

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**T E S I S**

**Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autores:**

**Bach. Sheyla Mayomi AZAÑA DAÑOVEITIA**

**Bach. Katty Elizabeth HUAMAN MARTEL**

**Asesor:**

**Mg. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**

**Cerro de Pasco – Perú - 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**T E S I S**

**Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg Andrés Edwin LEON MUCHA**  
**PRESDENTE**

---

**Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

## **INFORME DE ORIGINALIDAD N° 006-2025/UIFCCAA/V**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**AZAÑA DAÑOVEITIA, Sheyla Mayomi**  
**HUAMAN MARTEL, Katty Elizabeth**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – Pasco**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Densidad poblacional de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco**

Asesor  
**Mag. DE LA CRUZ MERA, Carlos Adolfo**

Índice de similitud  
**22%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 31 de enero de 2025



Firmado digitalmente por HUANES  
TOVAR Luis Antonio FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 31.01.2025 12:29:57 -05:00

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su invaluable sacrificio y optimismo, por su abnegado cariño y sabios consejos a quienes le debo lo que soy. Ambos ven en mí su gran labor y más grande obra cumplida

A mis hermanos por el apoyo moral que me brindaron durante mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Las autoras reconocen a:

Mg. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA, asesor de este trabajo de investigación, por el apoyo brindado para que completara nuestra formación académica.

Mg Sc. Andrés Edwin León Mucha, Dra. Edith Luz Zevallos Arias y Mg. Manuel Llanos Zevallos, por cada uno de los aportes brindados para que esta investigación sea presentada con la calidad necesaria.

Al Ing. Jorge Tanaka Nakamacho Director del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal, Servicio Nacional de Sanidad Agraria, por los trabajos de diagnóstico de los nematodos.

A nuestros padres ya que nos apoyaron de forma incondicional con su esfuerzo y sacrificio todos los días de nuestras vidas.

A nuestros hermanos por guiarnos con sus sabias experiencias y consejos para seguir día a día

## RESUMEN

La investigación de tesis denominado densidad poblacional de nematodos fito parásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad campesina de Paucartambo - Pasco, se desarrolló durante la campaña agrícola 2016-2017, en los centros de producción de papa de Chinchanco, Chupaca, Paucartambo, Bellavista, Acopalca y La Victoria; ubicados en altitudes comprendidos entre 2897 a 4100 m.s.n.m, en una zona de vida bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh-MT), que comprende pisos ecológicos de quechua y suní en una superficie cultivada de 80 hectáreas y 20 muestras representativas de suelo de 1 kilogramo cada uno, donde cada muestra representa a 4 hectáreas.

La actividad económica principal de los comuneros agricultores es el cultivo de la papa de las variedades mejoradas y nativas, sobresaliendo yungay, andina, tomasa, peruana, chaulina y el huayro, que según reporte de la Dirección Regional de Agricultura Pasco, para las últimas campañas agrícolas de 2016/2017 y 2017 /2018 las superficies cultivadas alcanzaron 3308 y 3661 hectáreas con un rendimiento promedio de 22,000 kg/ha, y una producción promedio de 76,659 toneladas, teniendo como centro de consumo el mercado central de la ciudad de Lima ( DRA-Pasco 2018).

Entre los factores limitantes de la producción agrícola se tiene la incidencia de plagas y enfermedades, cuyos daños pueden alcanzar pérdidas de 33,4% (Cisneros, 1995). Considerando las pérdidas de cosechas por efecto de los agentes bióticos se ha formulado el objetivo de determinar la densidad poblacional de nematodos Fito parásitos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*), en la comunidad campesina de Paucartambo - Pasco.

Conociendo la información de la densidad poblacional de los nematodos fitoparásitos y su identificación taxonómica se recomendará la toma de las diferentes medidas de control, a la institución correspondiente y agricultores para contrarrestar los daños e incrementar las cosechas obteniendo productos de calidad, mejorando su valor comercial en el mercado que se traducirá en beneficio económico y mejora en calidad de vida de los agricultores.

**Palabras Claves:** Nematodos fitoparásitos y papa

## ABSTRACT

The thesis research called population density of phyto-parasitic nematodes associated with potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.) in the rural community of Paucartambo - Pasco, was developed during the 2016-2017 agricultural campaign, in the production centers of potato from Chinchanco, Chupaca, Paucartambo, Bellavista, Acopalca and La Victoria; located at an altitude between 2897 to 4100 meters above sea level, in a zone of very humid forest life Montano Tropical (bmh-MT), which includes ecological floors of Quechua and Suni in a cultivated area of 80 hectares and 20 representative samples of soil of 1 kilogram each, where each sample represents 4 hectares.

The main economic activity of the communal farmers is the cultivation of the potato of the improved and native varieties, standing out yungay, Andean, toma-sa, Peruvian, chaulina and the huayro, which according to the report of the Regional Directorate of Agriculture Pasco, for last agricultural campaigns of 2016/2017 and 2017/2018 the cultivated areas reached 3308 and 3661 hectares with an average yield of 22,000 kg / ha, and an average production of 76,659 tons, having as central consumption center the market of the city of Lima (DRA-Pasco 2018).

Among the limiting factors of agricultural production is the incidence of pests and diseases, whose damage can reach losses of 33.4% (Cisneros 1995). Considering the crop losses due to the effect of biotic agents, the objective has been formulated to determine the population density of nematode phytoparasites associated with potato cultivation (*Solanum tuberosum* L.), in the rural community of Paucartambo - Pasco.

Knowing the information of the population density of phytoparasitic nematodes and their taxonomic identification, it will be recommended to take the different control measures, to the corresponding institution and farmers to counteract the damages and



increase the harvests obtaining quality products, improving its commercial value in the market that will result in economic benefit and improvement in the quality of life of farmers.

**Keywords:** Plant parasitic nematodes and potatoes

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INDICE

### **CAPÍTULO I**

INTRODUCCION..... 1

### **CAPÍTULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

- 2.1. Antecedentes de estudio.....4
- 2.2. Bases teóricas científicas .....5
- 2.3. Definición de términos conceptuales.....27
- 2.4. Enfoque filosófico – epistémico .....28

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

- 3.1. Tipo de Investigación .....30
- 3.2. Nivel de investigación .....33
- 3.3. Característica de la investigación .....34
- 3.4. Métodos de la investigación. ....35
- 3.5. Diseño de investigación:.....36
- 3.6. Procedimiento de muestreo.....36
- 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....37
- 3.8. Técnicas de procedimientos y análisis de datos. ....37
- 3.9. Orientación ética.....38

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	40
4.2.	Discusión de resultados .....	61

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Evaluación de las hembras del nematodo quiste .....</i>	<i>9</i>
<i>Cuadro 2. Datos meteorológicos de la comunidad campesina de Paucartambo son del 2016:.....</i>	<i>31</i>
<i>Cuadro 3. Propiedades químicas de los suelos de la comunidad campesina de Paucartambo 2016. ....</i>	<i>32</i>
<i>Cuadro 4. Población y muestra de los centros de producción de papa. ....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 5. Extracción e identificación de nematodos fitoparásitos en suelos de la comunidad campesina de Paucartambo por el método de Baerman modificado/100cc. de suelo. ....</i>	<i>42</i>
<i>Cuadro 6. Ubicación taxonómica de los géneros de nematodos fitoparásitos identificados en suelos de la comunidad campesina de Paucartambo: .....</i>	<i>50</i>
<i>Cuadro 7. Resultado de la Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos por géneros en los centros de producción de papa dela comunidad campesina de Paucartambo .....</i>	<i>51</i>
<i>Cuadro 8. Resultado de la extracción e identificación de nematodos formadores de quistes por el método de Fenwick (Globodera pallida) /100cc de suelo: .....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 9. Incidencia poblacional de nematodo Globodera pallida en la comunidad campesina de Paucartambo. ....</i>	<i>53</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. C.P. Chinchanco</i> .....	55
<i>Figura 2. C.P. Chupaca</i> .....	56
<i>Figura 3. C.P. Paucartambo</i> .....	57
<i>Figura 4. C.P. Bellavista</i> .....	59
<i>Figura 5. C.P. Acopalca</i> .....	60

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCION**

Los nematodos parásitos de papa causan pérdidas considerables, pero muchos de los daños que ocasionan no son reconocibles y a menudo son atribuidos a otras causas. Como los nematodos atacan a las raíces y tubérculos, las plantas enfermas no muestran en la parte aérea síntomas que puedan servir para el diagnóstico, con excepción de un desarrollo apical pobre, que es el resultado de un sistema radicular también pobre. Con una baja densidad de nematodos en el suelo, las plantas pueden no presentar síntomas aéreos evidentes, pero sí, una reducción en el rendimiento. A medida que la población mundial aumenta, los suelos apropiados para el cultivo de papa se van haciendo más escasos, consecuentemente el sembrío de papa se ira haciendo más frecuente en las mejores tierras y como el monocultivo estimula el aumento de la densidad de nematodos en el suelo, el daño que estos provoquen al cultivo aumentará dramáticamente.

El confirmar la población de nematodos en las áreas donde ya existen y restringir el movimiento de semilla y plantas infestadas pueden constituir el mejor método para prevenir las pérdidas de tierras productivas, por lo tanto, no se puede desestimar la

importancia que tiene la adquisición de semilla sana y el prevenir la movilización de semilla infectada hacia áreas libres de nematodos.

Los principales cultivos de la comunidad campesina de Paucartambo, registrados para las campañas agrícola 2016/2017, en orden de importancia: cultivo de papa con 3631 ha, maíz choclo 206 ha, arveja grano verde 610 ha. (Dirección Regional Agraria Pasco-2016)

Las superficies cultivadas de papa alcanzaron 3308 y 3661 hectáreas, con un rendimiento promedio de 22,000 kg/ha y una producción promedio de 76,659 toneladas, teniendo como centro de consumo el mercado central de la ciudad de Lima (DRA – PASCO 2018).

La papa constituye uno de los productos básicos en la alimentación de la población peruana, pero a su vez es fuente de alimentación de muchos organismos biológicos que tienen necesidad de luchar para su supervivencia. Consecuentemente, debemos estar preparados para prevenir y evitar los riesgos que significan un libre y efectivo desarrollo de dichos organismos biológicos, saber identificarlos, conocer sus hábitos alimenticios, reproductivos y usar las medidas preventivas y de control convenientes para una lucha que en lugar de “erradicarlos” debe ser de “convivencia” porque algunos organismos, ahora inofensivos, pueden convertirse en dañinos en otra oportunidad.

Los nematodos son animales invertebrados, generalmente, conciliatorios y microscópicos, que se encuentran en el suelo y agua. Actualmente, se considera más de diez mil especies de nematodos de los cuales dos mil quinientos a tres mil son parásitos de plantas. Este gran número, nos indica que los nematodos después de los insectos son los animales más numerosos que habitan la tierra. Los nematodos parásitos, de plantas generalmente, están vinculados a las raíces y con frecuencia juegan un papel vital en el crecimiento y producción de la papa.

Por los aspectos descritos se ha planteado el siguiente problema ¿Cuál es la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad campesina de Paucartambo - Pasco? Como hipótesis alternativa: Habrá mayor densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en suelos de cultivo de papa, mientras como hipótesis nula se planteó, que habrá menor densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en suelos ubicados a mayor altitud.

**Objetivo general:**

- Determinar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad campesina Paucartambo – Pasco.

**Objetivos específicos:**

- Determinar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de la papa en el centro de producción del cultivo de papa en Chupaca, Chinchanco y Paucartambo.
- Identificar los géneros de nematodos Fito parásitos encontrados en el cultivo de papa en los principales centros de producción en Paucartambo, Bellavista y Aco-palca.
- Determinar la densidad poblacional del nematodo fitoparásito asociado al cultivo de papa del género Globodera formadores de quiste.
- Evaluar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de la papa en el centro de producción del cultivo de papa en La Victoria.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

**Ramírez (2001)**, En su trabajo de tesis distribución y frecuencia de ocurrencia de nematodos de café (*Coffea Arábica L.*) en la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, en los distritos de Daniel Alomia Robles y Hermilio Valdizan , en 27 localidades muestreados en el suelo se identificaron los nematodos fitoparásitos de los géneros: *Meloidogyne* en las 27 localidades con una población de 5218 nematodos, *Helicotylenchus* en 22 localidades con una población de 746 nematodos, *Tylenchus* en 20 localidades con una población de 362 nematodos, *Aphelenchoides* en 21 localidades con un número de 281 nematodos, *Pratylenchus* en 8 localidades con un numero de 79 nematodos y *Rotylenchus* en 3 localidades con una población de 31 nematodos.

**Rodríguez (2015)**, realizó su trabajo de investigación de tesis en el caso-río El Porvenir en Otuzco, La Libertad, en nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa en el año 2014, habiendo identificado en 6 campos de papa los siguientes géneros de nematodos fitoparásitos: *Pratylenchus*, *Meloidogyne*,

Ditylenchos, Helicotylenchus y Tylenchulus, siendo el número promedio de nematodos fitoparásitos encontrado por géneros en 100 cc de suelo las siguientes cantidades: 354, 49, 7, 33 y 5 respectivamente siendo la población total de 448 nematodos.

**Paúcar (2016)**, menciona que en su trabajo de investigación de tesis sobre evaluación de nematodos de quiste asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*), el centro poblado de Huancabamba – Andahuaylas – Apurímac, realizado en 4 comunidades productoras de papa en 108 ha; con 101 ha, muestreadas obtuvo la presencia de *Globodera pallida* en 83 ha, muestreadas.

## **2.2. Bases teóricas científicas**

**Veliz (2015)**, menciona que los daños causados por los nematodos a las palpaciones de café afectan a la raíz y parte aérea causando disminución considerable en la cosecha, que puede llegar hasta un 20%, así como defoliación de plántulas, llegando hasta la muerte

**Arévalo et al (2004)**, refiere sobre población de nematodos en el sistema de cultivo: los resultados del análisis nematológico del suelo del sistema de cultivo de cacao, nos mostraron una diversidad de nematodos fitoparásitos y nematodos no fitoparásitos de los órdenes Dorylaimida y Rhabditida.

De los nematodos fitoparásitos encontrados, los que se presentaron con mayor frecuencia durante los años de evaluación (1999 y 2004), y de mayor importancia para el cultivo de cacao, como cultivo predominante dentro del sistema, son: *Pratylenchus*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Xiphinema*.

**Rivas (2005)**, menciona que los géneros de nematodos de la subfamilia Heteroderinae presentes en las áreas de cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en los municipios de Patzún y Zaragoza son *Cactodera*, *Punctodera* y *Heterode-*

ra. Asimismo, refiere que el porcentaje de incidencia más alto por género determinado por total de sitios con presencia de quistes fue para el género *Punctodera* con 53.79 % en Patzún y 56.68% en Zaragoza, seguido por *Heterodera* con 26.79% en Patzún y 24.60 % en Zaragoza y por último al género *Cactodera* con una incidencia de 19.42 % en Patzún y 18.72 % en Zaragoza.

**Christiansen (1967).** Reporta sobre la Anguila Dorada (*Heterodera rotochiensis* Wr), que es una plaga que se encuentra en muchos países cultivadores de papa, limitando su cultivo. En el Perú se encuentra diseminada en vida latente en forma de quistes de color perla y luego se vuelve de un color rojo bruno al desarrollarse las larvas; si hay huésped penetra en la zona vascular de las raicillas, estolones y tubérculos donde están adheridas.

Además también se ha detectado en la costa en bajo porcentaje en cultivo de papa en Cañete y Lima.

La infestación más alta se encuentra en la sierra sur, comprendiendo Puno, Cusco, Apurímac; también existe en la Sierra Central, que ocasiona una reducción de los rendimientos en un 80%.

#### **Síntomas en el follaje son:**

Crecimiento retardado, color anormal del follaje, marchitamiento, muerte temprana y reducción de los rendimientos.

Al arrancar una planta con estos síntomas se verán los quistes que están adheridos a las raíces, estolones y tubérculos, los que se desprenden fácilmente. En el suelo pueden estar en vida latente por muchos años.

Nematodo del nudo (*Meloidogyne incognita* (Kof y White) Chitwood). Esta plaga se ha encontrado atacando cultivos de papa en Cañete, Ica y en la sierra de Huasahuasi en pequeño porcentaje.

Los síntomas se notan en los tubérculos, los que muestran salientes o protuberancias; en las raíces se forma una especie de color blanco o crema.

**Mareggiani et al (2010)**, menciona que las plagas de importancia agrícola ubicadas dentro del Reino animal, corresponden en su mayoría a los taxones Nematodo (nematodos), Arthropoda (insectos, ácaros, crustáceos, etc.), Gasterópoda (caracoles y babosas) y Vertebrata (aves y roedores).

**INIPA (1986)**, refiere sobre la importancia económica que, más de 40 especies de nematodos son parásitos de papa, pero solo unos pocos son de importancia económica. El nematodo de quiste, en altas densidades de su población causa daños que pueden ocasionar reducción en los rendimientos del cultivo de papa hasta en un 40 por ciento. Probablemente estos nematodos se originan en los Andes peruanos donde evolucionaron paralelamente con su hospedero principal.

En el suelo, una población de nematodos quiste puede incrementarse diez veces en un año mientras que los daños solo se hacen visibles cuando el nivel de infestación del suelo supera a 20 huevos y segundos estadios juveniles por gramo de suelo.

Síntomas: Estos varían de acuerdo a su densidad de población del nematodo. A menor densidad de población no se producen síntomas aéreos ni reducción del rendimiento; a mayor densidad poblacional si produce dichos síntomas y reduce el rendimiento.

Los síntomas que presentan las plantas infestadas por el nematodo del quiste, son parecidas a los de deficiencia de elementos nutrientes del suelo (N, P, K), así como: Crecimiento retardado de la planta en uno o más "parches" del campo, los cuales se agrandan cada vez que se realiza el monocultivo de su

hospedero principal "la papa", causando así el amillaramiento y marchitez de la planta, En la parte subterránea, el síntoma característico es la disminución del sistema radicular, producción de tubérculos pequeños y llegando a veces hasta la pérdida mayor de la cosecha.

#### **Determinación de la densidad de población:**

Para determinar esta densidad existen dos métodos:

**Análisis de suelo:** Consiste en determinar la densidad de población de quistes de una muestra de suelo secado bajo sombra. En el laboratorio se usan varios métodos sofisticados.

El principio físico de estos métodos es la flotación de los quistes y la sedimentación de las partículas del suelo. Para ello el suelo seco se suspende en unos recipientes con agua y se cuenta el número de quistes que flotan en la superficie, expresados en proporción del tamaño de la muestra de suelos analizado. De esta manera se toman quistes para determinar la viabilidad total por quiste.

Sin embargo, para conocer el nivel de infestación real del suelo en estudio, es necesario determinar la viabilidad efectiva, por medio de pruebas de emergencia referidas al número de segundos estadios juveniles, estimulados a emerger por acción de exudado radicular de papa, colectado de plantas susceptibles al nematodo quiste. Cuando la viabilidad total es referida al tamaño de muestra de suelo (100 g) y al número de quistes extraídos de ella, se determina la densidad de la población de nematodos que equivale al nivel de infestación del suelo expresado en número de huevos y estadios juveniles por gramo de suelo.

**Bio-ensayos:** Para determinar la población de nematodo quiste, el método consiste en usar el suelo problema para cultivar papa bajo condiciones controladas, como en macetas.

A las ocho o diez semanas después de la "siembra" si el suelo esta infestado, es posible ver a las hembras del nematodo quiste adheridas a las raíces de las plantas. La evaluación de estas, raíces pueden hacerse usando la escala recomendada por el Centro Internacional de la Papa (CIP).

*Cuadro 1. Evaluación de las hembras del nematodo quiste*

<b>Grado</b>	<b>Presencia de quistes en raíces</b>	<b>Calificación</b>
<b>0</b>	Ausencia de hembras	Nula
<b>1</b>	Pocas hembras, difíciles de ver	Ligera
<b>2</b>	Pocas hembras, fáciles de ver	Moderada
<b>3</b>	Muchas hembras, fáciles de ver	Elevada

Fuente: Lázaro (1976)

#### **Nematodos del nudo de la raíz:**

**Lázaro (1976)**, indica que las pérdidas causadas por los nematodos del nudo de la raíz, son cuantiosos y difíciles de relacionar con la densidad de población de nematodos existentes en el campo; Sin embargo, se estima, que las pérdidas de las cosechas alcanzan 25% o más.

#### **Síntomas:**

Los síntomas aéreos causados por los nematodos del nudo, se muestran de acuerdo a la densidad de población, pero no son específicos. Los síntomas subterráneos si son característicos, los cuales sirven para diagnosticar la infestación. Las raíces afectadas por el nematodo del nudo presentan agallas separadas o pueden confundirse dependiendo de la densidad de población y condiciones

del medio ambiente, así mismo, los tubérculos pueden infectarse con las agallas, dando así una apariencia verrugosa.

### **Determinación de la densidad de población:**

En caso de los nematodos del nudo, el modo más confiable para determinar la densidad de población es el Bio-ensayo, que consiste en tomar suelos infestados por *Meloidogyne sp.* y trasplantar a este plántulas jóvenes de tomate, por tener este, un gran sistema radicular para invasión rápida, luego al mes, evaluar los nódulos usando una escala que varía de cero a cuatro grados.

### **Escala**

- 0 : no hay nódulos en las raíces
- 1 : Hasta el 25% de las raíces tienen nódulos
- 2 : Hasta el 50% de las raíces tienen nódulos
- 3 : Hasta el 75 % de las raíces tienen nódulos
- 4 : Hasta el 100 % de las raíces tienen nódulos

### **Falso nematodo del nudo de la raíz:**

**Lázaro (1976)**, indica que los daños que causa este falso nematodo de nudo de la raíz en el cultivo de papa, es más intenso que del nematodo del nudo y del nematodo quiste. Causa pérdidas de más del 58% de la producción entre los 2000 a 4200 m.s.n.m.

### **Síntoma de la enfermedad:**

Los síntomas aéreos que causa el falso nematodo del nudo son semejantes al de los otros dos nematodos descritos anteriormente. Sin embargo, presentan ciertas particularidades en los síntomas subterráneos como no forman nódulos en los tubérculos, y los nódulos en raíces son más pequeños, y más regulares

aunque, a veces, pueden confluir con otros nódulos y formar semejantes a los del nematodo del nudo, esto dependiendo de la densidad de población.

**Agrios G.N. (1995)**, menciona que los nematodos pertenecen al reino animal, los nematodos, en ocasiones denominados anguílulas, tienen un aspecto uniforme pero taxonómicamente son bastante distintas de los verdaderos gusanos. La mayoría de los varios niveles de especies de nematodos viven libremente en gran número en aguas saladas o dulces o en el suelo alimentados de plantas u animales microscópicos. Numerosas especies de ellos atacan y parasitan al hombre y a los animales, en los que producen diversas enfermedades. Sin embargo, se sabe que varios centenares de subespecies se alimentan de plantas vivas en las que producen una gran variedad de enfermedades.

**Egúsqiza, B.R. (2014)**, menciona sobre enfermedades causadas por nematodos en el cultivo de la papa lo siguiente:

Los nematodos parásitos de la papa son animales microscópicos y mayormente transparentes que causan daño al alimentarse de las estructuras de la planta.

Al alimentarse de las raíces producen lesiones que se constituyen en puertas de ingreso para hongos y bacterias.

Del mismo modo, el daño a las raíces producen lesiones que se constituyen en puertas de ingreso para hongos y bacterias.

Del mismo modo, el daño a las raíces causa menor crecimiento, amarillamiento del follaje y menor producción y tamaño de tubérculos por maduración anticipada del cultivo.

Otro grupo de nematodos provocan sobrecrecimiento ("agallas" o "nódulos") en las raíces y en los tubérculos desmereciendo así su calidad comercial.



- a) Nematodo quiste (*Globodera pallida*)
- Se le encuentra en la región andina a partir de los 2000 m.s.n.m.
  - Sus daños se reconocen porque el cultivo presenta áreas ("manchas") de plantas de menor crecimiento y amarillamiento.
  - Al examinar las raíces se observa hembras de color blanco, crema o marrones en formar de quistes adheridas a las raíces.
- b) Nematodos del Nódulo (*Meloidogyne incognita*)
- Se le encuentra en los cultivos de papa localizados en las zonas templadas cálidas.
  - Reduce el crecimiento del follaje el que se amarilla y acelera su maduración, En estas condiciones, el rendimiento total del cultivo es pobre.
  - Tanto en las raíces como en los tubérculos produce "nódulos" que afectan la calidad comercial.
- c) Nematodo de la Raíz Rosario (*Nacobbus aberrans*).
- A esta enfermedad se le conoce también como "falso nematodo". En este caso produce "nódulos" en las raíces como cuentas de un rosario.
  - Afecta los cultivos de papa en el altiplano puneño y también se encuentran en otras zonas como la provincia de Carhuaz en la región Ancash.

Recomendaciones para prevención y reducción de los daños causados por nematodos:

- a) Evitar el monocultivo de la papa y rotar con otros cultivos especialmente maíz, olluco, avena forrajera y habas.
- b) Usar semilla certificada o de zonas libres de nematodos.

- c) Limpiar o retirar la tierra adherida en los implementos agrícolas, herramientas u otros materiales usados en campos en los que existe infestación de nematodos.
- d) El uso de nematicidas no elimina ni reduce la población de nematodos pero los afecta temporalmente.
- e) Usar variedades resistentes o tolerantes.
- f) Aplicar enmiendas orgánicas, especialmente gallinaza (estiércol de aves).

### **Morfología**

**Taylor (1968)**, describen las características morfológicas y biológicas de los nematodos parásitos de las plantas como se detalla:

- Características generales: Con importantes excepciones, los nematodos adultos parásitos de las plantas son gusanos alargados cuya longitud suele ser de 0.30 mm a más de 5.0 mm. La extremidad anterior de un típico nematodo parásito de las plantas es ausada y termina ninguna región labial redondeada o truncada, siendo el cuerpo más o menos cilíndrico con la extremidad posterior algo cónica y terminada en punta o en forma de hemisferio. Las hembras de otras especies tienen que el cuerpo muy ensanchado a veces casi esférico pero siempre con un cuello acusado, los machos adultos son sin excepción gusanos delgados, los nematodos parásitos de las plantas carecen de apéndices.

La boca de un nematodo está en el extremo anterior; el opuesto es el extremo posterior. El poro excretor, la vulva y el ano están en su cara ventral y la cara opuesta se llama dorsal. Las caras izquierda y derecha se llaman laterales la cutícula se haya unida a otras varias capas de tejido que están separa-

das lateral dorsal y ventralmente por líneas. Estas contienen medios, órganos estertores y separaron cuatro haces de músculos que mueven el cuerpo.

- Tubo digestivo: El tubo digestivo empieza en la boca y acaba en el ano, comprende el esófago, el intestino y el recto.

Estilete. En los nematodos parásitos de las plantas del orden *Tylenchida*, la boca contiene un estilete o aguijón de estructura cuticular endurecida y hueca similar a una aguja hipodérmica. Los músculos se hayan unidos a tres protuberancias o ensanchamientos en la parte posterior del estilete y se extienden hacia adelante sirven para mover el estilete haciéndolo salir de la abertura bucal para perforar las células de las plantas. El nematodo extrae todo su alimento mediante el estilete.

- Esófago: Unido a la parte posterior del estilete se encuentra un tubo muy delgado: es el esófago que conduce a un bulbo medio que, a su vez, se hunde por medio de otro tubo estrecho al intestino. Por detrás del bulbo medio, el esófago contiene tres glándulas, una dorsal y dos sus ventrales, cada uno con un núcleo. Las tres glándulas pueden formar un bulbo terminal al que se une el intestino, o pueden formar un lóbulo dispuesto a lo largo del mismo. En cualquier caso, la glándula dorsal posee un conducto que se dirige hacia la parte anterior a través del bulbo medio y que se une con el esófago. La unión se llama orificio de la glándula dorsal.
- Intestino: Es un tubo sencillo dotado de paredes que tienen el espesor de una célula. Funciona como órgano de retención y por general está lleno con glóbulos de una sustancia aparentemente grasa. Se estrechan por detrás formando el recto que termina en el ano.

- Sistema excretor: Los nematodos poseen un sistema excretor, pero en los parásitos de las plantas la única parte que generalmente se ve es una sección del tubo estertor que lleva al poro excretor. Este casi invariablemente se haya situado frente al esófago, una excepción importante la constituyan las especies de *Tylenchulus* que tienen el poro excretor por detrás del esófago en los nematodos de forma de gusanos, el poro excretor se hallaba generalmente frente al polvo medio del esófago o por detrás de este, pero rara vez tanto que coincida con la parte anterior del intestino. El poro mismo es visible como una abertura redonda en la parte ventral en las hembras de *Meloidogyne* y géneros afines, el poro excretor puede estar situado en un punto tan anterior como los ensanchamientos del estilete, o tan posterior como el vulgo medio del esófago.

### **Sistema de reproducción**

La reproducción de los nematodos parásitos de las plantas es de tres tipos generales. En las especies bisexuales el macho fecunda a la hembra. En las especies hermafroditas, los huevos y el esperma son producidos por la hembra en las especies partenogénicas los huevos se desarrollan sin fecundación.

Los órganos de reproducción de la hembra están formados por ovarios y estructuras asociadas en las que se forman los huevos. Puede haber uno o dos ovarios. Si existe un solo ovario, la vulva está situada en el cuarto posterior o anterior del cuerpo y el ovario se extiende hacia delante o hacia atrás, respectivamente. Si los ovarios son dos, la vulva por lo general se halla cerca del punto medio del cuerpo, con un ovario por delante y otro por detrás.

El ovario es un tubo de paredes muy delgadas. En su extremo hay una célula que, por división, produce oocitos. Estos descienden por el ovario, au-

mentando de tamaño a medida que avanzan. Se pueden fertilizar con el esperma contenido en una espermoteca, o con el esperma producido en un aparato especial situado cerca del fondo del ovario, o bien pueden no requerir fecundación alguna, según una especie del nematodo. En cualquier caso, pasan al útero y forman una envoltura delgada y flexible antes de ser depositados a través de la vulva. Los huevos se depositan por lo general aunque no siempre durante su fase unicelular. Una excepción importante la constituyen los huevos de los nematodos del género *Heterodera*. El género *Meloidogyne* y otros, depositan los huevos en una sustancia gelatinosa y forman una ooteca (masa de huevos). Otros nematodos parásitos de las plantas ovipositan en el suelo o en los tejidos de las plantas. Los huevos se desarrollan por repetidas divisiones celulares, formándose las larvas.

Durante su vida activa, una hembra de *Meloidogyne* puede depositar más de 2000 huevos, pero el promedio es probablemente de unos 500. Los quistes de *Heterodera* pueden contener 600 huevos casi todos los demás todos parásitos de las plantas producen un número de huevos mucho menor.

Los órganos de reproducción del macho constan de uno o dos testículos, con sus estructuras asociadas, dos espiculadas y un gubernaculo. Además, algunas especies poseen una aleta (bursa). Los testículos son semejantes a los ovarios en el sentido que tienen paredes muy delgadas y una célula que se divide continuamente, produciendo espermatozoides. Estos descienden a través de los testículos, aumentando de tamaño, y a continuación se dividen en dos para formar cuatro espermatozoides. Estos tienen sólo unas cuantas micras de diámetro y suelen ser globulares. Los extremos posteriores de las dos espículas están pró-

ximos entre sí en el ano y los extremos anteriores son divergentes. En la copulación, se proyectan a través del ano y sirven para abrir la vulva.

El gubernaculo, que está situado inmediatamente detrás de las espículas, actúa de guía cuando éstas se hacen salir a través del ano. La aleta (bursa) es una membrana delgada que se emplean para sujetar a la hembra durante la cópula.

### **Ciclo Biológico**

**Taylor (1968)**, menciona que el ciclo biológico de los nematodos fitoparásitos es, por lo general, muy simple, con cinco fases claras, acabando las cuatro primeras en una muda. Los nematodos mudan formando una nueva cutícula, después de lo cual la cutícula vieja puede o no desprenderse. Los nematodos en muda se distinguen por el hecho de que la cutícula no está estrechamente adherida a la extremidad de la cabeza y de que la parte anterior del estilete queda unida a la cutícula mudada. El ciclo biológico es diferente según los grupos o especies de nematodos.

Los nematodos que atacan las capas exteriores de las raíces, o penetran dentro de la raíz sin unirse permanentemente a ella se llaman parásitos migratorios y su ciclo biológico es muy simple. En las especies bisexuales el macho fecunda a una hembra y ésta produce huevos que depositan en el suelo. El huevo unicelular sufre una serie de divisiones que dan lugar a la formación de una larva en su primera fase en las especies que se han estudiado detenidamente, la primera muda tiene lugar en el huevo y la larva de la segunda fase emerge del huevo, el nematodo frecuentemente permanece en la segunda fase hasta que encuentra una fuente de alimentos, por lo general la raíz de la planta viva. Después de iniciada su actividad atraviesa por otras tres mudas. Entre la tercera y cuarta

muda empiezan a desarrollarse los órganos sexuales; y en la cuarta muda el nematodo se convierte en adulto maduro. Aunque las hembras siguen alimentándose después de la cuarta muda, existen pruebas de que los machos de ciertas especies no se alimentan una vez entregados a la fase adulta.

Existen diferencias en el ciclo biológico entre los géneros sedentarios *Heterodera*, *Meloidogyne*, y *Tylenchulus*.

El género *Heterodera* se caracteriza por la formación de quistes que no son otra cosa sino el cuerpo de la hembra adulta del todo repleto de huevos, que al final de la vida de la hembra se convierte en una cubierta oscura y protectora que resiste mucho a la destrucción. El quiste puede contener huevos viables durante muchos años; estos huevos se desarrollan hasta alcanzar una segunda fase larvaria, y algunos se avivan y por esto los quistes de *Heterodera* contienen casi siempre unas cuantas larvas además de los huevos. En muchas especies de *Heterodera* el avivamiento queda grandemente estimulado por la exposición de los quistes a las secreciones de las raíces. En el caso de *Heterodera rostochiensis*, por ejemplo, puede estimularse el avivamiento colocando los quistes en agua que contengan secreciones de las raíces. Estas secreciones se obtienen cultivando las plantas hospedantes de los nematodos en macetas y recogiendo el agua que resuma de las macetas durante el desarrollo activo de las plantas. Los quistes se colocan en el agua así recogida. El aislamiento de las larvas encerradas en los huevos que los quistes contienen este entonces de 50 a 100 veces más rápido que cuando los quistes se colocan en agua destilada.

Las larvas de los quistes de *Heterodera* emergen al suelo y se desplazan por él hasta encontrar las raíces de una planta hospedan. Penetran en la raíz por su extremo y se fijan cerca de cilindro central. Empiezan a alimentarse y au-

mentan de tamaño, pasando en unos cuantos días por la tercera y cuarta fase larvaria. Por la época en que mudan por cuarta vez, las hembras se abren paso hasta salir del exterior de la raíz, pero dejando el cuello implantado en ella. El macho se transforma en un gusano alargado y delgado y abandona la raíz después de la cuarta muda para buscar por el suelo a las hembras.

La hembra continúa su actividad y puede empezar a ovocitar con un material gelatinoso formando una masa de huevos (ooteca). El número de huevos depositados varía según las especies; algunas especies no depositan ninguno, mientras que otras llegan a depositar la mitad del total producido. Las larvas que se desarrollan y salen al exterior en la masa de huevos pueden penetrar en las raíces inmediatamente. No se depositan otros huevos. Al final de su vida el cuerpo de la hembra se transforma en un quiste que sirve para que continúe el ciclo.

Los huevos del género *Meloidogyne* se depositan en ootecas y se desarrollan desde la fase monocelular a la fase postlarvaria. Las larvas permanecen en esta segunda fase hasta que penetran en una raíz, situándose por encima de su extremidad. Permanecen de un modo sedentario en la raíz, crecen y mudan dos veces más, convirtiéndose en larvas de la cuarta fase. Antes de la cuarta muda, el macho se hace más alargado y delgado, y después esta forma abandona la raíz a través del suelo. Las hembras permanecen en la raíz, y sin estar del todo implantadas en esta depositan los huevos en una ooteca en la raíz. Sin embargo, con mucha frecuencia la vulva de la hembra de *Meloidogyne* queda expuesta en la superficie de la raíz y la masa de huevos se forma fuera.

Las hembras maduras de *Tylenchulus*, parásito común de los cítricos, se adhieren a las raíces implantando únicamente el cuello. Depositán los huevos en



una masa de la que escapan las larvas de la segunda fase. Las larvas macho pasan por otras tres mudas más en el suelo, al parecer sin alimentarse, mientras que las hembras se alimentan en las células exteriores de las raíces, mudan tres veces y se convierten en adultas. Continúan siendo vermiformes hasta que penetran en una raíz, y entonces en sus cuerpos se agrandan rápidamente, maduran los órganos de reproducción y se producen huevos.

Duración del ciclo biológico. En condiciones óptimas, el tiempo que transcurre desde la formación del huevo hasta la conversión en hembras productoras de huevos puede ser de tres o cuatro semanas. Si las condiciones no son óptimas es posible que el período sea más del doble. La temperatura influye en la duración del ciclo biológico. Si la temperatura es inferior a la óptima pero superior a la mínima, el período de vida aumenta debido a que se retardan los distintos procesos. Si la temperatura se halla por debajo del mínimo, la actividad cesa hasta que las condiciones son más favorables. La producción de huevos continúa durante varias semanas o meses.

Se desconocen muchos detalles de la vida de los nematodos. En muchas especies no se sabe si la hembra es fecundada más de una vez por el macho, si el macho puede fertilizar a más de una hembra, o cuánto tiempo vive el macho después de la cuarta muda. En general, a una generación de nematodos sigue otro, en tanto que las condiciones sean favorables; y en un momento dado la población estará formada por machos, hembras, larvas y huevos en todas las fases de desarrollo. Las consecuencias estacionales sobre las poblaciones de nematodos se deben por lo general, a los cambios en la temperatura del suelo, pero la humedad tiene un efecto considerable en aquellas zonas con estaciones lluviosas y secas bien diferenciadas.

## **Locomoción**

**Taylor (1968)**, refiere que los nematodos parásitos de las plantas, con muy pocas excepciones, se trasladan mediante un movimiento ondulatorio sobre un plano dorsi-ventral más que sobre un plano bilateral. Un nematodo vivo visto sobre una superficie plana en el microscopio probablemente descansa de lado. Como sus posibilidades de abrirse camino teniendo que mover partículas de tierra son limitadas, los nematodos se ven obligados a pasar a través de los espacios que dejan los poros del suelo.

La locomoción parece que se verifica a azar hasta que el nematodo llega cerca de una raíz. Entonces se dirigen hacia la raíz al parecer atraído por las secreciones de esta, a las que detecta por los ácidos de un modo análogo al cómo se vale del olfato los animales superiores. Las secreciones de la raíz sólo atraen a una distancia de dos o tres centímetros, pero incluso así la atracción aumenta las posibilidades de que un nematodo encuentre una raíz.

En experimentos realizados con gran número de nematodos a los que se ha colocado en un punto de partida sobre suelo esterilizado, el desplazamiento máximo ha sido, por término medio, de unos 30 centímetros por mes. Esto es lo máximo; de hecho, a casi todos los nematodos se les encontrará a unos 20 centímetros del punto de partida. En los meses sucesivos, el ritmo de avance es inferior a los 30 centímetros por mes desde el punto de partida; y la migración máxima observada en un año en suelos inalterados es de un metro, aproximadamente.

Sin duda alguna, en la locomoción de los nematodos influye la temperatura del suelo, pero son pocos los datos con que se cuenta acerca de esta cuestión. Probablemente la locomoción es normal a temperaturas del suelo com-

prendidas entre los 30 °C y 10 °C, deteniéndose a 0 °C a algo más. Igualmente, el movimiento de los nematodos en el suelo y sobre la superficie de las plantas sólo es posible si existe agua; los nematodos únicamente pueden moverse cuando las partículas de suelo poseen una película delgada de agua. El desplazamiento más posible en aquellos suelos con un contenido de humedad próximo al índice de marchitamiento.

El movimiento de los nematodos a largas distancias se verifica, por lo general, en el agua corriente o cuando la maquinaria agrícola transporta fragmentos de tierra o de raíces. Si las plantas se propaga mediante retoños enraizados tomados de la planta madre, los nematodos que se hallen en esta se trasladarán, casi con toda seguridad, al retoño. Las partes vegetativas enraizadas, o bulbos, cormos y rizomas de las plantas que han crecido en el suelo del infestado de nematodos pueden propagar estos a nuevos lugares. Las semillas, los tallos y las hojas cuando están contaminados con de nematodos capaces de resistir la desecación pueden también propagar los nematodos a grandes distancias. Debido a que los quistes de la especie *Heterodera* pueden contaminar cualquier material vegetal que entre en contacto con ellos en el suelo, pueden ser llevados a nuevas zonas por medio de plantas no hospedantes. Por este motivo, se han tenido que establecer medidas de cuarentena estrictas para evitar la introducción del nematodo dorado de la patata (*Heterodera rostochiensis*) en algunos países. Sin duda alguna, serán corrientes en el futuro medidas análogas de cuarentena.

### **Modalidad de alimentación y daños a las plantas**

**Taylor (1968)**, indica que los nematodos se alimentan del modo siguiente: orientándose mediante los anfidios, el nematodo localiza y se aproxima a la raíz de la planta siguiendo el gradiente de secreciones de la raíz. Las papilas le

ayudan a situar la cabeza en la posición conveniente. Con el estilete perfora después una célula e inyecta secreciones de la glándula del esófago. Las secreciones licuan una parte del contenido de la célula, a continuación, el nematodo aspira el líquido que, por estilete, pasa al intestino a través del esófago. Como el conducto anterior del estilete es muy estrecho, el alimento debe hallarse esencialmente en forma líquida.

Esta actividad del nematodo produce daños en el sistema radicular de la planta por acortamiento y por pérdida de raíces nutricias. Al reducirse las raíces de la planta, ésta absorbe menos agua y elementos nutrientes. Los daños causados a las raíces nutricias evita la normal asimilación del agua y de los alimentos de la planta. Frecuentemente las plantas infestadas de nematodos reflejan carencia de agua o fertilizantes en comparación con las plantas no infestadas.

Para alimentarse los nematodos parásitos de las plantas perforan las membranas celulares con el estilete. Estas lecciones mecánicas no tendrían probablemente gran importancia sino fueran acompañadas por la inyección de secreciones de las glándulas esofágicas. Estas secreciones tienen una función digestiva; licuan y preparan el contenido de la célula para su ingestión por el nematodo. Las especies de parásitos migratorios producen a menudo secreciones tóxicas que destruyen las células en las que se inyectan pero sin dañar las células vecinas.

Otros nematodos producen sustancias cuyo efecto sobre el proceso vegetativo sobrepasa las células realmente perforadas. Un ejemplo de esto lo constituyen las reconocidas agallas (nódulos) de las raíces de las plantas parasitadas por especies de *Meloidogyne*. Estas agallas son el resultado de un neto engrosamiento del tejido de la raíz a causa de la hipertrofia de las células cortica-

les. Las células del cilindro central se ven también directamente afectadas, transformándose en células gigantes por disolución de las paredes celulares y fusión de varias células entre sí. En las raíces parasitadas por *Heterodera*, en donde las agallas son menos evidentes, se forman también células gigantes similares. Recientes investigaciones han mostrado que, por lo menos con respecto a algunas especies de *Heterodera* es necesaria la formación de células gigantes para el crecimiento y la reproducción de los nematodos. Si faltan, los nematodos no llegan a la madurez. Además de las especies ya mencionadas, *Nacobbus* e *Hypoperine* forman también agallas que se pueden confundir con los nódulos radicales.

Las lesiones que producen los de nematodos en las raíces de la planta casi invariablemente se complican con la invasión inmediata del tejido afectado por bacterias y hongos. El lugar del daño causado por el de nematodo se caracteriza al principio por la aparición de puntos pequeños de coloración anormal si el daño es muy reciente y está producido por pocos nematodos. A continuación, los hongos y las bacterias invaden el tejido muerto, y el resultado final es la putrefacción general, primero de la corteza de la raíz y por último del cilindro central. La pudrición o nodulación de las raíces estimula a veces la formación de raíces laterales por encima de la parte dañada. Cuando las raíces se ven impedidos en su crecimiento, son cortas y gruesas. Si el ataque de los nematodos sofoca el desarrollo lateral de la raíz, casi todas las raíces serán grandes. Pocas veces son estos síntomas tan claros que el nematólogo pueda diagnosticar con seguridad el daño producido por los nematodos; éstos deben también encontrarse e identificarse.

## ***Fisiología Gauna (2013)***

### **Respiración**

Los nematodos carecen de órganos respiratorios diferenciados. Los adultos, que viven como parásitos intestinales, son principalmente anaerobios, en ellos falta el ciclo de Krebs y el sistema de citocromos, no obstante, todos pueden utilizar el oxígeno si está disponible. Algunos nematodos de vida libre son aerobios obligados, y por lo tanto poseen ciclo de Krebs y sistema de citocromos.

### **Sistema nervioso**

Es muy sencillo, ya que la motilidad de los nematodos está ligada a reflejos musculares locales destinados únicamente a realizar movimientos natatorios. Presenta escasos órganos de los sentidos. Carece de ojos y de sistema auditivo. Tiene un sistema quimiotáctico muy desarrollado, ya que se comunican entre ellos por feromonas. La inervación sensitiva de las papilas de las regiones labial y genital condiciona la abundancia de terminaciones nerviosas sensitivas y motoras, a la vez, en ambas zonas. Carecen de cilios y flagelos verdaderos, y tienen grupos de microtúbulos asociados a quimiorreceptores.

Aparecen dos concentraciones principales de ganglios unidos por comisuras en forma de masa anular, por donde pasa el esófago. Los nervios dorsal y ventral son motores. Las células musculares tienen una prolongación que llega a uno de los nervios, siendo la célula la que va al nervio y no al revés. El sistema sensitivo se dispone alrededor de la boca, en los tres pares de labios. Cada labio tiene dos papilas, externa e interna (en total 12 papilas). Hay otras cuatro papilas postlabiales. Alrededor de la boca existen además unas fosas con receptores

químicos formados por microtúbulos, llamados Anfidios. A veces existen unas prolongaciones llamadas Deridios, con innervación propia.

En los machos, en el extremo caudal hay 4 papilas innervadas por el anillo posterior, con función sensitiva y muscular, que forman las costillas de la bolsa de la cópula.

Dos de estos nervios de la zona caudal de las hembras innervan un par de diminutos órganos, los Fasmidios, de función secretora y sensitiva, cuya presencia o ausencia permite diferenciar dos grandes grupos de nematodos: Fasmidia o Secernentea, en los que están presentes, y Afasmidia o Adenophorea, que carecen de ellos.

### ***Digestión***

Está compuesto de boca, esófago, intestino y ano. La boca se encuentra en el extremo anterior. Posee papilas labiales externa e interna, papilas postlabiales y también órganos de función quimiorreceptora, los anfidios. Originariamente con seis labios (en formas de vida libre), pero en las formas parasitarias evolucionadas se reducen a tres o incluso no aparecen sino en forma de repliegues (pseudolabios). Puede aparecer bien formado un vestíbulo o cápsula bucal, a veces queratinizada en forma de órganos cortantes o "dientes". El esófago es un órgano muscular con luz trirradiada y glándulas Dorsal, que vierte sustancias anticoagulantes a la cavidad bucal, y dos Ventrolaterales, que también vierten sustancias al esófago. El intestino presenta paredes monoestratificadas, y recorre el cuerpo desde el esófago hasta el Proctodeo. En las hembras termina en el recto (ano), y en los machos coincide con el aparato genital, saliendo ambos a la cloaca. En ocasiones entre esófago e intestino existen ramas ciegas denomina-

das ventrículos o ciegos ventriculares. Esta cloaca de los machos se caracteriza por albergar las espículas u órganos usados para la cópula.

### **Toma de muestras de raíces y suelo para análisis de nematodos**

#### **Área de muestreo, número y tamaño de muestras**

**FHIA (2003)**, menciona sobre área de muestreo, número y tamaño de muestras que, se debe identificar correctamente el área a muestrear, recorrer el predio y dividirlo en lotes uniformes tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) Topografía
- b) Textura del suelo
- c) Existencia de cultivos y vegetación

El número de muestras dependerá del propósito del muestreo y la importancia económica del cultivo.

Muestreo para diagnóstico:

- Cultivo de bajo valor económico (maíz, papa, sorgo, frijol: una muestra equivale de tres a cuatro hectáreas). Las muestras representativas estarán compuestas de 10 submuestras obtenidas siguiendo un patrón de desplazamiento en “zig-zag” a través del campo.

### **2.3. Definición de términos conceptuales**

**Nematodo:** Gusanos nematelmintos que tienen aparato digestivo, el cual consiste en un tubo recto que se extiende a lo largo del cuerpo, entre la boca y el ano.

**Fitoparásito:** Organismo que durante toda su vida o una parte de su ciclo biológico, se alimenta a expensas de vegetales o los daña de alguna forma



Densidad: Es el promedio de individuos por unidad de superficie de una área determinada.

Muestra: Parte o fracción representativa de una población, universo o colectividad que ha sido obtenida con el fin de investigar ciertas características del mismo.

Población: Conjunto de organismos o individuos de la misma especie que coexisten en un mismo espacio y tiempo.

Morfología: Parte de la biología que trata de la forma de los seres vivos y de su evolución.

Fisiología: Parte de la biología que estudia los órganos de los seres vivos y su funcionamiento.

#### **2.4. Enfoque filosófico – epistémico**

El presente estudio se sustenta en un **enfoque filosófico de carácter positivista**, ya que busca explicar y cuantificar fenómenos observables y medibles en el campo de las ciencias biológicas y agronómicas. Desde esta perspectiva, la realidad es objetiva e independiente del observador, de modo que la densidad poblacional de los nematodos fitoparásitos presentes en el cultivo de papa puede ser identificada, registrada y analizada mediante procedimientos científicos verificables.

En el plano **epistémico**, el trabajo se enmarca en el **empirismo científico** y en la **epistemología cuantitativa**, pues se apoya en la observación directa, la recolección de muestras de suelo y raíces, y la aplicación de técnicas de laboratorio para la identificación de nematodos. Los datos obtenidos serán tratados mediante métodos estadísticos que permitirán establecer patrones de distribución, niveles de incidencia y relaciones con el cultivo de *Solanum tuberosum* L.

Asimismo, se adopta el **realismo científico**, que sostiene que los entes estudiados —en este caso, los nematodos fitoparásitos— existen en la realidad independientemente de la percepción humana, y que el conocimiento obtenido sobre ellos contribuye a la comprensión objetiva de la problemática fitosanitaria en la comunidad campesina de Paucartambo.

En consecuencia, la investigación se orienta bajo un paradigma **explicativo-predictivo**, puesto que no solo describe la situación actual de la densidad de nematodos en el cultivo de papa, sino que también genera información útil para prever posibles daños y fundamentar medidas de manejo integrado de plagas en beneficio de la producción agrícola local.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es científica porque se empleó marcos teóricos derivados de la ciencia.

El trabajo de investigación se ha realizado en el ámbito de la comunidad campesina de Paucartambo durante la campaña agrícola de 2016/2017, siendo sus características:

#### **Ubicación política**

Región	: Pasco
Provincia	: Pasco
Distrito	: Paucartambo
Comunidad Campesina	: Paucartambo
Lugar	: Chinchanco, Paucartambo, Chupaca, Bellavista, Acopalca y La Victoria

### Ubicación geográfica

Longitud : 75° 47' 40"

Latitud : 10° 45' 22"

Altitud : 2897 – 4100 msnm.

### Ubicación ecológica

La comunidad campesina de Paucartambo, pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh-MT), de acuerdo a la clasificación de Holdridge, piso ecológico quechua comprendido de 2500 a 3500 msnm. y suni de 3500 a 4100 m.s.n.m.

***Cuadro 2.** Datos meteorológicos de la comunidad campesina de Paucartambo son del 2016:*

Meses	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
Enero	15.10	80.80	124.60
Febrero	14.80	84.40	70.40
Marzo	14.60	83.50	67.30
Abril	14.60	81.00	57.60
Mayo	13.80	79.00	30.00
Junio	12.75	77.00	13.40
Julio	12.20	79.00	18.80
Agosto	13.60	77.00	29.60
Setiembre	13.91	73.00	48.70
Octubre	12.50	83.00	127.30
Noviembre	14.73	76.00	49.40
Diciembre	14.30	81.00	138.60
Total	167.16	954.70	775.70
Promedio	14.0	79.53	

Fuente. Dirección Regional Agraria Pasco – 2016

La comunidad campesina de Paucartambo, presenta un clima predominantemente templado y húmedo con abundante vegetación.

En el piso ecológico de suni el clima es frío, con temperatura que varían de 12°C a 15°C, la humedad relativa varia de 73.00 a 84.40%, con una precipitación anual 775.70 mm, siendo los meses de mayor precipitación enero, febrero, marzo, octubre y diciembre.

*Cuadro 3. Propiedades químicas de los suelos de la comunidad campesina de Paucartambo 2016.*

<b>Centro de producción</b>	<b>pH 1: 1</b>	<b>C.E dS/m</b>	<b>Ca CO3 %</b>	<b>M.O %</b>	<b>P ppm</b>	<b>K ppm</b>	<b>AL+3 me/100</b>
<b>Chinchanco</b>	4.98	0.04	0.0	1.6	2.5	51	2.9
<b>Paucartambo</b>	4.80	0.23	0.0	2.9	20.5	173	1.0
<b>Chupaca</b>	4.93	0.02	0.0	3.4	2.8	38	2.4
<b>Bellavista</b>	4.77	0.21	0.0	9.0	12.4	145	1.40
<b>Acopalca</b>	4.32	0.15	0.0	10.5	9.1	105	4.20
<b>La victoria</b>	4.20	0.25	0.0	7.3	3.6	72	4.40

Fuente. Dirección Regional Agraria Pasco - 2016

### **Localización de los centros de producción de lugares de muestreo**

Según la importancia de áreas cultivadas y la producción del cultivo de papa, se han determinado los centros de producción se papa mas representativo como: Chinchanco, Chupaca, Paucartambo, Bellavista, Acopalca y La Victoria.

### **Centro de producción Chinchanco:**

Latitud : 41 65 24

Longitud : 88 02 875

Altitud : 3190 msnm.

**Centro de producción Chupaca:**

Latitud : 40 77 48

Longitud : 88 11 455

Altitud : 3236 msnm.

**Centro de producción Paucartambo:**

Latitud : 41 13 05

Longitud : 88 08 772

Altitud : 2922 msnm.

**Centro de producción Bellavista:**

Latitud : 40 46 57

Longitud : 88 05 05

Altitud : 3638 msnm.

**Centro de producción Acopalca:**

Latitud : 40 67 87

Longitud : 88 02 997

Altitud : 3588 msnm.

**Centro de producción La Victoria:**

Latitud : 40 04 42

Longitud : 87 996 85

Altitud : 4110 msnm.

### **3.2. Nivel de investigación**

La presente investigación se ubica en el **nivel descriptivo**, debido a que tiene como finalidad **determinar y caracterizar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)**

**L.) en la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco.** Este nivel se justifica porque no se manipulan las variables de estudio, sino que se observa y analiza la realidad tal como se presenta, describiendo la presencia y distribución de los nematodos en función de las muestras recolectadas.

Asimismo, el estudio se desarrolla bajo un **diseño no experimental, de corte transversal**, puesto que la información se recoge en un único momento y contexto específico, sin alterar las condiciones naturales del cultivo.

En caso se incorpore el análisis de factores agronómicos (variedad de papa, tipo de suelo o prácticas de manejo), el trabajo alcanzará un **nivel descriptivo–correlacional**, ya que permitirá establecer la relación entre la densidad poblacional de nematodos y dichas variables.

### **3.3. Característica de la investigación**

La investigación titulada “*Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco*” se caracteriza por ser de tipo **aplicada**, ya que busca generar conocimiento útil para la solución de un problema agrícola concreto. Presenta un nivel **descriptivo y explicativo**, pues describe la presencia y densidad poblacional de nematodos en el cultivo de papa, y analiza su relación con el estado sanitario del mismo. Su enfoque es **cuantitativo**, basado en la recolección y análisis de datos numéricos mediante muestreos de campo y procedimientos de laboratorio. El diseño es **no experimental y transversal**, dado que no manipula las variables y se desarrolla en un periodo de tiempo específico. Asimismo, combina trabajo **de campo y de laboratorio**, puesto que contempla la toma de muestras en las parcelas de papa y la identificación de nematodos en laboratorio. Finalmente, posee un carácter **local y contextual**, porque los resul-

tados estarán orientados a la realidad agrícola de la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco, aportando información relevante para el manejo fitosanitario del cultivo.

#### **3.4. Métodos de la investigación.**

EL método de la investigación utilizado correspondientemente al enfoque cualitativo, donde los esfuerzos de investigador se centran en la descripción, comprensión e interpretación de los significados.

En primer término se procedió a localizar los centros de producción de papa, según su importancia por el área cultivada y el volumen de producción de tubérculos en cada campaña agrícola, así se priorizó los lugares como: Chinchanco, Chupaca, Paucartambo, Bellavista, Acopalca y La Victoria.

Para la toma de muestras de suelos se identificó correctamente el área a muestrear, recorriendo el predio y dividiéndolo en lotes informales teniendo en cuenta los criterios de topografía, textura del suelo, existencia del cultivo; cada muestra correspondió a una superficie de terreno de 4 ha según recomendaciones tomadas de FHIA. (Honduras 2003).

Una vez determinado o elegido el lote de terreno, el recorrido se hizo en zig-zag y con ayuda de una lampa recta se extrajo una porción de suelo de cerca de la base de las plantas de papa cuando estas tenían una altura de 30 a 40 centímetros, depositándose las muestras en un balde de plástico limpio para luego realizar una mezcla homogénea y obtener una muestra representativa proveniente de las submuestras y obtener un kilogramo de muestra de suelo.

Una vez obtenida la muestra se procedió a identificar con etiquetas marcando adecuadamente la muestra con un plumón indeleble el número de las muestras; consignando los datos número de muestra, finalidad de muestreo, fecha



y lugar de muestreo, su ubicación política como distrito provincia y región; cultivo actual y nombre del interesado.

Entre los instrumentos de recolección de datos se utilizaron: GPS, altímetro, centrómetro, lampa recta, balde, cinta métrica, bolsas de plástico, tablero de campo, lapiceros de tinta indeleble, etiquetas con datos de identificación, estacas, pintura, cámara fotográfica digital y formatos para obtención de datos.

### **3.5. Diseño de investigación:**

El diseño de investigación utilizada en el presente trabajo ha sido transeccional o transversal descriptivo, teniendo como objetivo indagar la densidad poblacional de los nematodos fitoparasitarios asociados al cultivo de papa en la comunidad campesina de Paucartambo, localizando los centros de producción representativos.

### **3.6. Procedimiento de muestreo**

Población, estuvo conformado por una superficie de terreno destinado al cultivo de papa consistente en 80 hectáreas, que corresponde a los centros de producción más representativos de la comunidad campesina de Paucartambo que se especifica en el cuadro 04.

La muestra, estuvo constituido por 20 muestras representativas, de los terrenos con cultivo de papa obtenidos en el centro de producción debidamente localizados en base a la importancia de los lugares de producción del ámbito de la comunidad campesina de Paucartambo.

*Cuadro 4. Población y muestra de los centros de producción de papa.*

Centros de producción	Población (ha)	Muestra (ha)
Chinchanco	12	3
Chupaca	16	4
Paucartambo	16	4
Bellavista	16	4
Acopalca	12	3
La Victoria	08	2
TOTAL	80	20

### **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

El manejo de las muestras de suelo para el análisis nematológico, se han realizado con bastante cuidado debiendo mantenerse las condiciones de humedad adecuada para conservar los nematodos en condiciones naturales similares al lugar de procedencia.

Las muestra de suelo tomados en los diferentes centro de producción de papa se depositaron en bolsas de plásticos limpios acompañando una etiqueta que contenida datos informativos para identificarlos con facilidad de esta manera evitar confusiones, considerando los datos de mayor importancia. GPS, altímetro, contómetro, lampa recta, balde, cinta métrica, bolsas de plástico, tablero de campo, lapiceros de tinta indeleble, etiquetas con datos de identificación, estacas, pintura, cámara fotográfica digital y formatos para obtención de datos.

### **3.8. Técnicas de procedimientos y análisis de datos.**

las muestras de suelo provenientes de los centros de producción de papa de la comunidad campesina de Paucartambo , provincia de Pasco han sido pre-

parados las raíces de malezas y piedras de la muestra para luego colocar las etiquetas en la información de identificación de acuerdo a las exigencias del laboratorio colocando en una bolsa de plástico la cantidad de un kilogramo, un total de 20 muestras correspondientes a los centros de producción de Chinchanco, Chupaca, Paucartambo, Bellavista, Acopalca y La Victoria.

Las muestras preparadas han sido llevadas al laboratorio del centro de diagnóstico de sanidad vegetal del servicio nacional de sanidad agraria – SENASA, a la ciudad de Lima para su correspondiente análisis nematológico.

La presencia de los nematodos en las muestras de suelo ha sido determinada por el método de Baerman modificado en cada muestra enviada, cuyo resultado se presenta en el cuadro 05.

Asimismo la presencia de los nematodos fitoparásitos formadores de quiste (*Globodera pallida*) se ha determinado por el método Fenwick, en 100 c.c de suelo, cuyos resultados se observan en el cuadro 06, correspondientes a cada centro de producción de papa.

### **3.9. Orientación ética**

El presente trabajo de investigación titulado “*Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en la comunidad campesina de Paucartambo – Pasco*” se desarrolló en estricto cumplimiento de los principios éticos que rigen la investigación científica.

En primer lugar, se contó con la autorización y consentimiento de las autoridades comunales para la recolección de muestras de suelo y raíces en los campos de cultivo, respetando la autonomía y las costumbres de la comunidad. Asimismo, se mantuvo una comunicación transparente sobre los objetivos y al-

cances del estudio, evitando cualquier vulneración de los derechos de los agricultores.

En segundo lugar, se garantizó el cuidado del medio ambiente durante el proceso de muestreo, aplicando técnicas no invasivas que no generaron alteraciones significativas en el ecosistema agrícola ni daños en las parcelas intervenidas. El material recolectado fue utilizado únicamente con fines académicos y científicos, descartándose cualquier uso indebido.

De igual manera, los datos obtenidos fueron tratados con responsabilidad y veracidad, asegurando su registro, análisis e interpretación objetiva, sin manipulación que pueda distorsionar los resultados. Se respetó la propiedad intelectual de los autores consultados, mediante la adecuada citación de fuentes bibliográficas, previniendo todo acto de plagio o uso indebido de información.

Finalmente, los resultados de la investigación tienen como propósito aportar conocimientos que contribuyan al manejo sostenible del cultivo de papa, brindando herramientas para la identificación y control de nematodos fitoparásitos, en beneficio de la comunidad campesina de Paucartambo y de la seguridad alimentaria regional.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

##### **Extracción e identificación de nematodos de suelos de la comunidad campesina de Paucartambo.**

Los resultados del cuadro 03, sobre análisis de laboratorio realizado por el Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA por el método de Baerman modificado, dicha información reporta los resultados de los centros de producción, las muestras donde se han realizado los análisis de laboratorio los nematodos identificados, la población en cada lugar muestreado y el correspondiente porcentaje de densidad de los nematodos.

La evaluación de la densidad de población de nematodos corresponde a la campaña agrícola 2017/2018, de los principales centros de producción de papa tales como Chinchanco, Chupaca, Paucartambo, Bellavista, Acopalca y La Victoria; donde se han identificado los nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de la papa, que pertenecen a los siguientes géneros:

- 1) *Pratylenchus*
- 2) *Helicotylenchus*
- 3) *Globodera*
- 4) *Tylenchus*
- 5) *Ditylenchus*
- 6) *Rotylenchulus*
- 7) *Tylenchorhynchus*
- 8) *Aphelenchoides*.

**Cuadro 5. Extracción e identificación de nematodos fitoparásitos en suelos de la comunidad campesina de Paucartambo por el método de Baerman modificado/100cc. de suelo.**

Centro de producción	Muestra	Genero de nematodos fitoparásitos									
		Pratylenchus	Helicotylenchus	Globadera	Tylenches	Ditylenchus	Rotylenchulus	Tylenchorhynchus	Aphelenchoides	Total	%
Chinchanco	1	0	30	24	11	0	0	0	0		
	2	0	7	25	18	0	0	0	0		
	3	3	13	72	14	0	0	0	0	217	28
Chupaca	4	5	7	92	2	6	0	0	0		
	5	0	23	0	0	15	0	0	0		
	6	4	12	36	5	15	0	0	0		
	7	0	0	17	5	2	0	0	0	246	32
Paucartambo	8	0	0	39	4	8	0	0	0		
	9	0	0	79	0	0	24	0	0		
	10	0	23	0	4	0	0	0	0		
	11	7	0	12	0	0	0	7	0	207	26
Bellavista	12	2	7	13	3	0	0	0	0		
	13	0	14	2	8	0	0	0	2		
	14	0	0	26	1	0	0	0	0		
	15	0	0	19	3	0	0	0	0	100	23
Acopalca	16	0	2	0	0	0	0	2	0		
	17	0	0	0	0	0	0	0	0		
	18	0	0	0	5	0	0	0	0	9	1
La Victoria	19	0	0	0	0	0	0	0	0		
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>		21	138	456	83	46	24	9	2	779	
<b>%</b>		2,7	18	58	11	6	3	1	0,3		100

Elaboración propia

## **Descripción de géneros de nematodos fitoparásitos identificados**

### **Género *Pratylenchus*:**

Los especímenes del género *Pratylenchus* fueron descritos por varios investigadores como miembros del género *Tylenchus*. El primer nematodo lesionante que se supo se encontró en Inglaterra y fue descrito por Mann en 1989, Scribner informo de un nematodo que dañaba los tubérculos de papa, denominándose *Pratylenchus Scribneri*. A partir de entonces, se han encontrado nematodos lesionantes en muchas partes del mundo donde se cultivan plantas, lo que hace a este nematodo una plaga de importancia económica.

Tienen las siguientes características generales cuerpo menor de 0.5 mm de largo cilíndrico ; adopta forma arqueada cuando está muerto cutícula con finos anillos y pliegues laterales, cabeza cónica redondeada o truncada, bulbo espatulado o redondeado vulva normalmente con membranas cuticulares laterales, ovario monodélfico – prodélfico no reflejado , cola redonda, vulva entre el 70 y 80% de la parte anterior de la cabeza, sobre posición del esófago moderada ventralmente.

### **Sintomatología**

Las plantas atacadas por el nematodo lesionador muestran achaparramiento y clorosis como si tuvieran deficiencias minerales o falta de agua.

A medida que la infección progresa , el achaparramiento se hace más evidente, el follaje se marchita en días calidos de verano y adquiere un color café amarillento, la producción de las plantas afectadas disminuye y si la infección es severa, la planta muere.(Cepeda 1996)



### **Género Helicotylenchus**

El género *Helicotylenchus* incluye numerosas especies que son ectoparásitos de las raíces de distintas plantas, encontrándose en varios tipos de suelo. En 1945, fue denominado como nematodo espiralado y es común en cultivos vegetales, ornamentales, arboles forestales y frutales.

Entre sus características generales presenta estilete y nódulos de tamaño mediano visibles al microscopio, la abertura de la glandula dorsal esofágica esta a una distancia mayor que la cuarta parte de la longitud total del estilete con nódulos. El bulbo basal y el intestino presentan traslape, forma de reposo en esperil o en C. La vulva se encuentra al 60% de la parte anterior de la cabeza, el ovario es didelfico – antidélfico no reflejado, la cola termina redondeada, pero siempre con un mucro en su parte apical. También es curvada ventralmente de longitud igual al ancho del cuerpo en el ano.

### **Sintomatología**

Estos nematodos ocasionan lesiones a sus hospederos y proporcionan la entrada de microorganismos. Cuando hay alta densidad de población, la planta tiene una pérdida de vigor progresiva manifestándose con una baja en la producción.

### **Género Globodera**

Los especies de nematodos quísticos presentan un rango de hospedadores bastante estrecho, *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida* parasitan solanáceas. El género *Globodera* a causa de la forma globular de sus quistes (antes pertenecían al género *Heterodera*, cuyos quistes tienen forma de limón)

Al cultivo de la papa atacan: *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*. La diferencia más evidente entre ambas especies es el color de las hembras. Las de *Globodera rostochiensis* son amarillas y doradas y las hembras de *Globodera pallida* son blanco o crema. Ambos forman quistes marrones.

El ciclo de vida del nematodo quiste tiene una duración, entre 38- 48 días. Empieza cuando el huevo se halla dentro del quiste en promedio de 300 por quiste, y que puede conservarse durante 15 años viables en ausencia del hospedero.

Hembras. El estadio de quiste está presente, su cuerpo es globoso, esférico, no termina en cono tienen cuellos corto. La cutícula es delgada con líneas superficiales que forman en patrón reticular. Tienen una capa D. presente. Su vulva terminal es de longitud media aunque hay especialistas que indican que la apertura vulvar es corta (menos de 15  $\mu\text{m}$ ). El área de la vulva es circunferenciada hay tubérculos superficiales cerca de la vulva (algunos investigadores los llaman papilas vulvares, y otros tubérculos perineales). No hay fenestration en el ano, sin embargo, ano y vulva descansan en una hondonada vulvar. Es raro que tengan bula y manubrio todos los huevecillos son retenidos dentro del cuerpo.

Machos: Su cuerpo es entrelazado, tienen campos laterales de cuatro líneas. Miden cerca de 1.5 mm de longitud. Cuentan con disco labial de poco perfil, su espicula es menor a 30  $\mu\text{m}$  a partir de su punto distal. No tienen cloaca. Pero sí cola hemisférica corta algunas señalan que su longitud es menor que la mitad del ancho del cuerpo.

Larvas o juveniles de segundo estadio: Su estilete es menor de 30  $\mu\text{m}$ , llena de cavidad o ancho del cuerpo. Su cola es cónica, puntiaguda con la mitad

de su parte terminal hialina tienen fasmidios sin estructura de lentes, dispuestas en una capa muscular por lo que se les considera puntiformes.

### **Sintomatología:**

Debido a que este nematodo no causa síntomas visibles de inmediato en las plantas infectadas, puede no detectarse durante años; los campos de papa tienen pérdidas de 15% de su producción, sin que se hayan observado síntomas de infección.

La severidad de los síntomas variará de acuerdo con la densidad de la población del nematodo.

El primer síntoma de infestación es el pobre crecimiento en uno o más manchones, los que crecerán cada año que se cultive papa en el mismo campo. Las plantas afectadas parecerán decoloradas, achaparradas y que se marchitan rápidamente durante los periodos calientes y secos del día. Los tubérculos son de poca calidad, y el desarrollo radical es pobre también se ha observado que las raíces laterales no crecen tanto como las principales y la cosecha de tubérculos es reducida por la senescencia temprana de las plantas. (Ames de Indacochea 1980)

### **Género *Tylenchus***

Este género tiene estilete y nódulos pequeños poco visibles al microscópico, la distancia de la parte anterior de la cabeza al centro del bulbo medio es menor que de este a la parte terminal del bulbo basal, el bulbo medio es pequeño, la vulva se encuentra entre el 60 y 70 % de la parte anterior de la cabeza; la cola es filiforme (cola de ratón); el ovario es didelfico – anfidelfico no reflejado, la longitud aproximada de hembras y machos está entre 1.0 y 1.2 mm.

### **Sintomatología.**

Los representantes de este género se alimentan principalmente de las células apicales de las raíces, provocándoles deformaciones y escasa translocación de nutrientes, lo que origina baja producción. El nematodo barrenador atraviesa la corteza de las raíces y se alimentan de ellas, donde su actividad puede provocar lesiones, cavidades y desintegración de la raíz.

### **Género *Ditylenchus*.**

Las dos especies más conocidas de *Ditylenchus* son *Ditylenchus dipsaci* que es la más común e importante de todas, denominada nematodo del bulbo y tallo; el *Ditylenchus destructor*, nematodo de la pudrición de la papa que ocasiona grandes pérdidas económicas. Entre sus características generales, tienen estilete y nódulos pequeños, poco visibles al microscopio la región cefálica es muy delgada, tiene istmo bien o poco diferenciado, con o sin válvula en el bulbo medio la cola termina en ángulo agudo, la vulva se encuentra de 75 a 80 % de la parte anterior de la cabeza, el ovario es monodelfico – prodelfico no reflejado, la longitud aproximada de hembras y machos es de 1.0 a 1.3 mm.

### **Sintomatología**

Los síntomas sobre la superficie, como achaparramiento y deformaciones de la hoja no son frecuentes. Bajo la superficie aparecen diminutos tocones grises a cafés y tubérculos infestados, las cavidades se tornan harinosas y granulares. La corteza del tubérculo se deseca, encoge y quiebra.

Grandes cavidades de pudriciones internas están presentes en los estados finales. Los tejidos continúan pudriéndose durante el almacenamiento

del tubérculo. Muchos tubérculos infestados se modifican durante el almacenamiento.

### **Género Rotylenchulus**

El género Rotylenchulus es llamado nematodo espiralado, son ectoparásitos que se alimentan especialmente de las raíces de varias plantas, aunque no tienen un rango de hospederos pues afecta grandemente a diversos cultivos, como el chícharo y la cebolla, donde se han tenido grandes pérdidas.

Las características generales, tienen estilete y nódulos de tamaño pequeño, visibles al microscopio, la abertura de la glándula dorsal esofágica está a una distancia menor que la cuarta parte de la longitud total del estilete contando nódulos, esófago sobrepuesto dorsalmente, la forma común de reposo es de espiral la vulva se encuentra al 70 % de la parte anterior de la cabeza, el ovario es didélfico - anidélfico no reflejado la cola es redonda y sin mucro. Los machos y las hembras miden de 0.4 a 1.0 mm.

### **Sintomatología**

Las raíces son infectadas solamente por hembras jóvenes. Otros nematodos parásitos de plantas infectan durante el segundo estadio larval. La larva reniforme no se alimenta. La hembra joven entra de cabeza a la raíz, causa oscurecimiento y necrosis de las células dañadas, que se alimentan de las células del floema después de perforar con su estilete.

Las células del floema aumentan hasta seis veces más su tamaño normal y se atienden de una a 12 células en todas las direcciones del sitio de alimentación. Las células agrandadas del floema no son multinucleadas ni son grandes, como las células gigantes asociadas con la respuesta del hospedero.

a la alimentación de raíz de nudo o nematodo de quiste.(Ames de Icochea 1980)

### **Género Tylenchorhynchus.**

Este grupo está ampliamente distribuido y se encuentra casi en cualquier muestra de suelo que soporte plantas en crecimiento. Pruebas de patogenicidad han demostrado que ciertas especies son parásitos importantes de plantas y bajo ciertas condiciones ecológicas son de cuantía económica.

Entre las características generales, presentan fuerte estilete con lóbulos basales bien distinguibles.

Bulbo basal bien desarrollado y no presenta traslape con el intestino, la vulva al 60% de la parte anterior de la cabeza, fasmidios conspicuos localizados detrás de la región anal, el ovario es didélfico – anfidélfico no reflejado , cuando se encuentran en reposo , adopta una forma arqueada, la cola de la hembra es conocida o terminación no hialina, los campos laterales de dos a cinco líneas posee deiridios.

### **Sintomatología**

Los nematodos del raquitismo son parásitos radiculares, algunas veces penetran la raíz convirtiéndose en endoparásitos. Las plantas que son atacadas por estos nematodos presentan disminución en el crecimiento de la porción aérea y del sistema radicular. (Cepeda 1996)

### **Género Aphelenchoides**

Son conocidos como nematodos de las hojas y de las yemas. Algunas especies pueden actuar como ecto o endoparásitos en las plantas. Este género es cosmopolita y tiene muchas especies de importancia agronómica.

Entre las características generales, presentan la cutícula marcada con estrías transversales, los campos laterales tienen dos, tres o cuatro incisuras, la región del labio no es estriada, la boca tiene seis labios, su longitud es de 0.51 a 2 mm, tiene estilete y nódulos visibles al microscopio, el hemizonoide es posterior al poro excretor, la vulva se localiza al 70% de la parte anterior de la cabeza, el fasmidio es muy pequeño, subterminal y difícil de observar la cola en ambos sexos es cónica, mucronada y nunca filiforme.

### Sintomatología

Este género invade las yemas, los puntos de crecimiento y los botones florales causa anomalías en el desarrollo o provoca la muerte de estos órganos. También puede causar enrollamiento del follaje o lesiones y manchas del mismo. Cuando ataca raíces provoca necrosis superficiales, caracterizándose por un color amarillo parduzco. (Cepeda 1996)

**Cuadro 6.** Ubicación taxonómica de los géneros de nematodos fitoparásitos identificados en suelos de la comunidad campesina de Paucartambo:

Clase	Orden	Super Familia	Familia	Sub Familia	Genero
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Hoplolaidae	Hoplolaiminae	Pratylenchus
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Hoplolaidae	Hoplolaiminae	Helicotylenchus
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Heteroderidae	Heteroderinae	Globodera
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Tylenchidae	Tylenchinae	Tylenchus
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Anguinidae	Ditylenchinae	Ditylenchus
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Hoplolaidae	Hoplolaiminae	Rotylenchulus
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Tylenchidae	Tylenchinae	Tylenchorhynchus
Secernentea	Tylenchida	Tylenchoidea	Aphelenchoididae	Aphelenchoididae	Aphelenchoides

Fuente: Elaboración propia (2017)

En el cuadro 06 se muestra la ubicación taxonómica de los 8 géneros de nematodo identificados, en los centros de producción de papa, en la comunidad

campesina de Paucartambo, observándose que todos pertenecen a la Clase *Secernentea*, orden *Tlenchidea* y súper familia *Tylenchoidea*, 3 pertenece a la familia *Hoplolaimidae*, 2 a la familia *Tylenchidae*, y 1 a la familia *Heteroderidae*, *Anguinidae* y *Aphelenchoididae*, respectivamente; siendo todos fitoparasitos.

**Cuadro 7.** Resultado de la Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos por géneros en los centros de producción de papa dela comunidad campesina de Paucartambo

Número de orden	Género	Población	Porcentaje %
1	Globodera	456	58,00
2	Helicotylenchus	138	18,00
3	Tylenchus	83	11,00
4	Ditylenchus	46	6,00
5	Rotylenchulus	24	3,00
6	Pratylenchus	21	2,70
7	Tylenchorhynchus	9	1,00
8	Aphelenchoides	2	0,30
Total		779	100%

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la densidad población de nematodos fitoparasitos identificados en los centros de producción de papa en la comunidad campesina de Paucartambo y el género *Globodera* especies *Globodera pallida* es la que representa mayor población con 456 nematodos que equivale al 58 % de la población total, seguido del genero *Helicotylenchus* con 138 nematodos que significa el 18 % de la población luego sigue el género *Tylenchus* con 83 individuos que equivale al 11 % después se encuentra el género *Ditylenchus* 46 nematodos y es el 6%; seguidos por los géneros *Rotylenchulus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Aphelenchoides* con 24, 21, 9 y 2 nematodos que representan el 3.0; 2.7, 1 y



0.3% respectivamente, los géneros de nematodos identificados y el número son corroborados por Rodríguez(2015)

*Cuadro 8. Resultado de la extracción e identificación de nematodos formadores de quistes por el método de Fenwick (Globodera pallida) /100cc de suelo:*

Centro de producción	Muestra	Numero de quistes	Porcentaje
<b>Chinchanco</b>	1	147	
	2	114	
	3	253	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>514</b>	<b>27</b>
<b>Chupaca</b>	4	212	
	5	33	
	6	91	
	7	63	
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>399</b>	<b>21</b>
<b>Paucartambo</b>	8	74	
	9	177	
	10	6	
	11	2	
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>259</b>	<b>14</b>
<b>Bellavista</b>	12	47	
	13	7	
	14	420	
	15	216	
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>690</b>	<b>37</b>
<b>Acopalca</b>	16	3	
	17	0	
	18	5	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>
<b>La Victoria</b>	19	8	
	20	0	
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>1878</b>	<b>100</b>

FUENTE: Elaboración propia

Los resultados del análisis de extracción e identificación de nematodos fitoparásitos formadores de quiste por el método Fenwick, de *Globodera pallida* por 100 gramos de suelo muestra de los centros de producción de papa de la

comunidad campesina de Paucartambo se observan la mayor población en el centro de producción de Bellavista con 690 quistes que representa el 37% de población total, seguido por el centro de producción de Chinchanco con una población de 514 que representa el 27% de la población total, a continuación se tiene el centro de producción de Chupaca con 399 quistes que representa al 21% de la población, le sigue el centro de producción de Paucartambo con 259 quistes que representa el 14% de la población total; a continuación se encuentra los centros de producción de Acopalca y La Victoria con la presencia de 8 nematodos cada uno que representa el 0.5% de la población total cada uno, los resultados corroborados por Paucar (2016).

**Determinación del nivel de infestación del nematodo de quiste en la comunidad campesina de Paucartambo.**

**Incidencia.**

La especie de nematodo identificada en al comunidad campesina de Paucartambo de *Globodera pallida* que viene a ser un formador de quiste.

Para la determinación de la incidencia del nematodo de quise *Globodera pallida*, en los campos evaluados se utilizó la escala de evaluación de los niveles de infestación empleados en Huancabanba por Paucar (2016).

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{N}^{\text{a}} \text{ de centros de producción afectados}}{\text{N}^{\text{a}} \text{ total de centros de producción muestreados}} * 100$$

N<sup>a</sup> total de centros de producción muestreados

**Cuadro 9.** Incidencia poblacional de nematodo *Globodera pallida* en la comunidad campesina de Paucartambo.

Comunidad	Altitud m.s.n.m	Numero de muestras	Campos infestados	% De incidencia
Paucartambo	2,897 - 4100	20	19	95

Fuente: Elaboración propia

La incidencia poblacional de los centros de producción de la comunidad campesina por el nematodo del quiste *Globodera pallida* alcanzo el 100% de los campos cultivados.

### **Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en centros de producción de papa:**

#### **Centro de producción Chinchanco**

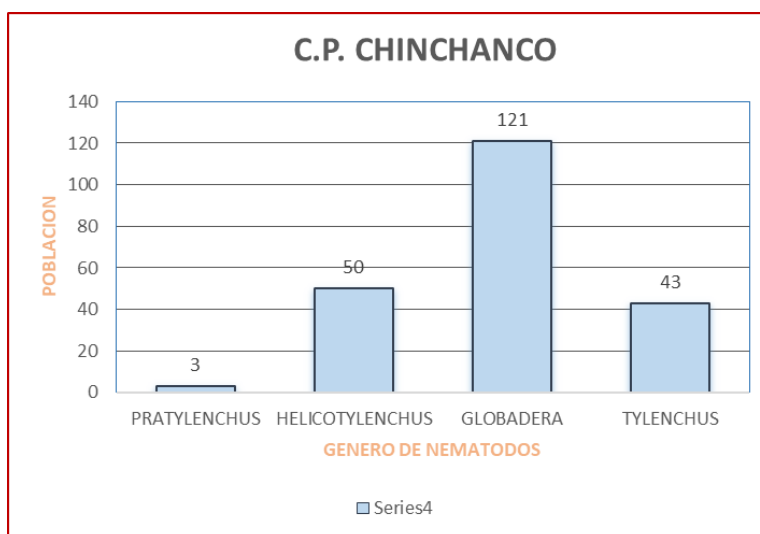
La población de nematodos identificados en los suelos del centro de producción de papa de Chinchanco que , corresponde a una superficie de 12 hectárea de terreno con 3 muestras de suelo, que se encuentra a una altitud de 3650 msnm, donde se cultivan las variedades de papa mejoradas y nativas como yungay, tarmeña, tomasa, andina, peruana, huayro y chaulina,

Los resultados se muestran en el cuadro 05, donde se han identificado 4 géneros de nematodos fitoparasitos que según la densidad poblacional se tiene *Globodera* con 121 individuos, sigue el género *Helicotylenchus* con 50 ejemplares y el género *Pratylenchus* con 3 individuos que presenta el 28% del total de la población identificado.

En el cuadro 08, se presenta la extracción e identificación de nematodos formadores de quistes (*Globodera pallida*) determinado por el método de Fenwick, que ha registrado un total de 514 individuos y representan el 28% de la población total.

Las condiciones agroecológicas de Chinchanco tiene suelos sueltos con tendencia a franco arcillo arenoso, la reacción del suelo es muy fuertemente acido con 4.98 de pH, contenido de materia orgánica bajo con 1.6%, los contenidos de los elementos disponibles de fósforo y potasio son bajos con 2.5 y 51 ppm.

**Figura 1. C.P. Chinchanco**



### **Centro de producción de Chupaca**

La población de nematodos identificados en los suelos del centro de producción de Chupaca corresponde a una superficie de 16 hectáreas de terreno donde se han obtenido 4 muestras de suelo en los puntos denominados Cochambra Chupaca alta y Chupaca baja, que se encuentran a una altitud de 3650 msnm, donde se cultiva variedades de papa mejoradas y nativas como yungay, andina, tomasa tito conde mayta, peruana, chaulina y huayro.

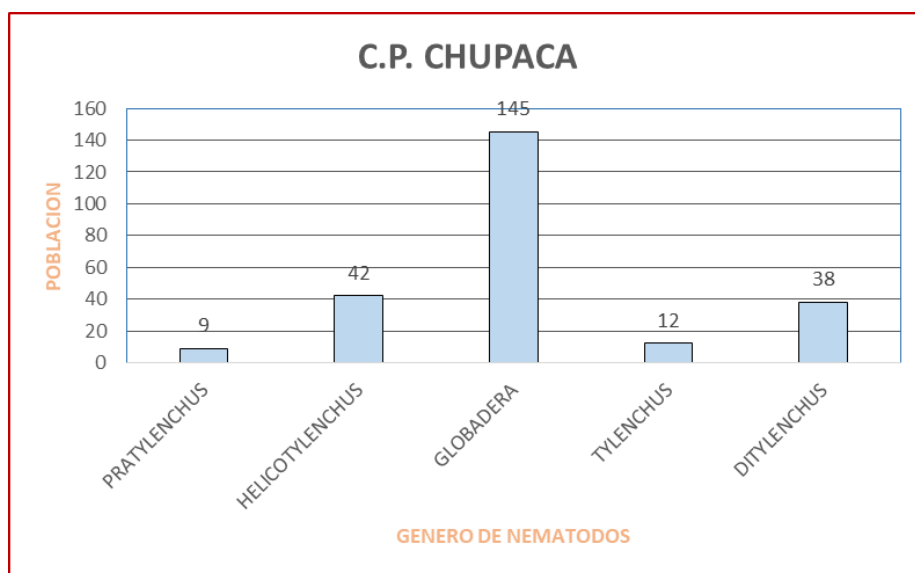
Los resultados se presentan en el cuadro 05 donde se han registrado 246 nematodos fitoparasitos, que corresponden a 5 géneros que en orden de importancia por su densidad poblacional en primer lugar se tiene al género Globodera con 145 individuos, seguida del género Helicotylenchus con 42 nematodos que luego el género Ditylenchus con 38 ejemplares, sigue el género Tylenchus con 12 ejemplares, por último el género Pratylenchus con 9 ejemplares que representa en total el 32% de la población.

En el cuadro 08 se presenta la extracción e identificación de nematodos formadores de quistes por el método de Fenwick, en este caso la Globodera pa-

llida se registró un total de 399 individuos que representan el 21% de la población.

Las condiciones agroecológicas de Chupaca, tiene suelos sueltos con tendencia a franco arcilloso arenoso, la reacción de suelo es muy fuertemente ácido con 4.93 de pH. contenido de materia orgánica medio con 3.4%, los contenidos de los elementos disponibles de fósforo y potasio bajos con 2.8 y 3.8 ppm.

**Figura 2. C.P. Chupaca**



### **Centro de producción de Paucartambo**

La población de nematodos identificados en los suelos del centro de producción de Paucartambo corresponde a una superficie de 16 hectáreas de terreno con 4 muestras de suelo, que se encuentra a una altitud de 3100 msnm, donde se cultivan las variedades de papa mejoradas y nativas como yungay, tomasa, andina, peruana, y chaulina en los sectores de Ancra, San Francisco y Cutchaca.

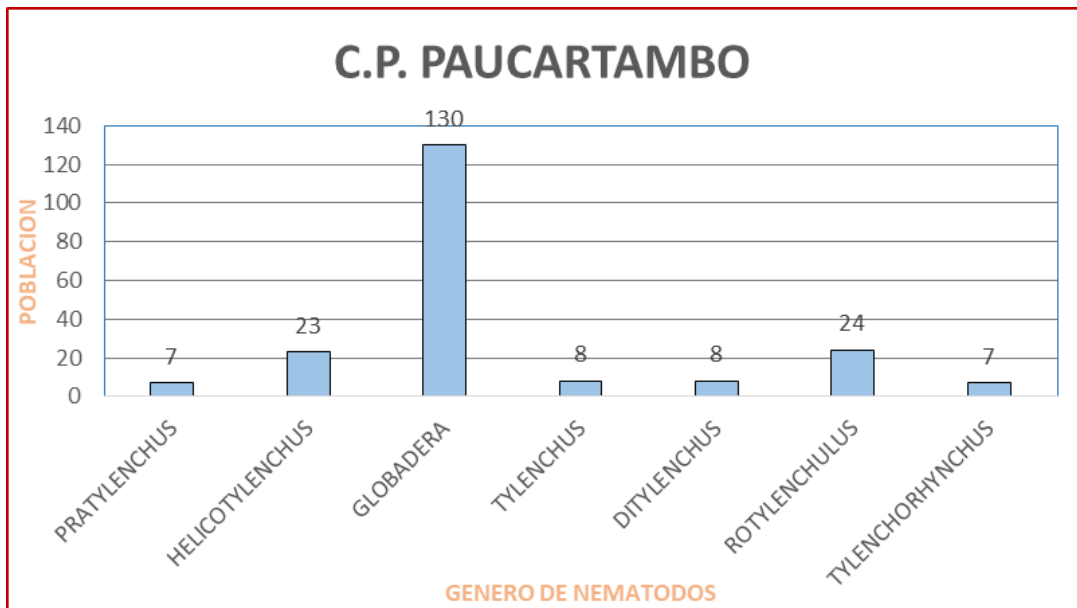
Los resultados se muestran en el cuadro 05, donde se han identificado 4 generos de nematodos fitoparasitos que de acuerdo a la densidad poblacional se

tiene Globodera con 130 individuos, sigue el género Helycotilenchus con 23 individuos, sigue el género Tylenchus con 08 ejemplares y por último el género Pratylenchus con 7 individuos que representa el 26% de la población.

En el cuadro 08 se presenta la extracción e identificación de nematodos formadores de quiste por el método Fenwick, en este caso la Globodera pallida registrado un total de 259 individuos que representan el 14% de la población.

Las condiciones agroecológicas en Paucartambo tiene suelos sueltos con tendencia a franco arcilloso arenoso, la reacción del suelo es muy fuertemente ácido con 4.80 de pH, contenido de materia orgánica medio de 2.9%, los contenidos de elementos disponibles de fósforo es alto con 20.5 ppm y el contenido de potasio es medio con 173 ppm.

Figura 3. C.P. Paucartambo



### Centro de producción de Bellavista

La población de nematodos identificados en los suelos del centro de producción de Bellavista corresponde a una superficie de 16 hectáreas donde se obtuvo 4 muestras de suelo en los puntos denominados Tingo, Ampato y Go-

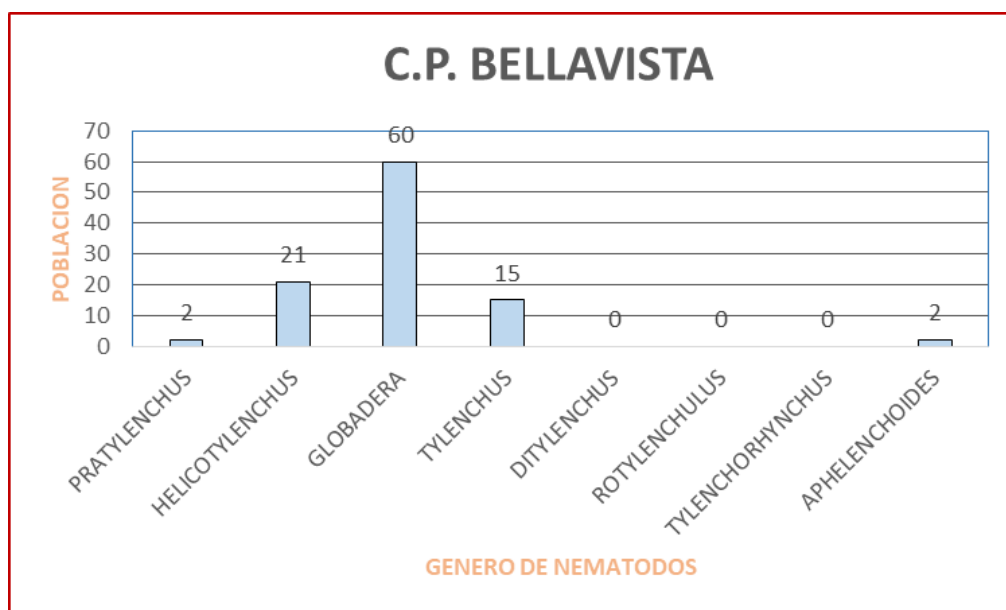
chapata que se encuentran a una altitud de 3920msnm, donde se cultivan papa, las variedades yungay, andina, peruana, huayro y tomasa, que pertenece los agricultores Oliver Espinoza Sinche, Aldair Panduro Hidalgo y Eusebio Panduro Ramos.

Los resultados se encuentran en el cuadro 05 donde se han registrado 5 géneros con un total de 100 ejemplares, en primer lugar se tiene el género de Globodera con 60 ejemplares sigue el género Helicotylenchus con 21 nematodos segué le género Tylenchus con 15 nematodos, seguido de los géneros Pratylenchus y Aphelenchoides con 2 nematodos cada uno pues, representa el 23% de la poblacion.

En el cuadro 08 de presenta la extracción e identificación de nematodos formadores de quistes por el método de Fenwick, se refiere a la especie Globodera pallida, registrado un total de 690 ejemplares que representa el 37% de la población.

Las condiciones agroecológicas de Bellavista, representan suelos sueltos con tendencia a franco arcilloso arenoso, la reacción del suelo es muy fuertemente ácido con 4.77 de pH, el contenido de materia orgánica es alto 9,0%, los contenidos de elementos disponibles de fósforo y potasio es medio con 12.4 y 145 ppm.

Figura 4. C.P. Bellavista



#### Centro de producción Acopalca

La población de nematodos identificados en los suelos del centro de producción de Acopalca corresponde a una superficie de 12 hectáreas de terreno donde se han obtenido 3 muestras de suelo en los puntos denominados Suyropata, Valle Los Andes que se encuentran a una altitud de 4050msnm, lugares donde se cultivan variedades de papa mejoradas y nativas como peruana, chaulina, andina, huayro, conducido por los agricultores Grover Hidalgo Maximiliano, Jhon Espinoza Hidalgo y Edgar Hidalgo Laveriano.

Los resultados se presentan en el cuadro 05 donde se han mostrado 3 géneros con una población total de 9 ejemplares que en orden de importancia se tiene al género de *Tylenchus* con 5 individuos, los géneros *Helicotylenchus* y *Tylenchorhynchus* con la presencia de 2 nematodos cada uno que representan un 0.5% de la población total.

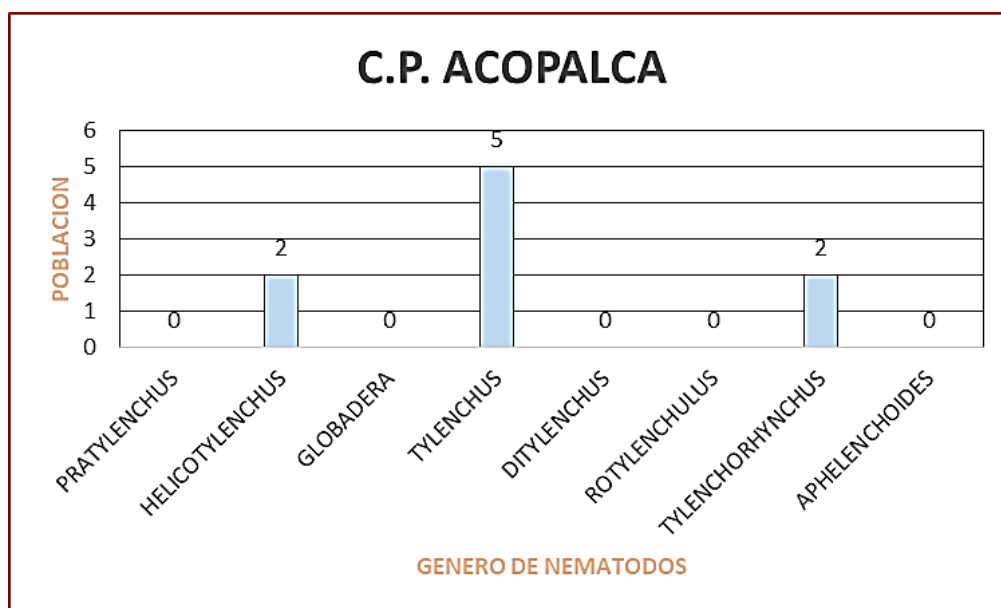
En el cuadro 08 se representa la extracción e identificación de nematodos formadores de quiste por el método de Fenwick, se trata de la especie Glo-



bodera pallida, registrándose un total de 8 individuos que representan el 0.5 % de la población.

Las condiciones agroecológicas de Acopalca presentan suelos sueltos con tendencia a franco arcilloso arenoso, la reacción del suelo es muy fuertemente ácido con 4.32 pH, el contenido de materia orgánica alto con 10.50%, los contenidos de fósforo son medio con 9.1ppm y el potasio medio con 105 ppm.

*Figura 5. C.P. Acopalca*



### **Centro de producción La Victoria**

La población de nematodos identificados en los suelos del centro de producción La Victoria corresponde a una superficie de 8 hectáreas de terreno donde se han obtenido 2 muestras de suelo en los puntos denominados Racra-cancha y La Victoria, que se encuentran a una altitud de 4100 msnm, lugares donde se cultivan variedades de papa nativas como peruana, chaulina, huayro, conducido por los agricultores Edwin Calderón Lucas y Feliciano Cabello Lope.

Los resultados se presentan en el cuadro 05 donde no se han registrado ningún nematodo por el método de Baerman.

En el cuadro 08. Se presenta la extracción e identificación de nematodos formadores de quistes por el método de Fenwick, referido a la especie *Globodera pallida* registrándose un total de 8 individuos que representan el 0.5 % de la población.

Las condiciones agroecológicas de La Victoria presentan suelos sueltos con tendencia a franco arcilloso arenoso, la reacción del suelo es extremadamente ácido con 4.2 de pH el contenido de materia orgánica alto de 7.3%, los contenidos de elementos disponibles fósforo y potasio bajo con 3.6 y 72 ppm.

#### **4.2. Discusión de resultados**

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian la presencia de diferentes géneros de nematodos fitoparásitos en las áreas de cultivo de papa de la comunidad campesina de Paucartambo, con variaciones en la densidad poblacional de acuerdo con las parcelas y condiciones edáficas.

La identificación de nematodos de importancia económica, como ***Globodera spp.***, ***Meloidogyne spp.***, ***Pratylenchus spp.*** y ***Helicotylenchus spp.***, coincide con lo reportado en estudios previos realizados en zonas paperas de la sierra central del Perú (Zevallos et al., 2018; Huamán et al., 2020), lo cual confirma que estas especies mantienen una distribución amplia en ambientes altoandinos, asociados a factores como la monocultura, el uso limitado de rotaciones y la carencia de prácticas de control integrado.

En cuanto a la **densidad poblacional**, se observó que *Globodera spp.* alcanzó los valores más altos en suelos con historial de cultivo continuo de papa por más de tres campañas. Este hallazgo respalda lo indicado por Franco et al. (2017), quienes señalan que la persistencia de este género en el suelo está relacionada con su alta capacidad de supervivencia en forma de quistes y con la re-

petida siembra del mismo hospedero. Por otro lado, la mayor abundancia de *Pratylenchus spp.* en parcelas con textura franco-arenosa sugiere que la estructura del suelo influye en la movilidad y proliferación de este nematodo, lo que también ha sido documentado por Bridge y Starr (2007).

Asimismo, se evidenció que la densidad de *Meloidogyne spp.* fue mayor en zonas de menor altitud dentro de la comunidad, lo que coincide con investigaciones de Delgado y Rojas (2019), quienes argumentan que las condiciones de temperatura relativamente más altas favorecen la reproducción de este género. Estos resultados sugieren que la **variabilidad microclimática local** puede ser un factor determinante en la distribución espacial de las poblaciones de nematodos fitoparásitos.

Un aspecto relevante es que las parcelas con prácticas de manejo más tradicionales, como la rotación con cereales y el uso de abonos orgánicos, presentaron densidades menores en comparación con aquellas donde se aplicó monocultivo de papa. Este hecho resalta la importancia de las **prácticas culturales** como estrategia de manejo sostenible, lo cual ha sido respaldado por las recomendaciones del CIP (Centro Internacional de la Papa, 2021) respecto al manejo integrado de nematodos en sistemas productivos de papa.

Finalmente, la presencia de múltiples géneros de nematodos en la misma parcela evidencia un **complejo nematológico diverso**, lo cual podría generar un efecto sinérgico en el debilitamiento de las plantas y la reducción del rendimiento. Esto confirma la necesidad de establecer planes de manejo integral que incluyan rotaciones de cultivo, uso de variedades resistentes, enmiendas orgánicas y control biológico, tal como proponen Nicol et al. (2011).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones agroecológicas de la comunidad campesina de Paucartambo, provincia de Pasco, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Las mayores densidades poblacionales de nematodos se han encontrado en los centros de producción de Chupaca, Chinchanco y Paucartambo con; 246, 217 y 207 nematodos. las menores densidades poblacionales de nematodo corresponden a los centros de producción de Bellavista y Acopalca con; 100 y 9 nematodos.
2. La densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la comunidad campesina de Paucartambo, en orden de importancia son los siguientes; *Globoderera*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Tylenchus*, *Rotylenchulus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Aphelenchoides*. Siendo la mayor población de nematodos corresponde al género *Globodera* con 456 individuos, siguiendo de género *Helicotylenchus* con 138 nematodos y en tercer lugar se tiene el género *Tylenchus* con 83 individuos. El nivel de incidencia del nematodo *Globodera pallida* en los campos de cultivo de la comunidad campesina de Paucartambo alcanzó el 100%.
3. Realizando la extracción e identificación de nematodos formadores de quiste por el método de Fenwick, caso del género *Globodera*, especie *Globodera pallida*, la mayor población fue en Bellavista, seguidos de Chinchanco, Chupaca y Paucartambo.
4. Las menores poblaciones de nematodos se han registrado en los centros de producción de Acopalca y La Victoria.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos similares en los centros de producción de papa, mencionados con la finalidad de contrastar los resultados obtenidos en el presente trabajo.
2. Practicar la rotación de cultivos en los lugares ensayados para evitar el monocultivo de papa incorporando la siembra de leguminosas como haba, arveja que se adaptan a los pisos ecológicos de Chinchanco, Acopalca y Paucartambo.
3. En los centros de producción de papa de Bellavista, Acopalca y La Victoria introducir el cultivo de gramíneas para forraje como la avena y cebadas y pastos mejorados alto andinos que son factibles para la alimentación del ganado.
4. Mejorar las condiciones físicas de los suelos agrícolas de la comunidad campesina de Paucartambo mediante la incorporación de materia orgánica en cantidades necesarias, según el análisis físico químico los de suelos.

## BIBLIOGRAFIA

- Agrios G.N. (1995) Fitopatología. Editorial UTEHA, Noriega Editores. México D.F.
- Ames de Icochea, T. (1980) Compendio de Enfermedades de la Papa. Centro Internacional de la Papa. Lima-Perú.
- Arévalo et al (2004). Dinámica Poblacional de Nematodos Asociados al Sistema de Cultivos Tradicionales de Cacao en la Amazonía Peruana. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.
- Cepeda S., M. (1996). Nematología Agrícola. Editorial Trillas. México
- Coyne, D.L. et al (2009) Nematología Práctica: Una guía de campo y laboratorio.
- Christiansen G.J (1967). El cultivo de la Papa en el Perú. Servicio de Investigación y Promoción Agraria- Ministerio de Agricultura Lima – Perú.
- Egúzquiza B., R. (2014) La Papa en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Gauna (2013). Técnica de muestreo de suelos para determinar presencia de nematodos que producen agallas en los invernaderos. Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA-Bella Vista. Costa Rica
- INIPA (1986) Principales Plagas y Enfermedades de la Papa en el Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria, Programa Nacional de Papa.
- Región Agraria Pasco (2018). Resultados de Intenciones de Siembra, Campaña Agrícola 2017-2018. Cerro de Pasco - Perú.
- Lázaro (1976). Los Nematodos e Incidencia en la Producción de Papa. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Lima-Perú
- Mareggiane et al (2010). Zoología Agrícola. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires Argentina.

- Ramírez (2001). Distribución y Frecuencia de Ocurrencia de Nematodos de Café (*Coffea arábica* L.), en la Provincia de Leoncio Prado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. Tingo María Perú
- Región Agraria Pasco (2018). Resultados de Intenciones de Siembra. Campaña Agrícola 2017-2018. Cerro de Pasco Perú
- Rivas L. E.R (2005). Determinación de la Presencia de Nematodos de Quiste Asociados al Cultivo de Papa (*Solanum Tuberosum* L.) en los Municipios de Patzún y Zaragoza, Chimaltenango. Tesis de Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala.
- Romaní C.N.I. (2003) Diagnóstico del Nematodo Quiste de la Papa (*Globodera* spp.) Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA. Ministerio de Agricultura-Estación Experimental Santa Ana. Huancayo Perú.
- Paucar (2016). Evaluación de Nematodos de Quiste Asociados al Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L), en el Centro Poblado de Huancabamba – Andahuaylas -Apurímac - Abancay. Apurímac Perú.
- Taylor A.L. (1968). Introducción a la Nematología Vegetal Aplicada. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Véliz E., M. N. (2005). Identificación de Daños y Control de Nematodos Fitopatógenos en el Cultivo de café (*Coffea arábica* L.) en Satipo: Programa de Titulación por Actualización Profesional (T. A. P). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. La Merced - Perú.

## **ANEXOS**



Instrumentos de Recolección de Datos



FOTO N° 01: SE APRECIA LA TOMA DE MUESTRA DEL SUELO



FOTO N° 02: SE APRECIA LA IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MUES-



FOTO N° 03: SE APRECIA EL PUNTO DE MUESTREO



FOTO N° 04: SE APRECIA EL CULTIVO DE LA PAPA





FOTO N° 05: SE APRECIA LA TOMA DE MUESTRA DEL SUELO



FOTO N° 06: SE APRECIA LA TOMA DE MUESTRA DEL SUELO





FOTO N° 07: IDENTIFICACION DE LA MUESTRA DEL SUELO



FOTO N° 08: IDENTIFICACION Y SEÑALIZACION DE PUNTO DE MUESTREO





FOTO N° 09: SE APRECIA EL CULTIVO DE LA PAPA



FOTO N° 10: SE APRECIA LA TOMA DE LA MUESTRA DEL SUELO





FOTO N° 11: SE APRECIA EL CULTIVO DE LA PAPA



FOTO N° 12: SE APRECIA LA TOMA DE MUESTRA DEL SUELO





FOTO N° 13: TOMA DE MUESTRA DEL SUELO



FOTO N° 14: LLENADO DE MUESTRA DEL SUELO





FOTO N° 15: SE APRECIA TOMA DE MUESTRA DEL SUELO



FOTO N° 16: SE APRECIA EL LLENADO DE LA MUESTRA





FOTO N° 17: SE APRECIA EL SEMBRIO DEL CULTIVO DE PAPA



FOTO N° 18: SE APRECIA LA MUESTRA DEL SUELO

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### “DENSIDAD POBLACIONAL DE NEMATODOS FITOPARASITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PAUCARTAMBO - PASCO”

PROBLEMA	MARCO TEORICO	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>• <b>Problema general:</b> ¿Cuál es la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en la comunidad campesina de Paucartambo - Pasco?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nematodos fitoparásitos.</li> <li>• Morfología</li> <li>• Fisiología</li> <li>• Especies de nematodos fitoparásitos</li> <li>• Sintomatología</li> <li>• Daños</li> <li>• Hospederos</li> <li>• Control</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa en la Comunidad Campesina de Paucartambo - Pasco.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> -Evaluar la densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa por cada centro de productoras de cultivo de papa.</p>	<p><b>H<sub>i</sub>:</b> Habrá mayor densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en suelos con cultivo de papa.</p> <p><b>H<sub>o</sub>:</b> Habrá menor densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en suelos ubicados en mayor altitud.</p>	<p><b>VI:</b> Suelos agrícolas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo de papa.</li> <li>• Centro de producción.</li> </ul> <p><b>VD:</b> Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos en suelos de menor altitud y mayor altitud.</p>	<p>Cultivadas de Papa:</p> <p>Características de los suelos agrícolas.</p> <p>Densidad poblacional de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de papa en suelos de la comunidad campesina de Paucartambo, localizados en los centros de producción representativos.</p>