

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**“CONTROL DE NEMÁTODOS EN SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) CON EL HONGO NEMATÓFAGO *Pochonia chlamydosporia* EN SAN MARTÍN – PERÚ”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

**MICHAEL ALONSO SANGAMA ALEGRÍA**

TARAPOTO – PERÚ

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**  
**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

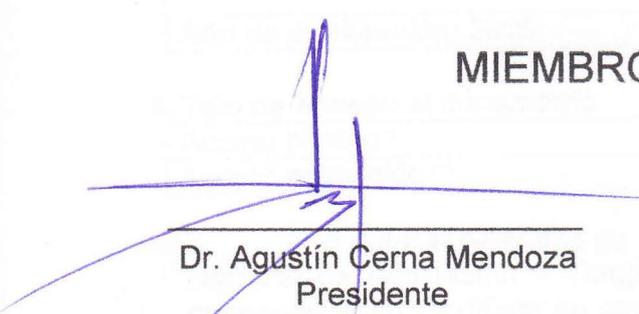
**TESIS**

**“CONTROL DE NEMATÓDOS EN SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*  
L.) CON EL HONGO NEMATÓFAGO *Pochonia chlamydosporia* EN  
SAN MARTÍN – PERÚ”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

**MICHAEL ALONSO SANGAMA ALEGRÍA**

**MIEMBROS DEL JURADO**



Dr. Agustín Cerna Mendoza  
Presidente



Ing. María Emilia Ruiz Sánchez  
Secretaria



Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz  
Miembro



Ing. Eybis José Flores García  
Asesor

TARAPOTO – PERÚ

2016

# DEDICATORIA

A Dios, por lo maravilloso de esta vida.

A mis padres Segundo Sangama Ushiñahua y Esperanza Alegría Tuesta, por darme la oportunidad de estudiar y ser una persona de bien; a mis hermanos Christian Augusto, Kiara Suleyka y Diego Erick por el apoyo que me brindaron.

A mi esposa Karen Valeria, por todo el tiempo, colaboración, dedicación y apoyo para poder realizar con éxito este proyecto; a mi preciosa hija Alexandra Valentina que es el motor de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Eybis José Flores García, por el asesoramiento de este estupendo trabajo de investigación.

Al Ing. Andrés Sixto Ponciano, Jefe del Área de Sanidad Vegetal del SENASA – San Martín, por transmitirme su experiencia y brindarme sus conocimientos en el desarrollo del trabajo investigación.

Al Biolg. Francisco Palomino Palomino, Director del SENASA San Martín por su apoyo incondicional en la culminación del trabajo de investigación.

A los docentes de la UNSM-T por guiarme y brindarme los conocimientos en mi formación personal.

Al personal del SENASA San Martín Biolg. Jorge Carlos Silva Rengifo, Ing. Alberto Vásquez Lozano, Ing. Robert Meléndez Pinedo y las demás personas de la institución que fueron importantes para la culminación de este proyecto.

A la Ing. Emma Imelda Manco Céspedes, Especialista en Recursos Genéticos del INIA de la Subdirección de Recursos Genéticos – Estación Experimental Agraria “El Porvenir” – San Martín, por brindarme su apoyo y las facilidades para la implementación del trabajo de investigación.

Al Sr. Wilson Vidal Mamani Huarachi, Técnico en el área de Recursos Genéticos del INIA por el apoyo y conocimientos en el seguimiento en campo del trabajo de investigación.

A la Blgo. Yoni Rodríguez Espejo, por el apoyo en el Laboratorio de Biología de UNSM-T.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación, tuvo como objetivos determinar la mejor dosis y costo de aplicación del hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia* para el control de nemátodos en el cultivo de Sacha Inchi. Se realizó en los campos de la Estación Experimental Agraria "El Porvenir" - INIA, localizada en el distrito de Juan Guerra, en periodos de Febrero a Setiembre del 2013, habiéndose aplicado el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 5 bloques y 6 tratamientos. Se empleó concentraciones del hongos *Pochonia chlamydosporia* multiplicados en arroz, en dosis de 2 g, 4 g, 8 g y 16 g, por litro de agua en cada planta, y un testigo químico (3,6 g de Furadan/planta) y un testigo absoluto. Se evaluó la altura de la planta, área foliar, fotosíntesis y población de nemátodos en el suelo. Los nemátodos de mayor importancia encontrados de acuerdo a su población fueron: *Meloidogyne* sp, *Aphelenchus* sp, *Tylenchus* sp, *Rotylenchulus* sp, *Tylenchorhynchus* sp y *Helicotylenchus* sp. En el control sobresalieron los tratamientos T2, T3 y T4 respectivamente han mostrado mejor control sobre *Meloidogyne* sp y *Aphelenchus* sp. Según la altura de planta, área foliar y contenido de clorofila, sobresalió el tratamiento T4 y T3 que corresponde a 8 g y 4 g de esporas multiplicadas en arroz/litro de agua.

## SUMMARY

The following research work was aimed to determine the best dose and cost of implementing the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* for nematodes control in growing Sacha Inchi. It was developed at agricultural experimental station fields "El Porvenir" – INIA, located in the district of Juan Guerra, from February to September 2013, applying the Completely Randomized Block Design (DBCA), with 5 blocks and 6 treatments. Some *Pochonia chlamydosporia* fungus concentrations were used multiplied in rice, in doses of 2g, 4g, 8g and 16g per liter of water on each plant, and chemical control (3,6g from plant) and a absolute control. The plant height, leaf area, photosynthesis and nematode population in soil was evaluated. The most important nematodes found according to their population were: *Meloidogyne* sp, *Aphelenchus* sp, *Tylenchus* sp, *Rotylenchulus* sp, *Tylenchorhynchus* sp y *Helicotylenchus* sp. They excelled in control treatments respectively T2, T3 y T4 have shown better control over *Meloidogyne* sp and *Aphelenchus* sp. According to plant height, leaf area and chlorophyll content, it excelled treatment T4 and T3 corresponding to 8g and 4g rice multiplied spores of liter of water.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Generalidades del cultivo de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)</b>	<b>3</b>
<b>3.2. Clasificación botánica</b>	<b>4</b>
<b>3.3. Morfología</b>	<b>4</b>
<b>3.4. Ecología</b>	<b>5</b>
<b>3.5. Densidad de Plantación</b>	<b>6</b>
<b>3.6. Accesoión ACC PER 000396</b>	<b>6</b>
<b>3.7. Plagas del cultivo</b>	<b>7</b>
<b>3.8. Tipos de control biológico para nemátodos fitoparásitos</b>	<b>9</b>
<b>3.9. El hongo <i>Pochonia chlamydosporia</i></b>	<b>12</b>
<b>IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Ubicación del experimento</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Instalación del experimento</b>	<b>16</b>
<b>4.2.1. Limpieza de la parcela</b>	<b>16</b>
<b>4.2.2. Toma de muestra del suelo</b>	<b>16</b>
<b>4.2.3. Siembra de la semilla y 1ra aplicación de <i>P. chlamydosporia</i></b>	<b>16</b>
<b>4.2.4. Segunda aplicación de <i>P. chlamydosporia</i></b>	<b>18</b>
<b>4.3. Diseño experimental</b>	<b>18</b>
<b>4.4. Variables dependientes evaluadas</b>	<b>20</b>
<b>4.4.1. Altura de la planta</b>	<b>20</b>
<b>4.4.2. Área foliar</b>	<b>20</b>

4.4.3. Fotosíntesis	21
4.4.4. Población de nemátodos en el suelo	22
V. RESULTADOS	23
VI. DISCUSIONES	30
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
• <b>Cuadro 1:</b> Descripción de los tratamientos.	19
• <b>Cuadro 2:</b> Distribución en campo de los tratamientos.	19
• <b>Cuadro 3:</b> Esquema del análisis de varianza.	20
• <b>Cuadro 4:</b> Costo de aplicación del hongo <i>P. chlamydosporia</i> por tratamiento en el cultivo de Sacha Inchi, hasta los 120 días por 2 aplicadas.	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

• <b>Figura 1:</b> Población de <i>Meloidogyne</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i>	23
• <b>Figura 2:</b> Población de <i>Rotylenchus</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i> .	23
• <b>Figura 3:</b> Población de <i>Tylenchus</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i> .	24
• <b>Figura 4:</b> Población de <i>Aphelenchus</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i> .	24
• <b>Figura 5:</b> Población de <i>Helicotylenchus</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i> .	25
• <b>Figura 6:</b> Población de <i>Tylenchlorhynchus</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i> .	25
• <b>Figura 7:</b> Población de <i>Xiphinema</i> sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de <i>Plukenetia volubilis</i> con dos (02) aplicaciones de <i>P. chlamydosporia</i> .	26

- **Figura 8:** Población de *Pratylenchus* sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamyosporia*. **26**
- **Figura 9:** Prueba de Duncan para el crecimiento de la planta, desde el momento de la siembra hasta los 120 días. **27**
- **Figura 10:** Prueba de Duncan de los niveles de Clorofila A, B y A+B en la planta, a los 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis*. **28**
- **Figura 11:** Prueba de Duncan para área foliar (cm<sup>2</sup>) de Sacha inchi, a los 120 días después de la siembra. **29**

## I. INTRODUCCIÓN

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), es una euphorbiaceae que comúnmente se conoce como “Maní del monte”, “Sacha maní” o “Maní del inca”. Se encuentra distribuida desde América Central hasta América del Sur y en el Perú se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto.

Uno de los problemas fitosanitarios en el mundo que acecha a esta especie, es la alta incidencia de nematodos formadores de agallas especialmente *Meloidogyne* sp, que se aprovecha de las raíces, impidiendo su normal funcionamiento fisiológico, transporte de agua, afectando los procesos fotosintéticos, de respiración y transpiración de las plantas disminuyendo la producción agrícola y reduciendo el rendimiento del cultivo.

El trabajo de investigación se realizó en busca del control biológico de nemátodos en el cultivo de Sacha Inchi con el hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia*, en los campos de la Estación Experimental Agraria El Porvenir, ubicada en el distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. General

- Evaluar el control de nemátodos en el Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) con el hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia* en San Martín.

### 2.2. Específicos

- Determinar el costo de aplicación del control biológico con el hongo *Pochonia chlamydosporia*.
- Evaluar el efecto de 5 dosis de aplicación del hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia* para el control de nemátodos en el cultivo de Sacha Inchi en la región San Martín.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.)

El género *Plukenetia* comprende 17 especies las cuales están distribuidos, en América, África, Madagascar y en Asia (**Gillespie, 1993**); en el Perú se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de San Martín, Ucayali, Huánuco, Cuzco, Amazonas, Loreto y Madre de Dios; en San Martín se encuentra en toda la cuenca del Huallaga, en la provincia de Lamas, en el Valle de Sisa, en Alto Mayo y Bajo Mayo. Crece desde los 100 hasta los 2000 m.s.n.m.m. (**Manco, 2006**).

Es un arbusto trepador o rastrero silvestre y cultivado que se le encuentra en bordes de bosques secundarios, en cañaverales, sobre cercos vivos y como malezas en platanales y cultivos perennes. Fue cultivado también en la costa peruana en la época prehispánica y se han encontrado semillas y representaciones en cerámicas (**Brack, 1999**).

En las áreas rurales de San Martín los pobladores utilizan la almendra de Sacha Inchi en su alimentación, ya sea cocida o tostada en la preparación de diversos platos como inchicapi, ají de sachá inchi, cutacho, mantequilla de sachá inchi, inchi cucho, tamal de sachá inchi, turrón de sachá inchi, etc. (**Brack, 1999**).

### 3.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

El Sacha inchi se clasifica según **(Mostacero, Mejía y Gamarra, 2002)**, de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Fanerógamas

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Archichlamydeae

Orden: Geraniales

Familia: Euphorbiaceae

Género: ***Plukenetia***

Especie: ***Plukenetia volubilis* L.**

Nombres comunes: Sacha Inchi.

Maní de monte.

Sacha maní.

Maní del inca.

### 3.3. MORFOLOGÍA

La planta es trepadora, voluble, semileñosa, de crecimiento indeterminado, con hojas alternas, de color verde oscuro, oval - elípticas, aseruladas y pinnitinervias, de 16 cm de largo y 10 cm de ancho; con ápice puntiagudo y la base es plana o semi-arriñonada **(Arévalo, 1995)**.

El cultivo presenta alto porcentaje de polinización cruzada, lo cual implica que se trata de una especie alógama; el conocimiento del tipo de reproducción es de suma importancia para futuros trabajos de mejoramiento genético de la especie, el sachá inchi tiene dos tipos de flores: las masculinas que son pequeñas, blanquecinas, dispuestas en racimos y las femeninas, se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores **(Arévalo, 1995)**.

El fruto es una cápsula, de 3,5 a 4,5 cm de diámetro, con lóbulos aristados (tetralobados) dentro de los cuales se encuentran 4 semillas; excepcionalmente, algunos ecotipos presentan cápsulas con 5 a 7 lóbulos; la semilla, es ovalada, de color marrón oscuro, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia el borde; según los ecotipos, el diámetro fluctúa entre 1,3 y 2,1 cm **(Arévalo, 1995)**.

### **3.4. ECOLOGÍA**

El sachá inchi crece y tiene buen comportamiento a diversas temperaturas que caracterizan a la amazonía peruana (min. 10 °C y máx. 36 °C), siendo las temperaturas muy altas desfavorables, ocasionando la caída de flores y frutos pequeños. Crece desde altitudes de 100 m.s.n.m.m. en Selva Baja y 2000 m.s.n.m.m. en Selva Alta; es una planta que requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido, siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses con precipitaciones de 850 a 1000 mm **(Manco, 2008)**, tiene amplio

rango de adaptación a diferentes tipos de suelos, sin embargo en suelos francos y de buen drenaje, las raíces pueden penetrar más profundamente y como resultado tener un mayor acceso a los nutrientes del suelo **(Arévalo, 1995)**.

### **3.5. DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN**

El sistema de tutoraje en espalderas se puede emplear distanciamientos de 3,0 y 2,5 m entre hileras y 3,0 m entre plantas (densidades de 1 111 y 1 333 plantas/ha.) **(Manco, 2006)**.

### **3.6. ACCESIÓN ACC PER 000396**

La accesión ACC PER 00396 es precedente de San Martín – Cumbaza; **(Castro, 2013)**, indica en su tesis de investigación que la accesión PER000396, en condiciones de invernadero, no son tolerantes al nemátodo del nudo (*Meloidogyne* spp.), lo cual califica al cultivo como hospedero de este fitoparásito; no pudiéndose determinar las escalas de daño. Las accesiones de sachá inchi y su susceptibilidad al nemátodo del *Meloidogyne* spp. según **(INIA, 2008)**, PER000395, PER000415 y PER000406 son de alta a muy alta, PER000396 y PER000420 son de baja a Intermedia, PER000409 es alta, PER000397 es de intermedia a muy alta, PER000416 y PER000394 son de intermedia a alta.

### **3.7. PLAGAS DEL CULTIVO**

Los grillos y hormigas del género *Atta*, como las larvas de Lepidopteras y de Diabroticas, son cortadores de hojas en plántulas recién germinadas, por otra parte *Liriomyza* causa las minas en las hojas. Así mismo el género *Atta* ocasiona daños al cortar las flores, frutos pequeños. Además *Tetranychus urticae* causa decoloración de las hojas, también las querezas que están causando el manchado negro en las hojas **(Manco, 2008)**.

En cuanto a las enfermedades, la pudrición de raíces causada por *Fusarium* sp., el cual es habitante del suelo que afecta a las plantas a través de las raíces, penetrando en forma directa o por heridas. Las Hipertrofias son Proliferación de flores femeninas “escoba de bruja”, producidas probablemente por micoplasma. Los nemátodos, son animales multicelulares, generalmente microscópicos, que dañan las raíces de las plantas reduciendo su capacidad de absorción de agua y de los nutrientes disponibles del suelo; el cultivo de sachá inchi muestra una alta susceptibilidad al ataque del nemátodo, habiéndose identificado a *Meloidogyne incognita*, como principal agente causante de nódulos en la raíz **(Manco, 2008)**.

El nemátodo *Meloidogyne incognita* es una especie que constituye una importante y abundante plaga en la mayoría de los cultivos, que ataca las raíces de las plantas, produciendo agallas o nódulos; por lo que son considerados como parásitos internos de las raíces de cientos de especies vegetales, incluyendo muchas plantas de importancia agrícola, existen otros nemátodos fitoparasitos que no se han tomado en cuenta **(Talavera, 2003)**.

Los huevos son depositados dentro de una matriz gelatinosa donde existen cientos de unidades, los estados juveniles miden de 346 a 463  $\mu\text{m}$ , los machos son vermiformes, con una longitud entre 1,2 y 2,0 mm y no son necesarios para la reproducción; la hembra es de color blanco, tiene forma de pera, con la parte posterior globosa y una longitud entre 510 y 690 mm; el ciclo de vida se inicia con la postura de las masas de huevos, de los cuales eclosionan a los 7 días, los juveniles del segundo estadio (J2), emigran a través del suelo atraídos por las raíces de las plantas hospedantes, penetran a la raíz justo debajo de la cofia y después de la penetración migran intercelularmente hasta alcanzar el floema primario o también las células indiferenciadas del parénquima, en donde se fijan e inician la alimentación, finalmente adquiere la forma aberrante (salchicha) y muda 3 veces hasta convertirse en adulto. Los machos dejan de alimentarse a partir del 3er estadio, en la cuarta muda vuelven a asumir el aspecto vermiforme, salen de la raíz y después del acoplamiento mueren rápidamente. Por otra parte, las hembras adquieren forma de pera, siguen alimentándose y se mantienen sedentarias por el resto de sus vidas. El ciclo de vida depende de la temperatura del suelo y del tipo de planta hospedante, generalmente en zonas tropicales el ciclo se completa entre los 21 y 28 días y los estados juveniles son los que causan el mayor daño **(Talavera, 2003)**.

El sistema radicular infestado muestra nódulos o agallas características, cuya severidad varía dependiendo del grado de infestación por el nemátodo y de la variedad y especie de la planta parasitada, los nódulos se forman a

consecuencia de la emisión de secreciones salivares de los nemátodos alimentándose de los tejidos radiculares **(Talavera, 2003)**.

Los síntomas que presenta son la reducción de la germinación de las semillas, reducción en el rendimiento, enanismo, deformación de hojas y tallos, marchitez y clorosis, y entre los síntomas específicos tenemos las raíces noduladas, disminución de brotes, atrofia de ápices radicales, disminución del sistema radical, deformación y necrosis de raíces y tallos subterráneos, se aprecia senescencia temprana, las hojas muestran colores anormales, reducción del sistema radicular, raíces infladas y producción reducida de fruto **(Nelia, 1984 y Talavera, 2003)**.

### **3.8. TIPOS DE CONTROL BIOLÓGICO PARA NEMÁTODOS FITOPARASITOS.**

La lucha contra los nemátodos según **(Abelleira, 1999)**, para su total erradicación puede resultar casi imposible debido a diversos factores (amplia distribución en el suelo, características morfológicas, especies polífagas, ciclo de vida, etc.), por lo que todas las recomendaciones están orientadas a prevenir una posible infestación y extensión de estos patógenos en los diferentes cultivos:

**a. Métodos culturales.** Las prácticas culturales como barbechos, inundaciones, aplicación de abonos orgánicos, plantas trampa y de cobertura, rotaciones de cultivos, etc., reducen bastante las poblaciones de nematodos parásitos de las plantas cultivadas. Generalmente estas prácticas culturales causan condiciones adversas para los nematodos, por

lo que la capacidad de estos para sobrevivir, multiplicarse y producir enfermedades se ve notablemente afectada.

**b. Métodos Físicos.** Se basan en la aplicación de calor. Los tipos de tratamiento más utilizados son:

- **Esterilización del suelo mediante vapor y agua caliente.** Estos métodos solo resultan rentables en pequeñas superficies como viveros, invernaderos, etc.
- **Inmersión del material vegetal en agua caliente.** (bulbos, estaquillas, semillas, etc.). La temperatura del agua y la duración del tratamiento no deben dañar a las plantas. Por lo general se utilizan temperaturas que varían desde 43 hasta 53 °C, hasta periodos que van desde 30 minutos hasta más de 4 horas en el caso de bajas temperaturas.
- **Solarización.** Este método de desinfección del suelo que se basa en aprovechar la energía del sol para aumentar la temperatura del terreno por medio de un acolchado con lámina de plástico transparente durante la época más calurosa del año. Su mayor limitación para su aplicación, evidentemente, es de tipo geográfico o climático, dado que solo es aplicable en zonas de clima cálido con elevada irradiación solar y veranos secos.

**c. Métodos Biológicos.** Se han descrito diferentes organismos sobre todo hongos, bacterias y nemátodos que se emplean para su control biológico, no obstante su uso no está muy extendido por la dificultad que supone el manejar tres sistemas vivos: el patógeno, el agente de control biológico y el huésped, que interactúan entre ellos y a su vez se ven afectados por el ambiente.

**d. Métodos químicos.** Es el método de control más aceptados por los agricultores, a pesar de no ser el más efectivo. Los productos que se emplean actualmente podemos dividirlos según su volatilidad en:

- **Nematicidas fumigantes.** (Bromuro de metilo, Dicloropropeno, Dazomet, etc.), conjunto de compuestos en general dotados de gran volatilidad, una vez aplicados se evaporan y disuelven en el agua del suelo. Su aplicación requiere un equipo y personal especializado ya que pueden resultar altamente tóxicos para las personas y fitotóxicos. Por lo que su uso actualmente tiende a reducir estando algunos de ellos prohibidos en diferentes países.
- **Nematicidas no fumigantes.** (Fenemifos, Mocap, Aldicarb, Oxamilo, Etoprofos, etc.), gama de productos que se formulan en forma líquida o en gránulos. Tienen volatilidad muy baja. Con respecto a los anteriores tienen menor poder residual, menores dosis, sistémicos, y en general de más fácil aplicación.

### **3.9. EL HONGO *Pochonia chlamydosporia***

Los hongos nematófagos son biocontroladores naturales, sin embargo no se usan en la práctica agrícola por el deficiente conocimiento entre otros aspectos de su modo de acción, producción de metabolitos y los eventos o condiciones que afectan su actividad como biocontrolador **(López y Olivares, 1998)**.

El hongo *Pochonia chlamydosporia* es un Deuteromycete, parásito facultativo ampliamente distribuido en el mundo que aparece como parte de un complejo de diferentes especies relacionadas, parasitando quistes, huevos o nemátodos de vida libre y es reconocido como un taxón amplio y heterogéneo, agrupado de acuerdo a caracteres relativamente simples y hasta ahora no son bien definidos; esta especie y sus variedades producen más clamidosporas (estructura multicelular de pared gruesa, hialina que descansa sobre un tallo en el micelio aéreo o en el agar sumergido) que otras especies de *Verticillium*. Los conidios son producidos en simples fiálides con esporas o dictiochlamidosporas **(Kerry y Bourne, 2002)**; los apresorios a partir de la hifa diferenciada permiten la colonización de la superficie del huevo, sin embargo, la penetración, es el resultado de una presión física y una actividad enzimática (subtilasa) designada como VCP1 ha sido parcialmente caracterizada y en pruebas *in vitro* demostró remover la membrana vitelina más externa de la cáscara del huevo y expuso la capa de quitina de nemátodos formadores de agallas de raíz **(Soukup, 1987)**.

El hongo es un parásito facultativo de huevos y hembras de nemátodos, tiene capacidad para sobrevivir y proliferar en el suelo y en la rizosfera,

destruyendo a los nemátodos, siendo un agente potencial en el control de estos, entre ellos del “nemátodo del nudo” *Meloidogyne incognita*, forma una red micelial muy ramificada que permanece en estrecho contacto con la cutícula del huevo, luego el hongo produce apresorios. No causan daño al hombre, animales ni plantas. Requieren una adecuada humedad, pH y temperatura para su natural dispersión e infección **(SCB–SENASA, 2010)**, es considerado como uno de los agentes de control biológico más promisorios para el manejo de poblaciones de nemátodos agalleros, en particular de huevos de *Meloidogyne incognita*, **(Kerry y Jaffee,1997)**, llegando a establecerse en el suelo a través del tiempo **(Leiva, 2009)**, Las plagas que más atacan a los cultivos son los nemátodos parásitos de plantas, los que se estima que causan pérdidas de alrededor 10% de la producción agrícola mundial **(Whitehead, 1998)**. **(Leiva, 2009)**, determinó que el porcentaje de control ejercido por *P. chlamydosporia* sobre *Meloidogyne incognita*, fue de 86,87% con 30g por kilogramo de sustrato.

## IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó en los campos de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” - INIA, localizada en el distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín.

#### **Ubicación Política**

Departamento	:	San Martín.
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Juan Guerra
Sector	:	Juan Guerra

#### **Ubicación Geográfica**

Latitud Este	:	6° 35´ 30,25´´
Longitud oeste	:	76° 19´ 21,35´´
Altitud	:	206 m.s.n.m.m.

### 4.2. INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación tuvo una duración de Febrero a Setiembre del 2013 en campo, desde el acondicionamiento de la parcela hasta la última evaluación de campo. Se realizaron las siguientes actividades:

#### **4.2.1. Limpieza de la parcela**

Se realizó el deshierbo manual de la parcela para poder facilitar el desarrollo del trabajo de investigación.

#### **4.2.2. Toma de muestra de suelo**

Antes de realizar la siembra, se procedió a recolectar la muestra para cada tratamiento de suelo, para ser analizada en el laboratorio UCDSV SENASA (Lima). Esta labor con la finalidad de determinar la población inicial de nematodos.

#### **4.2.3. Siembra de la semilla y primera aplicación de *P. chlamydosporia***

La semilla sembrada de Sacha Inchi pertenece a la accesión ACC-PER000396, procedente de Cumbaza – San Martín, se sembró 4 semillas por golpe a 2,5 cm de profundidad del suelo aproximadamente.

La primera aplicación del hongo fue al momento de la siembra del Sacha Inchi. Los hongos nematófagos fueron proporcionados por el SENASA, cuyo laboratorio de control biológico se encarga de su multiplicación así como de su comercialización.

La preparación del hongo *P. chlamydosporia* se realizó teniendo en cuenta la medida para las 5 plantas en toda la parcela. Para el primer tratamiento 4 g/L de agua que equivale a 20 g para todas las 5 plantas

del campo, se aplicó 1 mL de aceite agrícola; para el segundo tratamiento 8 g/L de agua que equivale a 40 g/L de agua para todo el tratamiento, se aplicó 2 mL de aceite agrícola; para el tercer tratamiento 16 g/L de agua que equivale a 80 g/L de agua para todo el tratamiento, se aplicó 4 mL de aceite agrícola y para el tratamiento de 32 g/L de agua que equivale a 160 g/L de agua para todo el tratamiento, se aplicó 8 mL de aceite agrícola.

Teniendo las bolsas contenidas con los hongos por cada tratamiento más el aceite agrícola, se empieza a homogenizar el aceite con todo el sustrato de arroz en el cual viene el hongo. Luego se procede a colocar toda la solución en 20 litros de agua (para primer tratamiento) para ser aplicado un litro por cada planta. El mismo procedimiento se realizó con los demás tratamientos, solo varía la cantidad de agua (40 L de agua para el segundo tratamiento, 80 L de agua para el tercer tratamiento y 160 L de agua para el cuarto tratamiento). Toda esta solución se mezcla con la tierra que se saca de cada hoyo donde se va sembrar la semilla.

**(SCB – SENASA, 2010)**, menciona que la presentación del producto (*Pochonia chlamydosporia*) es en 800 g de sustrato de arroz, lo cual contiene.

- concentración de conidias:  $1 \times 10^7$  clamidosporas/g.
- Porcentaje de germinación: 100 % a las 18 horas.

- Porcentaje de pureza: 100 %

#### 4.2.4. Segunda aplicación de *P. chlamydosporia*

Se realizó a los 30 días después de la siembra, procediendo a hacer el mismo preparado para la aplicación del hongo al suelo, usando el método de chorro continuo.

### 4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el trabajo de investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), 6 tratamientos y 5 repeticiones, una planta equivale a una repetición, sembrando un total de 30 plantas.

**Cuadro 1:** Descripción de los Tratamientos.

TRATAMIENTOS		DOSIS/PLANTA (g)
CLAVE	DESCRIPCIÓN	
T0	Testigo absoluto	0
T1	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	4
T2	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	8
T3	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	16
T4	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	32
T5	Control Químico (Furadan)	7,2

**Cuadro 2:** Distribución en campo de los tratamientos.

<b>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</b>				
<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>BIV</b>	<b>BV</b>
T3	T5	T0	T2	T1
T0	T2	T5	T3	T5
T4	T0	T1	T0	T4
T2	T1	T4	T1	T0
T5	T4	T3	T4	T3
T1	T3	T2	T5	T2

**Cuadro 3:** Esquema del análisis de varianza.

<b>FUENTE DE VARIABILIDAD</b>	<b>GL</b>		
<b>Bloque</b>	$T - 1$	$= 5 - 1$	$= 4$
<b>Tratamiento</b>	$T - 1$	$= 6 - 1$	$= 24$
<b>Error</b>	$(r - 1) + (t - 1)$	$= (5 - 1) + (6 - 1)$	$= 20$
<b>Total Corregido</b>	$(r * t) - 1$	$= 5 * 6 - 1$	$= 29$

#### 4.4. VARIABLES DEPENDIENTES EVALUADOS

##### 4.4.1. Altura de planta

Utilizando una regla graduada se midió la altura de las plantas de cada tratamiento en estudio, tomándose las medidas del cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal.

#### **4.4.2. Área foliar**

Este procedimiento se realizó a los 120 días después de la siembra. Se comenzó registrando el peso individual de 15 hojas, luego procedimos a cortar 3 cm<sup>2</sup> de cada uno para luego pesarlos en una balanza analítica. El peso de estos 15 segmentos de 3 cm<sup>2</sup> de hojas se saca por el procedimiento de regla de tres simple para determinar el peso de un segmento y por inferencia se determinó el área de cada hoja.

#### **4.4.3. Fotosíntesis**

Se tomó las hojas de la planta pesando 0,3 g. de tejido para colocarlo en un vaso de vidrio y hervirlo por un minuto en agua destilada conteniendo una pequeña cantidad de carbonato de calcio. Se colocó el tejido hervido en un mortero y se maceró con un poco de etanol al 96%. Se transfirió el extracto a una probeta y se llevó el volumen a 5 ml con el mismo solvente. Se agitó y se dejó en reposo por 10 minutos. El sobrenadante se diluyó hasta que los pigmentos del tejido estén diluidos en 1 ml de solvente (esta dilución se logró tomando una alícuota del

extracto de 1 ml y se llevó a un volumen de 5 ml de etanol al 96%), se tomó nota de esta dilución y volumen para los cálculos en el análisis cuantitativo de las clorofilas.

$$\text{Clorofila a} = (13,7 \times A600) - (5,76 \times A640) = \text{g/ml}$$

$$\text{Clorofila b} = (25,8 \times A600) - (7,6 \times A640) = \text{g/ml}$$

$$\text{Clorofila a + b} = (6,1 \times A600) + (20,04 \times A640) = \text{g/ml}$$

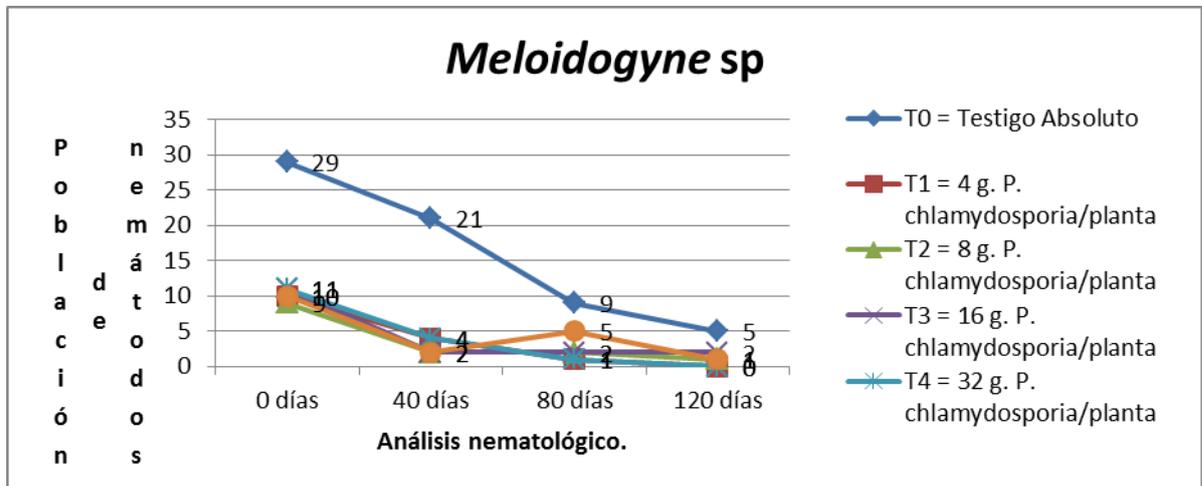
#### **4.4.4. Población de nemátodos en el suelo**

Se realizó el muestreo de suelo a 20 cm de profundidad, se recolectó cuatro submuestra de donde se obtuvo una muestra de 1 Kg por cada planta en estudio, se acondicionó, etiquetó y se envió al Laboratorio de Nematología del SENASA – Lima. El muestreo se realizó al momento de la siembra y después a los 40, 80 y 120 días.

## V. RESULTADOS

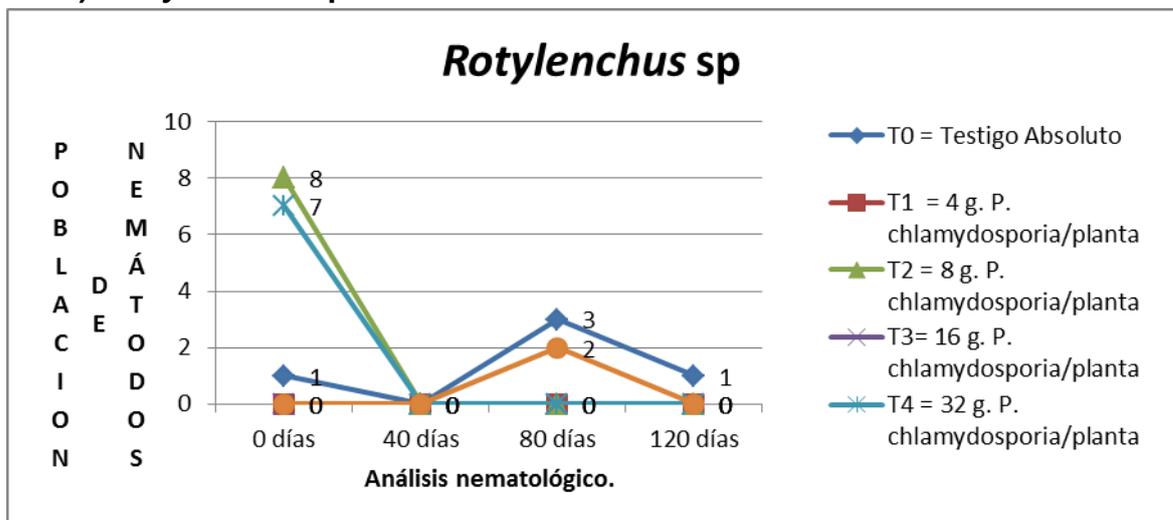
### 5.1. EFECTO DEL CONTROL DE NEMÁTODOS EN LA PLANTA

#### a). *Meloidogyne* sp



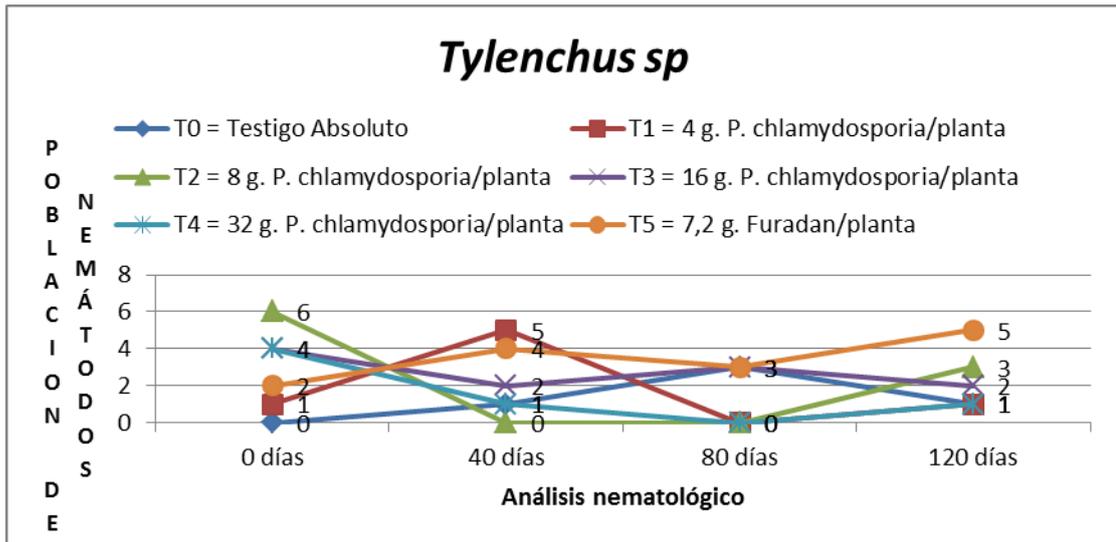
**Figura 1.-** Población de *Meloidogyne* sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

#### b). *Rotylenchus* sp



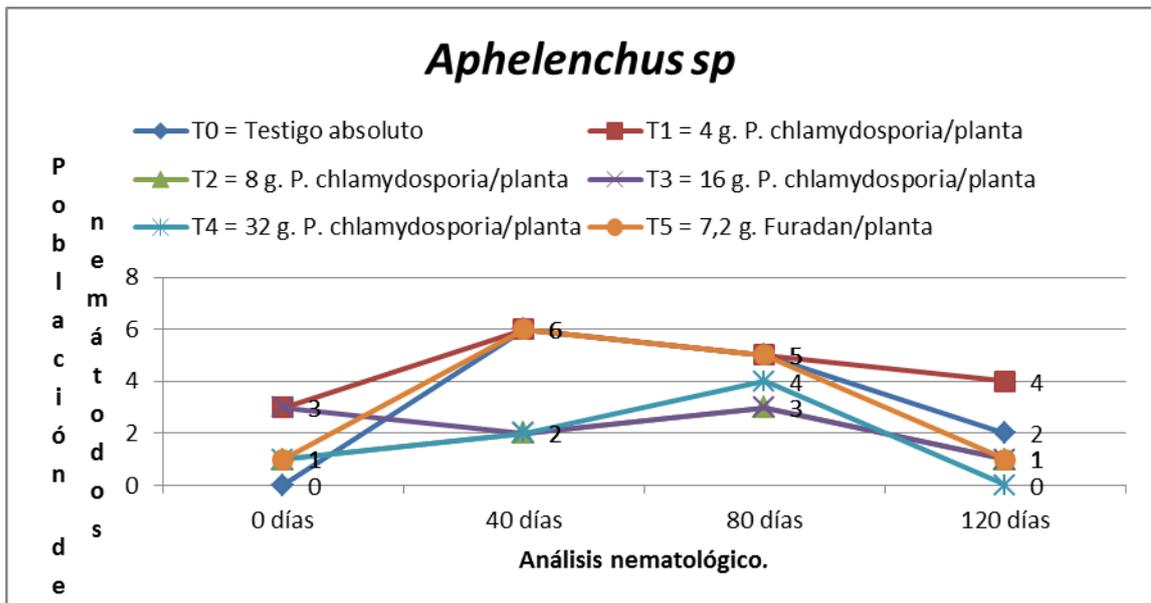
**Figura 2.-** Población de *Rotylenchus* sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

#### c). *Tylenchus* sp



**Figura 3.-** Población de *Tylenchus sp* en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

**d). *Aphelenchus sp***



**Figura 4.-** Población de *Aphelenchus sp* en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis*. con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

e). *Helicotylenchus sp*

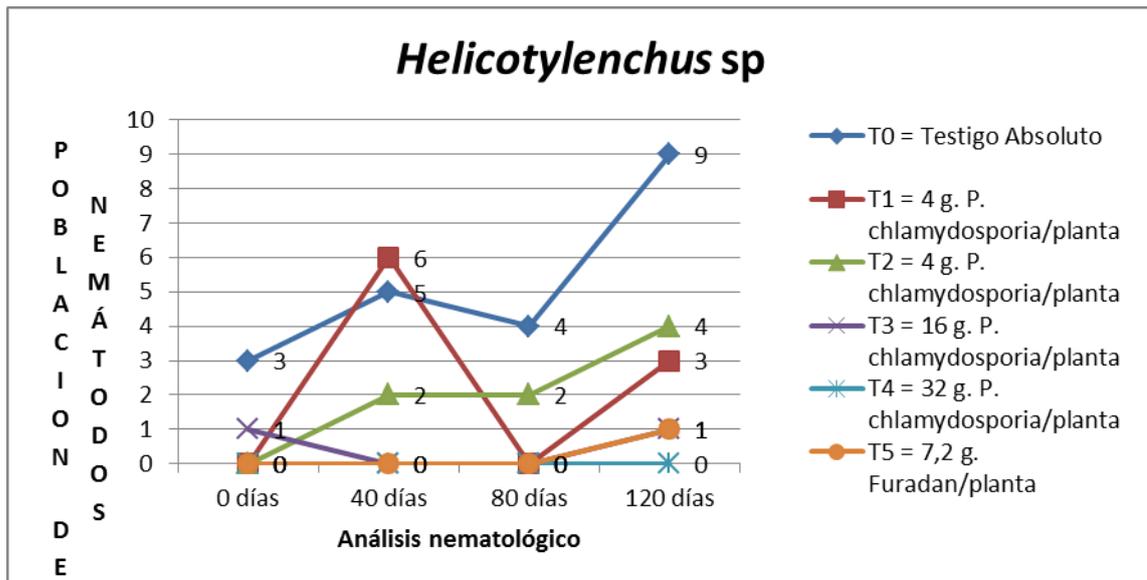


Figura 5.- Población de *Helicotylenchus sp* en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

f). *Tylenchorhynchus sp*

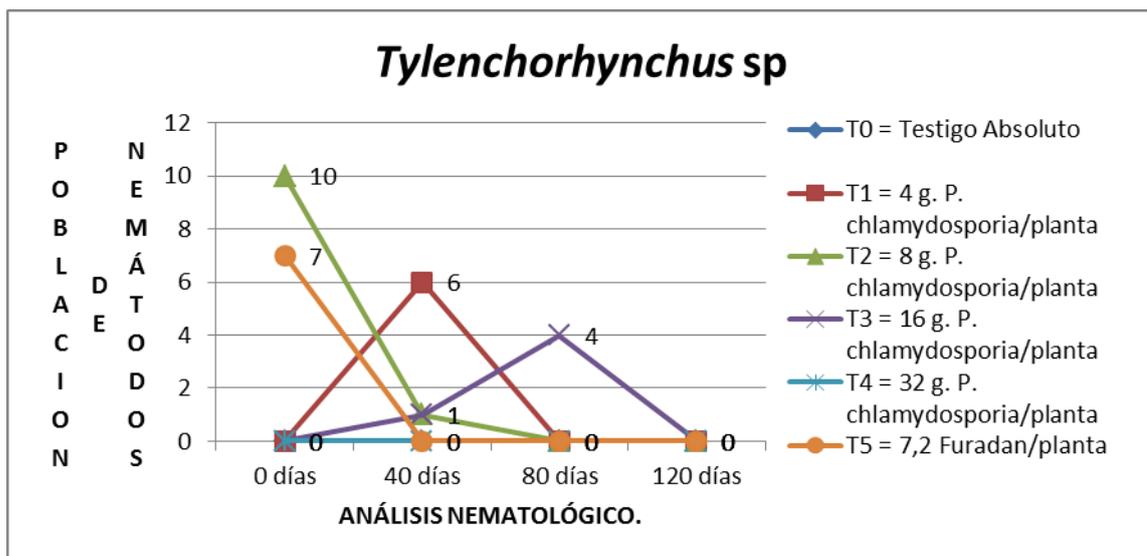
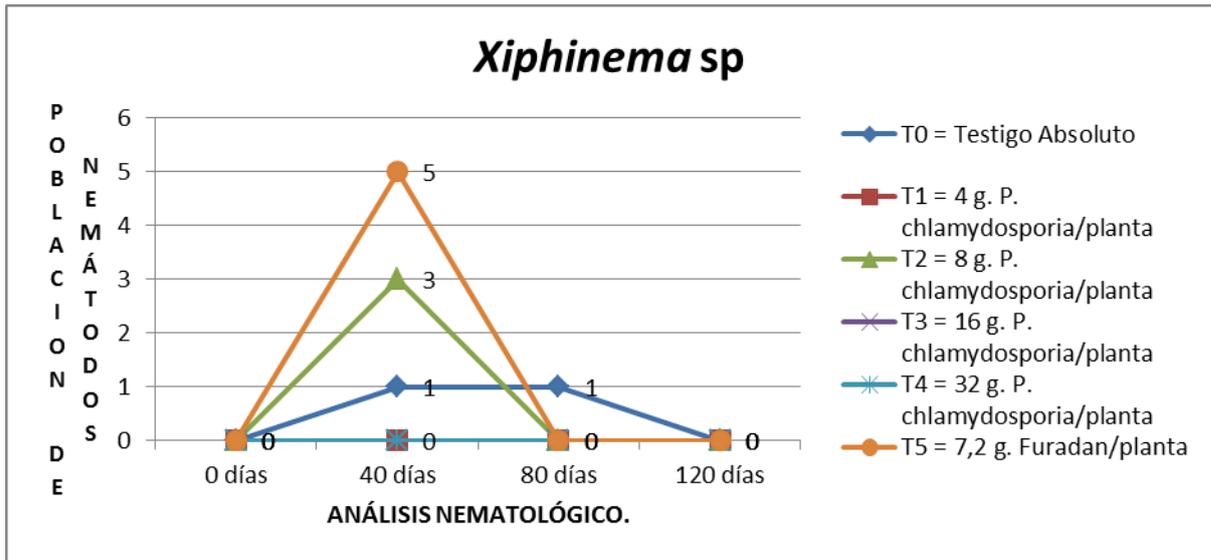


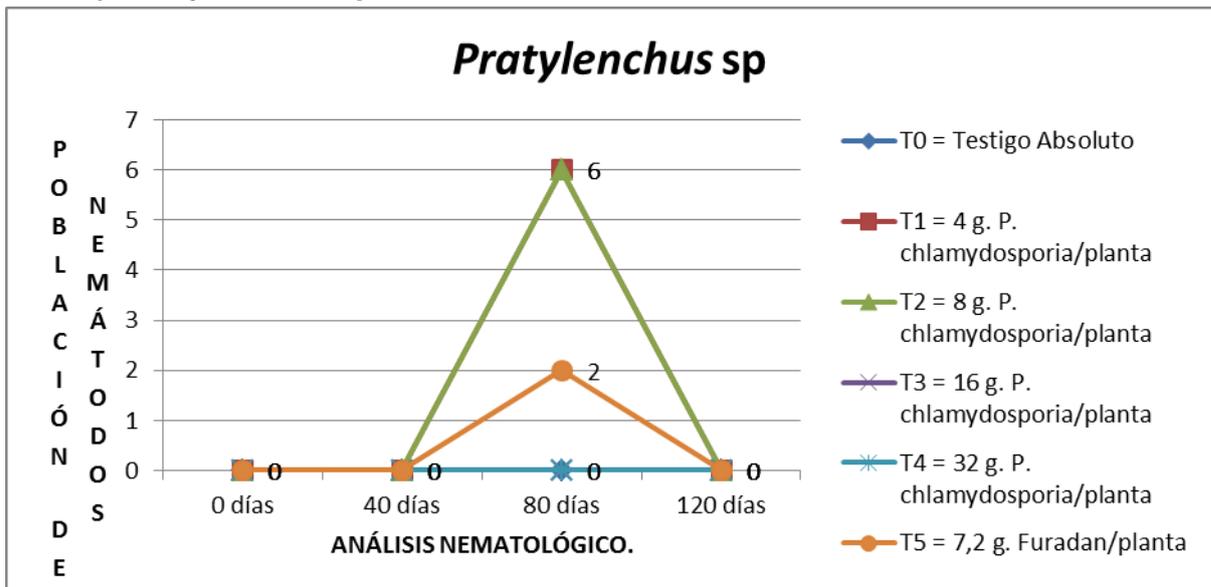
Figura 6.- Población de *Tylenchorhynchus sp* en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

g). *Xiphinema* sp



**Figura 7.-** Población de *Xiphinema* sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

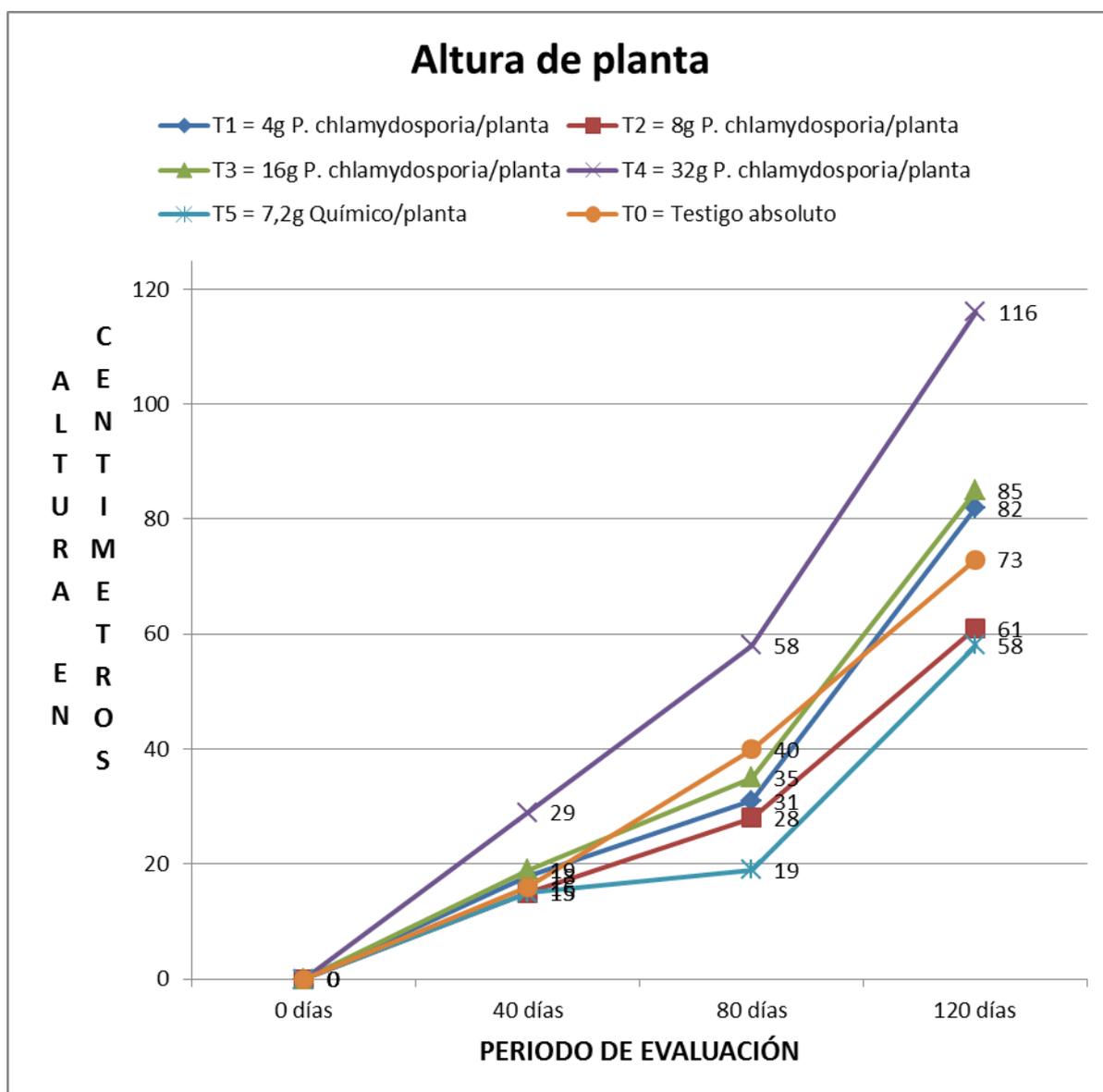
h). *Pratylenchus* sp



**Figura 8.-** Población de *Pratylenchus* sp en el suelo a 0, 40, 80 y 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis* con dos (02) aplicaciones de *P. chlamydosporia*.

## 5.2. RESULTADOS SOBRE EL EFECTO EN LA ALTURA DE LA PLANTA

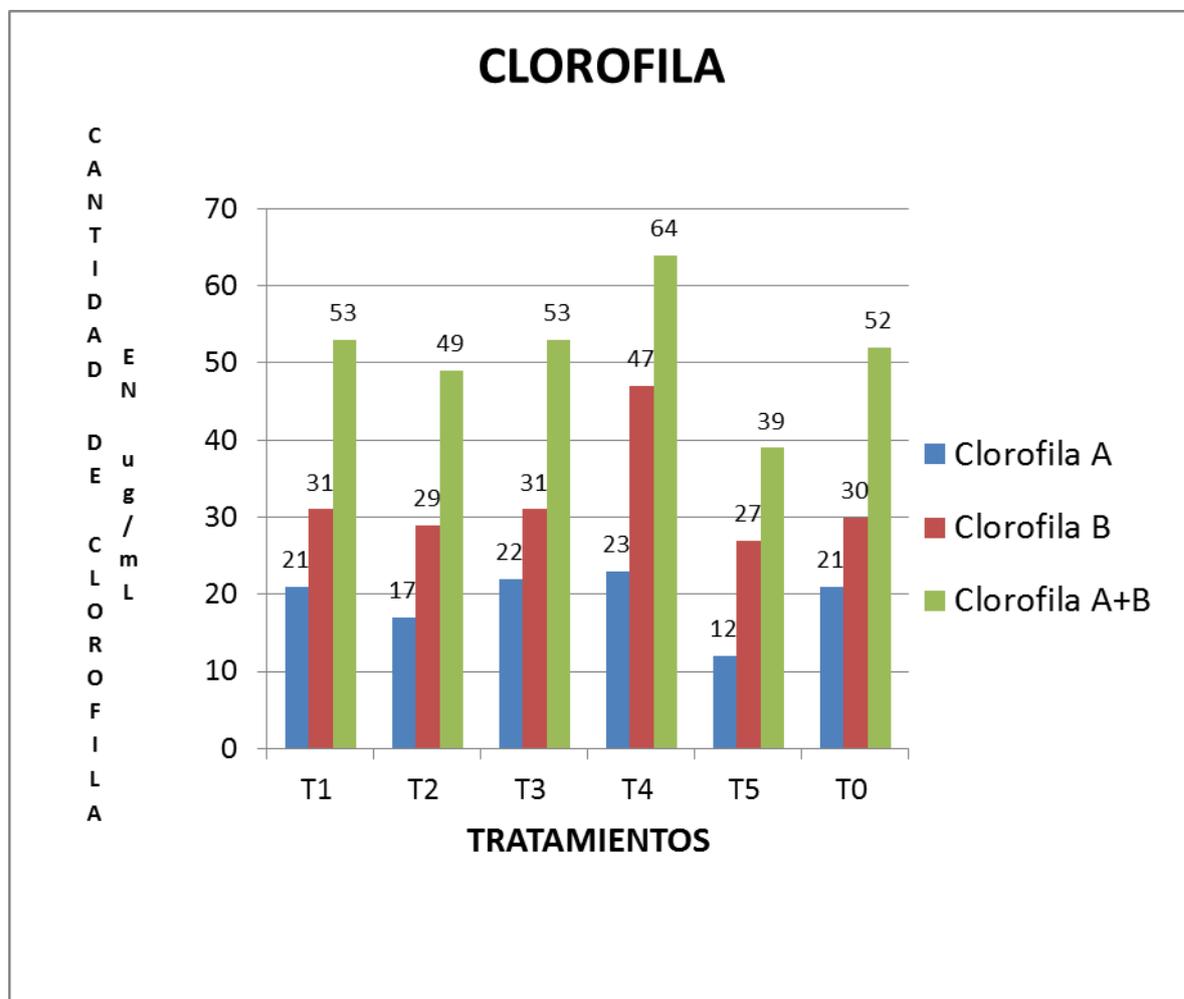
Se realizó la evaluación si el efecto de *P. chlamyosporia* influye en el crecimiento vegetativo de la planta de Sacha Inchi, en el cual se realizó la siguiente figura:



**Figura 9.-** Prueba de Duncan para el crecimiento de la planta, desde el momento de la siembra hasta los 120 días.

### 5.3. RESULTADOS SOBRE EL EFECTO DE LA CANTIDAD DE CLOROFILA EN LA PLANTA

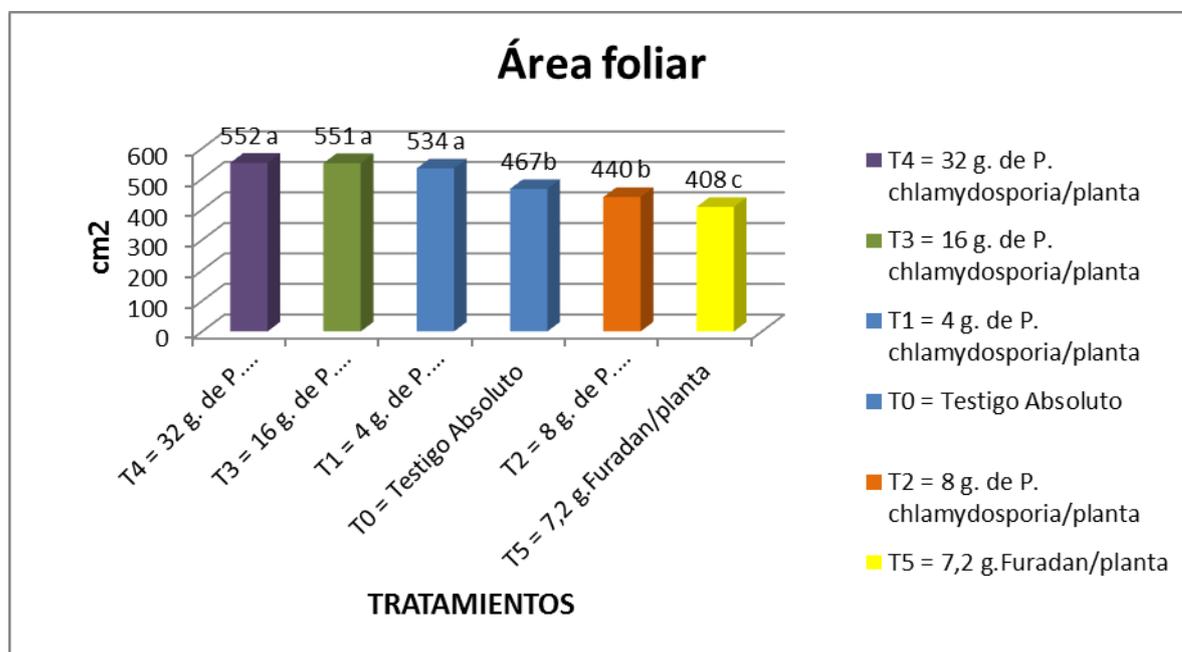
Se realizó el análisis para determinar la cantidad de los tipos de clorofila en las hojas de Sacha Inchi, en la cual se tuvo la siguiente figura:



**Figura 10.-** Prueba de Duncan de los niveles de Clorofila A, B y A+B en la planta, a los 120 días después de la siembra de *Plukenetia volubilis*.

## 5.4. RESULTADOS SOBRE LOS NIVELES DE ÁREA FOLIAR DEL SACHA INCHI

Se realizó la medida del área foliar para determinar si hubo efectos en cuanto a la dosis de los tratamientos, obteniendo la siguiente figura:



**Figura 11.-** Prueba de Duncan para el área foliar (cm<sup>2</sup>) del sachá inchi, a los 120 días después de la siembra

## 5.5. CUADRO DEL COSTO DE APLICACIÓN POR TRATAMIENTO

**Cuadro 4.-** Costo de aplicación del hongo *Pochonia chlamydosporia* por tratamiento en el cultivo de Sacha Inchi, hasta los 120 días por 2 aplicaciones.

Descripción	# plantas/Ha	Cantidad de <i>P. chlamydosporia</i> Kg/Tratamiento	Precio por Kg del producto S/.	Número de jornales/Ha	Precio/jornal S/.	Total S/.
T0= Testigo absoluto	1 111	0	13.5	0	0	0
T1= 4 g <i>Pochonia chlamydosporia</i>	1 111	4,444	13.5	2	25	110
T2= 8 g <i>Pochonia chlamydosporia</i>	1 111	8,888	13.5	2	25	170
T3= 16 g <i>Pochonia chlamydosporia</i>	1 111	17,776	13.5	2	25	290
T4= 32 g <i>Pochonia chlamydosporia</i>	1 111	35,552	13.5	2	25	530
T5= 7,2 g Control Químico (Furadan)	1 111	8	35	2	25	330

## VI. DISCUSIONES

### 6.1. EFECTO DEL CONTROL DE NEMÁTODOS EN LA PLANTA

La población de *Meloidogyne* sp., ha ido reduciendo después de la aplicación de *P. chlamydosporia* tal como se puede apreciar en la **Figura 1**, esto debido al efecto biótico del hongo entre los 40, 80 y 120 días, y el testigo químico solo se ha mantenido efectivo hasta los 40 días después de la aplicación. Por otra parte también se observa que hubo efecto en la disminución de los nemátodos debido a la falta de la humedad en el suelo que ha corroborado con los niveles de precipitación que lo ha registrado **SENAMHI, 2013** en los meses de Mayo, Junio y Julio del año 2013. Pero el efecto de *P. chlamydosporia* se puede apreciar claramente en los tratamientos de mayor cantidad de *P. chlamydosporia* que tuvieron mayor control de los nemátodos.

Se observa que el tratamiento T3 y T1 ha mantenido resultados inferior al tratamiento T0 entre los 40, 80 y 120 días, demostrando su efecto de control de *P. chlamydosporia* ante este nemátodo; similar efecto se observa con *Helicotylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Tylenchus* sp en las cuatro dosis aplicadas de *P. chlamydosporia*, *Tylenchorhynchus* sp con T4. Según los análisis se puede comparar con la dosis de aplicación de *P. chlamydosporia* a los 40, 80 y 120 días el que tuvo mejor control es el tratamiento de T4 con 32 g. de *P. chlamydosporia*/litro de agua, de esta manera se demuestra que el hongo es efectivo a mayor cantidad de dosis de *P. chlamydosporia*, se debe considerar como un método efectivo para controlar nemátodos en Sacha Inchi a razón de 32 g/litro de agua, a un costo de S/. 625 nuevos soles y no es recomendado el

control químico con Furadan por que se observa los efectos negativos con los nemátodos estudiados al no ejercer control. Este resultado guarda relación con lo observado con **Leiva, 2009**, quien a los 60 días de incorporado el hongo en el suelo, se observaron que los tratamientos T6, T5 y T4 que corresponden a 30, 20 y 10g de *P. chlamydosporia* en suspensión, con inoculación de huevos de nemátodos, obtuvieron porcentajes de control mayor a 80% siendo estos de 86,87%, 83,11% y 81,73%, mientras que los demás tratamientos T3, T2 y T1 que corresponden a 30, 20 y 10g de *P. chlamydosporia* en arroz, con inoculación de huevos de nemátodos, obtuvieron porcentaje de control de 79,96%, 73,96% y 69,59% respectivamente. Esto nos muestra que el hongo llega a establecerse en el suelo favoreciendo su incremento en él y por ende aumenta el control del nemátodos, tal como lo corrobora **Hernández, 2008** citado por **Leiva, 2009**, donde menciona que se ha comprobado, que la efectividad del hongo *P. chlamydosporia* aumenta con el tiempo su población en el suelo y mejora paulatinamente la acción de biorregulador.

## **6.2. EFECTO DE LA ALTURA EN LA PLANTA**

La dosis de 32 g de hongo/L de agua aplicados a los 0 y 40 días fraccionados en 16g/cada aplicación, se observa mejor desarrollo de la planta en cuanto a la altura, esto se debe a que los nemátodos son infectados por el hongo *P. chlamydosporia*, se tiene mayor número de raíces sanas y por consiguiente hay mayor absorción de agua y nutrientes, por lo tanto la actividad fotosintética no se ve afectada y esto se demuestra a través del análisis de clorofila que se aprecia en la Figura 10, así mismo se observa que los tratamientos con 4 y 16 g. *P. chlamydosporia*, hay mejor desarrollo de la planta

a partir de los 120 días, es posible que esto se deba a la repoblación del hongo en las nuevas generaciones de los nemátodos y razones por la cual las plantas superan al testigo, como se puede observar en la tabla de análisis nematológico el descenso de las poblaciones de nemátodos encontrados en los 0, 40, 80 y 120 días, mientras que en el testigo con aplicación de *P. chlamydosporia* y químico se observa que se retarda el crecimiento de la planta. El T5 (7,2 g. Furadan/planta) no es efectivo por que se mantiene por debajo del testigo absoluto (T0) por lo tanto no se debe hacer aplicaciones de Furadan cuando se encuentra nemátodos.

### **6.3. EFECTO DE LA CLOROFILA EN LAS HOJAS**

Los análisis de Clorofila A, B y A+B realizado por medio de espectrofotómetro en el Laboratorio de Biología de la UNSM-T, nos da como resultado que la aplicación de la dosis de 32 g. de *P. chlamydosporia* (T4), incrementa la clorofila A, B y A+B; esto nos demuestra que los nemátodos no han afectado el proceso fotosintético de la planta debido a que *P. chlamydosporia* al controlar los nemátodos han permitido que exista una buena absorción de agua y nutrientes que es esencial para el proceso de fotosíntesis, ya que ambos tienen que ver con las tasas de fotosíntesis que forman parte del núcleo pirrólico de la clorofila.

Mientras cuando se aplica Furadan en el T5, se observa que afecta en la cantidad de la clorofila A, B y A+B, estando por debajo del testigo absoluto (T0), las menores dosis aplicadas no se diferenciaron con los resultados de la

clorofila A, B y A+B. Esto quiere decir que los nemátodos al afectar el sistema radicular afecta en el contenido de clorofila de la planta y por consiguiente la tasa de fotosintatos que es corroborado por **Agrios, 2005**, cuando menciona que las enfermedades radiculares disminuye la tasa de fotosintatos en las plantas. Además la clorofila es un pigmento esencial para el proceso de la fotosíntesis, en la absorción de la luz que se conoce dos tipos de clorofila (A y B), cuando los nemátodos afectan la a planta se nota un ligero amarillamiento de las hojas y estas tienen similitud con los estudios realizados de **Gates y Gudauskass, 1979**, cuando señala que todas las interacciones entre el hospedante (maíz) y el virus (Maiz Dwarf Mosaic Virus) se produce síntomas visibles de clorosis y necrosis existiendo cambios en el metabolismo y morfología de cloroplasto. Por otro lado **Goodman, 1986**, menciona que la infección sistémica de zapallo por SMV existe una reducción significativa en la producción y número de cloroplastos.

#### **6.4. EFECTO DEL ÁREA FOLIAR EN LA PLANTA**

Los resultados de los análisis del área foliar por unidad de hoja de la planta de sachá inchi, después del tratamiento con *P. chlamydosporia*, comparando con el testigo químico y absoluto, se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos estudiados. Los tratamientos T4, T3, T1 que corresponde a dosis 32g, 16g, 4g de esporas multiplicado en arroz por litro de agua de *P. chlamydosporia* no se diferencian estadísticamente entre sí, pero sí de los tratamientos químicos y testigo absoluto, esto nos explica que la aplicación de *P. chlamydosporia* incrementa el área foliar; por lo tanto la

planta ejerce mejor su actividad fotosintética y fisiológica al no estar afectado por los nemátodo fitoparásito.

## **6.5. COSTO DE PRODUCCIÓN**

Según el tratamiento que resultó con mayor control hacia los nemátodos y mejor en cuanto a la altura, clorofila y área foliar fue el T4 con la dosis de 32g. de *P. chlamydosporia*/planta, en dos aplicaciones de 16g./planta, el cual viene a ser con costo de S/. 530 por hectárea respectivamente.

## VII. CONCLUSIONES

Según los resultados de los análisis nematológico, el efecto de la altura, contenido de clorofila de la planta, área foliar y costos de producción se concluye lo siguiente:

- 7.1. La mejor dosis del hongo nematófago *P. chlamydosporia* es el tratamiento T4 que es 32g./planta, el cual ha reducido la población a nivel de suelo de los nemátodos *Meloidogyne* sp, *Aphelenchus* sp, *Tylenchus* sp, *Helicotylenchus* sp, *Pratylenchus* sp, *Rotylenchus* sp, *Xiphinema* sp, *Tylenchorhynchus* sp, del cultivo de Sacha Inchi en la provincia de San Martín.
- 7.2. La altura de planta, el contenido de clorofila y área foliar, sobresalieron los tratamiento T4 y T3 que corresponde a 32g. y 16g. de esporas multiplicadas en arroz/litro de agua aplicadas por planta.
- 7.3. El costo del mejor tratamiento (T4 = 32 g. de *P. chlamydosporia*/planta) aplicado a la siembra y 30 días después de la siembra, fue de S/. 530 soles.
- 7.4. El Furadan (Carbofuran) no es eficaz para el control de estos nemátodos y además tiene efecto negativo en el crecimiento y contenido de clorofila de *Plukenetia volubilis*.
- 7.5. Los nemátodos de mayor importancia encontrados en el cultivo de Sacha inchi de acuerdo a su población son: *Meloidogyne* sp, *Aphelenchus* sp, *Tylenchus* sp, *Rotylenchulus* sp, *Tylenchorhynchus* sp y *Helicotylenchus* sp.

## VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1.** Se recomienda la aplicación de 32 g/planta del hongo nematófago *P. chlamydosporia* multiplicado en arroz que equivale a 36 Kg./hectárea para el control de nemátodos en el cultivo de Sacha Inchi en la Región San Martín.
- 8.2.** No se recomienda la aplicación del Furadan cuyo ingrediente activo es Carbofuran, debido a que es un producto que tiene efecto negativos para la planta y el nivel de control de nemátodos es inferior al hongo *P. chlamydosporia*.
- 8.3.** Para un mejor estudio se recomienda establecer en el futuro bioensayos, con las muestras recolectadas a los 40, 80 y 120 días después de la siembra, puesto que al parecer la cantidad y especies de nemátodos iniciales no se visualizan en los análisis de suelo realizados.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abelleira, A. 1999. Nematodos Agrícolas. Estación Fitopatológica do Areeiro. Servicio Agrario. Diputación Provincial de Pontevedra.
- Agrios, G. 2005. Plant Pathology, Editorial ELSEVIER. Estados Unidos de América, 934 pag.
- Arévalo, G. 1995. El cultivo del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Amazonia. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” -Tarapoto. San Martín-Perú. 8 pp.
- Brack, A. 1999. *Plukenetia volubilis* L. Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú. PNUD. Cuzco – Perú. 550 p.
- Castro, M. 2013. Tolerancia del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), a nemátodos fitoparásitos del género *Meloydogyne* spp, bajo condiciones de invernadero en la estación experimental agraria “el porvenir” - Juan Guerra. Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Departamento Académico Agrosilvo Pastoril. Tarapoto – Perú.
- Gates, R. W. y Gudauskass, R. T. 1979. Photosynthesis, Respiration and evidence of metabolit inhibition in corn infected with Maiz Dwarf Mosaic Virus. *Phytopathology* 59: 575 – 580.
- Gillespie, L. 1993. A synopsis of neotropical *Plukenetia* (Euphorbiaceae) including two new species. *Systematic Botany* 575 – 592.
- Goodman, R. N., Kiraly, Z. y Wood, K. 1986. The Biochemistry and plant disease. Univ. of Missoure Press. USA.

- INIA - E.E.A. "El Porvenir" – INCAGRO, 2008. "Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)". Sub Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología SUDIRIGEB. Estación Experimental Agraria "El Provenir". Triptico de divulgación. Tarapoto – San Martín- Perú.
- Kerry, B. y Jaffee, B. 1997. Fungi as biological control agents for plant parasitic nematodes. In: The Mycota. IV Environmental and Microbial Relationships (Wicklow/Soderstrom, Eds.). Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin.
- Kerry, B. y Bourne, J. 2002. A manual for research on *Verticillium chlamydosporium* a potencial biological control agent for root-knot nematodes. IOBC/WPRS, OILB/SROP, 2002, Gent.
- Leiva, L. 2009. Evaluación del hongo nematófago *Pochonia chlamydosporia*, en el control del nematodo del nudo *Meloidogyne incognita*, en el cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) bajo condiciones de vivero. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias UNSM – T.
- López, L. y Olivares, B. 1998. Metabolites influencing. Pathogenicity of Nematophagous Fungi. Molecular Variability of Fungal Pathogens. CAB INTERNATIONAL.
- Manco, E. 2006. El cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cooperación República del Perú y República Federal de Alemania. Tarapoto – Perú.
- Manco, E. 2008. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Cultivo Promisorio para la Amazonía Peruana. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Innovación y Competitividad para el Agro Peruano. Cooperación República del Perú y República Federal de Alemania. San Martín – Perú.

- Mostacero, J; Mejía, F y Gamarra, O. 2002. Taxonomía de las Fanerogamas Útiles del Perú. Volumen I. CONCYTEC. Trujillo-Perú. 667 pp.
- Nelia, J. 1984. Nematodos, Diagnóstico y Combate. Universidad de Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola. Recinto Universitario de Mayaguez.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) 2013. Dirección Regional de San Martín. Información Meteorológica. Estación MAP “El Porvenir”. Juan Guerra 2013.
- Subdirección de Control Biológico (SCB–SENASA). 2010. Hongos Nematofagos: *Pochonia chlamydosporia*. Subdirección de Control Biológico. Laboratorio de Entomología. Lima – Perú.
- Soukup, J. 1987. Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana y Catálogo de los Géneros. Editorial Salesiana. Lima – Perú. 436 p.
- Talavera, M. 2003. Manual de nematología agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. Octubre 2003. 23 pg.
- Whitehead, A. 1998. Plant Nematode Control. CAB International, Wallingford.

**Anexo**

**Anexo 1:** Análisis de varianza de la altura de la planta a los 40 días después de la siembra.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SC	CME	Fc	pr>Valor	Significación
Bloque	4	4.133	1.033	1.11	0.3806	n.s.
Tratamiento	5	684.167	136.833	146.61	<.0001	**
Error Exp.	20	18.667	0.933			
G. Total	29	706.667				

n.s.: no significativo

\*\* Altamente significativo

$$R^2 = 97.36 \%$$

$$CV = 5.18 \%$$

$$S_x = 0.966$$

$$X = 18.633$$

**Anexo 2:** Análisis de varianza de la altura de la planta a los 80 días después de la siembra.

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	SC	CME	Fc	pr>Valor	Significación
Bloque	4	0.036	0.009	1.51	0.2368	n.s.
Tratamiento	5	29.827	5.965	990.41	<.0001	**
Error Exp.	20	0.12	0.006			
G. Total	29	29.984				

n.s.: no significativo

\*\* : altamente significativo

$$R^2 = 99.69 \%$$

$$CV = 2.34 \%$$

$$S_x = 0.82$$

$$X = 35.07$$

**Anexo 3:** Análisis de varianza de la altura de la planta a los 120 días después de la siembra.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SC	CME	Fc	pr>Valor	Significación
Bloque	4	34.200	8.550	2.03	0.1286	NS
Tratamientos	5	7156.300	1431.260	339.97	<.0001	**
Error Experimental	20	84.200	4.210			
G. Total	29	7274.700				

n.s.: no significativo

\*\* : altamente significativo

$$R^2 = 98.84 \%$$

$$CV = 2.66 \%$$

$$S_x = 2.66$$

$$X = 77.10 \text{ cm}$$

**Anexo 4:** Análisis de varianza para la cantidad de clorofila “a” en ug/ ml de las hojas del Sacha Inchi.

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	SC	CME	Fc	pr>Valor	Significación
<b>Bloque</b>	4	5.39	1.347	1.44	0.2570	NS
<b>Tratamientos</b>	5	432.721	86.544	92.60	<.0001	**
<b>Error Exp.</b>	20	18.692	0.9346			
<b>G. Total</b>	29	456.803				

NS= No significativa

\*\* = Altamente significativa

$R^2 = 95.91 \%$

CV = 5.06%

$S_x = 0.967$

$X = 19.11$

**Anexo 5:** Análisis de varianza para la cantidad de clorofila “b” en ug/ ml de las hojas del sachu inchi.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SC	CME	Fc	pr>Valor	Significación
<b>Bloque</b>	4	0.635	0.159	0.11	0.978	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	1350.507	270.102	185.15	<.0001	**
<b>Error Exp.</b>	20	29.177	1.459			
<b>G. Total</b>	29	1390.319				

NS= No significativa

\*\* = Altamente significativa

$R^2 = 97.88 \%$

CV = 3.689%

$S_x = 1.209$

$X = 32.737$

**Anexo 6:** Análisis de varianza para la cantidad de clorofila “a y b” en ug/ ml de las hojas del Sacha inchi.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SC	CME	Fc	pr>Valor	Significación
<b>Bloques</b>	4	3.087	0.771	0.28	0.885	NS
<b>Tratamientos</b>	5	1658.648	333.73	122.2	<.0001	**
<b>Error Exp.</b>	20	54.294	2.715			
<b>G. Total</b>	29	1716.026				

NS= No significativa

\*\* = Altamente significativa

$$R^2 = 96.84 \%$$

$$CV = 3.178 \%$$

$$S_x = 1.64$$

$$X = 51.850$$

**Anexo 7:** Análisis de varianza para la cantidad de área foliar en cm<sup>2</sup> de las hojas del Sacha inchi.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL	SC	CME	Fc	P>VAL	Significación
<b>Bloques</b>	4	476.554	119.139	0.27	0.8939	NS
<b>Tratamientos</b>	5	96665.735	19333.147	43.80	<.0001	**
<b>Error Exp.</b>	20	8827.726	441.386			
<b>G. Total</b>	29	105970.015				

NS= No significativa

\*\* = Altamente significativa

$$R^2 = 91.67 \%$$

$$CV = 4.27 \%$$

$$S_x = 21.009$$

$$X = 492.076$$

**Anexo 8.** Resultados de análisis nematológico antes de realizar la siembra (Laboratorio de Nematología UCDSV – SENASA).

	<i>Meloidogyne</i> sp	<i>Aphelenchus</i> sp	<i>Helicotylenchus</i> sp	<i>Rotylenchulus</i> sp	<i>Tylenchus</i> sp	<i>Tylenchorhynchus</i> sp
1	11	0	0	0	0	0
1	6	0	3	0	0	0
1	11	0	0	0	0	0
2	25	0	0	0	0	0
2	2	4	0	0	0	0
2	5	7	0	0	0	0
3	13	0	0	0	0	0
3	3	0	0	8	4	0
3	5	4	0	0	2	10
4	17	0	1	0	15	0
4	18	11	0	0	0	0
4	4	0	0	0	1	0
5	6	0	0	0	6	0
5	19	0	0	7	0	0
5	9	0	0	0	0	0
6	22	0	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	2
6	1	1	0	0	2	0

**Anexo 9.** Resultados de análisis nematológico a los 40 días después de realizado la siembra (Laboratorio de Nematología UCDSV – SENASA).

TRATAMIENTO	<i>Meloidogyne</i> sp	<i>Aphelenchus</i> sp	<i>Helicotylenchus</i> sp	<i>Rotylenchulus</i> sp	<i>Tylenchus</i> sp	<i>Tylenchorhynchus</i> sp	<i>Xiphinema</i> sp
T <sub>0</sub> = 1	0	9	0	0	1	0	1
1	1	7	2	0	0	0	0
1	0	6	0	0	0	0	0
1	0	3	0	0	0	0	0
1	103	4	3	0	0	0	0
T <sub>1</sub> = 2	2	10	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	5	0	0
2	7	7	2	0	0	0	0
2	0	0	4	0	0	6	0
2	9	4	0	0	0	0	0
T <sub>2</sub> = 3	0	5	2	0	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	3
3	8	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0
T <sub>3</sub> = 4	2	0	0	0	4	0	0
4	0	3	0	0	0	1	0
4	7	2	0	0	2	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
4	0	3	0	0	0	0	0
T <sub>4</sub> = 5	7	7	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	0	0	0	0	0
5	8	0	0	0	0	0	0
T <sub>q</sub> = 6	4	22	0	0	5	0	0
6	0	1	0	0	2	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	4
6	0	7	0	0	2	0	0

**Anexo 10.** Resultados de análisis nematológico a los 80 días después de realizado la siembra (Laboratorio de Nematología UCDSV – SENASA).

TRATAMIENTO	<i>Meloidogyne sp</i>	<i>Aphelenchus sp</i>	<i>Tylenchus sp</i>	<i>Tylenchorhynchus sp</i>	<i>Pratylenchus sp</i>	<i>Rotylenchulus sp</i>	<i>Xiphinema sp</i>
To = 1	0	2	3	0	0	19	0
1	6	2	0	0	0	0	1
1	0	19	0	0	0	0	0
1	4	4	31	0	0	0	0
1	33	0	0	0	0	0	0
T1 = 2	0	0	0	0	4	0	0
2	0	0	0	0	2	0	0
2	1	19	0	0	0	0	0
2	0	6	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
T2 = 3	0	1	0	0	6	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
3	0	8	0	0	0	0	0
3	8	4	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
T3 = 4	1	0	0	15	0	0	0
4	0	2	14	0	0	0	0
4	2	4	0	8	0	0	0
4	0	1	1	0	0	0	0
4	4	7	4	0	0	0	0
T4 = 5	1	8	0	0	0	0	0
5	0	5	0	0	0	0	0
5	2	2	0	0	0	0	0
5	0	2	0	0	0	0	0
5	2	2	0	0	0	0	0
Tq = 6	0	5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
6	0	7	2	0	2	0	0
6	0	3	0	0	0	2	0
6	16	7	1	0	0	0	0

**Anexo 11.** Resultados de análisis nematológico a los 120 días después de realizado la siembra (Laboratorio de Nematología UCDSV – SENASA).

TRATAMIENTO	<i>Meloidogyne sp</i>	<i>Aphelenchus sp</i>	<i>Helicotylenchus sp</i>	<i>Tylenchus sp</i>
To = 1	0	5	0	0
1	2	2	0	0
1	1	0	0	2
1	0	0	1	0
1	23	3	8	0
T1 = 2	0	2	0	0
2	0	9	2	1
2	0	3	0	0
2	0	0	0	0
2	0	0	1	0
T2 = 3	0	0	4	0
3	0	2	0	3
3	0	0	5	0
3	0	0	0	0
3	2	1	0	0
T3 = 4	1	0	1	0
4	0	0	0	5
4	1	0	0	0
4	0	5	0	4
4	0	0	0	4
T4 = 5	0	0	0	6
5	0	0	0	0
5	0	0	0	2
5	0	0	0	3
5	0	0	0	3
Tq = 6	0	1	0	4
6	0	0	0	0
6	1	0	1	0
6	0	0	0	0
6	0	0	0	1

**Anexo 12.** Información Meteorológica de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”.  
San Martín – San Martín - Juan Guerra.

<b>TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	33.1	32.8	33.2	34.1	33.0	32.33	32.4	33.1	34.6	34.8	33.3	33.8

<b>TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	21.8	21.5	22.0	21.0	21.5	20.7	19.4	19.6	20.6	21.8	22.0	22.1

<b>TEMPERATURA MEDIA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	26.8	26.4	26.9	27.2	26.6	25.8	25.6	26.0	27.0	27.5	27.2	27.4

<b>HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO MENSUAL (%)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	73	75	73	70	73	74	73	72	71	72	73	71

<b>PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	96.4	64.5	135.9	55.0	81.9	71.0	57.0	91.0	75.2	46.8	176.9	63.8

<b>HORAS DE SOL TOTAL MENSUAL (horas y décimas)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	141.0	129.3	139.0	204.1	159.2	137.1	201.5	183.2	222.9	177.8	181.0	184.1

<b>EVAPORACION TOTAL MENSUAL (mm)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	91.8	80.4	96.3	101.2	92.8	83.3	79.5	86.6	103.3	107.9	92.3	104.0

<b>DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD PROMEDIO MENSUAL DEL VIENTO (m/s)</b>												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2013	NE-0.6	NE-0.8	NE-0.8	NE-0.7	NE-0.9	NE-0.7	NE-0.9	NE-1.1	NE-0.9	NE-1.2	NE-0.9	NE-1.1