



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



TÉSIS

**DIAGNÓSTICO POBLACIONAL DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN
EL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN LA
REGIÓN SAN MARTÍN**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

SEGUNDO AMÉRICO SHAPIAMA RAMÍREZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TARAPOTO - PERÚ

2008

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE CULTIVOS

TÉSIS

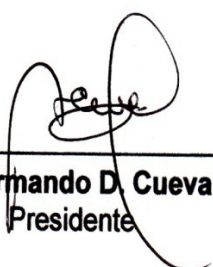
**DIAGNÓSTICO POBLACIONAL DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS EN
EL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN LA
REGIÓN SAN MARTÍN**



PRESENTADO POR EL BACHILLER

SEGUNDO AMÉRICO SHAPIAMA RAMÍREZ

MIEMBROS DEL JURADO.



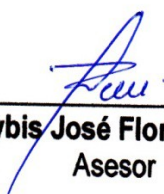
Ing. M.Sc. Armando D. Cueva Benavides
Presidente



Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
Miembro



Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna
Miembro



Ing. Eybis José Flores García
Asesor

DEDICATORIA

A mis Padres:

Américo y Edith, que en su vida diaria sembraron en mi los valores del amor de Dios, la honestidad, el respeto, el esfuerzo, el trabajo y una carrera profesional; con el fin que hoy pueda ser útil a la sociedad y forjar el desarrollo de mi comunidad región y país: A ellos con mucho amor.

AGRADECIMIENTO

- A Dios por prestarme la salud y vida para lograr culminar con éxito la carrera profesional.
- Al Ing. Jorge Armando Alvarado Garazatua y esposa, por brindarme el apoyo incondicional en los momentos críticos en la carrera profesional.
- A la señora Maritza Ramírez Pezo y esposo, por darme la confianza y las facilidades para continuar con la carrera profesional.
- Al Ing. Guillermo Vásquez Ramírez, Gerente regional del IIAP- San Martín, por la gestión para la financiación del proyecto de tesis.
- Al Ing. Danter Cachique Huansi, por facilitarme las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto de tesis.
- Al Ing. Eybis José Flores García, por asesorarme en el desarrollo de la investigación.
- Al Ing. Kadir J. Márkes Dávila, por su apoyo incondicional en el soporte técnico y científico para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Al Ing. Percy Díaz Chuquizuta, por el apoyo en el procesamiento y redacción del contenido del presente libro.

INDICE

| | Pág. |
|---|------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. OBJETIVOS | 2 |
| III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 3.1. Cultivo de Sacha Inchi..... | 3 |
| 3.1.1. Origen y distribución..... | 3 |
| 3.1.2. Clasificación Taxonómica..... | 3 |
| 3.1.3. Morfología de la planta..... | 4 |
| 3.1.4. Condiciones Edafoclimáticos del cultivo..... | 5 |
| 3.1.5. Plagas y enfermedades..... | 6 |
| 3.2. Nemátodos fitoparásitos..... | 7 |
| 3.2.1. Características generales..... | 7 |
| 3.2.2. Clasificación Taxonómica..... | 8 |
| 3.2.3. Morfología y fisiología..... | 9 |
| 3.2.4. Biología..... | 11 |
| 3.2.5. Especies, distribución y hospederos..... | 12 |
| 3.2.6. Hábitos y alimentación..... | 15 |
| 3.2.7. Factores del suelo que afectan a los nemátodos... | 17 |
| 3.2.8. Síntomas generales y daños que causan en las Plantas..... | 25 |
| 3.2.9. Técnicas de muestreo para nemátodos Fitoparásitos..... | 29 |
| 3.2.10. Métodos para extraer nemátodos de muestra de | |

| | | |
|---------|--|----|
| | suelo y tejidos vegetales..... | 30 |
| IV. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 31 |
| 4.1. | Ubicación del trabajo de investigación..... | 31 |
| 4.1.1. | Periodo de duración del trabajo de investigación..... | 31 |
| 4.1.2. | Ubicación geográfica y política..... | 31 |
| 4.1.3. | Diseño de la Investigación..... | 33 |
| 4.1.4. | Identificación de las zonas muestreadas..... | 33 |
| 4.1.5. | Técnicas de muestreo de suelo para análisis Nematológico..... | 34 |
| 4.1.6. | Técnica de muestreo de raíces para análisis Nematológico..... | 35 |
| 4.1.7. | Análisis físico químico y nematológico del suelo..... | 36 |
| 4.1.8. | Método de extracción de nemátodos del suelo | 37 |
| 4.1.9. | Análisis de muestras de raíces | 40 |
| 4.1.10. | Metodología de la identificación de los nemátodos. | 42 |
| V. | RESULTADOS | 44 |
| VI. | DISCUSIONES..... | 62 |
| VII. | CONCLUSIONES..... | 76 |
| VIII. | RECOMENDACIONES..... | 78 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA..... | 79 |
| X. | RESUMEN..... | 86 |
| XI. | SUMARY..... | 88 |
| | ANEXOS | 90 |

INDICE DE CUADROS

| | Pag. |
|--|------|
| Cuadro N° 01: Clasificación taxonómica de los nemátodos..... | 9 |
| Cuadro N° 02: Principales Nemátodos que atacan a la papa y su distribución por climas..... | 13 |
| Cuadro N°03: Principales nemátodos en el Perú y sus principales hospedantes..... | 14 |
| Cuadro N° 04: Principales géneros de nemátodos fitoparásitos y sus hábitos.... | 16 |
| Cuadro N° 05: Niveles mínimos de daños de los principales nemátodos en el Perú..... | 28 |
| Cuadro N° 06: Ubicación geográfica y política de las zonas estudiadas..... | 32 |
| Cuadro N° 07: Registro de agricultores propietarios de las áreas muestreadas que representan a las zonas estudiadas..... | 34 |
| Cuadro N° 08: Población de nemátodos existentes en 100 cc suelo provenientes de en la zona del Alto Mayo..... | 44 |
| Cuadro N° 09: Población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo provenientes de la zona del Bajo Mayo..... | 45 |
| Cuadro N° 10: población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo provenientes de la zona Bajo Huallaga..... | 46 |
| Cuadro N°11. Población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo provenientes de la zona del Huallaga Central..... | 46 |
| Cuadro N° 12: Número de individuos de <i>Meloidogyne</i> sp encontrados en 20 g de raíces de sachá inchi procedentes de la zona del Alto Mayo..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Cuadro N° 13: Número de individuos de <i>Meloidogyne</i> sp encontrados en 20 g de raíces de sacha inchi procedentes de la zona del Bajo Mayo..... | 50 |
| Cuadro N° 14: Número de individuos de <i>Meloidogyne</i> sp encontrados en 20 g de raíces de sacha inchi procedentes de la zona del Bajo Huallaga..... | 51 |
| Cuadro N° 15: Número de individuos de <i>Meloidogyne</i> sp encontrados en 20 g de raíces de sacha inchi procedentes de la zona del Huallaga Central..... | 52 |
| Cuadro N° 16: Porcentaje de humedad en el suelo de los sectores Muestreados..... | 57 |
| Cuadro N° 17a: Resultados de los Suelos analizados de la zona del Alto Mayo..... | 90 |
| Cuadro N° 17b: Interpretación de los resultados de los análisis de suelo de la zona del Alto Mayo..... | 90 |
| Cuadro N° 18a: Resultados de los Suelos analizados de la zona del Bajo Mayo..... | 90 |
| Cuadro N° 18b: Interpretación de los resultados de los análisis de suelo de la zona del Bajo Mayo..... | 91 |
| Cuadro N° 19: Resultados e interpretación de los Suelos analizados de la zona del Bajo Huallaga..... | 91 |
| Cuadro N° 20: Resultados e interpretación de los Suelos analizados de la zona del Huallaga Central..... | 91 |
| Cuadro N° 21: Características básicas para la identificación al Estereoscopio de algunos fitonemátodos importantes..... | 92 |
| Cuadro N° 22: Características básicas para la identificación al Estereoscopio de algunos fitonemátodos importantes..... | 93 |
| Cuadro N° 23: Características básicas para la identificación al Estereoscopio de algunos fitonemátodos importantes..... | 94 |

INDICE DE GRAFICOS

Grafico
N° 01:
Ciclo de

vida de un nemátodo endoparásito o ectoparásito

Pag.

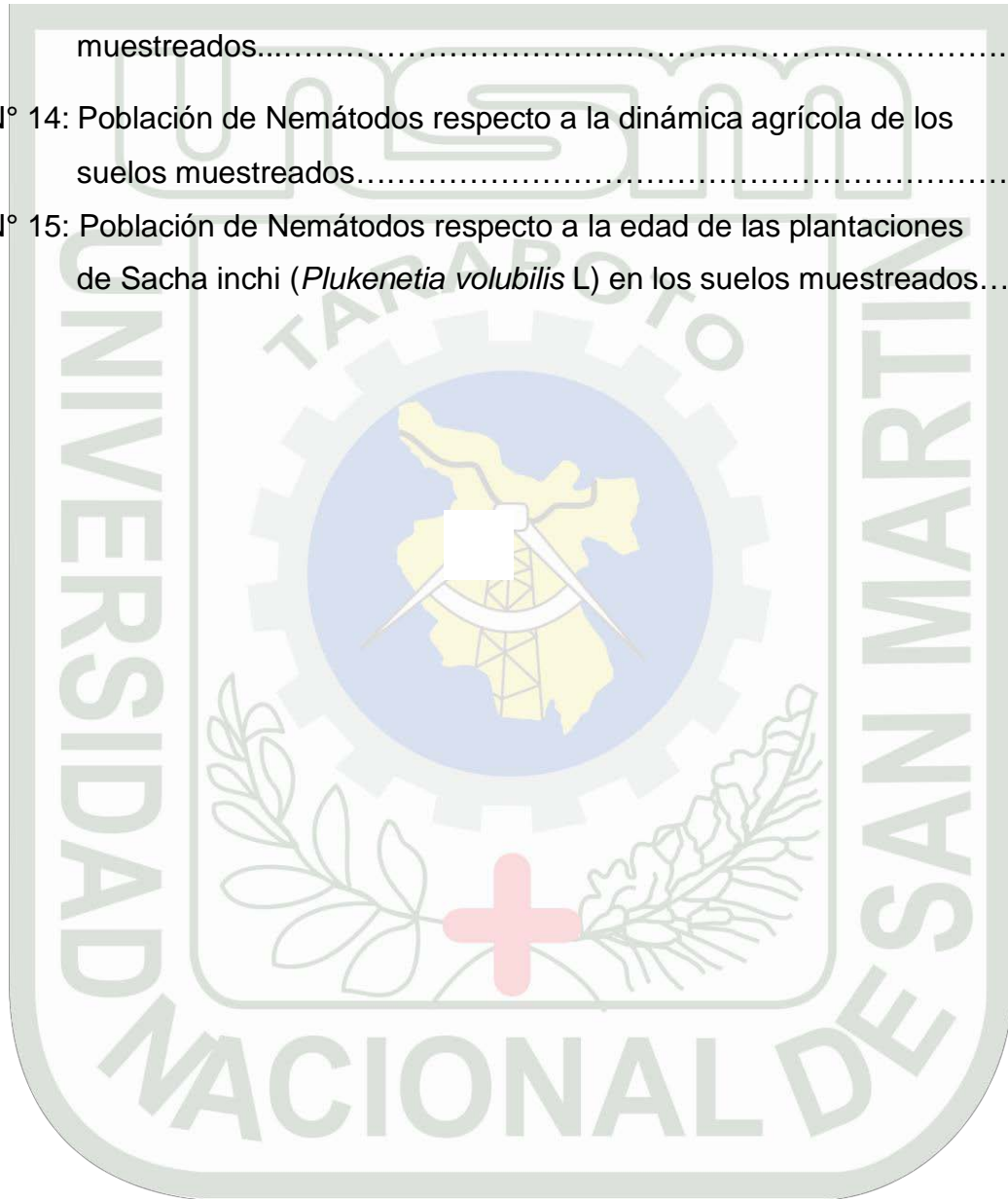
| | |
|--|----|
| migratorio (A) y de un endoparásito sedentario (B)..... | 12 |
| Grafico N° 02: Esquemas de muestreo del suelo que permiten diagnosticar la presencia de nemátodos..... | 29 |
| Grafico N° 03: Dinámica poblacional de nemátodos en las cuatro zonas de la región San Martín..... | 47 |
| Grafico N° 04: Población de <i>Meloidogyne</i> sp en raíces de Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) procedente de la zona del Alto Mayo..... | 50 |
| Grafico N° 05: Población de <i>Meloidogyne</i> sp en raíces de Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) procedente de la zona del Bajo Mayo..... | 51 |
| Grafico N° 06: Población de <i>Meloidogyne</i> sp en raíces de Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) procedente de la zona del Bajo Huallaga..... | 52 |
| Grafico N° 07: Población de <i>Meloidogyne</i> sp en raíces de Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) procedente de la zona del Huallaga Central..... | 53 |
| Grafico N° 08: Promedio de las poblaciones de <i>Meloidogyne</i> sp encontrados en raíces de Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L) procedentes de las cuatro zonas de la región San Martín..... | 54 |
| Grafico N° 09: Población de Nemátodos respecto a las Altitudes de los sectores muestreados. | 55 |
| Grafico N° 10: Población de nemátodos por Clase textural de los sectores muestreados..... | 56 |
| Grafico N° 11: Población de Nemátodos respecto al porcentaje de Humedad de los suelos Muestreados..... | 57 |

Grafico N° 12: Población de Nemátodos respecto al porcentaje de Materia
Orgánica de los suelos muestreados..... 58

Grafico N° 13: P oblación de Nemátodos respecto al pH de los suelos
muestreados..... 59

Grafico N° 14: Población de Nemátodos respecto a la dinámica agrícola de los
suelos muestreados..... 60

Grafico N° 15: Población de Nemátodos respecto a la edad de las plantaciones
de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) en los suelos muestreados... 61



INDICE DE FIGURAS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Figura N° 1: Partes del cuerpo de un nemátodo..... | 10 |
| Figura N° 2: Cabeza del nemátodo <i>Pratylenchus</i> Sp..... | 48 |
| Figura N° 3: Cabeza del nemátodo <i>Helycotilenchus</i> Sp..... | 48 |
| Figura N° 4: Cabeza del nemátodo <i>Meloidogyne</i> Sp..... | 48 |
| Figura N° 5: Cola del nemátodo <i>Pratylenchus</i> Sp..... | 48 |
| Figura N° 6: Cola del nemátodo <i>Helycotilenchus</i> Sp..... | 48 |
| Figura N° 7: Cola del nemátodo <i>Meloidogyne</i> Sp..... | 48 |
| Figura N° 8: Área Muestreada..... | 95 |
| Figura N° 9: Extracción de Muestra..... | 95 |
| Figura N° 10: Sub muestra de suelo..... | 95 |
| Figura N° 11: Mescla de sub muestras..... | 95 |
| Figura N° 12: Muestra Etiquetada..... | 95 |
| Figura N° 13: Planta tomada al azar..... | 96 |
| Figura N° 14: Elección de puntos..... | 96 |
| Figura N° 15: Raíces de la planta..... | 96 |
| Figura N° 16: Extracción de raíces..... | 96 |
| Figura N° 17: Muestra etiquetada..... | 96 |
| Figura N° 18: Medición de suelo..... | 97 |
| Figura N° 19: Muestra Vaciada..... | 97 |
| Figura N° 20: Agitación suelo..... | 97 |
| Figura N° 21: Tamizado de la suspensión..... | 97 |
| Figura N° 22: Colección de los nemátodos..... | 97 |

| | |
|--|----|
| Figura N° 23: Beakers con los nemátodos..... | 97 |
| Figura N° 24: Extracción de la alícuota..... | 97 |
| Figura N° 25: Alícuota en placa petri..... | 97 |
| Figura N° 26: Identificación y conteo de nemátodos..... | 97 |
| Figura N° 27: Muestras de raíces..... | 98 |
| Figura N° 28: Lavado de raíces..... | 98 |
| Figura N° 29: Raíces secando..... | 98 |
| Figura N° 30: Pesado de raíces..... | 98 |
| Figura N° 31: Picado de raíces..... | 98 |
| Figura N° 32: Triturado de raíces..... | 98 |
| Figura N° 33: Raíz picada en botella milimetrada..... | 98 |
| Figura N° 34: Mezcla con hipoclorito al 1%..... | 98 |
| Figura N° 35: Agitación de la mezcla hipoclorito y raíz..... | 98 |
| Figura N° 36: Vaciado de la mezcla agitada en la botella por el tamiz..... | 99 |
| Figura N° 37: Lavado de la raíz en el tamiz de mayor diámetro..... | 99 |
| Figura N° 38: Paso por el tamiz de menor diámetro..... | 99 |
| Figura N° 39: Recolección de los nemátodos del tamiz..... | 99 |
| Figura N° 40: Beakers con los nemátodos..... | 99 |
| Figura N° 41: Homogenizado de la solución con nemátodos..... | 99 |
| Figura N° 42: Obtención de la alícuota para la observación..... | 99 |
| Figura N° 43: Identificación y conteo de nemátodos..... | 99 |
| Figura N° 44: Registro de los nemátodos observados..... | 99 |

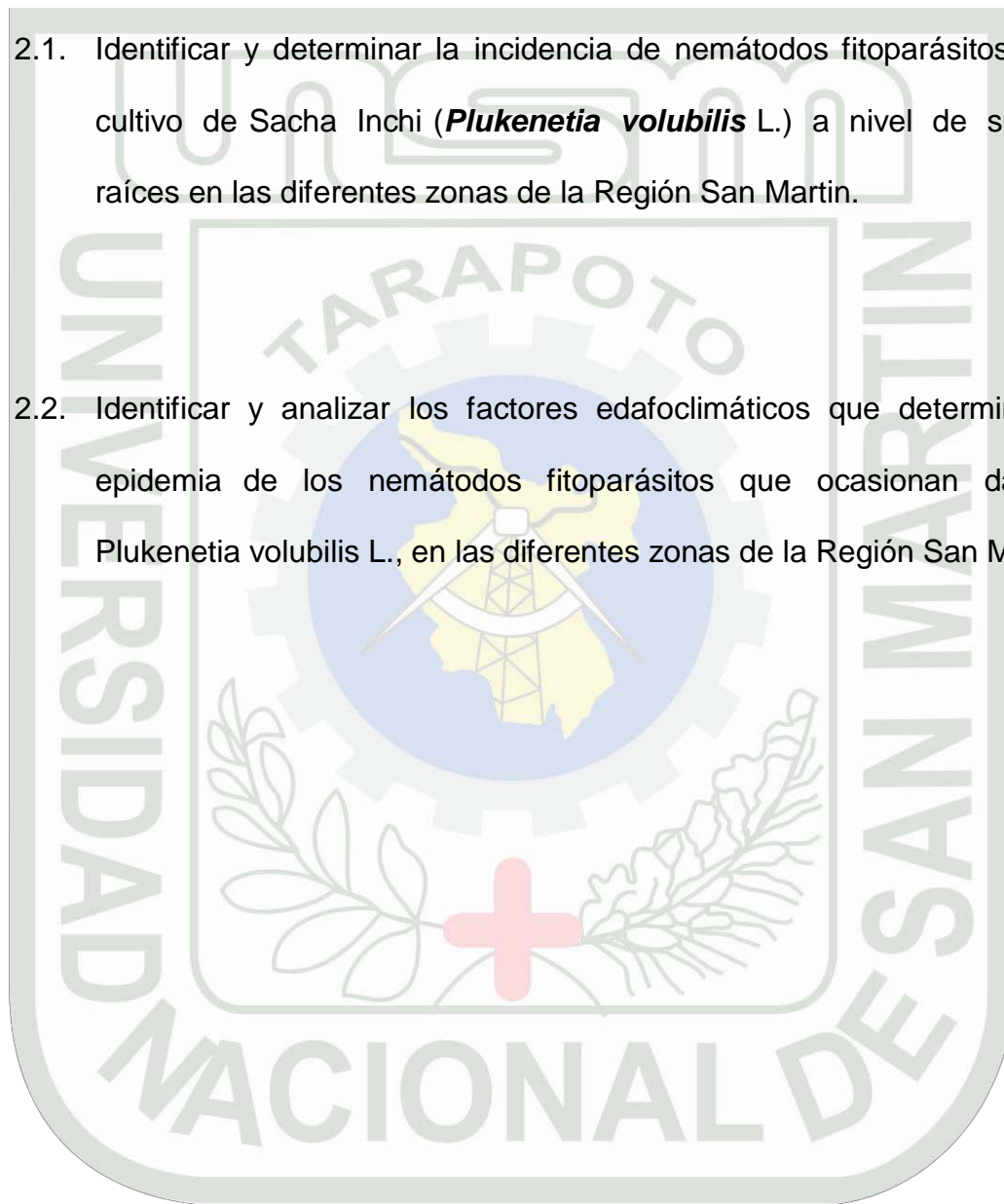
I. INTRODUCCIÓN

Los nemátodos fitoparásitos son organismos multicelulares que se encuentran distribuidos en todo los suelos del mundo y son los más numerosos de toda la fauna del suelo. En el Perú se encuentran afectando diferentes cultivos de pan llevar, mostrando reducción del rendimiento productivo de las áreas de cultivo, afectando de esta manera la seguridad alimentaria en el país y el mundo. En la actualidad los campos de cultivos de sachá inchi en San Martín viene siendo afectados seriamente por los problemas de nemátodos fitoparásitos, la cual reduce la vida útil del cultivo, haciendo que exista una oferta insatisfecha de semilla de sachá inchi en las industrias aceiteras, incrementando así los costos de producción del cultivo.

El trabajo de investigación está inmerso en el marco del Proyecto de Sistemas de Producción de Sachá Inchi en San Martín del Programa de Ecosistemas Terrestres del IIAP-San Martín, bajo esta perspectiva el presente estudio de Diagnostico Poblacional de Nemátodos Fitoparásitos en las diferentes plantaciones de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), repartidas en los diferentes zonas de la Región San Martín, como el Alto Mayo, Bajo Mayo, Huallaga Central y Bajo Huallaga, busca identificar los factores que favorecen la existencia de esta plaga, permitiéndose obtener información base para iniciar programas de planificación del cultivo en el ámbito de las zonas estudiadas, beneficiándose de esta manera a los productores de Sachá Inchi existentes en la Región San Martín

II. OBJETIVOS

- 2.1. Identificar y determinar la incidencia de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) a nivel de suelo y raíces en las diferentes zonas de la Región San Martín.
- 2.2. Identificar y analizar los factores edafoclimáticos que determinan la epidemia de los nemátodos fitoparásitos que ocasionan daño a *Plukenetia volubilis* L., en las diferentes zonas de la Región San Martín.



III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. CULTIVO DE SACHA INCHI

3.1.1. Origen y Distribución

Guerrero (2006), menciona que el sacha inchi es una especie propia de la amazonía peruana, dentro de ella se encuentran culturas étnicas que utilizan la almendra como un sustituto alimenticio, la planta de sacha inchi se encuentra en forma silvestre como integrante de la gran biodiversidad que brinda la Selva. Distribuida en las regiones de Loreto, San Martín, Amazonas, Junín, Ucayali, Madre de Dios y el Cusco, registrándose especies como: ***Plukenetia volubilis*** L., ***P. lorentensis*** Ulei, ***P. brachybotrya*** M. Arg (**Galluser, 2005**).

3.1.2. Clasificación Taxonómica

Arévalo (1996), menciona la clasificación botánica del (***Plukenetia volúbilis***) de la siguiente manera.

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| DIVISIÓN | : Fanerógamas |
| SUB DIVISIÓN | : Angiospermae. |
| CLASE | : Dicotyledoneae. |
| ORDEN | : Geraniales. |
| FAMILIA | : Euphorbiaceae. |
| GENERO | : <i>Plukenetia</i> . |
| ESPECIE | : <i>Plukenetia volubilis</i> Linneo. |

3.1.3. Morfología de la Planta

Guerrero (2006), menciona las características del ecotipo ventanilla trabajado en campos de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNSM.

Planta. Caracterizada por ser voluble, perenne, semileñosa con crecimiento indeterminado.

Raíces. De acuerdo al tipo, presentan raíces ramificadas ya que no se diferencia de la raíz principal, y la estructura nos recuerda a las ramas de un árbol. Pivotantes, por lo general en las primeras etapas de su desarrollo presentan una raíz principal y más adelante de su desarrollo no se diferencia la raíz principal ni secundaria distribuyéndose estas en la parte superficial del suelo alcanzando hasta una profundidad de 1 metro.

Hojas. Alternas, acorazonadas, aserruladas, trinervadas con una nervadura central dirigida al ápice acuminado, así mismo en la base del limbo presenta 2 glándulas laterales (conteniendo en las mañanas gotitas de azúcares orgánicos) y una pequeña proyección intermedia denominada estipela (muy variable en los diversos ecotipos).

Flores. Hermafrodita monoica, las flores masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos, en la base del racimo y lateralmente se encuentra una, dos y hasta tres flores femeninas, así

mismo en las flores femeninas se observa que el número de estigmas es igual al número de ovarios.

Fruto. Son cápsulas dehiscentes, distribuidos en lóculos, el número de lóculos está en función a la variabilidad genética de sachá inchi, presentando cuatro, cinco y hasta siete lóculos.

Semilla. Tiene forma ovalada de color marrón-oscuro, abultada hacia el centro y aplastada hacia los costados, al abrir la testa de la semilla se tiene a la almendra de color blanco que esta protegida por una película blanquecina.

3.1.4. Condiciones edafoclimáticas del cultivo

Altitud.

Sachá Inchi se adapta desde los 100 a 2000 m.s.n.m. (**Manco, 2005**). Registrándose así mismo las mejores semillas (> 12mm) de diámetro en plantaciones establecidas desde los 600 m.s.n.m. (**Guerrero, 2006**).

Clima.

Los parámetros de temperaturas adaptables a esta planta fluctúa entre 10 y 36°C, temperaturas altas son desfavorables por que ocasiona el aborto en flores y la formación de semillas pequeñas (**Manco, 2005**).

Luz.

Dentro de los factores ecológicos importantes en esta especie es la luz, mientras más luz reciba la cubierta vegetal mayor es la población de brotes, flores y frutos (**Guerrero, 2006**).

Suelo.

Valles (1991), menciona que se adapta a suelos ácidos con contenidos muy significativos en aluminio, así mismo prospera en áreas pobladas por shapumba (***Pteridium aquilinum***) y Cashucsha (***Imperata brasiliensis***).

Agua.

La disponibilidad del agua al inicio de su desarrollo es importante, de igual manera en la etapa de guiamiento, floración y fructificación (**Guerrero, 2006**)

3.1.5. Plagas y enfermedades

Plagas. Las plagas más visibles son indaneros, diabroticas, grillos cortadores, hormigas azucareras, etc. (**Guerrero, 2006**).

Enfermedades.

El fitoparásitos mas importante en sachá inchi es el nemátodo del nudo asociado a ***Fusarium*** spp. Que ocasionan la muerte de plantas en pleno proceso de producción. En la etapa de vivero se

manifiestan enfermedades como Antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y chupadera (*Pythium* sp.) (Guerrero, 2006).

Canto et al., (2006), en un examen clínico diagnóstico realizado en la Universidad Agraria la Molina, en muestras de suelo, fruto y raíces de sachá inchi remitidos por la Corporación Bioquímica Internacional en Convenio con Agroindustrias Amazónicas, reportan enfermedades como *Fusarium solani* y *Pythium* sp. (Raíces), *Colletotrichum* sp. (Frutos), de igual manera se reporta la presencia de nemátodos de los géneros *Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Tylenchus*, *Aphelenchus*, *Dorylaimidos*, *Rhabditidos*, en muestras de suelo y raíces.

3.2. NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS DE PLANTAS

3.2.1. Características Generales

Hernández (2003), menciona que los nemátodos o gusanos redondeados son organismos generalmente microscópicos, no segmentados, bilateralmente simétricos, incoloros y cilíndricos en su sección transversal. La forma típica del cuerpo es fusiforme. Un grupo de especies presenta un dimorfismo sexual marcado, donde la hembra adulta se modifica y puede observarse en forma de limón, pera, riñón entre otras; y se convierte en un parásito sedentario. Los machos sin embargo, mantienen la forma de anguila y una movilidad común en la mayoría de las especies. Usualmente son más pequeños que las hembras.

Los nemátodos parásitos de plantas o fitonemátodos tienen una longitud entre 0,5 y 6,5 mm. El cuerpo está cubierto con una cutícula que puede ser lisa o estar marcada. Las marcas pueden ser puntuaciones. También se observan estrías transversales o longitudinales. Debajo de la cutícula se encuentra la hipodermis, una capa epitelial que se forma a partir de la misma cutícula, y una capa muscular que les permite el movimiento ondulatorio a los nemátodos.

Estos organismos disponen de sistemas digestivo, reproductivo, nervioso y excretor. El sistema digestivo comienza con la boca. Ciertos grupos de fitonemátodos tienen en la cavidad bucal un estilete que le sirve para punzar y perforar las células vegetales de las cuales se alimenta.

Esta estructura es hueca y permite realizar el primer paso de alimentación. A continuación le sigue el esófago que está conectado con el intestino y termina en el ano. En la mayoría de los nemátodos, la reproducción es sexual después de la copulación con la fertilización del huevo por el espermatozoide del macho. Algunas especies son partenogenéticas, capaces de producir huevos sin fertilización.

En estos casos los machos son escasos o están ausentes. También pueden ser observadas hembras con funciones hermafroditas.

3.2.2. Clasificación Taxonómica.

Hernández (2003), hace mención que los nemátodos fitoparásitos pertenecen al Phylum *Nemátoda* (*Nemata*) y una gran parte se encuentra en la clase *Secernentea*, que se distingue porque sus ejemplares presentan dos canales embebidos en los cordones laterales de la hipodermis a lo largo de su cuerpo y terminan en un poro excretor localizado ventralmente (**Chitwood, 1999**).

Cuadro N° 1: Clasificación taxonómica de los nemátodos

| PHYLUM | CLASE | ORDEN | S. ORD | SP. FAM. | FAMILIA | Genero | |
|--------|-------------|-------------|------------------|-----------------|----------------|--|--|
| Nemata | Adenophorea | Dorylaimida | Dorylaimina | | Longidoridae | <i>Xiphinema</i> <i>Longidorus</i> <i>Paralongidorus</i> | |
| | | | | | Dorylaimidae | <i>Dorylaimus</i> | |
| | | Mononchida | Diphtherophorina | | Trichodoridae | <i>Trichodorus</i> <i>Paratrichodorus</i> | |
| | | | | | Mononchidae | <i>Mononchus</i> | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | Heteroderidae | <i>Meloidogyne</i> <i>Heterodera</i> <i>Globodera</i> | |
| | | | | | Dolichodoridae | <i>Trichotylenchus</i> | |
| | | | | | Belonolaimidae | <i>Morolaimus</i> | |
| | | | | | | | |
| | | | | Criconematoidea | | | |
| | | | | Tylenchoidea | Tylenchidae | <i>Tylenchus</i> <i>Ditylenchus</i> | |
| | | | Tylenchina | | Hoplolaimidae | <i>Rotvlenchoides</i> | |

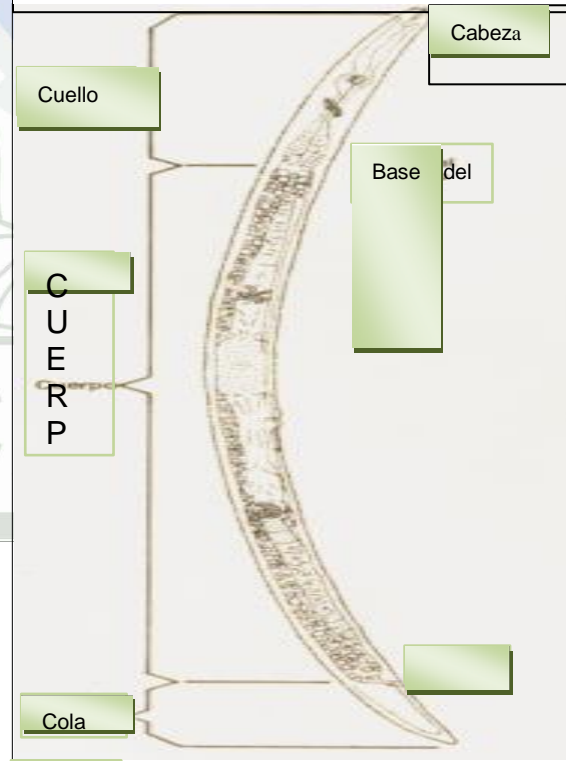
Fuente: Canto (2000).

3.2.3. Morfología y fisiología.

CIAT (1982), menciona que el cuerpo de los nemátodos no está dividida en partes definidas, sin embargo, existen regiones bien diferenciadas (Figura 1) a las cuales se les ha dado el nombre de:

- **Cabeza:** Que está formado por labios, la abertura oral y la cavidad bucal.
- **Cuello:** o sea la parte localizada entre la cabeza y la base del esófago.
- **Cuerpo:** región que comprende el intestino, desde la base del esófago hasta el ano.
- **Cola:** la porción clara que se extiende desde el ano hasta el extremo posterior.

Figura Nº 1. Partes del cuerpo de un nemátodo.



Fuente: CIAT (1982). Adaptado de Taylor (1968).

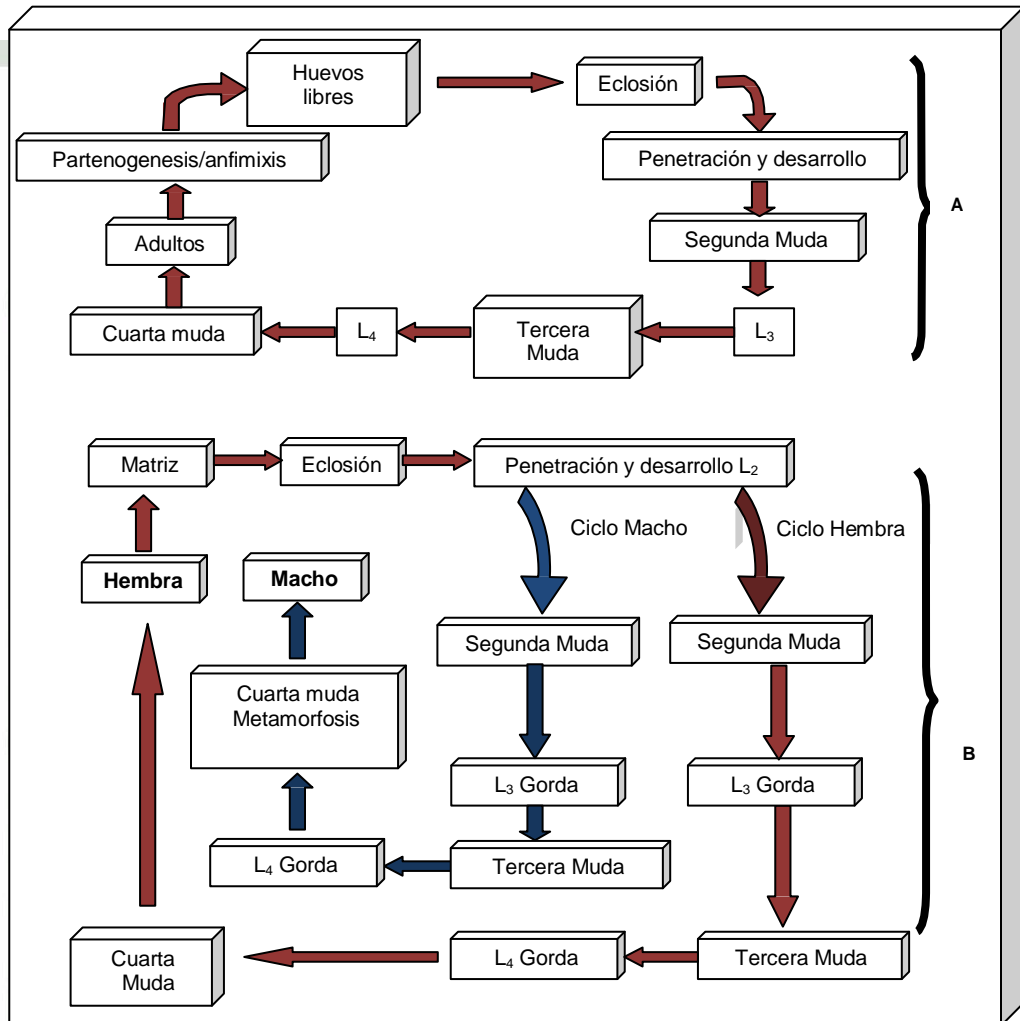
3.2.4. Biología.

Jatala (1986), menciona que los nemátodos fitoparásitos permanecen al menos una parte de su ciclo de vida en el suelo, como son básicamente acuáticos no pueden sobrevivir sin una película de humedad permanentemente ligada a su cuerpo.

El ciclo de vida generalizado de los nemátodos es sencillo: Las hembras producen huevos de los cuales emergen los estados juveniles o larvales (que se parecen mucho a los adultos en aspecto y estructura).

Durante su crecimiento y desarrollo los estados larvales pasan por cuatro mudas, y el periodo entre una muda y otra se llama fase. Algunos nemátodos pasan por las primeras mudas mientras se encuentran todavía en el interior del huevo, aunque la proporción de machos y hembras, varía en la mayoría de los casos (Figura 2).

Grafico N° 01: Ciclo de vida de un nemátodo endoparásito o ectoparásito migratorio (A) y de un endoparásito sedentario (B).



Fuente: Volcy (1997).

3.2.5. Especies, distribución y hospederos.

La mayoría de los nemátodos que causan daño a los cultivos están distribuidos en el mundo y tienen una gama relativamente de hospedantes (Jatala, 1986).

Cuadro Nº 2. Principales nemátodos que atacan a la papa y su distribución por Clima.

| Nombre Científico | Nombre Común | Distribución por Clima* |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Globodera pallida</i> | Nemátodo del quiste de la papa | M s T |
| <i>Globodera rostochiensis</i> | Nemátodo Dorado o Nemátodo del quiste | M s T |
| <i>Meloidogyne spp.</i> | Nemátodos del nudo de la raíz | C M S T |
| <i>Nacobbus aberrans</i> | Falso nemátodo del nudo de la raíz | c M T |
| <i>Pratylenchus spp.</i> | Nemátodos de la lesión radicular | c M s T |
| <i>Ditylenchus destructor</i> | Nemátodo de la pudrición de la papa | T |
| <i>Ditylenchus dipsaci</i> | Nemátodo del tallo | M T |
| <i>Longidorus spp.</i> | Nemátodos aguja | m t |
| <i>Paratrichodorus spp.</i> | Nemátodos de la atrofia radicular | m t |
| <i>Trichodorus spp.</i> | Nemátodos de la atrofia radicular | m t |
| <i>Xiphinema spp.</i> | Nemátodos daga | c m s t |
| * C = cálido tropical. M = moderado tropical. S = subtropical. T = templado respectivamente. Las mayúsculas representan mayor importancia | | |

Fuente: CIP (1986).

Cuadro N° 3: Principales Nemátodos en el Perú y sus principales Hospedantes.

| Especies de Nemátodos | Principales plantas hospedantes |
|------------------------------|---|
| <i>Meloidogyne</i> sp | Camote (<i>Ipomoea batata</i>) |
| | Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) |
| | Hortalizas |
| | Plátano (<i>Musa</i> sp) |
| | Caña de Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) |
| | Frutales |
| | Papa (<i>Solanum tuberosum</i>), otros |
| <i>Pratylenchus</i> sp | Hortalizas |
| | Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) |
| | Frutales |
| <i>Rotylenchulus</i> sp | Algodón (<i>Gossypum</i> spp) |
| | Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) |
| | Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) |
| | Frutales |
| <i>Helycotilenchus</i> sp | Plátano (<i>Musa</i> sp) |
| | Frutales, otros |

Fuente: Modificado de Canto (2000), Gowen y Queneherve (1990).

3.2.6. Hábitos y Alimentación.

Hernández (2003), manifiesta que los fitonemátodos o nemátodos fitoparásitos pueden encontrarse atacando raíces, tallos, troncos, yemas, hojas, flores y semillas, en dependencia de la especie y de la planta hospedera. Sin embargo, la mayor parte de las especies se alimentan de raíces y pasan la mayoría de su vida en el suelo, las raíces u otras partes subterráneas de las plantas.

De acuerdo al modo de alimentación, se clasifican en endoparásitos, si penetran completamente, se alimentan, maduran y depositan sus huevos dentro de las raíces o junto a éstas. En este grupo se incluyen los nemátodos de las agallas o de los nódulos de las raíces (*Meloidogyne* spp.), los nemátodos de los quistes (*Heterodera* spp. y *Globodera* spp.), los nemátodos de la lesión de las raíces (*Pratylenchus* spp.) y el nemátodo barrenador (*Radopholus similis*).

Si los nemátodos se alimentan penetrando solamente la parte anterior de su cuerpo en la raíz son semi-endoparásitos, aunque algunos autores pueden reportarlos como ectoparásitos (*Rotylenchulus reniformis*, *Helicotylenchus* spp.). Se consideran nemátodos ectoparásitos si introducen únicamente su estilete en los tejidos de la raíz.

Cuadro Nº 4: Principales Géneros de Nemátodos Fitoparásitos y sus hábitos.

| Familia | Genero | Longitud mm* | Hábito** |
|--------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|
| Tylenchidae | <i>Anguina</i> | 4 | Endo, Mi, Flores |
| | <i>Ditylenchus</i> | 2 | Endo, Mi, Bulbos y Tallos |
| Tylenchorhynchidae | <i>Tylenchorhynchus</i> | 0,9 | Ecto, Mi, Raices |
| Pratylenchidae | <i>Pratylenchus</i> | 0,5 | Endo, Mi, Raices |
| | <i>Radopholus</i> | 0,6 | Endo, Mi, Raices |
| Hoplolaimidae | <i>Scutellonema</i> | 1 | Ecto-endo, Mi, Raices |
| | <i>Rotylenchus</i> | 1,5 | Ecto-endo, Mi, Raices |
| | <i>Helicotylenchus</i> | 1 | Ecto-endo, Mi, Raices |
| Heteroderidae | <i>Heterodera</i> | 0,5 - 1 | Endo, Se, Raices |
| | <i>Globodera</i> | 0,5 - 1 | Endo, Se, Raices |
| | <i>Meloidogyne</i> | 0,5 - 0,8 | Endo, Se, Raices |
| Nacobbidae | <i>Nacobbus</i> | 1 - 1,5 | Endo, Se, Raices |
| | <i>Rotylenchulus</i> | 0,5 | Endo, Se, Raices |
| Paratylenchidae | <i>Paratylenchus</i> | 0,3 | Ecto, Se, Raices |
| Tilenchulidae | <i>Tylenchulus</i> | 0,4 | Endo, Se, Raices |
| Longidoridae | <i>Longidorus</i> | 2 a 12 | Ecto, Mi, Raices |
| | <i>Xiphinema</i> | 1,5 - 5 | Ecto, Mi, Raices |
| Trichodoridae | <i>Trichodorus</i> | 0,6 | Ecto, Mi, Raices |

*Aproximado

**Endo= Endoparásito, Ecto: Ectoparásito, Se: Sedentario, Mi: Migratorio.
Modificado de Agrios, (1996); Dropkin, (1980).

Generalmente sus estiletes son muy largos y su cuerpo de gran tamaño. A este grupo pertenecen ***Xiphinema*** spp., ***Longidorus*** spp., ***Paralongidorus*** spp., ***Trichodorus*** spp. y ***Paratrachodorus*** spp., etc. Los diez géneros más reportados en el mundo por el daño que producen en los cultivos económicos son: *Meloidogyne*, *Tylenchulus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Heterodera*, *Radopholus*, *Ditylenchus*, *Rotylenchulus*, *Globodera* y *Helicotylenchus* (Passer, 1989).

3.2.7. Factores del suelo que afectan a los nemátodos

Jatala (1986), manifiesta que debido a que el hábitat de los nemátodos es el suelo, los principales factores que afectan al suelo pueden influir directa o indirectamente en la severidad del daño causado por los nemátodos.

Norton, (1989), menciona que la planta ejerce la mayor influencia en la dinámica de las comunidades de nematodos fitoparásitos, sin embargo, también es ineludible que la dinámica poblacional (crecimiento, reproducción y sobrevivencia) puede ser afectada en forma directa por factores edáficos o indirectamente a través de la respuesta de la planta a su ambiente (Franci 1993).

En este sentido **Van der Wal (1994)**, menciona que Los principales factores que afectan las poblaciones de nemátodos son: tipo de suelo, el clima imperante, estatus de la planta huésped, estado de crecimiento, competencia con otras especies de nemátodos y otras enfermedades.

• Descripción de los factores que afectan a los nemátodos

- Temperatura:

Jatala (1986), manifiesta que la temperatura afecta la producción de huevos, la reproducción, el desarrollo y la supervivencia, determinando la localización y el parasitismo del nemátodo. Los requisitos de temperatura son diferentes para cada especie de nemátodos. La temperatura óptima para la mayoría de los nemátodos varía entre 15 y 30° C. Por encima o por debajo de estos niveles, los nemátodos se inactivan o mueren. La temperatura también influye sobre la planta hospedera, cambios en el desarrollo producen cambios en la morfología y fisiología de la raíz afectando desde luego las poblaciones de nemátodos (**Nas, 1978**).

- Humedad:

Jatala (1986), menciona que la fluctuación de la humedad del suelo debido a la lluvia o a la irrigación es el factor más importante para la dinámica de la población de nemátodos.

Los nemátodos fitoparásitos son organismos esencialmente acuáticos debido a que requieren de una película de agua entre las partículas de suelo para poder movilizarse, por tanto el contenido de agua en el suelo es un factor ecológico muy importante e influye en la supervivencia de estos organismos. En suelos secos la supervivencia de estos nemátodos disminuye, muchos mueren mientras que otros tiene la capacidad de sobrevivir en ausencia total de agua en estado de anhidrobiosis

(Luc et al, 1990). Este estado es más frecuente en áreas tropicales y sub tropicales (capacidad de permanecer vivo en ausencia total de humedad), lo que los hace más resistentes a factores químico o físicos adversos. En algunos géneros como *Meloidogyne*, *Tylenchulus* y *Rotylenchulus*, los huevos son embebidos dentro de una matriz gelatinosa que les brinda las condiciones adecuadas para su desarrollo (Rivera, 1999).

Los suelos saturados de agua también constituyen una limitante para los nemátodos, muchas especies se ven afectadas debido a que decrece el contenido de oxígeno, además bajo condiciones saturadas se producen sustancias tóxicas para los nemátodos. (Sasser, 1989).

La humedad del suelo a parte de la fenología del cultivo, sobresale como factor que más contribuye a las fluctuaciones de los nemátodos, en la medida que afecta la propia actividad de los nemátodos, es decir su migración, penetración, periodo de incubación de los huevos y la longevidad en el suelo (Volcy, 1998).

- Textura del suelo:

Jatala (1986), menciona que la actividad y los movimientos del nemátodos en el suelo para alcanzar la raíz, están relacionados con la porosidad del suelo, con el tamaño de las partículas del

suelo, con el espesor de la película de agua que existe y con el movimiento específico del Nemátodo. La textura del suelo afecta la estructura del mismo, es decir, la propiedad relacionada con la forma geométrica del espacio poroso del suelo. Por esto, un suelo arcilloso, que tiene una textura muy fina, puede impedir el crecimiento y la penetración de las raíces debido a que los espacios porosos son diminutos. También puede inhibir el desarrollo de nemátodos, los cuales requieren poros de 0.02 mm como mínimo para moverse en el suelo.

Van der Wal (1994), indica que los suelos livianos (arenosos) pueden albergar más nemátodos que suelos pesados lo cual es debido a los poros más grandes entre las partículas del suelo, que a su vez facilitan el movimiento. A diferencia de las raíces de las plantas los nemátodos no pueden ejercer suficiente presión para forzar y pasar entre las partículas y agregados del suelo, en este sentido el movimiento de los nemátodos está relacionado con el diámetro de los poros, el diámetro del nemátodo y la cantidad de agua en el espacio poroso (**Stirling, 1991**).

En general los suelos arenosos presentan las mejores condiciones para el movimiento de los nemátodos. Por el contrario suelos con un alto contenido de arcillas o suelos de textura muy gruesa inhiben el movimiento de los nemátodos. Algunos suelos arcillosos

productos de degradación influyen sobre los microorganismos y *Paralongidorus* sp y *Pratylenchus* sp (**Sasser, 1989; Nas, 1978**).

También se ha encontrado que el porcentaje de juveniles de *M. incognita* capaz de migrar y penetrar raíces de tomate disminuye conforme aumenta el porcentaje de arcilla y limo en un suelo, esto puede ayudar a explicar la gran patogenicidad de los nemátodos del genero *Meloidogyne* en suelos arenosos, las partículas finas son un obstáculo para la migración de estos nemátodos (**Prot y VanGundy, 1981**)

- Aireación:

Jatala (1986), manifiesta que la aireación escasa reduce la supervivencia y la densidad de población de nemátodos. Este es el caso especialmente en suelos agrícolas irrigados: la supervivencia se reduce por que el suministro de oxigeno llegan a niveles bajos durante el periodo de irrigación por anegamiento.

- Química del suelo:

La salinidad, el pH, la materia orgánica, la fertilización y el uso de biocidas afectan la emergencia y la actividad de los nemátodos. Las sustancias químicas del suelo afectan a los parásitos, ya sea a través de las plantas y de otros organismos, o directamente. Por ejemplo, los compuestos nitrogenados que se agregan o sus causan una reducción en la población de *Pratylenchus penetrans*.

productos de degradación influyen sobre los microorganismos y Del mismo modo, la aplicación al suelo de nitrato de sodio (NaNO_3), y Nitrato de amonio (NH_4NO_3) reduce la emergencia, la penetración y el desarrollo de quistes (**Jatala, 1986**).

Van der Wal (1994), manifiesta que la acidez del suelo influye en el desarrollo de la planta y por ello indirectamente a los nemátodos que se alimentan en ella. Un drenaje pobre, la sequía o la deficiencia o desbalance de nutrientes pueden tener como resultado la expresión de síntomas en la parte aérea de la planta. Tales condiciones también pueden causar la restricción del desarrollo de las raíces y en estas situaciones la presencia de nemátodos puede incrementar la incidencia de volcamiento y exacerbar los síntomas foliares.

Franci (1993), manifiesta que las densidades de *Pratylenchus penetrans* fueron mayores cuando hubo un alto contenido de limo pero fueron bajas donde las concertaciones de calcio excedieron los 20 cmol/kg, mientras que la capacidad efectiva de intercambio catiónico influyó en las densidades de *Tylenchus mauis* y *Criconemella* sp. En otro estudio similar se detecto altas densidades de *Heterodera glycines* conforme el pH aumento de 5 a 6,4 y el Mg de 38 – 68 a 163 – 238 kg/Ha.

Nemátodos como *Meloidogyne* sp tienen la capacidad de sobrevivir y reproducirse sobre ámbitos de valores de pH, entre 4 y 8, estos valores fluctúan con cambios en la humedad y salinidad del suelo. El daño por estos nemátodos se ha correlacionado con suelos alcalinos y textura arenosa (**Edongali y Ferris, 1982**).

El encalado, para neutralizar la acidez del suelo, aparentemente tiene poco efecto sobre las densidades poblacionales de los nemátodos (**Nas, 1978**).

Arévalo et al (2004), reporta que el pH del suelo en plantaciones tradicionales de Cacao (*Theobroma cacao*), en la capa superficial (0 – 20 cm), se ha mantenido con valores de 4,58 y 4,40, en los años 1999 y 2004 respectivamente y no afectaron directamente la actividad de los nemátodos fitoparásitos teniendo poco efecto directo en las actividades de *Meloidogyne*.

- **Vegetación:**

La dominancia de una especie de nemátodos o la reducción de una de ellas, está altamente relacionada con la comunidad de plantas en un área determinada (**Van der Wal, 1994**).

Volcy (1998), menciona que cada Género y especie de Nemátodo exige unos niveles propios de humedad para su reproducción, pero los factores climáticos afectan a los nemátodos más por su

efecto indirecto sobre la planta hospedera que por su efecto sobre ellos mismos en virtud de que los nemátodos fitoparásitos se alimentan solo de plantas. De este modo, cuando las condiciones son favorables para el crecimiento de las plantas y emisión de nuevas raíces, habrá suficiente biomasa radical de buena calidad para la nutrición del parásito, incluso aún bajo condiciones aparentemente desfavorables como el exceso o déficit hídricos, el nemátodo sobrevive y a menudo se reproduce si la planta continúa produciendo cierta cantidad de biomasa.

Stirling (1991), manifiesta que en ausencia de un hospedero susceptible los nemátodos pasan a formar parte del suelo, pero tan pronto el cultivo es sembrado, tienden a agregarse cerca de las raíces.

Rivera (1999), menciona que los nemátodos fitoparásitos tienen la capacidad de sobrevivir en una gran cantidad de malezas y en ausencia de un huésped vivo, sobreviven en el suelo o en residuos de plantas por periodos variables.

Rojas y Acuna (1999), afirman que las malezas (antes y después de la siembra de Arroz) como *Cynodon dactylon* y *Echinochloa colona* mostraron la presencia de *Meloidogyne salasi* y *Pratylenchus* spp, mientras que a *Cyperus rotundus* con una

frecuencia similar de aparición mostro en sus raíces únicamente la presencia de *Meloidogyne salasi* , la existencia de plantas hospederas permiten la permanencia de poblaciones biológicamente activas, las cuales esperan mejores condiciones agroecológicas para su expansión.

Chacon, (1991), citado por García et al (2001), indica que los cultivos con mayor permanencia en el campo van a presentar niveles elevados de metabolismo ya sea durante su floración, fecundación, fructificación y primera cosecha y así influirán directamente en la densidad poblacional de nemátodos fitoparásitos. Por esta razón, es importante dentro de un sistema de cultivo realizar la rotación de cultivos susceptibles a los nemátodos con plantas inmunes o altamente resistentes por un periodo limitado, hasta lograr un control efectivo. Transcurrida una o más temporadas vegetativas según las especies que existan, la población presente en el suelo, habrá disminuido hasta poder volver a sembrar el cultivo susceptible y obtener resultados satisfactorios (**Yepez, 1972**).

El incremento poblacional de nemátodos se debe principalmente a que la actividad de la planta a medida que transcurre el tiempo, puede estar generando condiciones físicas, químicas y biológicas

apropiadas para el desarrollo de estos organismos, además de presentarse la mayor actividad radical (**Benjumea et al., 1996**).

3.2.8. Síntomas Generales y Daños que Causan en las Plantas.

Hernández (2003), hace mención que los síntomas producidos por el ataque de nemátodos pueden ser confundidos con los causados por el ataque de cochinilla y otros parásitos (**Valiente, 1997**).

En general, las plantas atacadas por nemátodos fitoparásitos, muestran clorosis marcada en las hojas que frecuentemente se torna en una coloración rojiza, hojas pequeñas y estrechas, muerte regresiva del follaje, enanismo, pérdida del ápice de las raíces y atrofia general de las mismas. Además, como consecuencia de una disminución en la eficiencia de la absorción de nutrientes y en la concentración de elementos minerales (**Py, 1969, Roman, 1978, Lacoevilhe y Guérout 1976, Caswell et al. 1990, Gratacós 1991, Costa et al., 1998, Suárez y Rosales, 1998**).

Aballay (2003), menciona que, una de las características del ataque de nemátodos es el decaimiento progresivo de las plantas en sectores determinados de la plantación. La reacción que produce, en el tejido vegetal, la secreción inyectada por el nemátodo puede ser de necrosis, supresión de la división celular del meristemo apical o

de hipertrofia produciendo nódulos. También, específicamente en la raíz, pueden causar pudrición, ramificación excesiva o decaimiento. Sin embargo, la lesión del nemátodo depende de la clase de éste, de la clase de planta, de la edad y de factores de suelo. Los nemátodos, son agentes predisponentes de infecciones debido a que causan cambios fisiológicos y modificaciones en el tejido de los hospederos infectados.

Las interacciones de hongos, bacterias y virus con los nemátodos conforman un sistema biológico, en que estos últimos sólo tienen una parte, pero muy importante, en las pudriciones radiculares.

Gilchrist (2005), menciona que los nemátodos ectoparásitos como *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus* y *Xiphinema* permanecen fuera del hospedero mientras se alimentan de sus células internas. Con el estilete penetran las células de las plantas; después de un período de alimentación breve, retraen el estilete y repiten el proceso. En contraste, los nemátodos endoparásitos incluyendo *Meloidogyne* y *Pratylenchus* penetran la planta y migran hacia el tejido de la raíz donde se alimentan y completan su ciclo de vida. Los nemátodos endoparásitos son considerados más insidiosos porque destruyen el tejido interno durante su migración y durante su alimentación están en contacto con el sistema vascular. Otra consecuencia importante del ataque de nemátodos es que provocan heridas que permiten la

infecciones secundarias.

Los nemátodos se desarrollan mientras puedan alimentarse, aumentando considerablemente el número de individuos de la población (**Chaves, 1987**).

Cuadro 5: Niveles Mínimos de daño de los principales Nemátodos en el Perú (Referencial).

| Especie de Nemátodo | Nivel mínimo Dañino (nemátodos /100 cc de suelo) |
|----------------------------------|---|
| <i>Meloidogyne incognita</i> | 25 |
| <i>Tylenchulus semipenetrans</i> | 500 - 1000 |
| <i>Globodera pallida</i> | 2000 |
| <i>Rotylenchulus reniformis</i> | 100 - 200 |
| <i>Pratylenchus</i> sp | 100 |
| <i>Radopholus similis</i> | 100 |
| <i>Ditylenchus dipsaci</i> | 1 a 3 |
| <i>Helicotylenchus</i> sp | 200 - 400 |

Fuente: SENASA, (2002).

Arauz (2000), menciona que es de especial interés fitopatológico las interacciones de los nemátodos con otros fitopatógenos. Una de las interacciones mas estudiadas es el papel de algunos nemátodos Dorilaimidos como vectores de virus de plantas. Se ha observado la trasmisión de virus en *Longidorus*, *Xiphinema*, *Trichodorus* y *Paratrichodorus*. Los virus no se multiplican en el nemátodo pero son retenidos en su cuerpo por periodos prolongados.

3.2.9. Técnicas de muestreo para nemátodos fitoparásitos.

Aunque los géneros tienen características morfológicas que los distinguen, todas las especies patógenas poseen una estructura del aparato bucal, conocida como estilete, que permite al nemátodo penetrar las plantas para obtener los nutrientes que requiere. El estilete está ausente en los nematodos saprófitos. Una característica importante que distingue a los nematodos fitoparásitos, es la presencia del estilete (**Gilchrist, 2005**).

Gilchrist (2005), hace mención sobre las rutas que se debe tomara para realizar muestreos en nemátodos (Figura 2).

Grafico N° 2: Esquemas de muestreo del suelo que permiten diagnosticar la presencia de nemátodos.

3.2.10. Métodos para extraer nemátodos de muestras de suelo y de tejido vegetal.

Gilchrist (2005), menciona que en el caso de *Heterodera* o *Meloidogyne*, pueden observarse directamente hembras enquistadas en las raíces o en agallas; en los géneros restantes, los nemátodos deben ser extraídos del suelo o de las raíces. La técnica más conocida y sencilla para extraer nemátodos del suelo es con un embudo de Baermann., iniciándose con la suspensión de la muestra de suelo en agua y pasarla a través de mallas y luego los nemátodos y los residuos que se tiene deben ser colocados en un embudo de Baermann o extraerse utilizando la técnica de flotación de azúcar.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del trabajo de investigación

La colección de las muestras de suelo y raíces se realizó en las cuatro (4) zonas de la región San Martín, Alto Mayo, Bajo Mayo, Bajo Huallaga y Huallaga Central, cada uno está representado por sectores productivos del cultivo de sacha inchi. Los estudios biológicos de análisis de suelo, raíces, físicos del suelo y la identificación de géneros encontrados, se realizó en el Laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT).

4.1.1. Periodo de duración del trabajo de investigación.

El trabajo tuvo una duración de 5 meses iniciándose en el mes de abril del 2008, con el reconocimiento e identificación de las áreas donde se desarrollara la colección de las muestras de suelos y raíces, culminándose definitivamente en el mes Agosto, con el procesamiento de los datos y redacción del informe final.

4.1.2. Ubicación Geográfica y Política

A continuación se detalla la ubicación geográfica y política de las zonas en donde se realizaron las extracciones de las muestras de suelo y raíces:

Cuadro N°6: Ubicación geográfica y política de las zonas estudiadas.

| Zonas | Variables | Rangos |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| Alto Mayo | | |
| Provincia: Rioja | Altitud (msnm) | 930 - 933 |
| Distrito: Pardo Miguel (Naranjos) | Latitud Sur | 05°19'45" |
| | Longitud Oeste | 77°18'30" |
| | Temperatura (C°) | 24°C |
| | Humedad Relativa (%) | 80% - 90% |
| | Precipitación Anual (mm) | 4200 -1800mm/año |
| Bajo Mayo | | |
| Provincia: San Martin | Altitud (msnm) | 283 |
| Distrito: Band. Shilcayo | Latitud Sur | 06°32'55" |
| | Longitud Oeste | 76°21'45" |
| | Temperatura (C°) | 28°C |
| | Humedad Relativa (%) | 78.5% |
| | Precipitación Anual (mm) | 1157 mm/año |
| Provincia: Lamas | Altitud (msnm) | 389 - 430 |
| Distrito: Pinto Recodo | Latitud Sur | 06°23'40" |
| | Longitud Oeste | 76°37'00" |
| | Temperatura (C°) | 27.5°C |
| | Humedad Relativa (%) | 83% |
| | Precipitación Anual (mm) | 2200 mm/año |
| Bajo Huallaga | | |
| Provincia: San Martin | Altitud (msnm) | 466 |
| Distrito: Chazuta | Latitud Sur | 06°36'15" |
| | Longitud Oeste | 76°10'30" |
| | Temperatura (C°) | 26,2°C |
| | Humedad Relativa (%) | 78.5% |
| | Precipitación Anual (mm) | 2000 mm/año |
| Huallaga Central | | |
| Provincia: Picota | Altitud (msnm) | 268 |
| Distrito: Tingo de Ponasa | Latitud Sur | 06°5'25" |
| | Longitud Oeste | 76°17'40" |
| | Temperatura (C°) | 27 °C |
| | Humedad Relativa (%) | 77% |
| | Precipitación Anual (mm) | 937 mm/año |

Fuente: Plan Anual del GORESAN, 2007.

4.1.3. Diseño de Investigación.

La investigación fue básica mediante la aplicación de la estadística descriptiva, para la realización del diagnóstico poblacional de acuerdo a las características externas que presentan los nemátodos utilizando claves taxonómicas de Luc et al. (1990), Thorne (1961), Taylor (1968), Roman (1978) y Castaño-Zapata y Salazar (1998).

4.1.4. Identificación de las zonas a muestreadas.

Se seleccionaron y ubicaron parcelas de sachas inchi en producción de campo de agricultores – productores (ver Cuadro N°7), que manifestaron problemas por nemátodos.

Para la extracción de las muestras representativas de una determinada extensión, se procedió al reconocimiento de toda el área a muestrear.

Para áreas con relieves geográficos variados (Pendientes y planuras) y mayores a una hectárea es necesario parcelar el área total en áreas homogéneas de acuerdo a la superficie que presenta, y en ella se realiza el muestreo a fin de obtener muestras homogéneas y representativas que permite un mejor análisis confiable.

Cuadro Nº 7: Registro de Agricultores propietarios de las áreas muestreadas que representan las zonas estudiadas

| Alto Mayo | | | |
|---------------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| Nombre | Sector | Hectáreas | Edad de Planta |
| PEAM | Yarinal | 0,5 | 4 años |
| Lelis Goñez Lozada | Papayal | 1,25 | 4 años |
| Bajo Mayo | | | |
| Nombre | Sector | Hectáreas | Edad de Planta |
| Quiefer Pinedo Panduro | Maray | 0,75 | 4 años |
| Hander Angulo Saavedra | La Loma | 2,5 | 4 años |
| Agroindustrias Amazónicas | Victoria | 3 | 3 años |
| Bajo Huallaga | | | |
| Nombre | Sector | Hectáreas | Edad de Planta |
| Javier Insapillo Tananta | Buenos Aires | 0,5 | 7 meses |
| Huallaga Central | | | |
| Nombre | Sector | Hectáreas | Edad de Planta |
| Abigael García | Campo serio | 0,5 | 11 meses |

4.1.5. Técnicas de muestreo de suelo para análisis nematológico.

El muestreo de cada área seleccionada fueron tomadas de puntos estratégicos elegidos al azar con la ayuda de una palana de corte, de la cual se extrajo una sub muestra representativa de la parte céntrica de la palana por cada punto muestreado. La ruta de muestreo fue tomada de Gilchrist, 2005 (zig zag). Para el muestreo del suelo problema, se tomaron 25 sub muestras y de ellas previa homogenización se tomó una muestra representativa de 1.00 Kg/ ha, tomado a una profundidad de 0 a 30 cm respectivamente, la muestra fue colocada en una bolsa de polietileno previamente etiquetada para su posterior traslado al

laboratorio.

4.1.6. Técnicas de muestreo de raíces para análisis nematológico.

Para el muestreo de raíces y obtener una muestra representativa de raíces de sachá inchi infestadas con nemátodos y ser enviadas al laboratorio, se tuvo en cuenta el distanciamiento de la base del tallo y los puntos de extracción de raíces de cada planta tomadas al azar. La ruta de muestreo fue tomada de Gilchrist, 2005 (zig zag).

Para el efecto de la presente investigación se tomaron 20 plantas al azar de las cuales se ubicaron 4 puntos alrededor a una distancia de 10 a 30 cm de la base de la planta de donde se extrajeron raíces como sub muestra, conociendo que en esa parte se encuentra el colchón radicular o la mayor disponibilidad de raíces. Las sub muestras de raíces extraídas de todo el área problema se homogenizaron y se tomó una muestra representativa de 0.5Kg/ha., la muestra fue colocada en una bolsa de polietileno previamente etiquetada para su posterior traslado al laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), para su respectivo análisis.

4.1.7. Análisis físico, químico y nematológico del suelo.

a. Físico químico: Fue realizado en el laboratorio de análisis de suelo, aguas, y alimentos del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). Donde se analizaron la textura y estructura del suelo (Método de bouyucos), pH (Medido por un Potenciómetro), y C.E (Medido por un conductímetro).

b. Análisis Nematológico: Fue realizado en el laboratorio de Fitopatología del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), la misma que se realizó con el adiestramiento en todo el proceso de desarrollo de la parte mecánica y técnica científica del interesado (tesista), con el soporte técnico de los especialistas en el tema.

c. Análisis del porcentaje de humedad: El análisis del porcentaje de humedad se realizó en el laboratorio del Instituto de cultivos tropicales (ICT). Para ello se empleó la técnica del secado a peso constante a una temperatura de 105 °C.

Procedimiento.

Se pesó 100 gr de suelo de las diferentes muestras y se colocó cada uno de ellas en un beaker, luego se procedió a colocar en la estufa encendida a 105 °C, después de 24 horas se procedió a efectuar la primera pesada, obteniendo un valor determinado, después se volvió a colocar los mismos beakers con las muestras contenidas en ellas en la estufa por espacio de 24 horas más, después de 24 horas transcurridas se efectuó la segunda pesada de los beakers, obteniendo otro valor como resultado, se volvió a colocar los beakers por espacio de 24 horas más en la estufa, transcurridos las 24 horas se efectuó la tercera pesada de los beakers que contenían las muestras y se obtuvo el mismo peso que se obtuvo en la segunda pesada, determinando así el peso constante y representativo.

4.1.8. Método de extracción de nemátodos del suelo: Se empleó:

Tamizado y Decantación de Cobb (1918) modificado:

- **Procedimiento.**

- La muestra representativa se vació en una bandeja plástica transparente con la finalidad de homogenizar todo el contenido de dicha muestra, de ella se extrajo 100 cc en un beaker.

- Los 100 cc de suelo se vació en un balde transparente de 4 litros de capacidad, que denominamos recipiente (1), se añadió agua de caño (2 litros aproximadamente). Se procede a agitar bien utilizando una espátula en un mismo sentido a fin de desintegrar las partículas grandes de suelo y para separar los nemátodos de las partículas del suelo, luego se dejó reposar la suspensión por 5 segundos para que las partículas más grandes de suelo sedimenten.
- Luego se pasó íntegramente toda la suspensión a través de un tamiz de 500 μm o 34 mesh sobre el otro balde, que se denominó recipiente (2). Se descartó el suelo que quedó en el recipiente 1 y el material grueso que había quedado en el tamiz de 500 μm , porque todos los nemátodos activos han pasado a través del tamiz y se encuentran en el recipiente (2). Algunos nemátodos muy largos como algunos **Longidoridae** no pasan rápidamente y es conveniente agitar suavemente dentro del agua los restos que quedaron en el tamiz. Se lava el tamiz.
- Luego se agitó la suspensión que contiene el recipiente (2) y se pasa lentamente por el tamiz de 350 μm o 45 mesh sobre el recipiente (1) previamente lavado. Al suelo que ha quedado en el recipiente (2), se agrega un poco más de agua, se agita y se pasa esta suspensión lentamente por el tamiz de 350 μm sobre el mismo recipiente (2), esta operación se repite una tercera vez. Descarte el

suelo que quedó en el recipiente o balde (2) y deje limpio el recipiente.

- Lo que queda en el tamiz de 350 μm son los nemátodos activos muy grandes como **Xiphinema**. Para extraerlos se enjuaga el tamiz con una pizeta y luego se recoge la suspensión en un beaker que le llamaremos (1). Esta operación se realiza cada vez que se pasa la suspensión del recipiente (2) a través del tamiz de 350 μm . Deje limpio el tamiz de 350 μm .
- Se agitó la suspensión que se colectó en el recipiente (1) y se paso lentamente a través de un tamiz de 175 μm u 80 mesh sobre el recipiente (2).
- Los nemátodos que quedan en el tamiz de 175 μm al ser pasado por ello, se colecta en un beaker al que llamaremos (2), y luego se unió el contenido de los beakeres (1 y 2) y se aumento con agua hasta los 50 ml, se homogenizó el contenido de la unión de los beakers (1 y 2) y se extrajo una alícuota de 3 cc de este contenido para ser vaciado en una placa petri y luego se procedió a su respectiva cuantificación e identificación en un microscopio con la ayuda de la clave taxonómica.

*Mesh: Medida que indica el número de hilos que cruzan 1 pulgada cuadrada de tamiz. Cuanto mayor sea su valor más tupido es el tamiz.

4.1.9. Análisis de muestras de raíces.

a. Extracción de nemátodos de la Raíz.- Para el desarrollo de la extracción de nemátodos de las raíces se empleó el siguiente método.

Método del hipoclorito de sodio al 1%

Procedimiento.

- Las muestras de raíces se lavaron en agua limpia y fresca en forma independiente cada uno de ellas con la finalidad de desprender todas las partículas de suelo adheridas a la raíz y dejarla limpia.

- Las mismas muestras se extendieron en una lámina de papel secante al aire libre para dejar escurrir toda el agua que se encuentra adherida a la parte superficial de la raíz.

- Después del secado de las raíces se procedió a picar las raíces en trozos pequeños en forma general con la ayuda de una tijera podadora s cada uno en forma independiente, luego se procedió a pesar una muestra de 20 gr por cada muestra representativa.

- Los 20 gramos de muestra picada se colocó en un mortero, se agregó en el mortero unos 5 ml de agua y se procedió a tritararlo

hasta que los trozos de raíces se homogenicen en partículas más pequeñas y presente una apariencia acuosa.

- El contenido del mortero se vació en una botella graduada, se agregó hipoclorito de sodio al 1% el doble del volumen obtenido del mortero, luego se selló herméticamente con la tapa de la misma botella para evitar la fuga del contenido y con ello los nemátodos existentes en la muestra.

- La botella con el contenido y sellada herméticamente se procedió a agitarlo manualmente por espacio de 90 segundos. Cumplidos los 90 segundos se procedió a vaciar el contenido de la botella sobre la batería de tamices de 500 y 38 μm puestos el primero sobre el segundo y se enjuaga con abundante agua corriente.

- Con ayuda de la piceta se colectó lo que quedó en el tamiz de 38 μm y se procedió a juntarlo en un beaker aumentando su volumen con agua destilada hasta los 50 cc.

- Luego se procedió a homogenizar el contenido del beaker con la ayuda de una pipeta graduada, para obtener una alícuota representativa de 3 cc, la cual se vació en una placa petri para su respectivo conteo e identificación con la ayuda de un microscopio electrónico, un contómetro y la clave de identificación taxonómica por cada muestra se hacen 3 repeticiones de lectura en el microscopio.

4.1.10. Metodología de la identificación de los nemátodos.

La identificación de los nemátodos se realizó de acuerdo a sus características morfológicas de los nemátodos, haciendo uso de las claves taxonómicas, para dar cumplimiento a los parámetros evaluados.

4.1.11. Parámetros a evaluar.

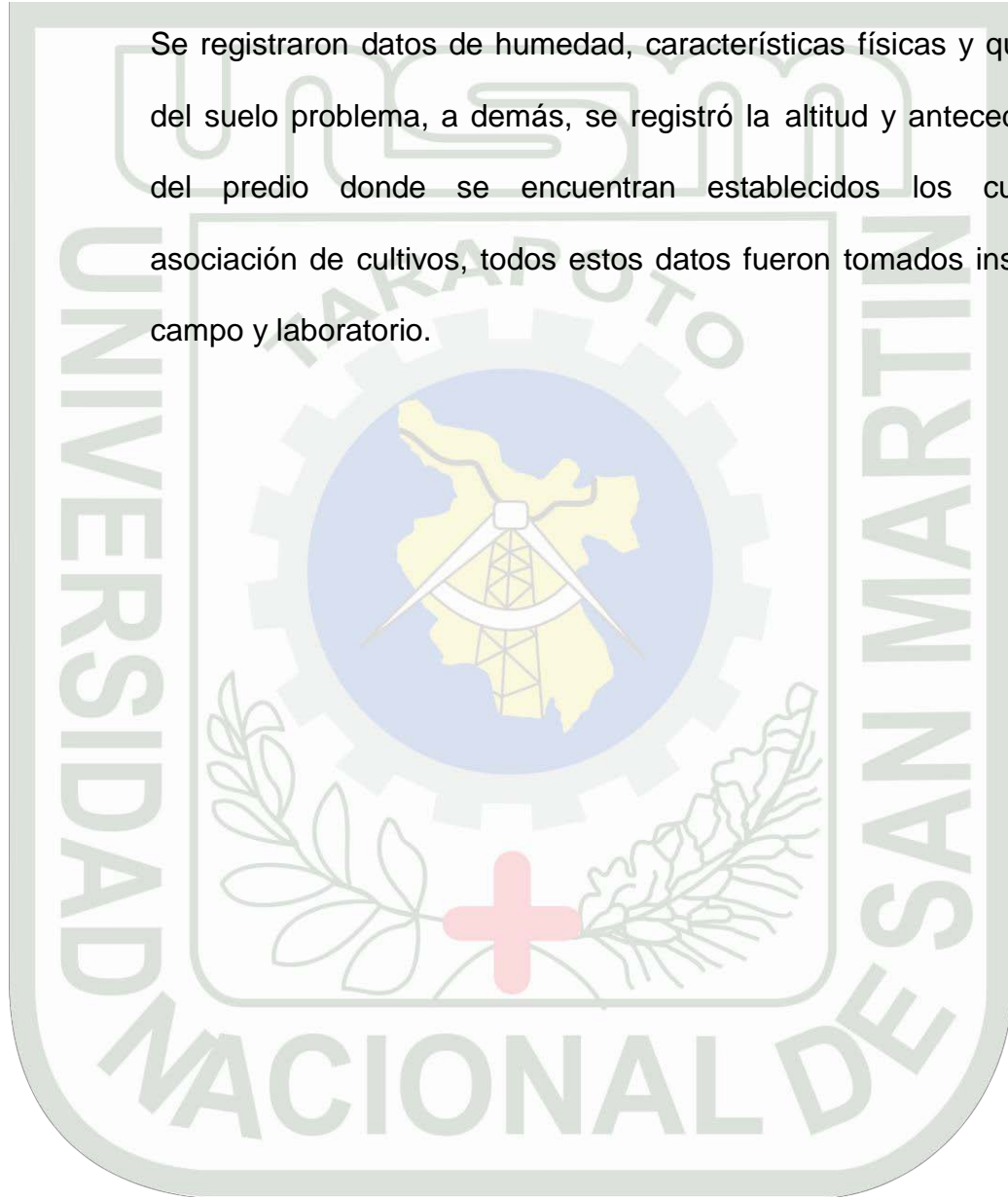
a. Identificación e incidencia de nematodos fitoparásitos en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

- **Identificación de los nemátodos existentes en el suelo y raíces de la planta.**

Dicho trabajo se realizó en el laboratorio del Instituto de cultivos tropicales (ICT) con el uso de las claves taxonómicas antes referidas y el apoyo de microscópicos electrónicos y el soporte técnico constante de los especialistas en el tema.

b. Identificación de los factores que favorecen la presencia de los nemátodos en los campos de cultivo de Sacha Inchi.

Se registraron datos de humedad, características físicas y químico del suelo problema, a demás, se registró la altitud y antecedentes del predio donde se encuentran establecidos los cultivos, asociación de cultivos, todos estos datos fueron tomados insitu en campo y laboratorio.



V. RESULTADOS.

5.1. Identificación e incidencia de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

a. Identificación de los nemátodos existentes en el suelo.

- Zona del Alto Mayo.

Cuadro Nº 8: Población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo en la zona del Alto Mayo.

| Zona | Procedencia | Fundo | Nemátodos | Indv./100 cc de suelo |
|-------------------------|----------------------|---------|----------------------------|-----------------------|
| Alto Mayo | Naranjos | Yarinal | Dorylaimidos*** | 77,8 |
| | | | <i>Helicotylenchus</i> sp* | 42,2 |
| | | | <i>Longidorus</i> sp** | 46,7 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 80 |
| | | | Rhabditidos*** | 24,4 |
| | | | <i>Rotylenchulus</i> sp* | 11,1 |
| | | | <i>Trichodorus</i> sp** | 28,9 |
| | <i>Tylenchus</i> sp* | 8,9 | | |
| | Naranjos | Papayal | <i>Aphelenchus</i> sp* | 11,1 |
| | | | Dorylaimidos*** | 15,6 |
| | | | <i>Helicotylenchus</i> sp* | 24,4 |
| | | | <i>Longidorus</i> sp** | 15,6 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 11,1 |
| | | | <i>Paratylenchus</i> sp* | 2,2 |
| <i>Trichodorus</i> sp** | | | 20 | |
| <i>Tylenchus</i> sp* | 17,8 | | | |

* Nemátodos Fitoparásitos.

** Nemátodos Transmisores de virus.

*** Nemátodos de Vida Libre.

- **Zona del Bajo Mayo.**

Cuadro Nº 9: Población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo en la zona del Bajo Mayo.

| Zona | Procedencia | Fundo | Nemátodos | Indv./100 cc de suelo |
|-----------|------------------|----------|----------------------------|-----------------------|
| Bajo Mayo | Pinto recodo | La Loma | <i>Aphelenchus</i> sp* | 3,3 |
| | | | Dorylaimidos*** | 30 |
| | | | <i>Helicotylenchus</i> sp* | 23,3 |
| | | | <i>Longidorus</i> sp** | 26,7 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 150 |
| | | | Rhabditidos*** | 16,7 |
| | | | <i>Trichodorus</i> sp** | 23,3 |
| | | | <i>Tylenchus</i> sp* | 6,7 |
| | Pinto recodo | Marai | Dorylaimidos*** | 40 |
| | | | <i>Helicotylenchus</i> sp* | 60 |
| | | | <i>Longidorus</i> sp** | 46,7 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 16,7 |
| | | | Mononchus*** | 20 |
| | | | Rhabditidos*** | 30 |
| | Bda. De Shilcayo | Victoria | <i>Trichodorus</i> sp** | 16,7 |
| | | | <i>Aphelenchus</i> sp* | 23,3 |
| | | | Dorylaimidos*** | 60 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 350 |
| | | | <i>Pratylenchus</i> sp* | 16,7 |
| | | | Rhabditidos*** | 126,7 |
| | | | <i>Rotylenchulus</i> sp* | 3,3 |
| | | | <i>Trichodorus</i> sp** | 10 |
| | | | <i>Tylenchus</i> sp* | 13,3 |
| | | | <i>Xiphinema</i> sp** | 43,3 |

* Nemátodos Fitoparásitos.

** Nemátodos Transmisores de virus.

*** Nemátodos de Vida Libre.

- **Zona del Bajo Huallaga.**

Cuadro N° 10: Población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo en la zona del Bajo Huallaga.

| Zona | Procedencia | Fundo | Nemátodos | Indv./100 cc de suelo |
|---------------|-------------|--------------|-------------------------|-----------------------|
| Bajo Huallaga | Chazuta | Buenos Aires | Dorylaimidos*** | 23,3 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 3,3 |
| | | | Rhabditidos*** | 20 |
| | | | <i>Trichodorus</i> sp** | 13,3 |
| | | | <i>Tylenchus</i> sp* | 16,7 |

* Nemátodos Fitoparásitos.

** Nemátodos Transmisores de virus.

*** Nemátodos de Vida Libre.

- **Zona del Huallaga Central.**

Cuadro N° 11: Población de nemátodos existentes en 100 cc de suelo en la zona del Huallaga Central.

| Zona | Procedencia | Fundo | Nemátodos | Indv./100 cc de suelo |
|------------------|-------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| Huallaga Central | Picota | Campo Serio | <i>Aphelenchus</i> sp* | 6,7 |
| | | | Dorylaimidos*** | 17,8 |
| | | | <i>Longidorus</i> sp** | 4,4 |
| | | | <i>Meloidogyne</i> sp* | 40 |
| | | | Mononchus*** | 8,9 |
| | | | <i>Rotylenchulus</i> sp* | 4,4 |
| | | | <i>Xiphinema</i> sp** | 8,9 |

* Nemátodos Fitoparásitos.

** Nemátodos Transmisores de virus.

*** Nemátodos de Vida Libre.

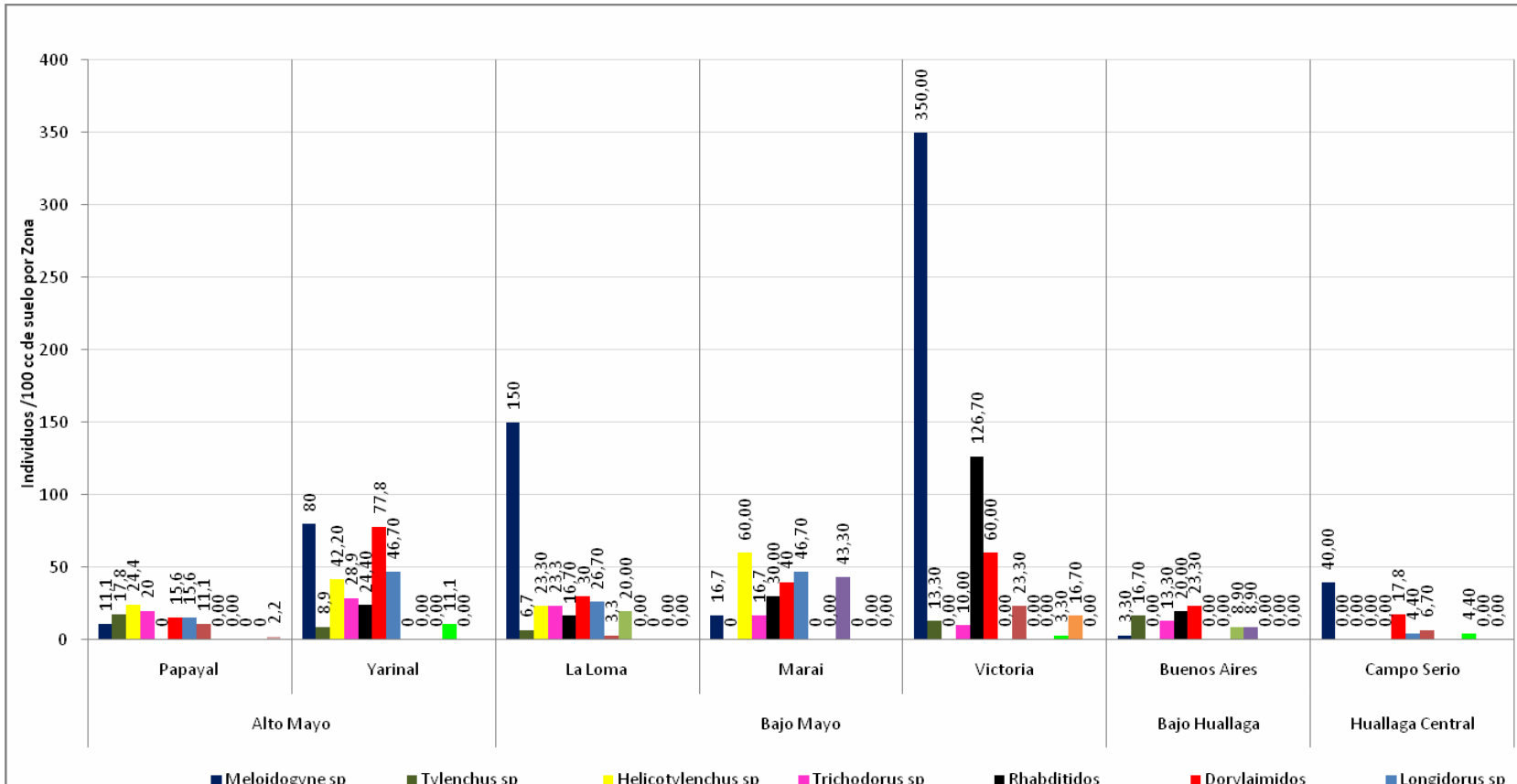


Gráfico N° 3: Dinámica poblacional de nemátodos en las cuatro zonas de la región San Martín.

ZONAS MUESTREADAS

Región de la cabeza y cola de Algunos nemátodos encontrados en los diferentes suelos estudiados.

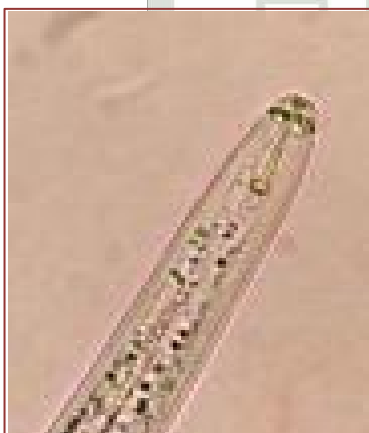


Figura N° 02: Cabeza del nemátodo *Pratylenchus* Sp.

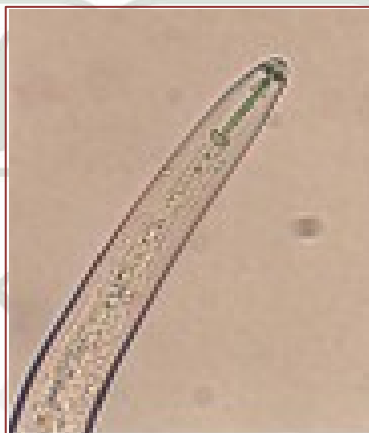


Figura N° 03: Cabeza del nemátodo *Helycotilenchus* Sp.



Figura N° 04: Cabeza del nemátodo *Meloidogyne* Sp.



Figura N° 05: Cola del nemátodo *Pratylenchus* Sp.



Figura N° 06: Cola del nemátodo *Helycotilenchus* Sp.

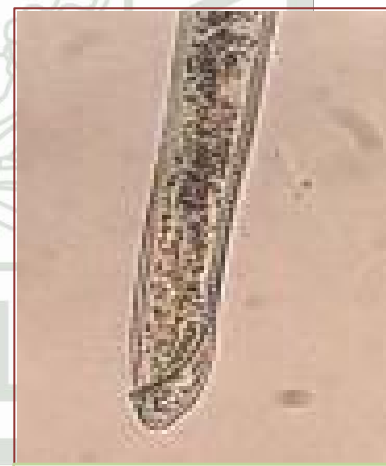


Figura N° 07: Cola del nemátodo *Meloidogyne* Sp.

b. Identificación de nemátodos existentes en la raíz de la planta.

De acuerdo a los resultados de los análisis de raíces se determinó que el nemátodo existente en la raíces de las plantaciones de Sacha Inchi muestreadas es el nemátodo fitoparásitos del Genero *Meloidogyne* sp, tal como se observa en los siguientes cuadros por zonas.

- **Zona del Alto Mayo.**

Cuadro N° 12: Número de individuos de *Meloidogyne* sp encontrados en 20 g de raíces de sachá inchi procedentes de la zona del Alto Mayo

| Muestra de Nemátodos en raíces | | | | | Total de Indv. |
|--------------------------------|---------|-------------|---------------------|--------|----------------|
| Clave. | Fundo | Procedencia | Indv./20 g de raíz | | |
| | | | Juveniles y Adultos | Huevos | |
| M6 | Yarinal | Naranjos | 4533,33 | 2133,3 | 6666,6 |
| M7 | Papayal | Naranjos | 1550,0 | 1100,0 | 2650,0 |

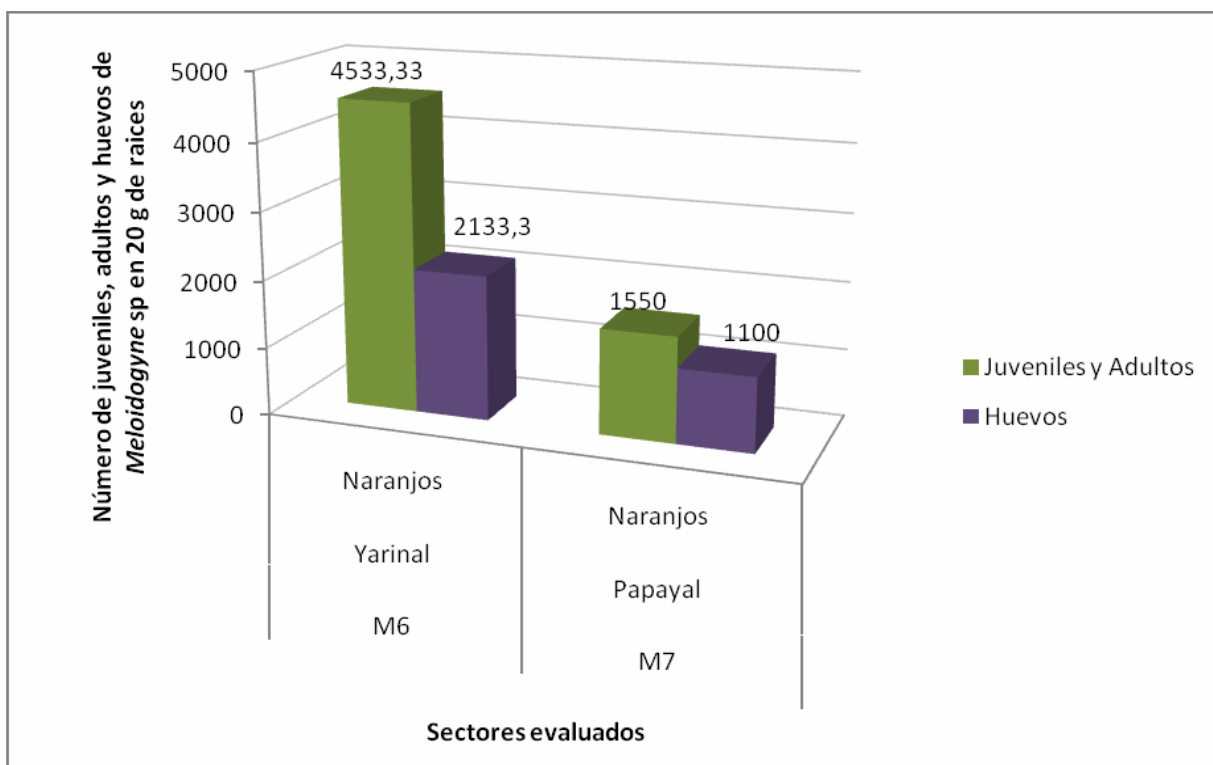


Gráfico N° 4: Población de *Meloidogyne* sp en raíces de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) procedente de la zona del Alto Mayo

- **Zona del Bajo Mayo.**

Cuadro N° 13: Número de individuos de *Meloidogyne* sp encontrados en 20 g de raíces de sachá inchi procedentes de la zona del Bajo Mayo

| Muestra de Nemátodos en raíces | | | | | Total de Indv. |
|--------------------------------|----------|------------------|---------------------|--------|----------------|
| Clave. | Fundo | Procedencia | Indv./20 g de raíz | | |
| | | | Juveniles y Adultos | Huevos | |
| M1 | La Loma | Pinto recodo | 7549,7 | 2349,9 | 9899,6 |
| M2 | Marai | Pinto recodo | 350,0 | 83,3 | 433,3 |
| M3 | Victoria | Bda. De Shilcayo | 5986,5 | 4039,9 | 10026,4 |

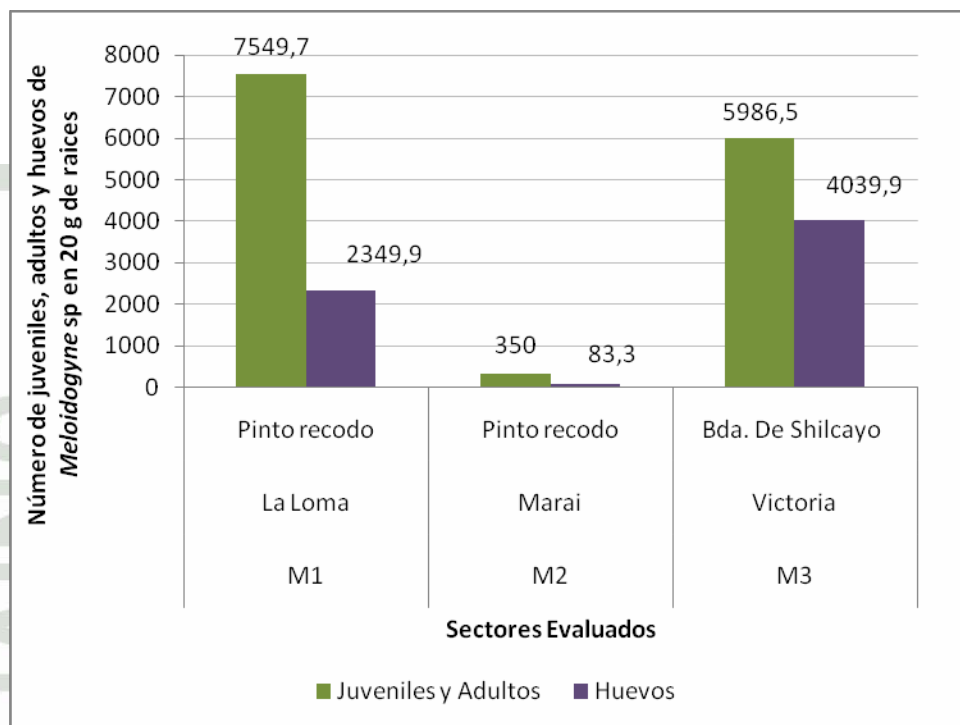


Gráfico N° 5: Población de *Meloidogyne* sp en raíces de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) procedente de la zona del Bajo Mayo.

- **Zona del Bajo Huallaga.**

Cuadro N° 14: Número de individuos de *Meloidogyne* sp encontrados en 20 g de raíces de sacha inchi procedentes de la zona del Bajo Huallaga.

| Muestra de Nemátodos en raíces | | | | | Total de Indv. |
|--------------------------------|--------------|-------------|---------------------|--------|----------------|
| Clave. | Fundo | Procedencia | Indv./20 g de raíz | | |
| | | | Juveniles y Adultos | Huevos | |
| M4 | Buenos Aires | Chazuta | 50,0 | 0,0 | 50,0 |

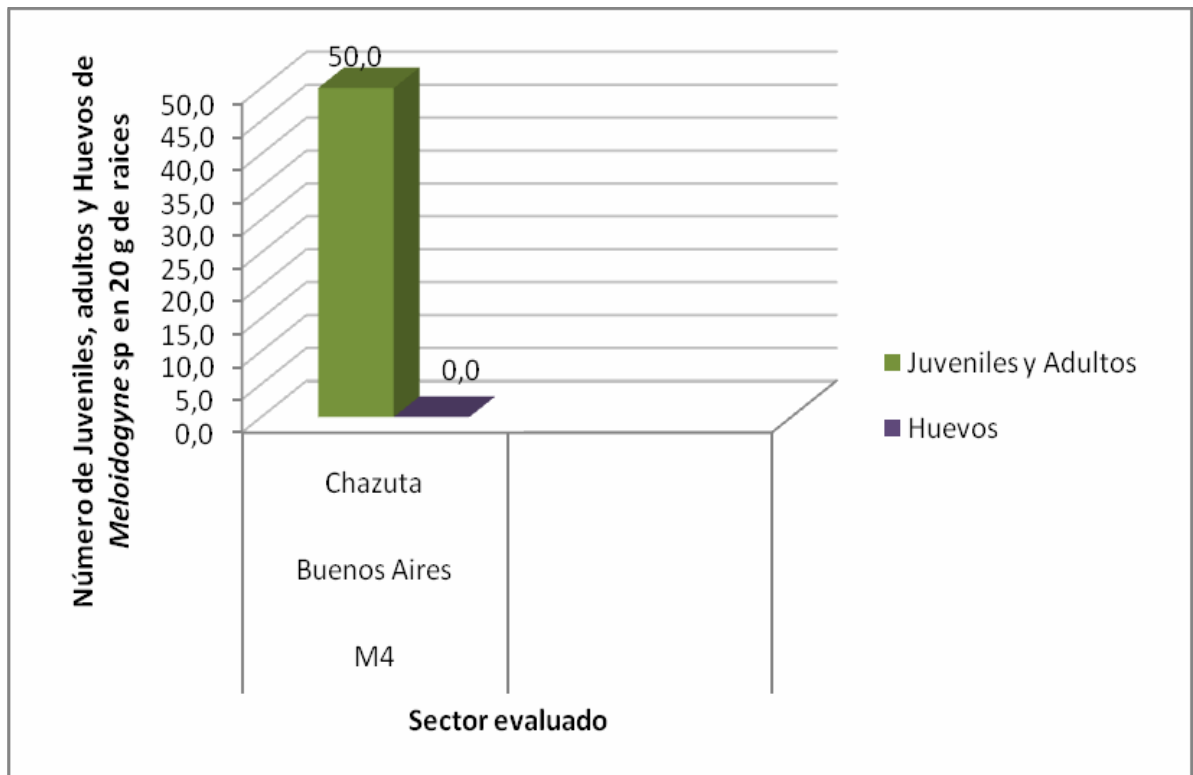


Grafico Nº 6: Población de *Meloidogyne* sp en raíces de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) procedente de la zona del Bajo Huallaga

- **Zona del Huallaga Central.**

Cuadro Nº 15: Número de individuos de *Meloidogyne* sp encontrados en 20 g de raíces de sacha inchi procedentes de la zona del Huallaga Central

| Muestra de Nemátodos en raíces | | | | | Total de Indv. |
|--------------------------------|-------------|-------------|---------------------|--------|----------------|
| Clave. | Fundo | Procedencia | Indv./20 g de raíz | | |
| | | | Juveniles y Adultos | Huevos | |
| M5 | Campo Serio | Picota | 3133,3 | 1666,7 | 4800,0 |

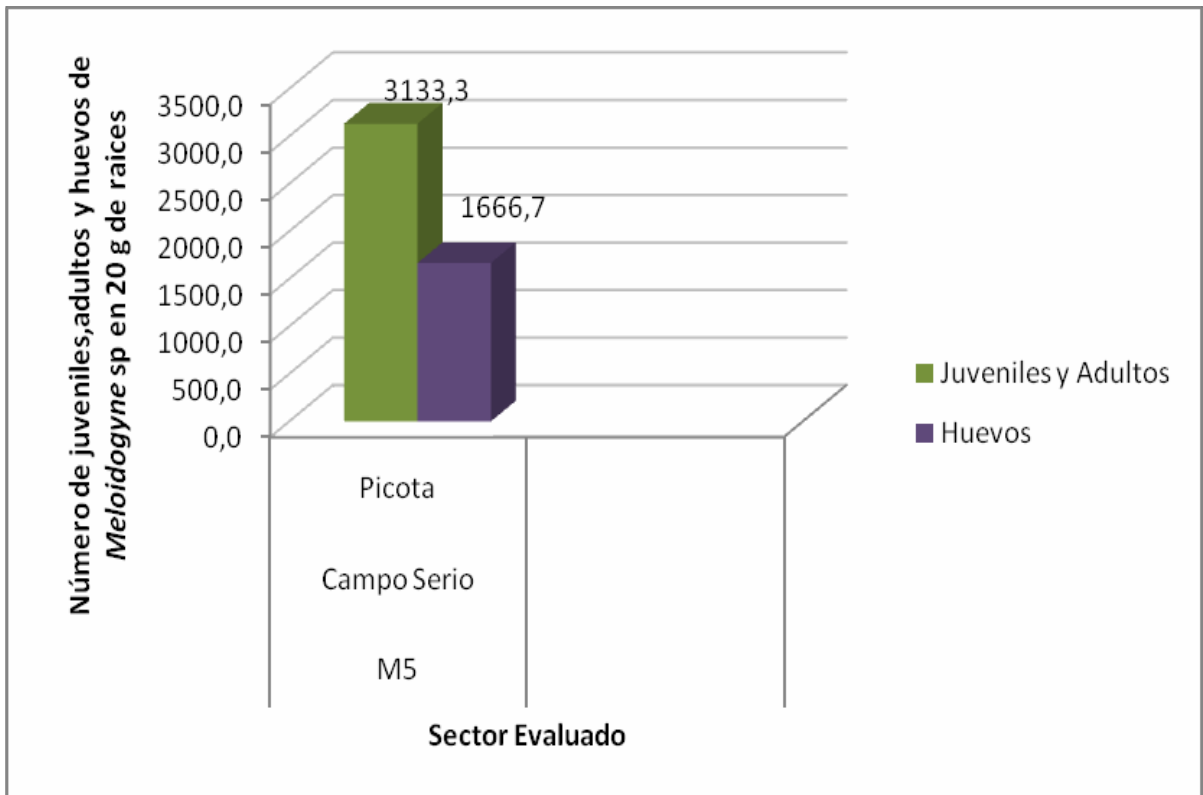


Gráfico N° 7: Población de *Meloidogyne* sp en raíces de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) procedente de la zona del Huallaga Central.

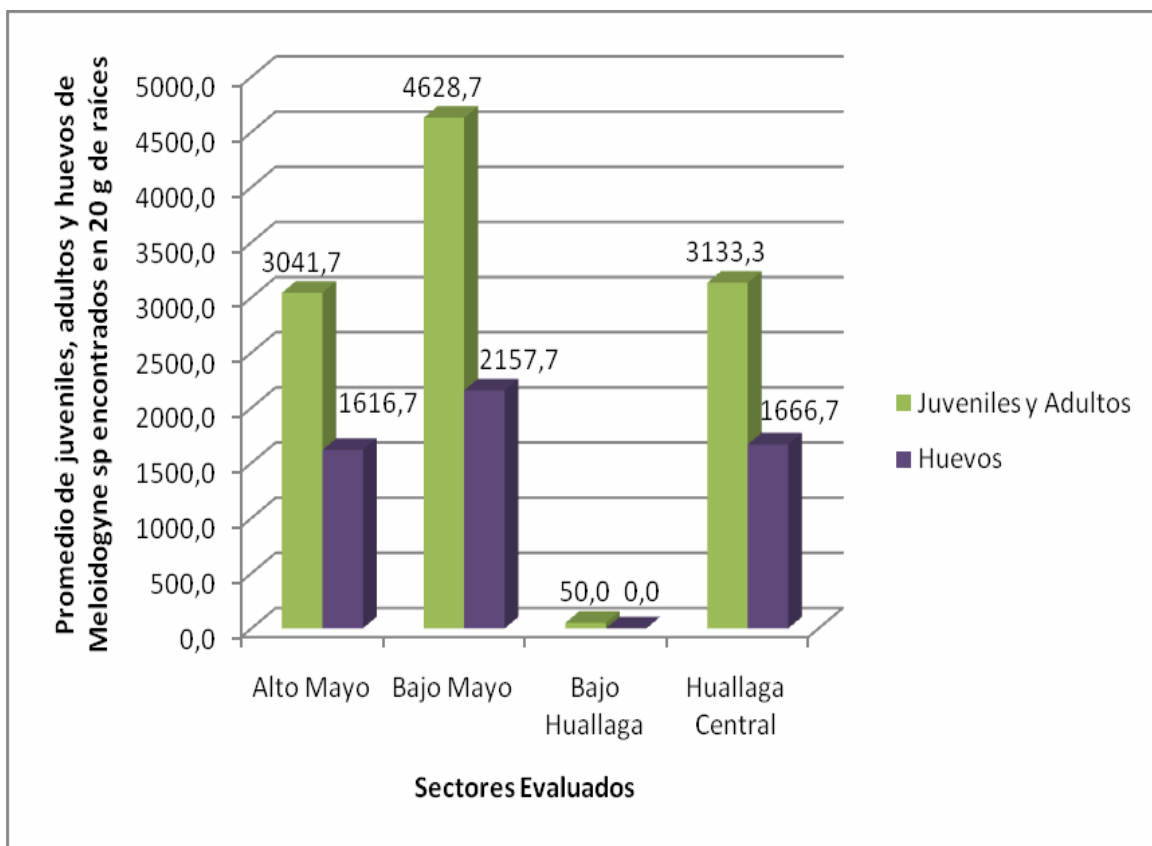


Grafico Nº 8: Promedio de las poblaciones de *Meloidogyne* sp encontrados en raíces de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) procedentes de las cuatro zonas de la región San Martín.

5.2. Identificación de los factores que favorecen la presencia de los nemátodos en los campos de cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

a. Altitud de los sectores muestreados (msnm).

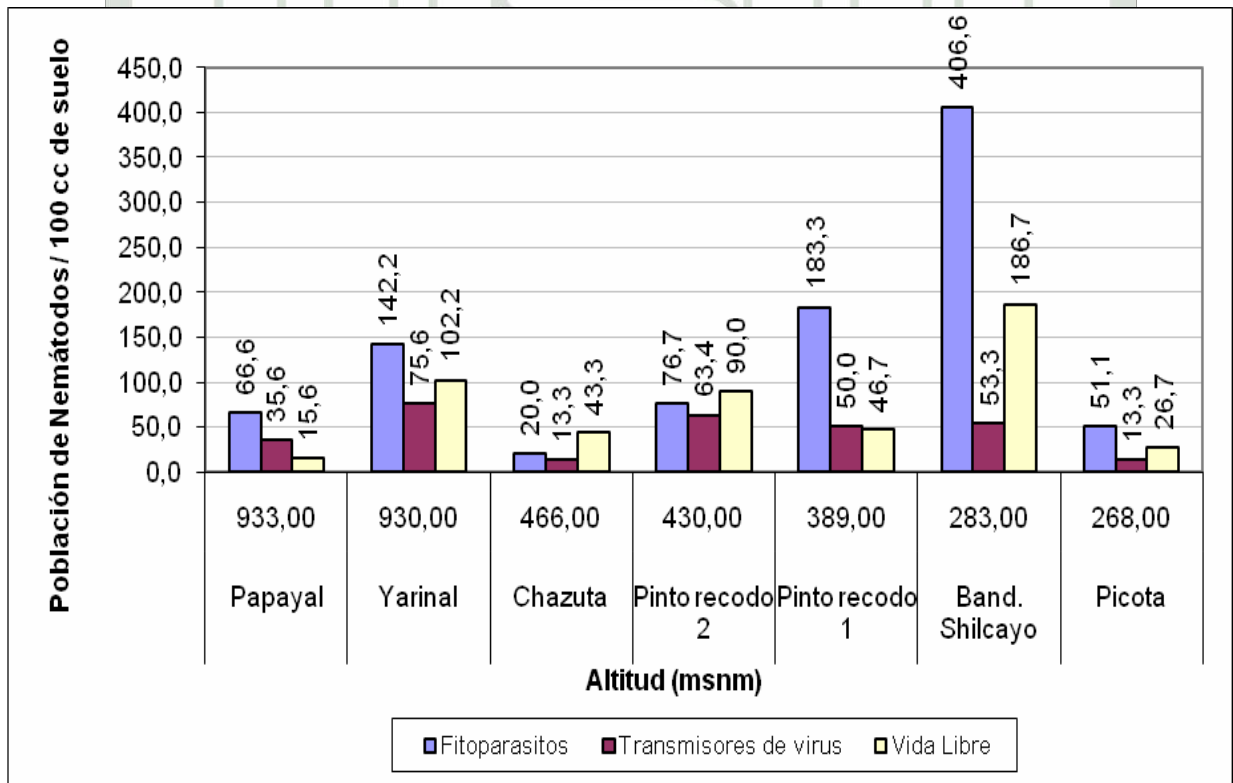


Gráfico N° 9: Población de Nemátodos respecto a las Altitudes de los sectores muestreados.

b. Textura del suelo.

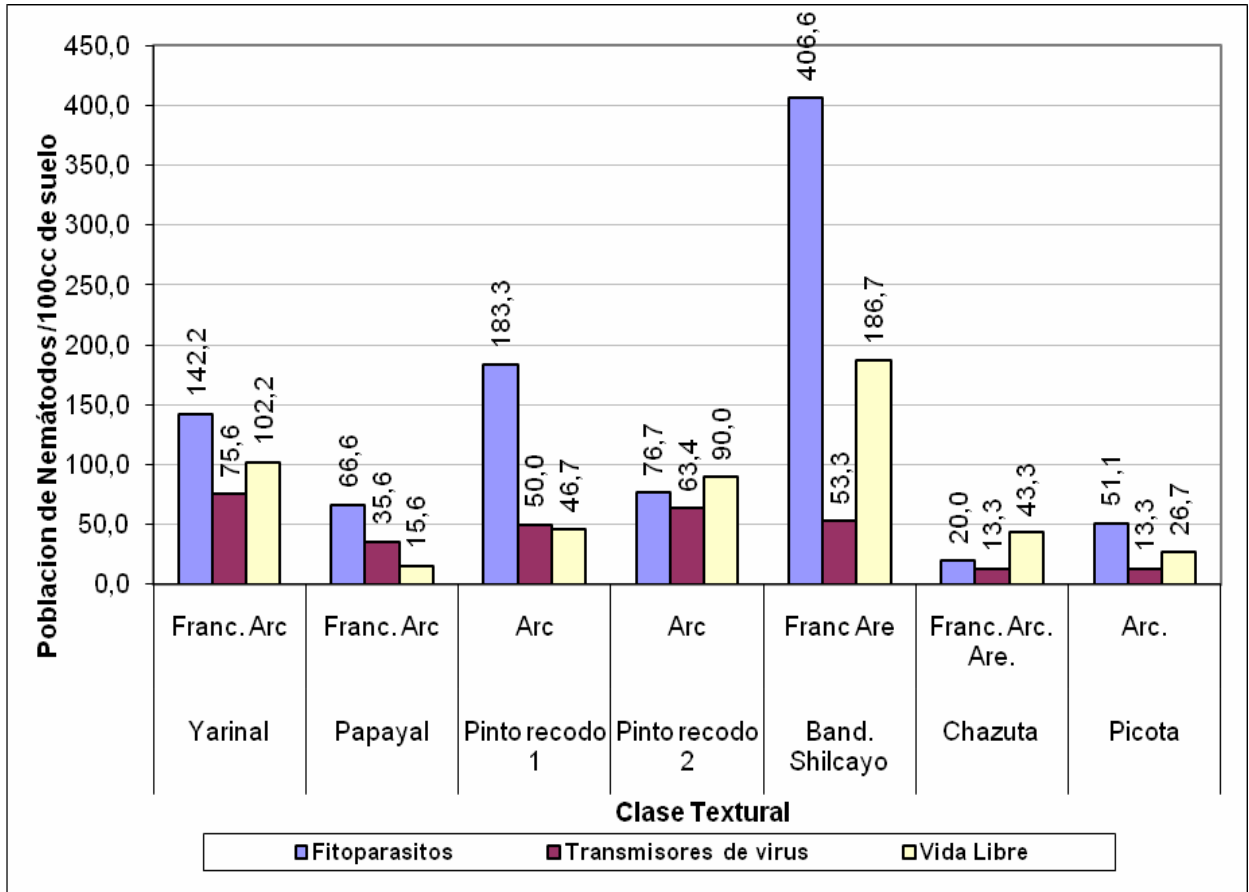


Gráfico Nº 10: Población de nemátodos por Clase textural de los sectores muestreados.

c. Humedad del suelo.

Cuadro N° 16: Porcentaje de Humedad en el suelo de los sectores muestreados.

| Muestra de suelo | | % |
|------------------|-------------------|---------|
| Clave. | Campo | Humedad |
| Bajo Mayo | La Loma (M1) | 25 |
| | Marai (M2) | 25.3 |
| | Victoria (M3) | 8.3 |
| Bajo Huallaga | Buenos Aires (M4) | 14.5 |
| Huallaga Central | Campo Serio (M5) | 20.82 |
| Alto Mayo | Yarinal (M6) | 25.62 |
| | Papayal (M7) | 24.62 |

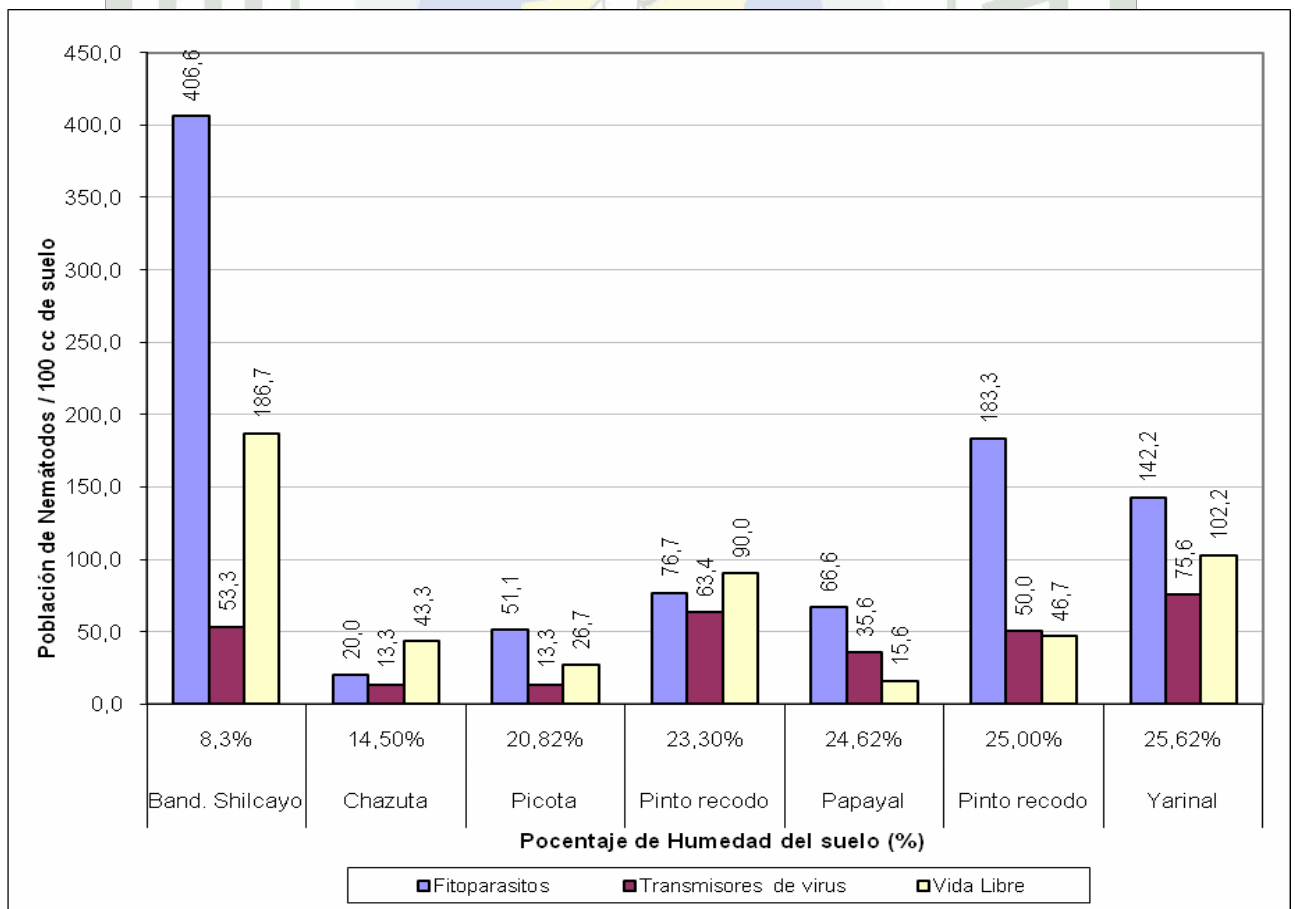


Gráfico N° 11: Población de Nemátodos respecto al porcentaje de Humedad de los suelos Muestreados

d. Contenido de Materia Orgánica de los predios muestreados.

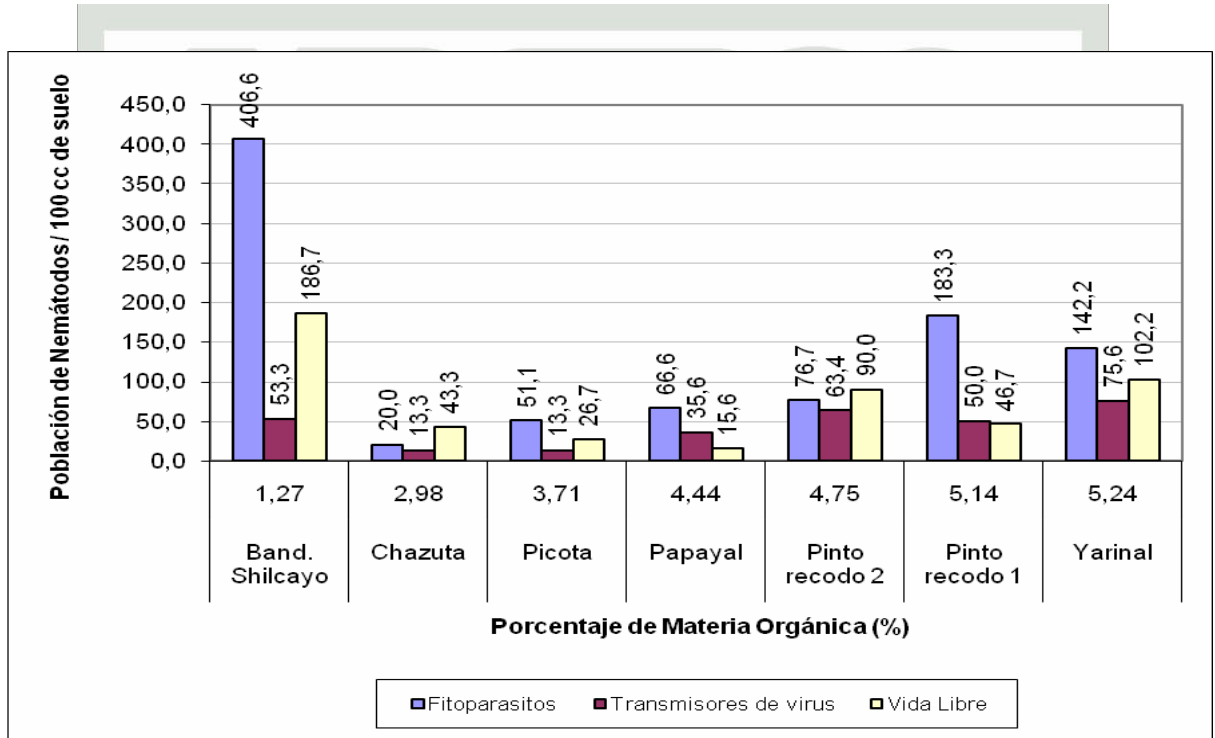


Gráfico N° 12: Población de Nemátodos respecto al porcentaje de Materia Orgánica de los suelos muestreados.

e. pH del suelo.

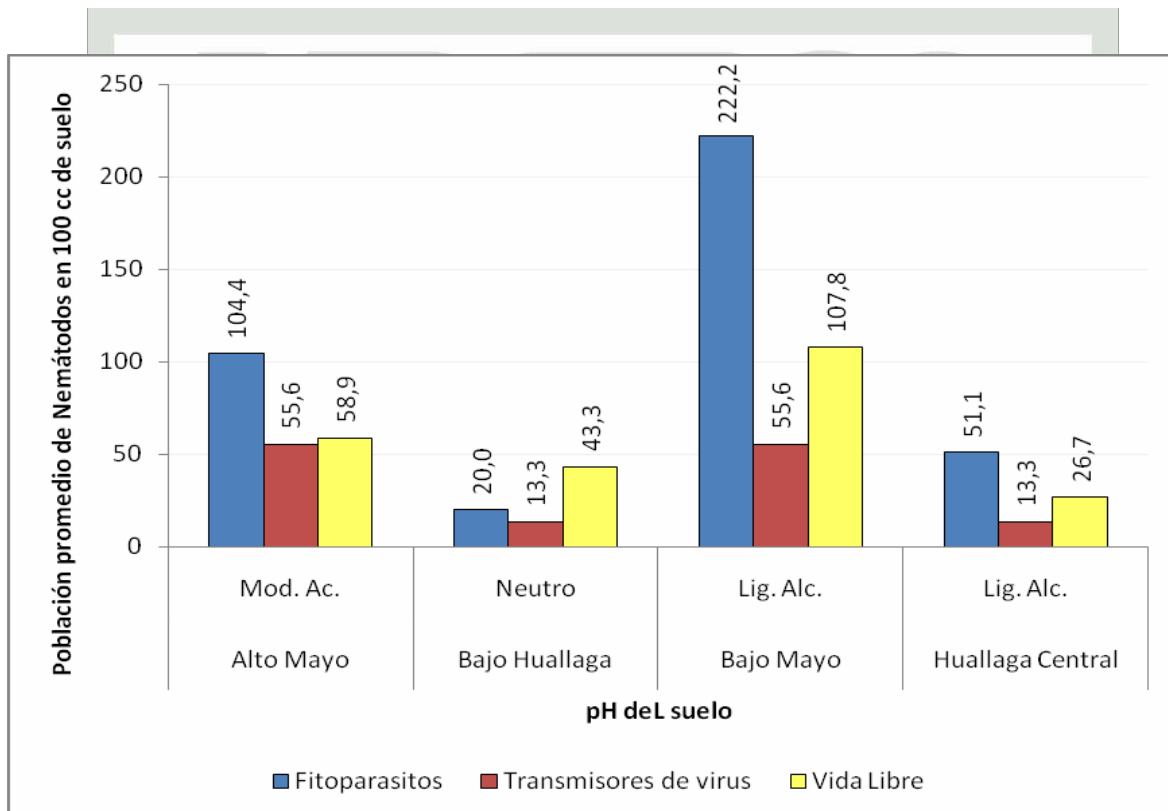


Gráfico N°13: Población de Nemátodos respecto al pH de los suelos muestreados.

f. Antecedentes de cultivos Previos al Sacha inchi.

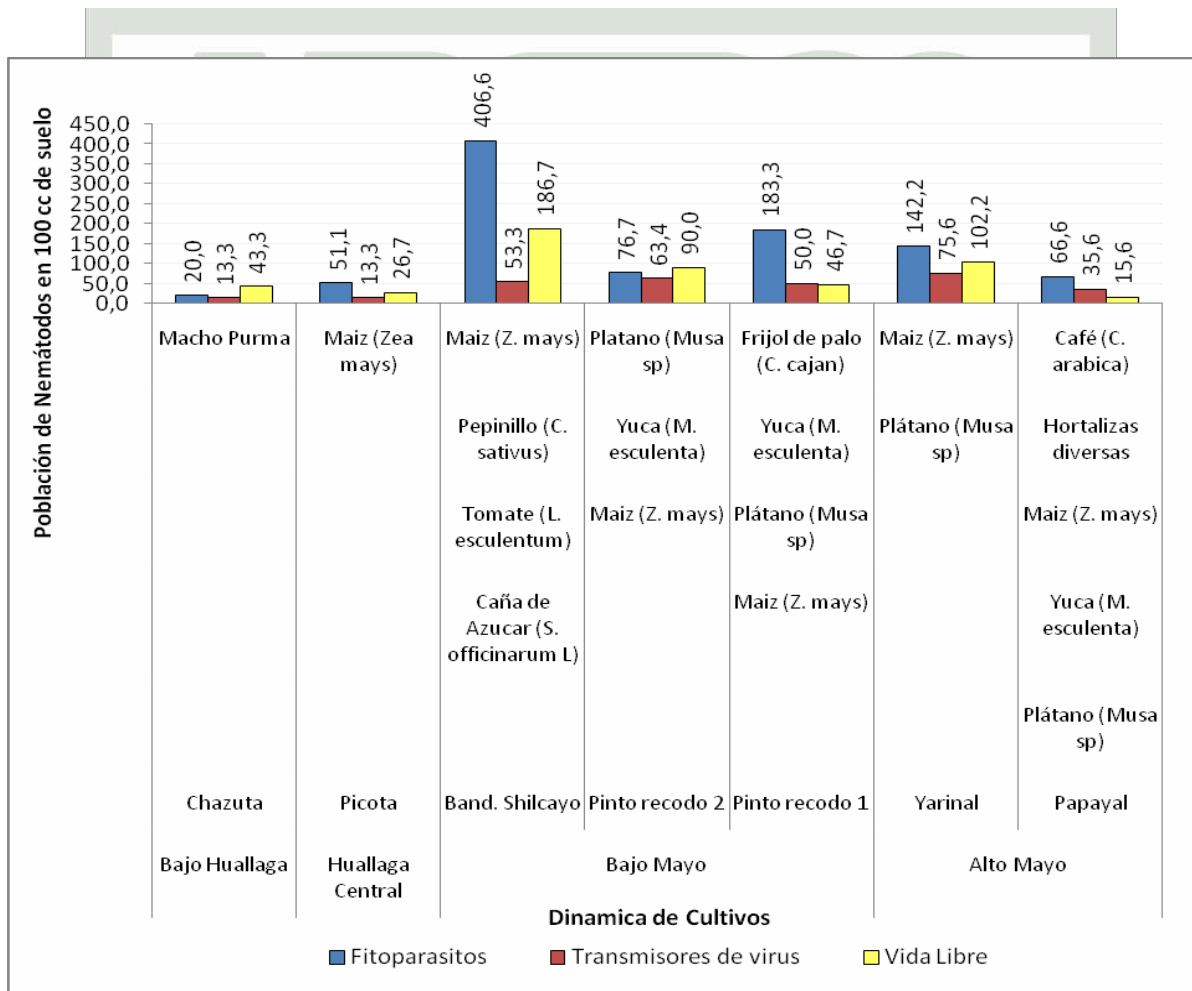


Gráfico N° 14: Población de Nemátodos respecto a la dinámica agrícola de los suelos muestreados.

g. Edad de las plantaciones.

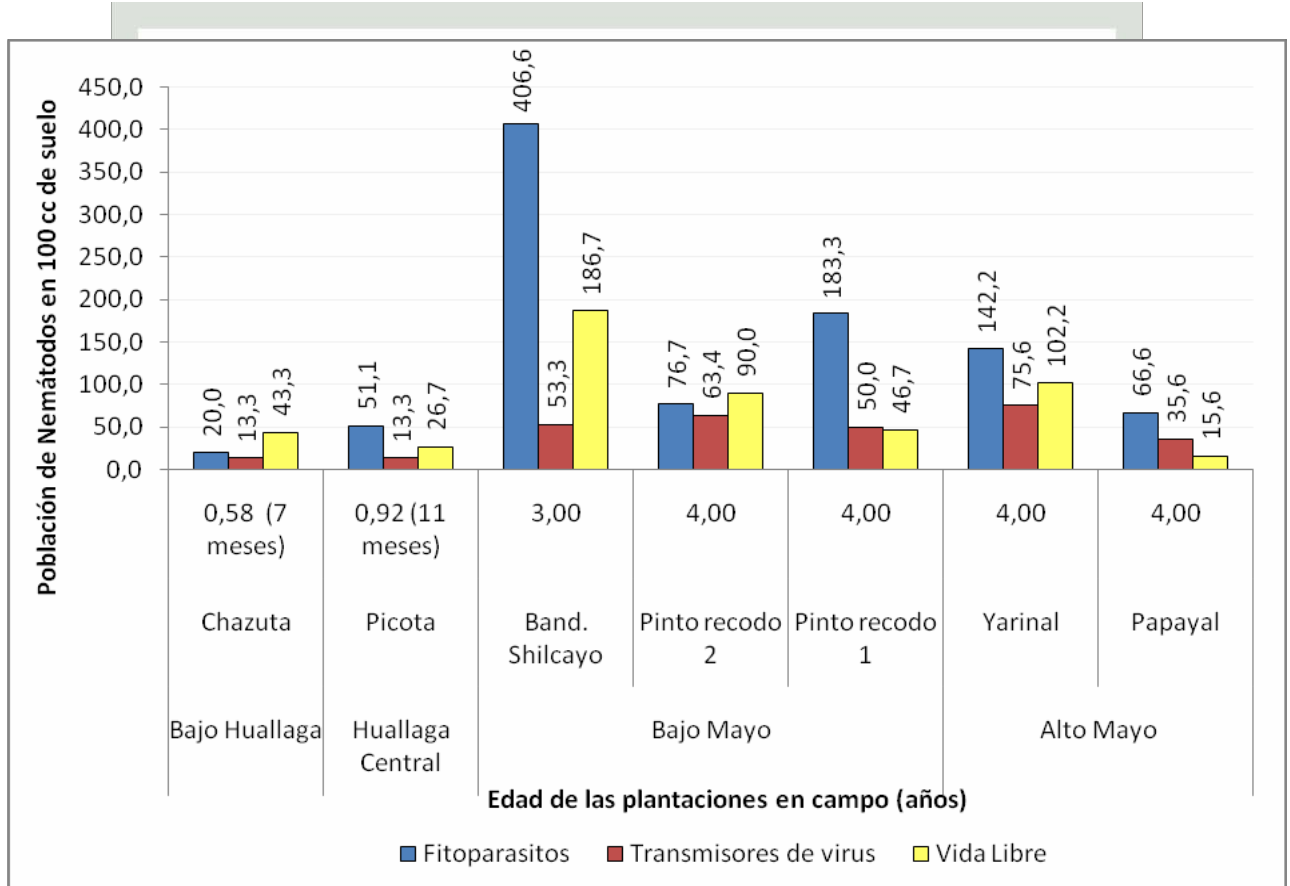


Gráfico N° 15: Población de Nemátodos respecto a la edad de las plantaciones de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) en los suelos muestreados.

VI. DISCUSIONES.

6.1. Identificación e incidencia de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

6.1.1. Identificación e interpretación de los nemátodos existentes en el suelo

De acuerdo al análisis del Grafico 3 se puede observar que el nemátodo del genero *Meloidogyne* sp supera a todos los nemátodos encontrados en los suelos de los diferentes campos muestreados alcanzando una población de 350 Indiv/100 cc de suelo, la cual pertenece a la zona del Bajo Mayo, Fundo victoria 150 Indiv/100 cc de suelo pertenecientes al fundo la loma, 80 Indiv/100 cc de suelo pertenecientes a la zona del alto mayo fundo Yarinal y 40 Indiv/100 cc de suelo pertenecientes a la zona del Huallaga central fundo campo serio, seguido del nemátodo Rabditidos con una población de 126,70 Indiv/100 cc de suelo, perteneciente también a la zona del Bajo Mayo y al fundo victoria, mientras que en la zona del alto mayo los nemátodos del genero Dorylaimidos alcanzan una población de 77,8 Indiv/100 cc de suelo procedente de la zona del Alto Mayo y del fundo Yarinal.

Como se ha podido observar en el grafico 3, de población de nemátodos de los sectores muestreados dentro de los cuatro zonas de la región San Martin la mayoría a excepción de la muestra cuya procedencia es del Sector Chazuta presentan mayor número y diversidad de géneros

fitoparásitos superando los niveles mínimos de daños los nemátodos del géneros *Meloidogyne* sp, corroborado en el cuadro 5 por SENASA (2002), entre los cuales tenemos a *Meloidogyne* sp , *Rotylenchulus* sp, *Pratylenchus* sp y *Paratylenchus* sp (solo en el alto Mayo) como endoparásitos sedentarios que atacan a las raíces, según el cuadro 4, descrito por Agrios (1996) y Dropkin (1980).

Mientras Hernández (2003), reporta una especie de *Rotylenchulus* *reniforme* como ectoparásito, estamos entonces ante un nemátodo que puede tener diferente comportamiento según la especie. También dentro de la familia Tylenchidae a la cual pertenece el género *Tylenchus* sp según taxonomía de Canto (2000), estaríamos ante un nemátodo de hábito endoparásito Migratorio.

Otros géneros de nemátodos fitoparásitos reportados en el presente estudio tienen otros hábitos como lo describen los autores arriba mencionados este es el caso de *Helycotilenchus* sp el cual tiene hábito semi endoparásito o ecto-endoparásito migratorio, atacando a las raíces de las plantas.

Dentro del grupo de nemátodos reportados como transmisores de virus se encontraron a los géneros *Trichodorus* sp, *Longidorus* sp y *Xiphinema* sp, corroborado con los estudios de Arauz (2000), quien añade otro género denominado *Paratrachodorus* sp a este grupo, de igual manera Passer (1989) reporta también a *Paralongidorus* spp los cuales no se reportaron en las muestras de suelo en el presente estudio.

Estos tres géneros tienen el hábito de ser ectoparásitos migratorios, afectando a las raíces, su hábito y su interacción con los virus es de gran interés para los Fitopatólogos como lo menciona Arauz (2000).

Como podemos observar muchos de estos nemátodos están incluidos dentro de los diez géneros más reportados en el mundo por el daño que producen a los cultivos el cual menciona Passer (1989), así tenemos a *Meloidogyne*, *Tylenchulus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Rotylenchulus* y *Helicotylenchus* reportados en el presente estudio.

En cuanto a las poblaciones de los nemátodos, el de mayor distribución en las zonas de la Región San Martín es el género *Meloidogyne* sp como lo menciona el Jatala (1986), en el cuadro 2, este género se distribuye en climas cálidos tropicales, moderado tropical, Sub Tropical y Templado.

Algunos de estos géneros considerados en este cuadro como *Pratylenchus* sp, *Longidorus* sp, *Xiphinema* sp y *Trichodorus* sp se han presentado en algunos sectores de las zonas de la región debido a que se adaptan a climas moderados tropical como lo reporta Jatala (1986) en el boletín publicado por CIP.

6.1.2. Los nemátodos y su incidencia en función a la caracterización de los suelos.

Las observaciones en el cuadro 9 nos indican que el nemátodo *Meloidogyne* sp es más favorecido en suelos con altos porcentaje de arena como la muestra del sector Banda de Shilcayo (Fundo Vitoria), con una textura Franco Arenoso reportando una población de 350 Ind/100 cc de suelo, presentando 65,82% de arena como se muestra en el cuadro 18a del Anexo 1, al igual que la población de Rabditidos reportándose 126,7 individuos/ 100 cc de suelo en la misma muestra y también de *Aphelenchus* sp y *Pratylenchus* sp con una población de 23,3 y 16,7 individuos/100 cc de suelo respectivamente. Esto corrobora lo mencionado por Van der Wal (1994), que los suelos livianos (arenosos) albergan más nemátodos (en población y diversidad), que los suelos pesado debido a que los poros son mas grandes entre partículas de suelo, facilitando su movimiento.

Las zonas estudiadas se ubican a diferentes alturas con respecto al nivel del mar, teniendo cada lugar condiciones climáticas distintas, lo cual puede afectar a los nemátodos, el mismo cual corrobora Jatala (1986), en el cuadro 2 dado a que a diferentes alturas tenemos diferentes tipos de climas, en el presente estudio se observo que el género *Paratylenchus* sp solo se reporto en el Alto Mayo en el sector Naranjos, fundo Papayal el cual se ubica a 933 msnm. Otros como *Trichodorus* sp y *Tylenchus* sp no se reportan en altitudes inferiores a los 268 msnm (Picota, Huallaga central),

esto conjuntamente con factores de textura y humedad pueden estar influyendo en estas poblaciones, ya que los suelos del Huallaga Central son de textura más pesada (arcillosos) y con poca precipitaciones por años que no mantiene los suelos en humedad adecuada para la aparición de estos géneros, corroborado con estudios de Jatala (1986).

En el caso del género *Pratylenchus* sp, solo se reporto en el Bajo Mayo, en el sector Banda de Shilcayo, fundo Victoria, esto nos indica que altitudes de 283 msnm y una textura franco arenoso favorecen la aparición de este nemátodo.

Las poblaciones en cada sector también nos dan un indicativo de la gravedad del problema en cuanto a daños a las plantaciones, de acuerdo al cuadro 5 de niveles Mínimos de daño tenemos que en el sector Naranja (Fundo Yarinal), sector Pinto Recodo (Fundo La Loma), sector Banda de Shilcayo (Fundo Victoria) y en el sector Picota (Fundo Campo Serio), las poblaciones de *Meloidogyne* sp sobre pasan el nivel mínimo de daño de 25 individuos/100 cc de suelo mencionado por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2002), en los demás predios así como los otros géneros reportados no sobrepasan los niveles mínimos de daño, por lo cual no se debe descartar el uso de métodos preventivos para mantener esas poblaciones al mínimo.

6.1.3. Identificación de los nemátodos existentes en la raíz de la planta.

En las muestras extraídas de los diferentes sectores encontramos que el nemátodo que está atacando a las raíces de *Plukenetia volubilis* L, pertenece al genero *Meloidogyne* sp corroborando lo reportado por Canto, et al (2006). En los resultados de los cuadros 12, 13, 14, 15, se observa que las poblaciones de juveniles, adultos y huevos de este nemátodo varían reportando a partir de 50 individuos (Chazuta) hasta 10 026,4 indiv/ 20 g de raíces (Banda de Shilcayo). Como se observa en los cuadros 13 y 14, contrastando con los análisis de suelo podemos encontrar que dichas poblaciones responden de acuerdo a la textura, es decir al tamaño de la partícula y por ende al espacio poroso, con influencia de la humedad del suelo, el cual permite una movilidad rápida hacia las raíces de las plantas a los nemátodos fitoparásitos, razón por la cual se encuentra mayor población de estos nemátodos en las raíces. Como se puede apreciar en el grafico 5 de los predios muestreados de las zonas del Bajo Mayo, en donde la muestra del predio La Loma, tiene el mayor número de juveniles y adultos siendo de 7549,7 indiv./20 g de raíces y en cuanto al número de huevos también supera a los demás sectores con una población de 2349,9 indiv/20 g de raíces, a excepción de la muestra del sector Banda de Shilcayo que tiene una población 4039,9 indiv/20 g de raíces. Esta diferencia puede ser causada por presentar esta última una textura franco arenoso (condición favorable) y según los resultados tiene bajo porcentaje de humedad de 8,3%, cumpliéndose lo mencionado por Volcy (1998), que los nemátodos al encontrarse en condiciones aparentemente desfavorables como el exceso o

déficit hídrico, sobrevive y a menudo se reproduce si la planta continua produciendo biomasa (raíces), ya que la planta para que encuentre humedad adecuada comienza a desarrollar las raíces y a profundizarse.

Esto funciona como respuesta a la necesidad natural del nemátodo de seguir preservando su especie, por lo que la producción de huevos aumenta.

En los otros sectores las condiciones de humedad son favorables por lo que la producción de huevos es baja, esto se da en los sectores de Pinto recodo (Marai), en ambos sectores de Alto Mayo (Yarinal y Papayal).

En el sector Chazuta ocurre un caso especial, ya que su baja población se debe al factor hospederos, puesto que el área donde se sembró las plantaciones del cultivo de Sacha Inchi, no estuvo sometido a campañas agrícolas previas al cultivo en mención. Esto tiene relación con lo mencionado por Van der Wal (1994), que la reducción de una especie de nemátodos o su dominancia esta altamente relacionada con la comunidad de plantas en un área determinada.

6.2. Identificación de los factores edafoclimáticos que favorecen la presencia de los nemátodos en los campos de cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

En cuanto a los factores que favorecen la presencia de nemátodos, se considera en base a los estudios de autores como Jatala (1986), Norton (1989) y Van der Wal (1994), los siguientes: suelo (pH, M.O, Textura), Humedad del suelo, altitud, estado de crecimiento de plantas huésped, así como la presencia de cultivos previos a la siembra de *P. volubilis*. Ya que estos pueden influir directa o indirectamente sobre su dinámica poblacional.

a. Altitud (msnm).

En el cuadro 6 se muestran las diferentes alturas de las zonas muestreadas, también se puede incluir a la temperatura, ya que la altitud con respecto al nivel del mar aumenta, las temperaturas bajan y viceversa, y la temperatura es un factor que influye sobre las poblaciones de nemátodos como lo mencionan Jatala (1986) y Nas (1978), rangos de 15 a 30°C son óptimos para la mayoría de los nemátodos, como también para las plantas las cuales son sus hospederos. En el presente estudio podemos decir que la región San Martín especialmente la zona del Bajo Mayo, se encuentran en estos rangos, dado que en esta zona se encuentran las mayores poblaciones de nemátodos fitoparásitos y de vida libre, como se muestra en el gráfico 3 corroborando más específicamente en el sector Banda de Shilcayo (Fundo Victoria) a esto también se le puede relacionar con las condiciones de suelo (textura) que favorecen a

estas poblaciones.

De acuerdo al gráficos 3 se observa que los predios estudiados se encuentran ubicados a diferentes alturas sobre el nivel del mar, del cual se asume que la altitud ejerce una influencia en la diversidad de géneros encontrados en las diferentes muestras de suelos, pero mas no en el incremento poblacional de las mismas, pues esto obedece a las condiciones edafoclimáticos y a los hospederos que favorecen la existencia de los nemátodos.

b. Textura del suelo.

En relación a este factor, muestra mucha influencia en cuanto a las poblaciones de nemátodos fitoparásitos, de vida libre y los transmisores de virus. Como se observando en el gráfico 10 podemos corroborar lo mencionado por autores como Passer (1989) y Nas (1978), en la cual tenemos un suelo con textura franco arenoso con 62,83% de arena donde las poblaciones de nemátodos fitoparásitos así como los nemátodos de vida libre son las más altas comparando con los demás sectores con totales que alcanzan los 406,6 y 186,7 individuos /100 cc de suelo respectivamente, debido a que este tipo de textura permite a los nemátodos tener mayor movilidad al existir poros más grandes, a diferencia de textura con alto contenido de partículas más finas (arcillas) ya que estos no ejercen suficiente presión como las raíces de las plantas, afectando de esta manera su desplazamiento (Stirling, 1991). Otra observación se encuentra en el caso de los nemátodos transmisores de virus, donde sus poblaciones se incrementan cuando los porcentajes de arcilla

aumentan, como en el caso de los fundos Marai (Pinto recodo) y Yarinal (Naranjos) con 54,32% y 28,32% de arcilla en sus análisis de suelo respectivamente (Anexo 1), siendo sus poblaciones de 75,6 individuos en el primer fundo y 63,4 individuos en el segundo, aquí juega un papel importante la humedad del suelo, el cual permite a los nemátodos movilizarse a través de los espacios porosos al formarse la película de agua.

c. Humedad del suelo.

En el cuadro 15 y gráfico 11 se muestran el porcentaje de humedad de los suelos de cada uno de los sectores de la cual se determina que la humedad es un factor muy importante porque de ello depende la movilidad de los nemátodos y por ende la fluctuación de sus poblaciones Jatala (1986). En el gráfico 11 se observa que en suelos con menor porcentaje de humedad (8,3%), las poblaciones de nemátodos fitoparásitos y de vida libre aumentan a diferencia de suelos con mayor porcentaje de humedad, pudiendo obedecer una capacidad que tienen estos nemátodos para sobrevivir a condiciones de déficit de humedad conocido como anahidrobiosis mencionado por Luc et al (1990), el cual es más frecuente en trópicos y sub trópicos (Rivera, 1999); pero mientras exista plantas hospederas en campos bajo condiciones aparentemente desfavorables, podrán sobrevivir si esta continua produciendo biomasa para su alimentación, como los menciona Volcy (1998).

d. Contenido de Materia Orgánica.

En el gráfico 12 se observa que la materia orgánica en la población de nemátodos juega un papel muy importante el mismo que es considerado como un factor muy importante por Jatala (1986) el cual menciona como que la materia orgánica, el pH, la salinidad del suelo y el uso de biocidas afectan emergencia o eclosión y la actividad de los nemátodos, como se puede apreciar en el gráfico antes mencionado, el fundo Victoria (Sector Banda de Shilcayo), tiene el menor contenido de materia orgánica, siendo de 1,27% que en los análisis de suelo se interpreta como Bajo (anexo 1) cuadro N° 18a.

Este bajo contenido de materia orgánica influye en el incremento de la población de nemátodos fitoparásitos y de vida libre, si bien es cierto los nemátodos de vida libre son saprofitos, o que se alimentan de materia orgánica, sus poblaciones deberían disminuir, pero estos están íntimamente ligados a los fitoparásitos debido que se alimenta de los hospedantes que mueren tras los constantes ataques de los nemátodos fitoparásitos. A medida que aumenta la materia orgánica, también quiere decir que existe muchos otros organismos que interactúan ya sean bacterias, hongos y nemátodos predadores, quienes regulan las poblaciones de los nemátodos fitoparásitos y de los transmisores de virus.

e. pH del suelo.

El Grafico 13 nos indica los diferentes grados de acides y alcalinidad del suelo, en la cual la zona del alto mayo presenta mayor población de nematodos, este parámetro es considerado por Jatala (1986), como un factor que influye en las poblaciones de los nemátodos. Las condición química de suelo como la acides influye más en el desarrollo de las plantas hospedantes y por ello indirectamente en los nemátodos lo cual lo corrobora Van der Wal (1994), si una planta se desarrolla favorablemente a un determinado pH, entonces permitirá que los nemátodos tenga alimento para sobre vivir, ya que los nemátodos como *Meloidogyne* pueden sobrevivir y reproducirse sobre ámbitos de 4 y 8 de pH, es decir que en el gráfico 13, los suelos de los cuatro valles son propicios para que puedan sobrevivir corroborando con los cuadros 17a, 18a, 19 y 20, ya que las muestras van desde Moderadamente acido (Alto Mayo) hasta ligeramente alcalino (Bajo Mayo y Huallaga Central), corroborando lo mencionado por Edongali y Ferris (1982) conjuntamente con Arévalo et al (2004).

f. Antecedentes de cultivos Predios al Sacha inchi.

En cuanto a los antecedentes de los Predios muestreados se hace mención en el gráfico 14, a cultivos como plátano (*Musa sp*) que por ser un frutal aloja en sus raíces a géneros de importancia como *Meloidogyne sp*, *Pratylenchus sp.*, *Rotylenchulus sp* y *Helycotilenchus sp*, como lo reporta Canto (2000) y Gowen y Queneherve (1990), haciendo que las poblaciones de estos fitoparásitos

aumente, en el fundo Victoria donde se registra la mayor población de estos nemátodos. Otro cultivos como el tomate (*L. esculentum*), pepinillo (*C. sativus*) y caña de azúcar (*S. officinarum*), acrecientan dichas poblaciones especialmente de *Meloidogyne*, en la muestra de este fundo, lo que corrobora lo afirmado por Benjumea et al (1996) que el incremento poblacional se debe principalmente a la actividad de la planta, a medida que transcurre el tiempo, puede estar generando condiciones químicas, físicas y biológicas para el desarrollo de estos organismos.

En fundos como Buenos aires (Chazuta) y Campo serio (Picota), se registras bajas poblaciones de nemátodos ya que no presentan indicios de siembra de plantas hospederas o susceptibles, especialmente en el fundo Buenos Aires, cuyo antecedente de este predio es un Macho Purma, esto también explica la alta población de nematodos de vida libre ya que tiene materia orgánica natural de la cual se alimentan lo cual es corroborado por Van dre Wal (1994) que la dominancia de una especie de nemátodos o la reducción de una de ellas, está altamente relacionado con la comunidad de plantas que en un área determinada. Las pocas poblaciones que se reportan en estos predios se debe a que estos pueden sobrevivir en ausencia de su hospedero o en malezas presentes en el campo permitiéndoles vivir hasta que la actividad agrícola con cultivos susceptibles empiece a emergen en estos campos, como lo refieren los autores como Stirling (1991), Rivera (1999), Rojas y Acuna (1999).

g. Edad de las plantaciones.

El grafico 15 muestra la incidencia de los nemátodos de acuerdo a la edad de la planta, de la cual se puede definir que el grado de incidencia está íntimamente relacionado con la edad de la planta lo cual lo corrobora chacón, (1991).

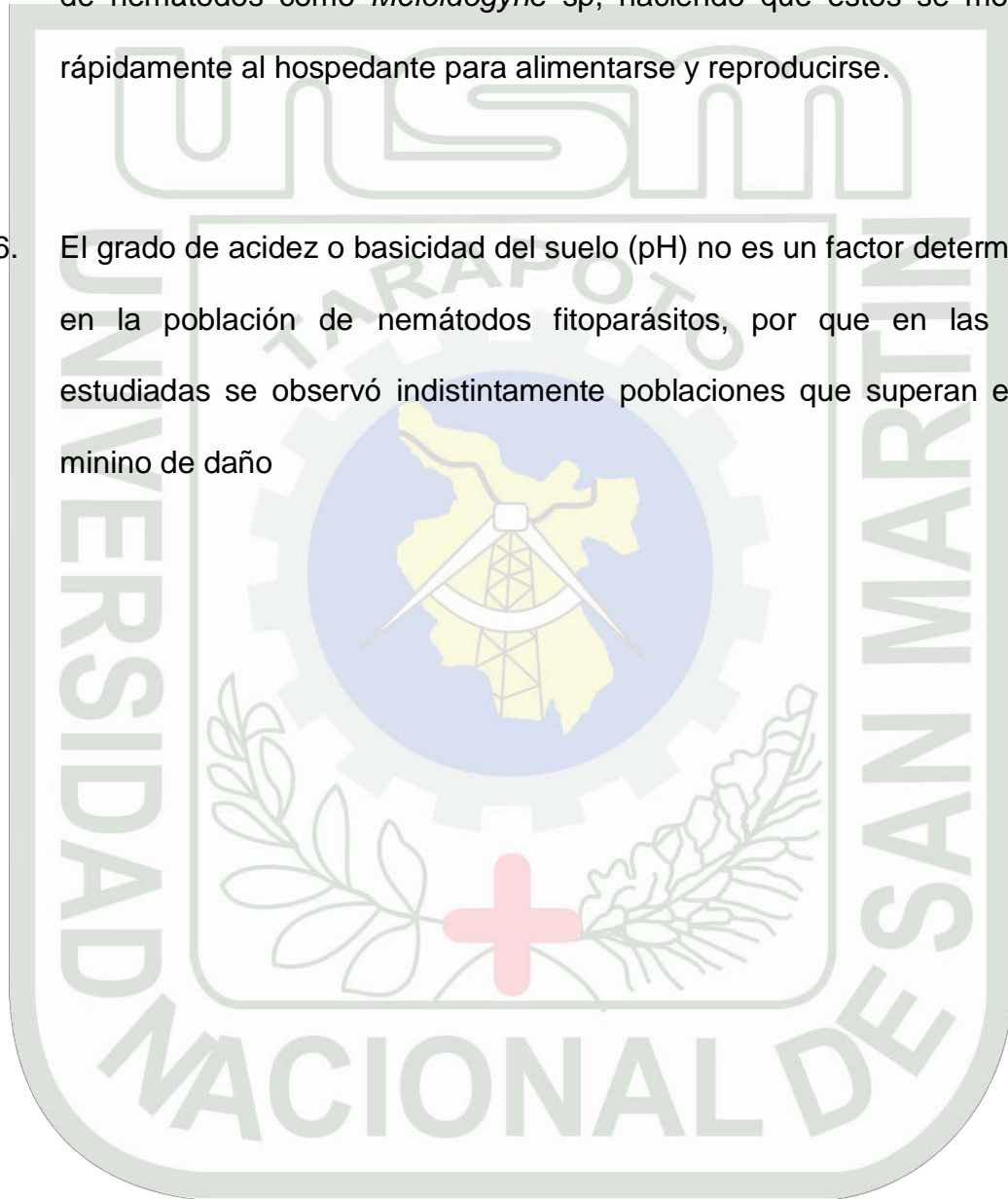
Este factor considerado por Van der Wal (1994), como influyente en la población de los nemátodos, se observa en el grafico 15 donde plantaciones de 7 meses y 11 mese de instalado como se dio en los predios Buenos Aires (Chazuta) y Campo serio (Picota) respectivamente tiene bajas poblaciones de nemátodos fitoparásitos y trasmisores de virus, como estos se alimenta de plantas, al parecer este esto de la planta no reúne los nutrientes necesarios o suficientes para satisfacer las necesidades de estos nemátodos, ya que conforme la edad de la planta es mayor las poblaciones aumenta especialmente de los nemátodos fitoparásitos, la edad de la planta mas condiciones de suelo ideales para su movilidad (textura franco arenoso), hacen que la población incremente como se dio en la muestra del predio Victoria (Banda de Shilcayo) corroborado por Benjumea et al, (1996) . Al final se puede decir que los factores mas influyentes en la población de los nemátodos son las condiciones físicas del suelo (textura) y los cultivos hospederos, y si hablamos de diversidad de especies podemos agregar a la altitud como un factor que influye, pero mas no en la población de estos.

VII. CONCLUSIONES.

- 7.1. En las muestras recolectadas de las zonas Alto Mayo, Bajo mayo, Huallaga central y Bajo Huallaga se identificaron nemátodo fitoparásitos: (*Meloidogyne* sp, *Helicotylenchus* sp, *Haphelenchus* sp, *Tylenchus* sp, entre otros), nemátodos de vida libre: (*Dorylaimidos*, *Rhabditidos* y *Mononchus*) . y de nemátodo transmisores de virus (*Longidorus* sp, *Trichodorus* sp, *Xiphinema* sp).
- 7.2. A mayor edad del cultivo se observó mayor incidencia poblacional de los nemátodos fitoparásitos si las condiciones edafoclimáticas son favorables.
- 7.3. El factor más influyente para el incremento poblacional de los nemátodos fitoparásitos en el suelo, es la permanente actividad agrícola con cultivos susceptibles en un mismo campo, ya que estas especies sirven de hospederos y alimento para desarrollarse y multiplicarse.
- 7.4. En las muestras de suelos recolectadas y analizadas de los predios estudiados, se registraron mayor número de géneros de nemátodos a menor altitud sobre el nivel del mar en la región San Martín.

7.5. La humedad y la textura del suelo tiene mayor influencia en la movilidad de nemátodos como *Meloidogyne* sp, haciendo que estos se movilizan rápidamente al hospedante para alimentarse y reproducirse.

7.6. El grado de acidez o basicidad del suelo (pH) no es un factor determinante en la población de nemátodos fitoparásitos, por que en las zonas estudiadas se observó indistintamente poblaciones que superan el nivel mínimo de daño



VIII. RECOMENDACIONES.

- Realizar el análisis físico-químico, nematológico y conocer los antecedentes del área en que se desea establecer campos de cultivos de sacha inchi para establecer estrategias de manejo integrado.
- Realizar estudios orientados a la identificación de hospedantes y preferencia de alimentación de los nemátodos a medida que se incrementa las áreas del cultivo de sacha inchi en la región con fines de rotación de cultivo
- Se recomienda realizar estudios de caracterización para determinar las especies del género *Meloidogyne* que causan daño al cultivo de sacha inchi en nuestra región.
- Realizar investigaciones con mayor número de repeticiones de muestras a diferentes profundidades en cada zona, considerando la edad del cultivo.
- Realizar estudios de, relación población y daño de los diferentes géneros de nemátodos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Aballay, E. 2003.** Evaluación de la Resistencia de Trece Porta injertos de Vid en *Meloidogyne* spp. en una Viña de Seis Años. Universidad de Chile. 4 P.
2. **Agrios, G.N. 1996.** Fitopatología. 2ª. Ed. México, Limusa. 838 P.
3. **Arauz C. L. 2000.** Fitopatología. www.book.google.com.pe.
4. **Arévalo, G. E; Zúñiga, C. L.; Baligar, V.; Bailey B; Canto M. 2004.** Dinámica poblacional de nemátodos asociados al sistema de cultivo tradicional de cacao en la amazonia peruana. Instituto de Cultivos Tropicales (ICT); e.arevalo.ict@terra.com.pe; V.C.Baligar@ARS.USDA.GOV; mcanto@lamolina.edu.pe.
5. **Arévalo, Gloria. 2005.** Informe de Resultados de Investigación. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. E.E – “El Porvenir”. Años 1989-1995.
6. **Benjumea, C. P.; Sánchez de P., M. y Miranda, J. C. 1996.** Estimación de la actividad microbiana en tres agrosistemas en rozo Valle. Universidad Nacional de Colombia. En Boletín Técnico Vol. 7. P. 7 – 9.

7. **Bernal, R. y Orihuela. 2006.** Informe Final “Eliminación del Bromuro de Metilo en Horticultura en las Zonas de Salto y Bella. Uruguay. ”
8. **Canto, M. S. 2000.** Nematología. Curso de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. P. 30 – 35.
9. **Canto M, Mattos Leonor. y Melgarejo T. 2006.** Reporte de Análisis Fitopatológico y Nematológico Muestras de Suelo, Fruto y Raíces. UNALAM. Lima – Perú.
10. **Castaño-Zapata. J, L. Del Rio-Mendoza y A. Acosta. 1997.** V. Nemátodos Fitoparasitos. Pp. 113-120. En: Manual para el Diagnostico de Hongos, Bacterias, Virus y Nemátodos Fitopatógenos. (Castaño-Zapata, J.y del Rio-Mendoza, eds.). Centro Editorial Universidad de Caldas Zamorano. 210 P.
11. **Caswell EP, de Frank J, Apt WJ, Tang C-S 1991.** Influence of nonhost plants on population decline of *Rotylenchulus reniformis*. *Journal of Nematology* 23:91-98.P.
12. **Chávez, E. 1987.** Nemátodos Fitófagos (Nemátodos Parásitos de la Papa). INTA- E. E. A. Balcarce- Laboratorio de Nematología. Argentina. Resumen A-046. 1 P.

13. **Chitwood, B. G. 1999.** The english word “Nema” revised. *Nematology News Letter* Dec. 4(45):1619.P.
14. **Costa D. da Cunha, Sanches NF, Santos JM dos. 1998a.** Levantamento de fitonematoides associados ao abacaxizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 20(3):392-396.P.
15. **Dropkin, V. H. 1980.** Introduction to Plant Nematology. New York, NY, EEUU, Wiley. 293 P.
16. **Edongali,E.A.; Ferris, H. 1982.** Varietal response of tomato to the interaction of salinity and *Meloidogyne incognita* infection. *Journal of Nematology*. 14: 57-62.P.
17. **Franci, L .J. 1993.** Multivariate analysis of selected edaphic factors and their relationship to Heterodera glycines population density. *Journoafl Nematolog2y5* (2) : 270- 276. P.
18. **Garcia, P.H.; Sánchez P., M.; Gomez, L.E. 2001.** Caracterización de endomicorriza arbuscular (MA) en el cultivo del Maracuyá *Passiflora edulis* var. Estado de desarrollo y condiciones sanitarias. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 132 P.

19. **Gilchrist, G. 2005.** Guía Práctica para la Identificación de Algunas Enfermedades de Trigo y Cebada. Segunda Edición. CIMMYT – México. 48-52 P.
20. **Gowens, S. y P. Queneherve (1990).** Nemátodos of bananas, plantains and abaca. P. 431-460 in *Plantain Parasitic Nemátodes in Subtropical and Tropical Agriculture* (M. Luc, R. Sikora and J. Bridge, eds) CAB International, London.
21. **Gratacós, N. 1991.** Cultivo de la Piña. Manual técnico No.8. DINEXA. Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Panamá. P.10.
22. **Guerrero, J. 2006.** Investigaciones Realizadas del Sacha Inchi en San Martín. Boletín Técnico. Facultad de Ciencias Agrarias –UNSM. Perú. 6 -10 P.
23. **Hernández, R. 2003.** Los Nemátodos Parásitos de la Piña, Opciones de Manejo. Departamento de Ecología y Manejo de Plagas Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Habana – Cuba. 5P.
24. **Jatala, P. 1986.** Nemátodos parásitos de la papa segunda edición. Centro Internacional de la Papa. Lima –Perú. 6 ,12 P.
25. **Lacoeuilhe, J J, R. 1976.** Action du nématode *Pratylenchus brachyurus* sur la croissance, la nutrition et les rendements de l'ananas 'Cayenne lisse'. Influence de la localisation de la fumure. *Fruits* 31(3):147-156.

26. **Luc, M.; Hunt, D.J.; Machon, J.E. 1990.** Morphology, anatomy and biology of plant parasitic nematodes - a Synopsis. In Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agricultura Edited by Michel Luc, Richard A.Sikora, John Bridge. CAB International. Cap 1. London .P.4.
27. **Manco, Emma. 2005.** Informe de Resultados de Investigación. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. E.E – “El Porvenir”. Años 1996 – 2005.
28. **Nas, 1978.** Control de nemátodos parásitos de plantas. National (3) : 243-247. Academy of Sciences. Vol 4. Editorial Limusa. México. 219. P.
29. **Norton, D.C. 1989.** Abiotic soil factors and plant parasitic nematode communities. Journal of Nematology 21 : 299- 307. P.
30. **Procter, L.C. 1990.** Global overview of the functional roles of soil living nematodes in terrestrial communities and ecosystems. Journal of Nematology 22 (1) : 1-7. P.
31. **Prot , J.C. ; VanGundy, S.D. 1981.** Influence of photoperiod and temperature on migration of Meloidogyne juvenils. Journal of nematology 13 (2) : 217-220. P.
32. **Py, C. 1969** La piña tropical. 1ra Ed. Editorial Blume, Barcelona. España 267 P.

33. **Richard, M. R. 1982.** Principales nemátodos que atacan al frijol y su control. CIAT- Cali- Colombia. 1, 31. P.

34. **Rivera C. G. 1999.** Conceptos introductorios a la fitopatología.

www.book.google.com.pe

35. **Rojas T. y Acuna A. 1999.** Diagnostico de Plantas Hospederas a Nemátodos Fitoparásitos en Diversos Agroecosistemas de Arroz (*Oryza sativa*) en la Región Brunca, Costa Rica. XI Congreso Nacional Agronómico/ IV Congreso Nacional de Fitopatología. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Departamento de Protección de Cultivos. 81.P.

36. **Roman, N J. 1978.** Fitonematología Tropical. Univ. Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Río Piedras. 256 P.

37. **Sasser, J.N. 1989.** Plant parasitic nematodes: The farmer's hidden enemy. A cooperative publication of the department of plant pathology and the consortium for international crop protection. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. 115 P.

38. **Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2002.** Problemática de Nematodos en el Perú y Manual de Nematología. www.senasa.gob.pe.

39. **Stirling, G.R. 1991.** Biological control of plant parasitic nemátodes. CAB International.Cap.3. London. 22-45. P.

40. **Suárez, Z. y LC. 1998.** Nemátodos asociados a los frutales de importancia y su control. II: frutales anuales. 1998 *FONAIAP Divulga*. 60:38-41.
41. **Valiente, AR 1997.** Nemátodos asociados con el cultivo de la piña. ABC Color Rural, Asunción, Paraguay. Agosto 15 .5.P.
42. **Valles, R. 1991.** Potencial Agroalimentario del Sacha Inchi para la Selva Alta. P.O. Box. 239. 1-8. P.
43. **Van der Wal, A. F.1994.** Nematology; summary nematology lectures. En: International course on integrated pest management. Mar 20, Jul 2, P.25-29.
44. **Volcy, C.1997.** El ABC de la Nematología. Tomo I .Medellín, Universidad Nacional de Colombia.182 P.
45. **Volcy, C.1998.** Nemátodos diversidad y parasitismo .Tomo II .Medellín, Universidad Nacional de Colombia.182 P.
46. **Yepez, T. G. 1972.** Los nemátodos. Enemigos de la Agricultura. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Zoología Agrícola. Maracay, Venezuela. 219 P.

X. RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se realizó colectando muestras de suelo y raíces en cuatro (4) zonas de la región San Martín: Alto Mayo – Bajo Mayo – Bajo Huallaga - Huallaga Central: cada uno de estos sectores representados por sub sectores productivos, del cultivo de Sacha Inchi los cuales manifestaron problemas de nemátodos. Los estudios biológicos (análisis de suelo, raíces) y físicos (muestras de suelo), se desarrollaron en el Laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). La identificación de géneros encontrados en el suelo y raíces se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT). La investigación fue básica mediante la aplicación de la estadística descriptiva. Para determinar las características externas que presenta los nemátodos utilizando claves taxonómicas de Luc et al. (1990), Thorne (1961), Taylor (1968), Roman (1978) y Castaño-Zapata y Salazar (1998).

En el presente trabajo se encontró lo siguiente: Se han encontrado nemátodos de importancia económica entre las muestras estudiadas, para diferentes cultivos, entre endoparásitos, semiendoparásitos y ectoparásitos, siendo el de mayor abundancia e importancia económica en la región el género *Meloidogyne* sp. Solo se reportó en las raíces del cultivo de Sacha Inchi al nemátodo del género *Meloidogyne* sp siendo este el causante de las nodulaciones y los daños en las plantaciones. El factor más influyente en todas las muestras sobre la población de nemátodos es la actividad agrícola, es decir los cultivos hospederos sembrados antes y los asociados al cultivo de Sacha Inchi. La altitud es un factor determinante para la diversidad de nemátodos en la región San Martín, mas no para

la cantidad de población, como se muestra en las evaluaciones. La humedad en un suelo Franco arenoso tiene influencia en la movilidad de nemátodos, haciendo que estos se reproduzcan más rápidamente debido a que se mantiene cerca de su hospedante, es decir tiene alimento constante.

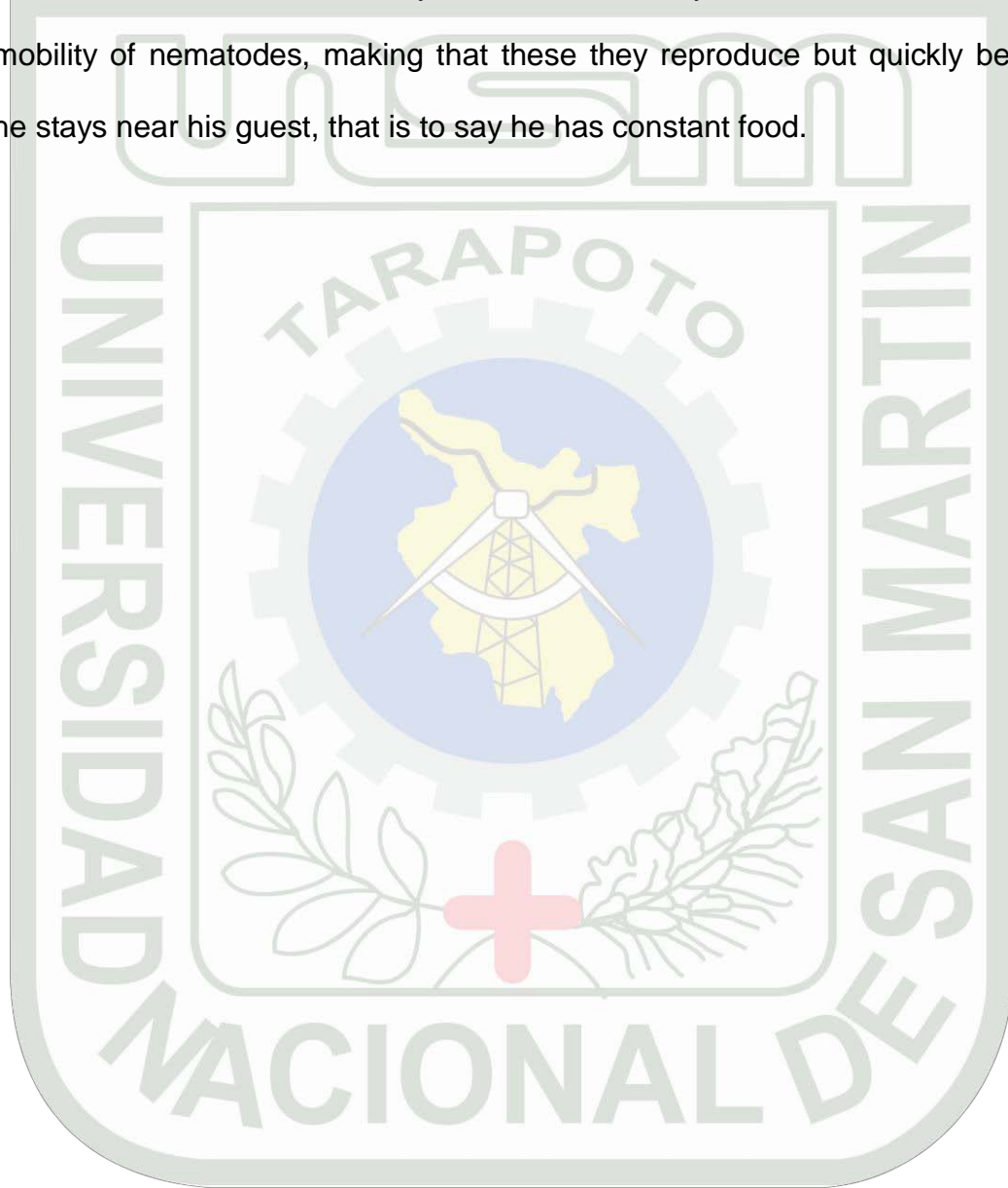


XI. SUMMARY.

The present investigation work one carries out collecting floor samples and roots he/she was carried out in four (4) sectors of the region San Martin: High May - Low May - Low Huallaga - Central Huallaga: each one of these sectors represented by sub productive sectors, of the cultivation of sacha inchi. The biological studies (floor analysis, roots) and physical (you show of floor), they were developed the Laboratory of the Institute of Tropical Cultivations (ICT). The identification of goods found in the floor and roots were carried out in the Laboratory of Fitopatología of the Institute of Tropical Cultivations (ICT). The investigation was basic by means of a design statistical non parameter or descriptive. To determine the external characteristics that it presents the nemátodos using key taxonómicas from Luc et to the one. (1990), Thorne (1961), Taylor (1968), Roman (1978) and Chestnut tree-Zapata and Salazar (1998).

Presently work was the following thing: They have been nematodes of economic importance among the studied samples, for different cultivations, among endo parasite, semiendo parasite and ecto parasite, being that of more abundance and economic importance in the region the I generate *Meloidogyne* sp. Alone you reports in the roots of the cultivation of Sacha Inchi to the nematode of the I generate *Meloidogyne* sp being this the causing of the nodules and the damages in the plantations. The factor but influential in all the samples on the population of nematodes is the agricultural activity, that is to say

the cultivations guest sowed before and those associated to the cultivation of Sacha inchi. The altitude is a decisive factor for the diversity nematodes in the region San Martin, but it doesn't stop the quantity of population, like it is shown in the evaluations. The humidity in the a floor sandy Franco has influence in the mobility of nematodes, making that these they reproduce but quickly because he stays near his guest, that is to say he has constant food.



ANEXOS 01

a. Análisis físico – químico de suelos de la zona del Alto Mayo.

Cuadro N°17a: Resultados de los Suelos analizados.

| Muestra de suelo | | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | M.O. % | P ppm | Análisis Mecánico | | | Cambiables | | | |
|------------------|---------|---------------|-----------------------|-----------|----------|-------------------|-------|---------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------|
| Clave. | Campo | | | | | Arena | Limo | Arcilla | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ |
| | | | | | | % | % | % | meq/100g de suelo | | | |
| M6 | Yarinal | 6,07 | 0,08 | 5,24 | 124,42 | 34,40 | 37,28 | 28,32 | 11,19 | 0,78 | 1,43 | 0,2 |
| M7 | Papayal | 6,03 | 0,06 | 4,44 | 100,91 | 34,40 | 37,28 | 28,32 | 10,37 | 0,77 | 1,43 | 0,1 |

M6: Naranjos - Yarinal

M7: Naranjos - Papayal

Cuadro N°17b: Interpretación de los resultados de los análisis de suelo.

| Muestra de suelo | | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | M.O. % | P ppm | Clase Textural | Cambiables | | | |
|------------------|---------|---------------|-----------------------|-----------|----------|----------------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------|
| Clave. | Campo | | | | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ |
| | | | | | | | meq/100g de suelo | | | |
| M6 | Yarinal | Mod. Ac | No salino | alto | alto | Fr. Arc | alto | bajo | alto | bajo |
| M7 | Papayal | Mod. Ac | No salino | alto | alto | Fr. Arc | alto | bajo | alto | bajo |

b. Análisis físico – químico de suelos de la zona del Bajo Mayo.

Cuadro N°18a: Resultados de los Suelos analizados.

| Muestra de suelo | | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | M.O. % | P ppm | Análisis Mecánico | | | Cambiables | | |
|------------------|----------|---------------|-----------------------|-----------|----------|-------------------|-------|---------|-------------------|------------------|----------------|
| Clave. | Campo | | | | | Arena | Limo | Arcilla | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ |
| | | | | | | % | % | % | meq/100g de suelo | | |
| M1 | La Loma | 7,59 | 0,25 | 5,14 | 34,09 | 17,82 | 17,86 | 64,32 | 15,77 | 1,02 | 0,23 |
| M2 | Marai | 7,77 | 0,20 | 4,75 | 31,15 | 17,82 | 27,86 | 54,32 | 15,34 | 0,91 | 0,21 |
| M3 | Victoria | 7,10 | 0,14 | 1,27 | 52,54 | 65,82 | 19,86 | 14,32 | 3,56 | 0,74 | 0,82 |

M1y M2: Pinto recodo; M3: Bda. De Shiclayo

Cuadro Nº18b: Interpretación de los resultados de los análisis de suelo.

| Muestra de suelo | | pH | C.E. (1:1) | M.O. | P | Clase Textural | Cambiables | | |
|------------------|----------|---------|---------------|------|------|----------------|-------------------|------------------|----------------|
| | Campo | | | | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ |
| Clave. | | (1:1) | dS/m | % | ppm | | meq/100g de suelo | | |
| M1 | La Loma | neutro | No salino | Alto | Alto | Arc | alto | bajo | bajo |
| M2 | Maray | neutro | No salino | Alto | Alto | Arc | alto | bajo | alto |
| M3 | Victoria | neutro | No salino | Bajo | Alto | Frac. Are | medio | bajo | alto |

M1y M2: Pinto recodo; M3: Bda. De Shiclayo

c. Análisis físico – químico de suelos de las zonas del Bajo Huallaga.

Cuadro Nº19: Resultados e interpretación de los Suelos analizados.

| Muestra de suelo | | pH | C.E. (1:1) | M.O. | P | Análisis Mecánico | | | Cambiables | | | |
|------------------|--------------|---------|---------------|-------|-------|-------------------|-------|---------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Campo | | | | | Arena | Limo | Arcilla | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ |
| Clave. | | (1:1) | dS/m | % | ppm | % | % | % | meq/100g de suelo | | | |
| M4 | Buenos Aires | 6,86 | 0,1 | 2,98 | 40,67 | 51,82 | 19,86 | 28,32 | 9,25 | 1,00 | 0,25 | 0 |
| Interpretación | | neutro | No salino | Medio | Alto | Frac. Arc. Are. | | | alto | bajo | medio | bajo |

M4: Chazuta

d. Análisis físico – químico de suelos de la zona del Huallaga Central.

Cuadro Nº20: Resultados e interpretación de los Suelos analizados.

| Muestra de suelo | | pH | C.E. (1:1) | M.O. | P | Análisis Mecánico | | | Cambiables | | | |
|------------------|-------------|----------|---------------|-------|-------|-------------------|-------|---------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------|
| | Campo | | | | | Arena | Limo | Arcilla | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Al ³⁺ + H ⁺ |
| Clave. | | (1:1) | dS/m | % | ppm | % | % | % | meq/100g de suelo | | | |
| M5 | Camp. Serio | 7,73 | 0,29 | 3,71 | 50,66 | 22,40 | 29,28 | 48,32 | 18,17 | 0,94 | 1,44 | 0 |
| Interpretación | | Lig. Alc | No salino | Medio | Alto | Arc. | | | alto | bajo | Alto | bajo |

M5: Leoncio prado – Picota

ANEXO 2:

Cuadro N° 21: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN AL ESTEREOSCOPIO DE ALGUNOS FITONEMÁTODOS IMPORTANTES

| Género | Esclerotización de la cabeza | Estilete | | | Superposición | Cola | Posición de la vulva | Ovarios | Otros |
|------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------|---|----------------------|---------|-------|
| | | Estomatoestilete | Odontoestilete | Onchioestilete | | | | | |
| Pratylenchus | Si | Corto, desarrollado. | | | Ventral | Cónica redonda | 75 - 80 % | 1 | |
| Meloidogyne (J2) | No | Delgado | | | Ventral | Sub aguda c/porción hialina | | | |
| Helicotylenchus | Si | Desarrollado | | | Ventral | Punta hemisférica | 55 - 69 % | 2 | |
| Heterodera (J2) | Si | Desarrollado | | | Ventral | Sub aguda c/porción hialina | | | |
| Globodera (J2) | Si | Desarrollado | | | | | | | |
| Xiphinema | No | | Largo, desarrollado | | No existe | variable | 50 - 55 % | 2 | |
| Tylenchulus (J2) | No | Débil | | | No existe | Sub aguda terminación punteaguda | | | |
| Radopholus | Si | Corto, desarrollado. | | | Dorsal | Redondeada casi punteaguda | 50 - 69 % | 2 | |
| Rotylenchulus | Si, ligera | Desarrollado | | | Ventral | Adelgazándose en su terminal redondeado | 57 - 63 % | 2 | |

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2002). Problemática de Nemátodos en el Perú

Cuadro N° 22: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN AL ESTEREOSCOPIO DE ALGUNOS FITONEMÁTODOS IMPORTANTES

| Género | Esclerotización de la cabeza | Estilete | | | Superposición | Cola | Posición de la vulva | Ovarios | Otros |
|------------------|------------------------------|--------------------|----------------|----------------|---------------|------------------------------------|----------------------|---------|-------|
| | | Estomatoestilete | Odontoestilete | Onchioestilete | | | | | |
| Ditylenchus | No | Corto | | | No existe | Elongada, cónica terminal subaguda | 80 - 82 % | 1 | |
| Hemicycliophora | No | Largo, delgado | | | No existe | Hemisférica elongada aguda | 80 - 85 % | 1 | |
| Rotylenchus | Si | Bien desarrollados | | | Dorsal | Redondeada punta hemisférica | 51 - 62 % | 2 | |
| Trichodorus | No | Bien desarrollados | | Curvado | No existe | cilíndrica | 50 - 60 % | 2 | |
| Hirschmanniella | No | Variable | | | Ventral | Terminal punteaguda mucronada | 48 - 58 % | 2 | |
| Pratylenchus | No | Bien desarrollados | | | No existe | curvada ventralmente | 76 - 86 % | 1 | |
| Tylenchorhynchus | No | Bien desarrollados | | | No existe | cónica redondeada cilíndrica | 46 - 60 % | 2 | |
| Scutellonema | Si | Bien desarrollados | | | Dorsal | Hemisférica, escutelo | 50 - 60 % | 2 | |
| Tylenchus | No | Débil | | | No existe | Filiforme | 55 - 78 % | 1 | |
| Psilenchus | No | Débil | | | No existe | Filiforme clavada | 55 - 78 % | 2 | |
| Aphelenchus | No | Débil sin nódulos | | | Dorsal | Roma (redondeada) | 74 - 78 % | 1 | |

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2002). Problemática de Nemátodos en el Perú



Cuadro N° 23: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN AL ESTEREOSCOPIO DE ALGUNOS FITONEMÁTODOS IMPORTANTES

| Género | Esclerotización de la cabeza | Estilete | | | Superposición | Cola | Posición de la vulva | Ovarios | Otros |
|-----------------|------------------------------|------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|---------|-----------------------------------|
| | | Estomatoestilete | Odontoestilete | Onchioestilete | | | | | |
| Aphelenchoides | No | Débil | | | Dorsal | Cónica | 62 - 83 % | 1 | |
| Bursaphelenchus | Si | Débil | | | Ligeramente dorsal | Larga, con la punta redondeada | | 1 | Muy largo y de apariencia de hilo |
| Criconemoides | No | Largo, fuerte | | | No existe | Cilíndrica, cónica aguda | 85 - 96 % | 1 | |
| Nacobbus | No | Fuerte | | | Dorsal | Redondeada | | | |

Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2002). Problemática de Nemátodos en el Perú



ANEXO 3:

PROCESO DE EXTRACCION DE MUESTRAS DE SUELO PARA ANALISIS FISICO QUIMICO DE LAS DIFERENTES ZONAS ESTUDIADAS DE LA REGION SAN MARTIN



Figura N°08: Área Muestreada



Figura N° 09: Extracción de Muestra



Figura N° 10: Sub muestra de suelo



Figura N° 11: Mescla de sub muestras



Figura N° 12: Muestra Etiquetada

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE RAICES PARA ANÁLISIS NEMATOLÓGICO



Figura N° 13: Planta tomada al azar



Figura N° 14: Elección de puntos



Figura N° 15: Raíces de la planta



Figura N° 16: Extracción de raíces



Figura N° 17: Muestra etiquetada

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO EN LABORATORIO



Figura N° 18: Medición de suelo



Figura N° 19: Muestra Vacuada



Figura N° 20: Agitación suelo



Figura N° 21: Tamizado de la suspensión



Figura N° 22: Colección de los nemátodos

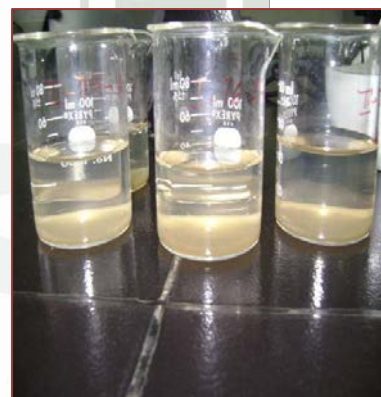


Figura N° 23: Beakers con los nemátodos



Figura N° 24: Extracción de la alícuota



Figura N° 25: Alícuota en placa petri



Figura N° 26: Identificación y conteo de nemátodos

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE RAÍCES EN LABORATORIO



Figura N° 27: Muestras de raíces



Figura N° 28: Lavado de raíces



Figura N° 29: Raíces secando



Figura N° 30: Pesado de raíces



Figura N° 31: Picado de raíces



Figura N° 32: Triturado de raíces



Figura N° 33: Raíz picada en botella milimetrada



Figura N° 34: Mezcla con hipoclorito al 1%



Figura N° 35: Agitación de la mezcla hipoclorito y raíz



Figura N° 36: Vaciado de la mezcla agitada en la botella por el tamiz



Figura N° 37: Lavado de la raíz con el tamiz de mayor diámetro



Figura N° 38: Paso de la muestra por el tamiz de menor diámetro



Figura N° 39: Recolección de los nemátodos del tamiz

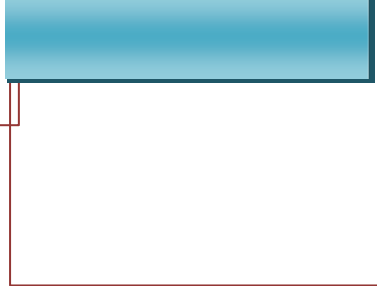


Figura N° 40: Beakers con los nemátodos



Figura N° 41: Hemos agregado la solución con nemátodos

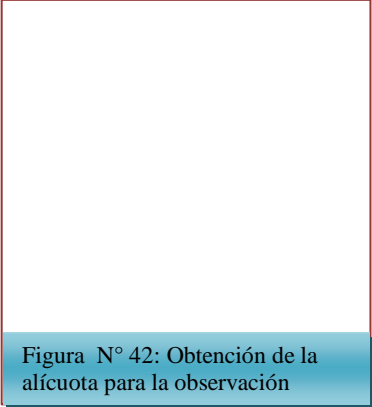


Figura N° 42: Obtención de la alícuota para la observación



Figura N° 43: Identificación y conteo de nemátodos

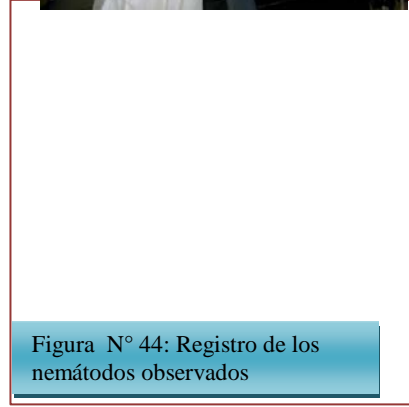


Figura N° 44: Registro de los nemátodos observados

