género *Helicotylenchus* es cosmopolita, porque se alimenta de un amplio grupo de plantas (Castillo y Hernández, 2005), lo cual explicaría su alta frecuencia en las parcelas evaluadas, tanto en este estudio como en otros anteriores, realizados en diferentes cultivos (Montes-Belmont, 2003; Wing-Ching- Jones *et al.*, 2008). Generalmente ocasionan lesiones a sus hospedantes, y propician la entrada de otros microorganismos, cuando hay alta densidad de población, la planta muestra perdida de vigor progresiva, manifestándose con una disminución en la producción (Arévalo-Gardini *et al.*, 2016).

Durante la evaluación del presente trabajo no fue notoria tal pérdida de vigor en las plantas, a pesar de representar el 27% de la población total de nematodos encontrados en suelo (Fig. 18 A) asumiendo que existe algo de control por los nematodos de vida libre que proporcionalmente están en mayor población (30% del total) (Fig.18 B). En cambio, en raíces la proporción es mayor de *Helicthylenchus* (39%) más que los de vida libre (37%) ratificando lo que señala (Vera *et al.*, 2017).



Contrariamente el género *Dorylaimus* registra mayor proporción en muestras de suelo (25%) mientras que en raíces solamente (15%) la misma tendencia muestra el género *Mesocriconema* con 18% en muestras de suelo y en raíces solamente 9%.

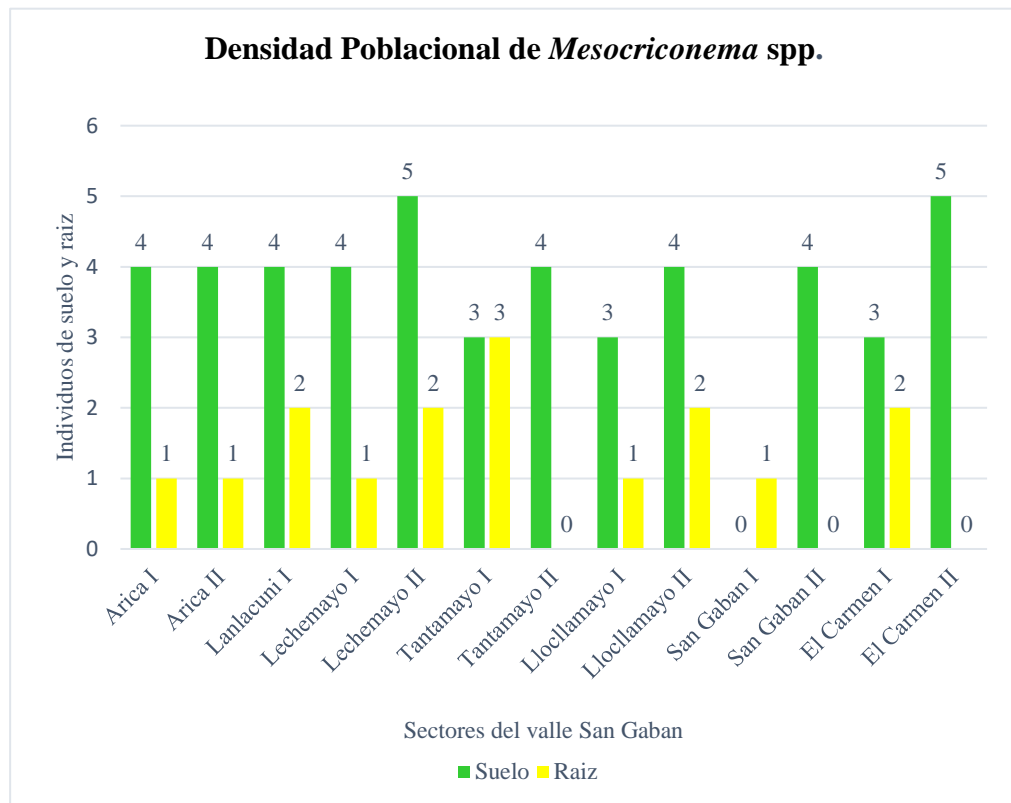


**Figura 18.** (A) Proporción de nematodos en muestras de suelo (B) En muestras de raíces.

#### 4.2.2. Densidad poblacional promedio del genero *Mesocriconema* por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán).

Las densidades poblacionales promedios mencionadas en nuestro trabajo son muy bajas (en un rango de 0 a 5 individuos/ cm<sup>3</sup> de suelo) respecto a lo que señala (Couch 1995, Crow 2005, McCarty 2001). Quienes consideran que el umbral de daño producido por el género *Mesocriconema*, debe estar en los rangos de 150 a 1500 individuos/100cm<sup>3</sup> de suelo con esa densidad pueden causar pérdidas en el cultivo. Por lo tanto, las poblaciones encontradas no son importantes y no afectaran al desarrollo del cultivo.

Ferris (1999), menciona que el género *Mesocriconema* se desarrolla mejor en suelos húmedos; y en periodo lluvioso aumenta sus densidades poblacionales, características que podrían ser adecuadas para los lugares de muestreo del presente trabajo, que alcanza 824.5 mm de precipitación pluvial y en promedio 23.6°C de temperatura; sin embargo, a pesar de estar presente el género no alcanza densidades de riesgo para el cultivo de plátano. Flores, (2017) indica que el género *Mesocriconema* tiene una densidad de 22.8 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo para la Región Puno en el cultivo de papa. Siendo menores las encontradas en el presente trabajo de investigación.



**Figura 19.** Densidad poblacional de suelo y raíces del genero *Mesocriconema* spp. En cultivo de plátano.



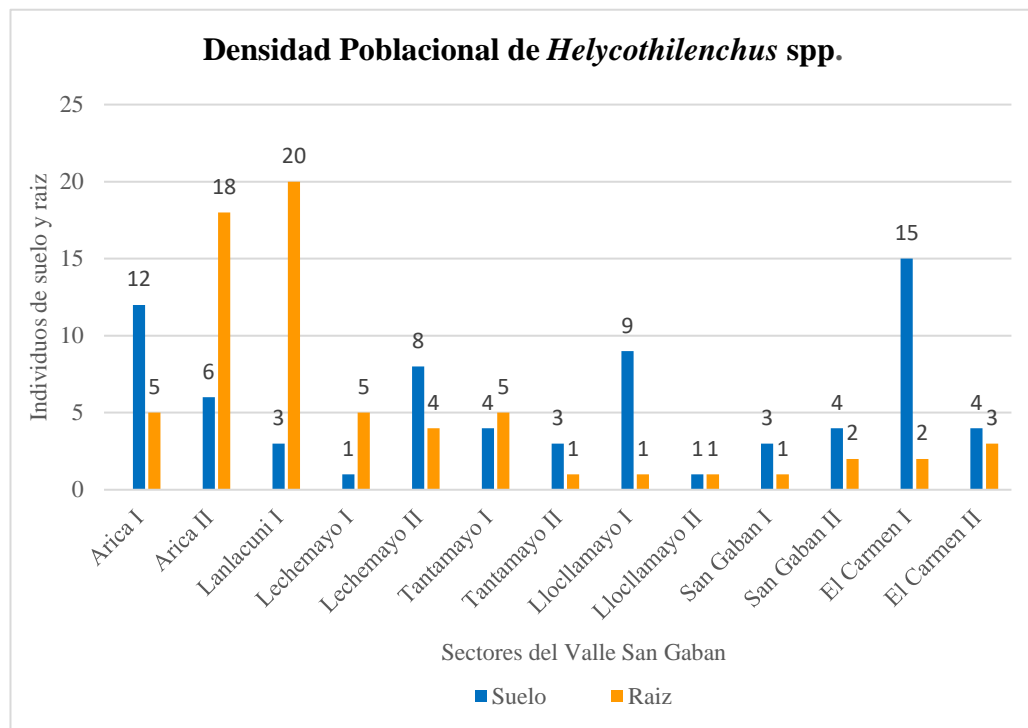
#### **4.2.3. Densidad poblacional promedio del género *Helicotylenchus* por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán).**

Las densidades poblacionales promedios mencionadas en nuestro trabajo son bajas (en un rango de 1 a 20 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo). Respecto a lo que refiere (A & L Great Lakes Laboratories 2009) quienes consideran el umbral de daño de este género sobre 200 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo que pueden resultar perjudiciales para el cultivo de maíz; por otro lado, Tylka (2007) indica que el umbral de daño económico se encuentra por encima de 1000 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo. Arévalo (2014) quien considera que el umbral de daño del género *Helicotylenchus* debe estar en los rangos de 200 a 300 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo o en 10 gramos de raíz.

Si bien es cierto este género se encuentra presente en todos los sectores del valle San Gabán evaluados, las densidades poblacionales más altas son de 15 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo y 20 Individuos /5 gr de raíces que fueron observados en el valle San Gabán. Los resultados muestran densidades poblacionales muy bajas, en relación al umbral de daño citado, siendo un buen indicador para el desarrollo normal del cultivo significando que la planta tiene un desarrollo normal. Cepeda, (1996), indica que cuando hay alta densidad de población, la planta tiene una pérdida de vigor progresiva, manifestándose con baja en el rendimiento del cultivo.

Por su parte; Siddiqi (2000) y Luc et al., (2005), señalan que *Helicotylenchus* spp. son nematodos fitoparásitos cosmopolitas de áreas tropicales y subtropicales y que las especies de este género habitan en suelos pesados, coincidiendo con lo mencionado por los autores, para el presente trabajo las poblacionales del género *Helicotylenchus* se encontraron en todos los sectores

del valle de San Gabán, cuyo clima tropical permite la permanencia y desarrollo de este nematodo. Cuyas temperaturas medias en el mes colectado fueron de 3.6°C respectivamente condiciones que si son adecuadas para estos nematodos. Torrado-Jaime y Castaño-Zapata (2009) mencionan que *Helicotylenchus* spp. Aparecen en todas las regiones donde se cultivada banano y plátano.

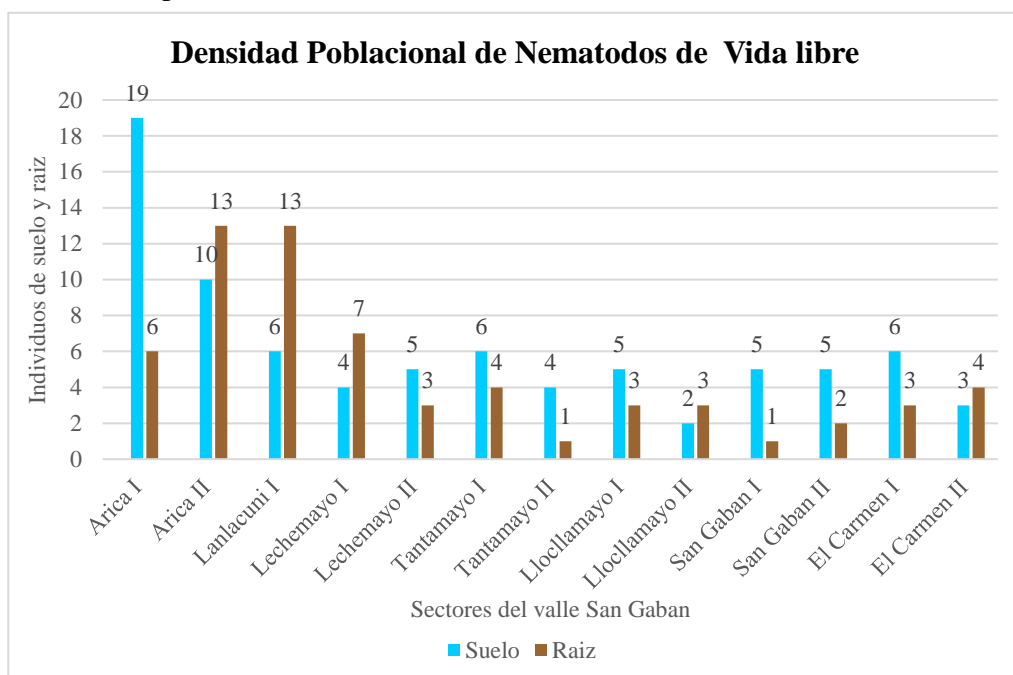


**Figura 20.** Densidad poblacional de suelo y raíces del genero *Helicotylenchus* spp. En cultivo de plátano.

#### 4.2.4. Densidad poblacional promedio del Nematodo de Vida libre por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán).

Blakely *et al.*, (2002) manifiesta que existe abundancia de nematodos de vida libre en los cultivos, posiblemente sean bacteriófagos, la influencia de fitoparásitos en la fisiología de la planta podría contribuir para la alteración de la microbiota presente en la rizósfera, aumentando la disponibilidad de cierto tipo de alimentos y resultando en mayores poblaciones de bacteriófagos en el área.

Bello y col. (2003), estos nematodos de vida libre nos permiten determinar las condiciones en las que se encuentra el agroecosistema, es decir, mayores densidades poblacionales son un indicador del buen estado productivo del suelo. Estos antecedentes permiten señalar que, habiendo encontrado mayores proporciones de nematodos de vida libre en el distrito de San Gabán, serían buenas condiciones para el cultivo de plátano; pero que se debe cuidar el incremento de poblaciones de los nematodos fitoparásitos, que aún se encuentran en bajas densidades poblacionales.

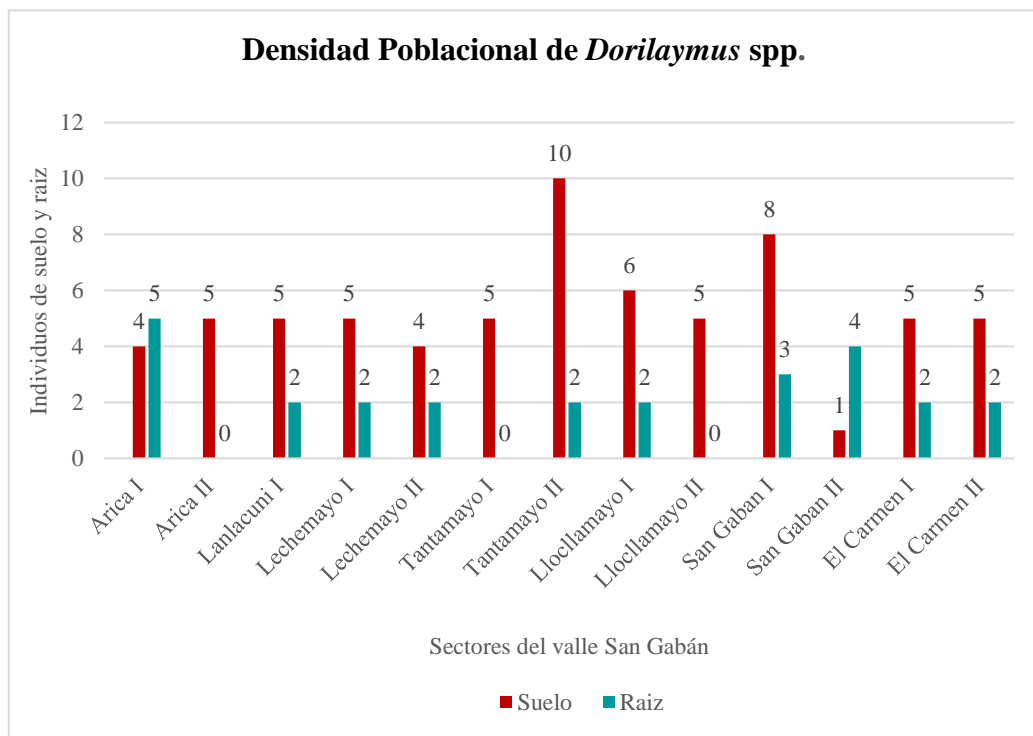


**Figura 21.** Densidad poblacional de suelo y raíces de Nematodos de vida libre en el cultivo de plátano.

#### 4.2.5. Densidad poblacional promedio del genero *Dorilaymus* por sectores por sectores en el cultivo de plátano (San Gabán).

De la misma forma que con los géneros anteriormente citados, las densidades poblacionales promedio encontradas, en el presente trabajo son bajas en un rango de 0 a 10 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo este género no se considera dañino a menos que esté presente en densidades poblacionales altas, por encima

de 100 individuos/100 cm<sup>3</sup> de suelo; la presencia de este género se asocia con suelos húmedos y esta afirmación coincide con Mulvey y Anderson (1979) y Jiménez-Guirado (1988), quienes refieren que, estos nematodos se establecen mejor en suelos con bastante humedad, además que tienen hábitos omnívoros, es decir, se alimentan tanto de animales como vegetales, considerándose en cierta medida saprófitos, se alimentan de raíces forma la escobilla, reducen el tamaño del sistema radicular y además retardan el desarrollo de los cultivos. Pero su presencia es baja en los sectores evaluados, no llega a causar daños al cultivo.



**Figura 22.** Densidad poblacional de suelo y raíces del género *Dorilaymus* spp.

En el cultivo de plátano.



## V. CONCLUSIONES

En el distrito de San Gabán se identificaron asociados al cultivo de plátano nematodos fitoparásitos de los géneros, *Mesocriconema*, *Helicotylenchus*, *Dorilaymus* y nematodos de vida libre.

Los nematodos de vida libre registran mayores densidades poblacionales (32.43%) y entre los fitoparásitos los del género *Helicotylenchus* (31.97%) son más abundantes que *Mesocriconema* (14.28%) y *Dorilaymus* (21.32%) sin embargo, dadas las densidades poblacionales bajas no representa peligro para el cultivo, en el momento actual.



## VI. RECOMENDACIONES

Corroborar la presencia de estos u otros géneros como *Radophulus* y *Melidogyne* en diferentes sectores del amplio valle San Gabán.

Iniciar investigaciones referidas a la biología, determinación de umbrales de daño y métodos de control tomando como base el presente trabajo de investigación.

Capacitar a los agricultores de la zona sobre la importancia de la presencia de nematodos fitoparásitos en el cultivo.

Adquirir hijuelos sanos, procedentes de viveros certificados que garanticen que se encuentran libres de nematodos.

Comparar áreas orgánicas y convencionales para ver la diferencia de nematodos en el cultivo.

Hacer evaluaciones en etapa de fructificación y maduración ya que por motivos de pandemia no se ha podido realizar en el presente trabajo.





## VII. REFERENCIAS

- Agrios, G. (2005). Plant Pathology. United States of America.: (5th ed.) Published Elsevier.
- Agrios, G. 1998. Fitopatología. Editorial LIMUSA. S.S., 3: Ed. México. 734-737 pp.
- Agusti, M. (2004). Fruticultura. Madrid-Barcelona. pp. 243-453.
- Ahmad, W. y Jairajpuri, M. S. (1982): *Opisthodorylaimus* n. gen, and some new and known species of Dorylaimoidea (Nematoda) from India. *Révue du Nématologie*, 5: 261–275.
- Apaza, S. (2011). Densidad poblacional, Grados de infestación e influencia de factores edafoclimáticos en la infestación de *nacobbus* spp. Y *Globodera* spp. En papa (*Solanum* spp.) de Puno. Tesis de Doctorado. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. 186 pp.
- Arauz, C. 1998. Fitopatología un enfoque agroecológico 1era edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica 467 pp.
- Araya, M. (2003). Situación actual del manejo de nematodos en banano (*Musa AAA*) 313 y plátano (*Musa AAB*) en el trópico americano. Manejo convencional y alternativo de 314 la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los 315 trópicos, 79-102.
- Arévalo, M. (2014). Umbrales de acción para nematodos fitoparasíticos. Laboratorio Agroexpertos. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Arévalo-Gardini E., Canto M., Baligar V., Zúñiga C. y Márquez D. (2016). Población de *Helicotylenchus* sp. Y *Aphelenchus* sp. En la rizosfera de clones de cacao 44 (*Theobroma cacao* L.) bajo los sistemas de manejo tradicional y de bosque mejorado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.
- Auger, J. 1987. La solarización un método no químico de control de enfermedades y plaga del suelo. *Revista Antumapu* 1:35-38 pp.
- Blakely, J. K., Neher, D. A., & Spongberg, A. (2002). L. Soil invertebrate and microbial



- communities and decomposition as indicators of polycyclic aromatic hydrocarbon contamination. *Applied Soil Ecology*. Amsterdam, v.21, p. 71–88.
- Bioversity International. 2003. Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra ,nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musaceas en los tropicos .Ecuador.
- Bridge, J., and page, S.L.J. 1984. Plant nematode pest of crops in Papua New Guinea. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 1:99-109.
- Bruinsma, J.S.(2013). Avaliação de metodos para estudo da resistência de genótipos de soja a *Meloidoyne javanica* (Treub) Chitwood. En Tese de Mestrado em Agrobiologia. (pág. 59 pp.). Santa Maria, Brasil, RS., Brasil: Universidade Federal de Santa Maria.
- Castillo, C. y Hernández M. (2005). Evaluación de opciones alternativas al uso de agroquímicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en el cultivo del café (*Coffea arabica*) en fincas de Masaya, Granada y Carozo. Managua Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía
- Centa. (2020). Plagas y enfermedades del cultivo de plátano en El Salvador . *Centa*. <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Manual Plagas Enfermedades PLATANO 2020.pdf>
- Cepeda, S. (1996). *Nematología agrícola*. México: Ed. Trillas, 305 pp
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius-Cole, B. (2007). *Practical plant nematology: a field and laboratory*. Cotonou, Benin: International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 93 pp.
- Chau-Coloma, M.D. 2008. Frecuencia y densidad de poblaciones de nematodos parásitos de raíces del banano en tres zonas productoras del velle del Chira, Piura. “Tesis de Ingeniero Agrónomo”. Piura, Perú: Universidad Nacional de Tumbes. 44 pp.
- Crow, W.T. (2005). Nematodos de plantas y parásitos en el campo de golf. *Perspectivas sobre el manejo de plagas* 16: 10-15.
- Crozzoli, R. y Graff, R. (1989). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo del banano (*Musa acuminata* AAA) en el estado Aragua. 11. Seminario Nacional de



Fitopatología. Trujillo (Venezuela). 19-23 Nov 1989.

- Daniells, J.; Jenny, C.; Karamura, D. y Tomekpe, K. 2001. Musalogue: "A Catalogue of Musa Germplasm. Diversity in The Genus Musa" .. Guía Técnica INIBAP (The International Network for The Improvement of Banana and Plantain). Francia. 213pp.
- De Waele D. y Davide R. 1998.nematodos noduladores de las raices del banano ,Meloidogyne incognita (Kofoid y White,1919)Chitwood,1949 y Meloidogyne javanica (Treub, 1885)Chitwood,1949.Plaga de Musa. Hoja divulgativa. pp.3-5.
- Díaz, J. (2007). Como proteger de las plagas del suelo de los cormos-semilla de plátano y banano: FHIA
- Ferraz, S., Freitas, L. G., Lopes, S. E., & Dias-Arieira, R. C. (2010). Manejo sustentável de fitonematoides. Viçosa, MG: Ed. UFV, pp. 63-100.
- Ferraz, L. B., & Monteiro, A. R. (1995). Nematoides. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H. & Amorim, L. Sao Paulo: (Eds.). Manual de Fitopatologia: v.1. pp. 168-201.
- Ferris, H; Venette, R; Scow, K. (2004). Soil management to enhance bacterivore and fungivore nematode populations and their nitrogen mineralisation function. Applied Soil Ecology 25(1):19-35.
- Ferris, H. (1999). Nematode Plant Expert Information System (NEMAPLEX). Univesity of California. Recuperado de: <http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/index.htm>
- Fiscus D.A. y Neher D.A. (2002). Distinguished nematode genera based on relative sensitivity to physical and chemical disturbances. Ecology applications 12. 565-575.
- Flores, Y., (2017) Tesis para optar el título de ingeniera agrónomo. "Caracterización del nematodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne spp.) En el cultivo de papa (Solanum tuberosam L.) de la región Puno, Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3970>.
- Garambel,S., (2017) tesis para optar el título de ingeniera agrónomo. Caracterización de poblaciones del nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp) de las zonas



productoras de café (*coffea arabica* l.) de Puno.  
<http://repositorio.unap.pe/handle/UNAP/9169>.

- Goulart A., M. C. (2008). Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p.11-18.
- Gotoh, A. (1964) The embryonic and larval development of *Pratylenchus coffeae* (Zimmerman) (Nematoda, Tylenchida). Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 8: 26–33.
- Gowen, R.R., and Quénéherve, P. 1990. Nematode Parasites of Bananas, Plantains and Abaca. Pages 431-460 in: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. M. Luc, R.A. Sikora, and J. Bridge, eds. CAB International, Wallingford, Eng.
- Gowen, S. 1979. Some considerations of problems associated with the nematode pests of bananas. *Nematropica* 9(1):79-91.
- Gowen, S.R. 1994. Burrowing nematode root rot (blackhead toppling disease). Page 21 in: Compendium of Tropical Fruit Diseases. R.C. Plates, G. A Zimmer, W. T. Nishijima, K. G.Rohrbach, and H. D. Ohr, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Gowen, S.; Queneherve ,P. 1990. Nematodos parasites of bananas ,plantains and abaca. Plant parasitic nematodes in subtropical agriculture. CAB International, Wallingford, UK. pp. 431-460.
- Grabau, Z., & Vann, C. (2017). Management of Plant-Parasitic Nematodes in Florida Field Corn Production. UF. IFAS Extension. University of Florida, pp. 1-8.
- Guzman, O.A. 2011. importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* (COBB) golden Y H. *dihystera* (COBB) sher, en banano y plátano (en línea). 19. Caldas, Colombia, Universidad de Caldas s.e. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19\(2\)\\_3.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia19(2)_3.pdf).
- Hickman, P. C., Roberts, L. S. y Parson, A. (1998). Principios Integrales de Zoología. McGraw-Hill Interamericana. Edición española. España, p. 311-320.



- Jiménez-Guirado, D. (1988). Especies de *Dorylaimus* Dujardin, 1845 (Nematoda) del sur de España. *Misc. 2001. 12: 33 – 39.*
- Lara, A., Castro, B. T., Castro, M. G., Castro, M. J. y Malpica, S. A. (2003) La importancia de los nemátodos de vida libre. Departamento el Hombre y su Ambiente. División de CBS UAM-Xochimilco. e-mail: rlara@cueyatl.uam.mx 4p.
- Lavelle, P. y Spain, A. V. (2001). *Soil Ecology*. Springer Kluwer Academic. Dordrecht, Germany, 654p.
- Lima Medina, I. (2018). Nematodos parásitos de plantas, Cap. XII Practicas de laboratorio en Nematología Agrícola. Editorial. G y S impresores. Pg. 553 – 565.
- Lima, M. I. y Casa, C. V. H. (2016). Nematología agrícola. Especialización en nematología agrícola y prácticas de rutina para el diagnóstico.
- Luc, M., And Vilardebó, A. 1961. Les nematodes associes aux bananiers cultives dans l'ouest Africain. *Fruits 16: 205–219.*
- Luc, M., Sikora, R. y Bridge, J. (2005). *Plant Parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 2nd Edition, 871.
- Mai, W. y Mullin, P. (1996). *Plant parasitic nematodes apictorict key to genres*. Fifth edition. Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press, 277p
- Magunacelaya, J.;Dagnino, E 1999.Nematologia Agricola en Chile:Serie Ciencias Agronomicas,Universidad de chile.Fac.De Ciencias agronomicas-Santiago.289p.
- Marín, D. H., Sutton, T. B. y Barker, K. R. (2002). Diseminación del banano en 334 Latinoamérica y el Caribe y su relación con la presencia de *Radopholus similis*. *Manejo 335 Integrado de Plagas y Agroecología*, 66, 62-75.
- Marín, D. H., Sutton, T. B. y Barker, K. R. (2002). Diseminación del banano en Latinoamérica y el Caribe y su relación con la presencia de *Radopholus similis*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 66, 62-75.
- Martinez,H;Peña,Y;Espinal,C.2006.La cadena de platano en colombia:Una mira global



- de su estructura y dinamica 1991-2005.En:Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural.Documento de trabajo N°102.Bogota,Colombia.
- McCarty, L.B. (2001). Mejores Prácticas de Gestión de Campos de Golf. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 672 p.
- Mcsorley, R. 1994. Effect of yard waste compost on plant-parasitic nematode densities vegetable crops. Supplement to the Journal of Nematology 27:545-549.
- Mejía, G. (2018). Cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*). *Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria Y Forestal Enrique Álvarez Córdova*, 29. [www.centa.gob.sv](http://www.centa.gob.sv)
- Montes-Belmont, R., Nava, H. Flores, E. y Ocampo, M. (2003). Hongos y nematodos en raíces y bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.) en el estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Fitopatología.*, 2003
- Mulvey, R. H. y Anderson, R. V. (1979). Benthic species of *Dorylaimus* Dujardin, 1845 (nematode: Dorylaimidae) and *Arctidorylaimus* n. gen. from the Mackenzietories, Canada. *Can, J. Zool.*, 57, 743 – 755.
- Mulvey, R. H. y Anderson, R. V. (1979). Benthic species of *Dorylaimus* Dujardin, 1845 (nematode: Dorylaimidae) and *Arcti dorylaimus* n. gen. from the Mackenzietories, Canada. *Can, J. Zool.*, 57, 743 – 755.
- National Academy of sciences, 1987.Control de plagas de plantas y animales. 1 Ed.pp29-30.
- Neilson, R. (2005). Nematode ecology; a current perspective. Piracicaba/SP: In: Congreso Brasileiro De Nematologia, 25, Piracicaba: SBN, p.18-23
- O'Bannon, J.H. 1977. Worldwide dissemination of *Radopholus similis* and tis importance in crop production. *Journal of Nematology* 9(1): 16-25.
- Ordosgoltti,A.2002.Enfermedades del banano y platano en Venezuela,medidas de control.
- Orion, D., Levy, Y., Israeli, Y., and Fisher, E. 1999. Scanning electron microscope observations on spirial nematode (*Helicotylenchus multincinctus*). *Nematropica* 29: 179– 183.



- Perry, R., & Moens, M. (2013). *Plant Nematology* 2nd edition. Printed and bound by Gutenberg Press Ltd, Tarxien, Malta, 542 pp.
- Perry, R., & Moens, M. (2006). *Plant nematology*. London: CAB International.
- Pinochet, J. 1977. Occurrence and spatial distribution of root-knot nematodes on bananas and plantains in Honduras. *Plant Disease Reporter* 61: 518–520.
- Poinar Jr, G. O. (1983). *The natural history of nematodes*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Quénéhervé, P., and Cadet, P. 1985. Localisation des nematodes dans les rhizomes du bananier cv Poyo. *Revue de Nematologie* 8: 3-8.
- Queneherve. 1990. Spatial arrangement of nematodes around the banana plant in the Ivory Coast, related comments on the interaction among concomitant phytophagous nematodes. *Acta Oecologica* 11, 875–886
- Rivera, G. (2007). *Conceptos Introdutores a la Fitopatología*. San José Costa Rica. Recuperado el 10 de abril de 2019, de <http://books.google.com.gt/books?id=xpTHXEWGt8C&pg>.
- Robinson, J. C., Daneel, M., Y Schoeman, P. S. 1998. Cultural practices in relation to integrated pest management in bananas. En Frison, E. A., Gold, C. S., Karamura, E. B., y Sikora, R. A. (eds.), *Mobilizing IPM for Sustainable Banana Production in Africa* (pp.283-289). *Proceedings of a Workshop on Banana IPM Held in Nelspruit, South Africa-23-28 November 1998*. INABAP.
- Romero, C. (2014). *El Banano Peruano*.
- Ruppert, E. E. y Barnes, R. D. (1996). *Zoología de los Invertebrados*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. 6ta Edición. México, D.F., 208 – 304.
- Sabadell, G. 2003. *Etiología y Epidemiología del Falso Mal de Panama de la platanera en Canarias*. Tesis de Doctorado. barcelona.
- Sarah, J., Pinochet, J., Y Stanton, J. 1996. El nematodo Barrenador del banano *Radopholus similis* Cobb. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Plagas de Musa. Hoja divulgativa N°.1. Francia: INABAP.
- Schereck, R. C., Vieira, D. S. M. C., Marais, M., Santos, M. S., Duyts, H., Freitas, H.,



- Van DerPutten, W. M. y Abrantes, I. (2010). *First record of Helicotylenchus varicaudatus* Yuen, 1964 (nematoda: Hoplolaimidae) parasitizing *Ammophila arenaria* (L.). Link in Portuguese coastal sand dunes. *Phytopathology Mediterranean* 49, 212 – 226p.
- Sasser, J. N. 1989. *Plant-Parasitic Nematodes: The Farmer's Hidden Enemy*. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- Sasser, J.N. and Carter, C.C. 1985. *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Vols 1 and 2. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- Sen, D., Chatterjee, A. y Manna, B. (2011). A new species of *Dorilaymus dujardin*, 1845 (nematoda: dorylaimidae) from west bengal, India *Nematol. mediterr.* 39: 3-8.
- Siddiqi, M. R. (2000). *Tylenchida Parasites of Plants and insects*. Wallingford, UK. CABI publishing. CAB Internacional, 645 pp.
- Siddiqui, M.R. 1972. *Helicotylenchus dihystra*. In: C.I.H. Description of plant-parasitic nematodes. CAB International, Wallingford, UK. Set 1, N°9; Set 2 N°23.
- Sikora, R.A., and Schlossen, E. 1973. Nematode and fungi associated With root systems of bananas in a state in Lebanon. *Plant Dis. Rep.* 57:615-618.
- Simmonds, N. W. *Los plátanos*. Editorial Blume. Barcelona, España. 539 pp. 1973.
- Simmonds, N. W. (1962). The evolution of the bananas. spp. Nov., causal agent of eumusae leaf spot disease of banana. *Sydowia* 54.
- Talavera, M. (2011). *Detección, extracción y diagnóstico de nematodos fitoparásitos*. España: Phytoma, pp. 41-59.
- Suarez, Z. y L. Rosales. 2004. Problemas menatologicos en musaceas. *Revista Digital del CENIAP.HOY*, 6: Disponible en : [http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy3/articulos/n6/arti/suarez\\_z.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy3/articulos/n6/arti/suarez_z.htm)
- Taylor, A.; Sasser, J. 1983. *Biology. identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)* IMP.NCSU.USA 111p.
- Tihohod, D. (2000). *Nematologia agrícola aplicada*, 2.ed. rev. amp. Jaboticabal: Funep,





473 p.

- Tomazini, M. D. (2008). Caracterización de las comunidades de nematodos en mata nativa e áreas contiguas submetidas a diferentes tipos de uso agrícola en Piracicaba (SP). Tese de Doctorado. Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de Sao Paulo.
- Torrado-Jaime, M.; Castaño-Zapata, J. 2009. Incidencia de nematodos en plátano en distintos estados fenológicos (en línea). Revista Agronomía Colombiana 27(2):237-244. Consultado 22 abr. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/1803/180316234012/>.
- Tylka, G. (2007). Nematodes in Corn Production: A Growing Problem? Integrated Crop Management. Iowa State University.
- Vera, N., Maicedo, J., Guevara, E. y Oliva S. (2017). Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Amazonas, Perú. Scientia Agropecuaria 8 (1): 79 – 84.
- Volcy, CH. 1997. El ABC de la Nematología. Tomo 1. Primera Edición. Medellín, Colombia. 62 pp.
- Wang, K.-H., & Hooks, C. R. (2009). Plant-parasitic nematodes and their associated 341 natural enemies within banana (*Musa spp.*) plantings in Hawaii. Nematropica, 39(1), 342-57.
- Wing Ching-Jones, R., Figueroa, L. Salazar-Figueroa, L. Sánchez-Flores y Rojas B. (2008) Reconocimiento de nematodos en pastos tropicales en las comunidades de Sucre y San Vicente, Cantón de San Carlo.
- Whitford, W. G., Freckman, D. W., Santos, P., Elkins, N. Z., & Parker, L. W. (1982). The role of nematodes in decomposition in desert ecosystems. In FRECKMAN, D. W. (Ed.). Nematodes in soil ecosystems. Austria: University of Texas Press, pp. 98– 116.
- Zuckerman, B. M. (1983). Hypotheses and possibilities of intervention in nematode chemoresponses. Journal of Nematology 15, 173-183.
- Zuckerman, B.M., and Strich-Harari, D. 1963. The life stages of *Helicotylenchus*



multicinctus (Cobb) in banana roots. *Nematologica* 9: 347–353.

## ANEXOS

**Tabla 1.** Número promedio de nematodos Fitoparásitos encontrados en las muestras de suelo y raíz procedentes de los sectores del distrito de San Gabán.

SECTORES	GENEROS DE NEMATODOS							
	MESOCRICONEMA		HELYCOTHYLENCHUS		DORILAYMUS		VIDA LIBRE	
	SUELO	RAIZ	SUELO	RAIZ	SUELO	RAIZ	SUELO	RAIZ
Arica I	4	1	12	5	4	5	19	6
Arica II	4	1	6	18	5	0	10	13
Lanlacuni I	4	2	3	20	5	2	6	13
Lechemayo I	4	1	1	5	5	2	4	7
Lechemayo II	5	2	8	4	4	2	5	3
Tantamayo I	3	3	4	5	5	0	6	4
Tantamayo II	4	0	3	1	10	2	4	1
Llocllamayo I	3	1	9	1	6	2	5	3
Llocllamayo II	4	2	1	1	5	0	2	3
San Gabán I	0	1	3	1	8	3	5	1
San Gabán II	4	0	4	2	1	4	5	2
El Carmen I	3	2	15	2	5	2	6	3
El Carmen II	5	0	4	3	5	2	3	4

**Tabla 2.** Numero de promedios y totales de nematodos fitoparasitos encontrados en muestras de de suelos procedentes de los sectores del valle San Gaban.

SECTORES	GENEROS DE NEMATODOS							
	MESOCRICONEMA		HELYCOTHYLENCHUS		DORILAYMUS		VIDA LIBRE	
	SUELO	RAIZ	SUELO	RAIZ	SUELO	RAIZ	SUELO	RAIZ
Arica I	4	1	12	5	4	5	19	6
Arica II	4	1	6	18	5	0	10	13
Lanlacuni I	4	2	3	20	5	2	6	13
Lechemayo I	4	1	1	5	5	2	4	7
Lechemayo II	5	2	8	4	4	2	5	3
Tantamayo I	3	3	4	5	5	0	6	4
Tantamayo II	4	0	3	1	10	2	4	1
Llocllamayo I	3	1	9	1	6	2	5	3
Llocllamayo II	4	2	1	1	5	0	2	3
San Gabán I	0	1	3	1	8	3	5	1
San Gabán II	4	0	4	2	1	4	5	2
El Carmen I	3	2	15	2	5	2	6	3
El Carmen II	5	0	4	3	5	2	3	4
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>16</b>	<b>73</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>26</b>	<b>80</b>	<b>63</b>



**INFORMACIÓN METEOROLÓGICA**  
**"SENAMHI ÓRGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA**  
**HIDROMETEOROLÓGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO**  
**SOCIO ECONÓMICO DEL PAÍS"**

**ESTACIÓN: CO. 113077**

**Región:** Puno                      **Provincia:** Carabaya                      **Distrito:** San Gabán

**Latitud:** 13°26'25,9"                      **Longitud:** 70°24'16,7"                      **Altitud:** 820 m.s.n.m

**Tabla 3.** Datos meteorológicos campaña julio -2019 – julio-2020, del distrito de San Gaban –Region Puno.

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>TMED(°C)</b>	<b>PRECIPITACION (mm)</b>
<b>2019</b>	Julio	18.15	279.3
<b>2019</b>	Agosto	19.47	89.6
<b>2019</b>	Setiembre	21.98	254.8
<b>2019</b>	Octubre	21.4	561.6
<b>2019</b>	Noviembre	22.8	618.5
<b>2020</b>	Diciembre	23.3	791.1
<b>2020</b>	Enero	24	1009.7
<b>2020</b>	Febrero	23.6	824.5
<b>2020</b>	Marzo	22.3	185.9
<b>2020</b>	Abril	21.6	256.6
<b>2020</b>	Mayo	20.7	269.3
<b>2020</b>	Junio	19.45	298.8
<b>2020</b>	Julio	20.6	295.4

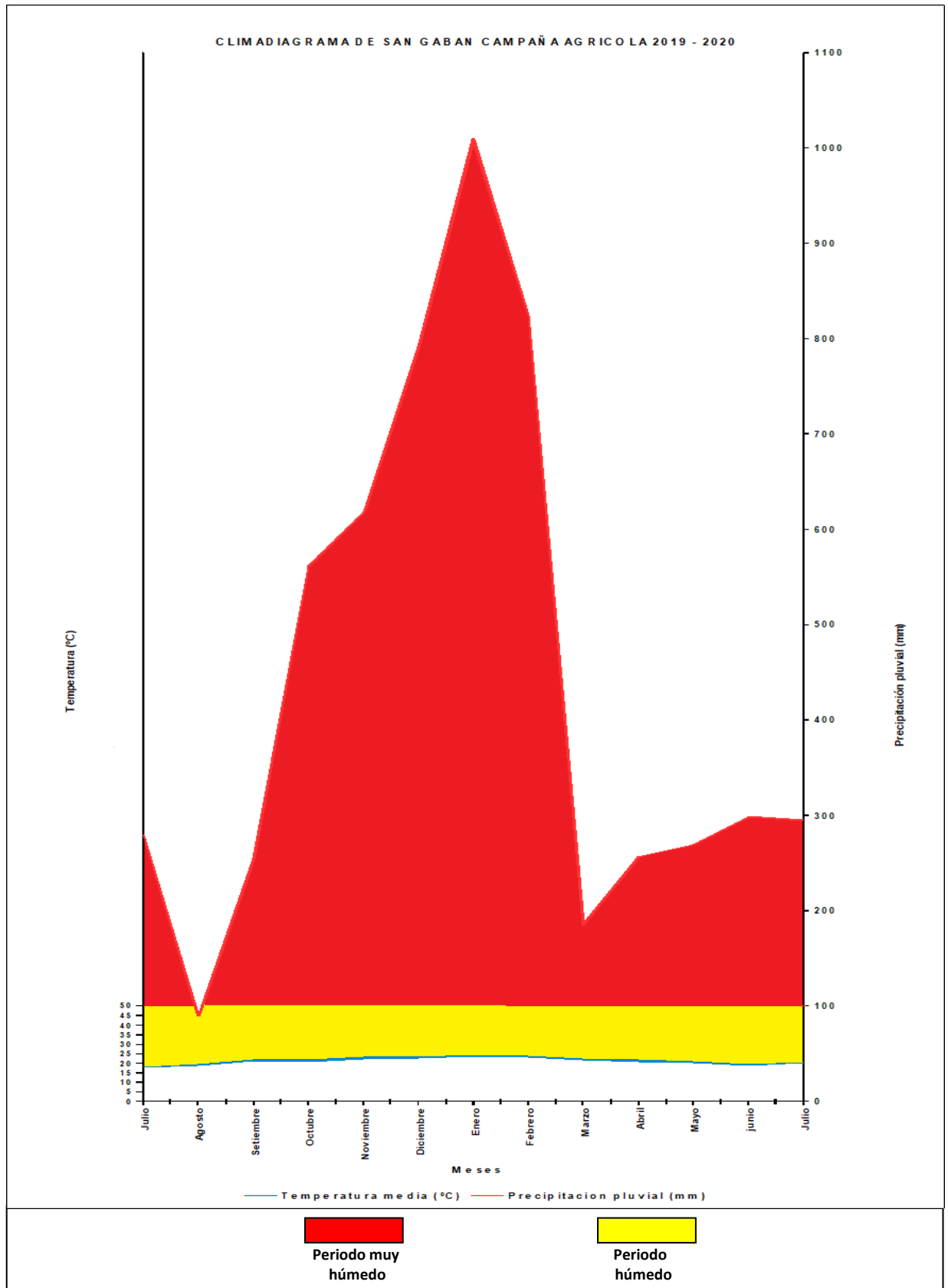


Figura 23. Climadiagrama del distrito de San Gabán de la Región Puno.

**Tabla 4.** Tabla de características morfológicas y morfométricas de nematodos aislados al cultivo de Plátano en el valle san Gabán.

GENERO DE NEMATODOS	CARACTERISTICAS	IMAGEN
<i>Mesocriconema spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ longitud cuerpo: 498.02 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ longitud del estilete: 69.18 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ cuerpo anillado</li> <li>❖ Cuerpo anillado</li> <li>❖ Estilete grande con nódulos definidos</li> <li>❖ Cola terminación en forma cónica</li> </ul>	<p>Figure 4A: Whole worm of <i>Mesocriconema spp.</i> showing a curved, segmented body. Scale bar: 492.08 <math>\mu\text{m}</math>. Figure 4B: Close-up of the head region showing the stylet. Scale bar: 69.18 <math>\mu\text{m}</math>.</p>
<i>Helicothylenchus spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ longitud del cuerpo: 619.05 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ longitud del estilete: 24.4 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ cabeza forma cónica</li> <li>❖ cuerpo en forma espiral</li> <li>❖ cabeza cónica redonda</li> <li>❖ cola curvada</li> </ul>	<p>Figure 4A: Whole worm of <i>Helicothylenchus spp.</i> showing a coiled, spiral body. Scale bar: 619.05 <math>\mu\text{m}</math>. Figure 4B: Close-up of the head region showing the stylet. Scale bar: 24.9 <math>\mu\text{m}</math>.</p>
<i>Dorilaymus spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ longitud del cuerpo: 768.9 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ longitud del estilete: 174.0 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ Presenta ondoestilete</li> <li>❖ cuerpo grande</li> <li>❖ cutícula gruesa</li> <li>❖ cola corta y redonda</li> </ul>	<p>Figure 4A: Whole worm of <i>Dorilaymus spp.</i> showing a long, slender, curved body. Scale bar: 768.90 <math>\mu\text{m}</math>. Figure 4B: Close-up of the head region showing the stylet. Scale bar: 174.0 <math>\mu\text{m}</math>.</p>
<i>vida libre</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ longitud del cuerpo: 1000 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>❖ cavidad bucal: esclerotizada</li> <li>❖ cuerpo en forma cilíndrica</li> <li>❖ no presentan estilete</li> <li>❖ cavidad bucal</li> </ul>	<p>Figure 4A: Whole worm of a free-living nematode showing a long, slender, cylindrical body. Scale bar: 1000 <math>\mu\text{m}</math>. Figure 4B: Close-up of the head region showing the sclerotized buccal cavity. Scale bar: 1000 <math>\mu\text{m}</math>.</p>



**Tabla 5.** Datos generales de sectores evaluados del valle San Gabán.

N°	FECHA DE COLECTA DE MUESTRA	DISTRITO	SECTORES	N° DE MUESTRAS COLECTADAS	AREA DE PARCELA (ha)	ESTADO FENOLOGICO DE COLECTA DE MUESTRA	OBSERVACIONES
1	17/02/2021	San Gabán	Arica I	5	0.08	Floración	Productor orgánico
2	17/02/2021	San Gabán	Arica II	5	0.08	Floración	Productor orgánico
3	17/02/2021	San Gabán	Lanlacuni I	5	0.05	Floración	Productor orgánico
4	17/02/2021	San Gabán	Tantamayo I	5	0.06	Floración	Productor orgánico
5	17/02/2021	San Gabán	Tantamayo II	5	0.05	Floración	Productor orgánico
6	17/02/2021	San Gabán	San Gabán I	5	0.04	Floración	Productor orgánico
7	18/02/2021	San Gabán	San Gabán II	5	0.04	Floración	Productor orgánico
8	18/02/2021	San Gabán	Llocllamayo I	5	0.05	Floración	Productor orgánico
9	18/02/2021	San Gabán	Llocllamayo II	5	0.05	Floración	Productor orgánico
10	18/02/2021	San Gabán	El Carmen I	5	0.06	Floración	Productor orgánico
11	18/02/2021	San Gabán	El Carmen II	5	0.06	Floración	Productor orgánico
12	18/02/2021	San Gabán	Lechemayo I	5	0.05	Floración	Productor orgánico
13	18/02/2021	San Gabán	Lechemayo II	5	0.05	Floración	Productor orgánico

PANEL FOTOGRAFICO



**Figura 24.** Con los productores de plátano. Parcelas de plátanos para el muestreo. Cultivo de plátano en estado de floración. Recolección de muestras de suelo y raíz del cultivo de plátano