

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“USO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE  
*Meloidogyne incognita*, EN EL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA EN  
BARRANCA”**

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

**ALCEDO CABRERA BAUTISTA**

**Dra. MARIA DEL ROSARIO UTIA PINEDO  
ASESORA**

**HUACHO-PERU**

**2022**

# SUSTRATOS ORGANICOS Y CONTROL DE NEMATODOS

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ual.es:8080">repositorio.ual.es:8080</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="https://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://revistas.aba-agroecologia.org.br">revistas.aba-agroecologia.org.br</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://cenida.una.edu.ni">cenida.una.edu.ni</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://digital.csic.es">digital.csic.es</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“USO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE  
*Meloidogyne incognita*, EN EL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA EN  
BARRANCA**

**Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador**

---

Dr. Luis Olivas, Dionicio Belisario

**PRESIDENTE**

---

Mg. Sc. Mendoza Nieto, Eroncio

**SECRETARIO**

---

Mg. Sc. Andrade Alvarado, Cristina Karina

**VOCAL**

---

Dra. Utia Pinedo, María del Rosario

**ASESOR**

**HUACHO-PERU**

**2022**

## **DEDICATORIA**

*Con todo mi corazón, a Dios, a mis padres y a mi familia (esposa e hijos) por la motivación constante, para alcanzar mis anhelos. Dedico esta tesis de investigación en ofrenda a su acompañamiento incondicional.*

*Cabrera Bautista, Alcedo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios, a la universidad y a todos mis maestros, por su conocimiento y enseñanza que impartieron durante mi formación profesional al Dr. Luis Olivas por su apoyo en la redacción y estructura de mi investigación, al Ing. Eroncio Mendoza, a la Ing. Cristina Andrade y en especial a mi asesora. Dra. María del Rosario Utia Pinedo, por la paciencia, por el apoyo incondicional.*

*Mi gratitud a todos los colaboradores, mil gracias.*

*Cabrera Bautista, Alcedo.*

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>Carátula</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Formulación del problema	3
1.3.1. Problema General	3
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Delimitaciones del estudio	4
1.7. Viabilidad del estudio	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.2 Bases teóricas	6
2.2.1. Origen del ají páprika	6
2.2.2. Taxonomía	7
2.2.3. Descripcion botanica	7
2.2.4. Fenología del cultivo	9
2.2.5. Requerimiento de suelo	9
2.2.6. Requerimiento de clima	10
2.2.7. Origen de <i>Meloidogyne incognita</i>	10
2.2.8. Biología de <i>Meloidogyne incognita</i>	11

2.2.9. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne incognita</i>	11
2.2.10. Desarrollo del patógeno de <i>Meloidogyne incognita</i> .	12
2.2.11. Sintomatología del <i>Meloidogyne incognita</i>	13
2.2.12. Métodos de control del nematodo.	14
2.2.12.1. Control químico.	14
2.2.12.2. Método de control con sustratos orgánicos	15
2.2.13. Tecnología EM.	16
2.2.14. Melaza de caña de azúcar.	17
2.2.15. Estiercol de vacuno.	18
2.2.16. Vydate L. (I.A. Oxamil)	18
2.3 Definiciones conceptuales	19
2.4 Formulación de hipótesis	20
2.4.1. Hipótesis general	20
2.4.2. Hipótesis específicas	21
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>21</b>
3.1 Diseño metodológico	21
3.1.1. Ubicación	21
3.1.2. Materiales e insumos	21
3.1.3. Diseño experimental	22
3.1.4. Tratamientos	23
3.1.5. Características del área experimental	23
3.1.6. Variables	24
3.1.7. Conducción del experimental	25
3.2 Población y muestra	30
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.4 Descripción de los instrumentos de recolección de datos	30
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b>	<b>30</b>
4.1 Población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	30
4.2 Población media de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	32
4.3 Población final de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	33
4.4 Tasa de reproducción de la población final entre la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	35
4.5 Tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i>	37

4.6 Eficiencia del control de la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	39
4.7 Eficiencia del control de la población final de <i>Meloidogyne incognita</i>	40
4.8 Índice de nodulación de <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de ají páprika	41
4.9 Eficiencia en el control de la nodulación de <i>Meloidogyne incognita</i>	42
4.10 Rendimiento de aj páprika cultivar Papri King	44
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>55</b>
ANEXO 1. Matriz de consistencia	58
ANEXO 2. Datos para análisis estadístico de la población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i>	58
ANEXO 3. Datos para análisis estadístico de la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	58
ANEXO 4. Datos para análisis estadístico de la población final de <i>Meloidogyne incognita</i>	58
ANEXO 5. Datos para la tasa de reproducción de población media de <i>Meloidogyne incognita</i> .	59
ANEXO 6. Datos para la eficiencia de control en población media de <i>Meloidogyne incognita</i> .	59
ANEXO 7. Datos para la eficiencia de control en población final de <i>Meloidogyne incognita</i> .	60
ANEXO 8. Datos para rendimiento de aji paprika, cultivar papri King.	60
ANEXO 9. Galería de fotos. Desarrollo de la labores del cultivo.	61

## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Cuadro de la operacionalización de variables	24
Tabla 2. Tratamientos a estudiar	26
Tabla 3. Escala medición del grado de nodulación, del proyecto Internacional de Meloidogyne (PIM)	30
Tabla 4. Propuesta del análisis de varianza	32
Tabla 5. Análisis de varianza para la población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	33
Tabla 6. Comparación de medias para la población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	34
Tabla 7. Análisis de varianza para la población media de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	34
Tabla 8. Comparación de medias para la población media de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	35
Tabla 9. Análisis de varianza para la población final de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	36
Tabla 10. Comparación de medias para la población final de <i>Meloidogyne incognita</i> en 100 g de suelo	36
Tabla 11. Análisis de varianza para la tasa de reproducción de la población final entre la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	38
Tabla 12. Comparación de medias para la tasa de reproducción de la población final entre la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	38
Tabla 13. Análisis de varianza para la tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i>	39
Tabla 14. Comparación de medias para la tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i>	40
Tabla 15. Análisis de varianza para la eficiencia del control de la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	41
Tabla 16. Comparación de medias para la eficiencia del control de la población media de <i>Meloidogyne incognita</i>	42
Tabla 17. Análisis de varianza para la eficiencia del control de la población	

final de <i>Meloidogyne incognita</i>	42
Tabla 18. Comparación de medias para la eficiencia del control de la población final de <i>Meloidogyne incognita</i>	43
Tabla 19. Análisis de varianza para el índice de nodulación de <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de ají páprika	44
Tabla 20. Comparaci3n de medias para el índice de nodulaci3n de <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de aj páprika	45
Tabla 21. Análisis de varianza para la eficiencia en el control de la nodulaci3n de <i>Meloidogyne incognita</i>	45
Tabla 22. Comparaci3n de medias para la eficiencia en el control de la nodulaci3n de <i>Meloidogyne incognita</i>	46
Tabla 23. Análisis de varianza para el rendimiento de aj páprika cultivar Papri King	47
Tabla 24. Comparaci3n de medias para el rendimiento de aj páprika cultivar Papri King	48

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Estados fenológicos del cultivo de ají paprika	11
Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental	23
Figura 3. Densidad de la población inicial, media y final de <i>Meloidogyne incognita</i>	37
Figura 4. Tasa de reproducción de población final entre población inicial de <i>Meloidogyne incognita</i>	40
Figura 5. Eficiencia del control de la población media y final de <i>Meloidogyne incognita</i>	44
Figura 6. Índice de nodulación y eficiencia en el control de la nodulación de <i>M. incognita</i>	46
Figura 7. Rendimiento de ají páprika cultivar Papri King	48

**USO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE *Meloidogyne incognita*, EN EL CULTIVO DE AJÍ PÁPRIKA EN BARRANCA**

**RESUMEN**

**Objetivo:** Evaluar los sustratos orgánicos sobre el control de *M. incognita* en ají páprika cultivar Papri King bajo condiciones de Barranca–Lima. **Métodos:** Se usó el diseño de bloques completamente al azar y para la comparación de medias se utilizó el análisis de Tukey al 5%. Se instaló los 3 sustratos orgánicos, 1 testigo sin control y 1 nematicida en cada bloque, haciendo un total de 5 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: la población de nemátodos, tasa de reproducción, eficiencia de control, índice y eficiencia de nodulación y rendimiento de ají páprika. **Resultados:** En la población inicial la densidad fue similar para todos los tratamientos. En la población media y final la tecnología EM obtuvo 72.5 y 44.25 juveniles J2/100 g suelo. Asimismo, la tecnología EM con 0.62 y 0.60 alcanzó los promedios más bajo de tasa de reproducción. Además, alcanzó el mayor porcentaje de eficiencia con 43.53 % y 79.01% del control en la población media y final del nematodo. Con respecto al índice de nodulación la tecnología EM presentó grado de 2.05 y 45% de eficiencia en el control de nodulación. El rendimiento de ají páprika la tecnología EM con 5717.5 kg ha<sup>-1</sup> junto al estiércol de vacuno fermentado con 5345 kg ha. Alcanzaron los rendimientos más altos. **Conclusión:** El sustrato orgánico con mayor efecto de control del nematodo *M. incognita* es la tecnología EM quien además obtuvo mayor rendimiento de ají páprika cultivar Papri King en Vinto Bajo, Barranca – Lima.

**Palabras claves:** Ají, cultivar, estiércol, nematodo, nodulación, tecnología EM.

**USE OF ORGANIC SUBSTRATES FOR THE CONTROL OF *Meloidogyne incognita*,  
IN THE CULTIVATION OF AJÍ PÁPRIKA IN BARRANCA**

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the organic substrates on the control of *M. incognita* in ají páprika cultivate Papri King under conditions of Barranca-Lima. **Methods:** The completely randomized block design was used and a 5% Tukey analysis was used to compare means. The 3 organic substrates, 1 control without control and 1 nematicide were installed in each block, making a total of 5 treatments. The variables evaluated were: the population of nematodes, reproduction rate, control efficiency, index and nodulation efficiency and yield of ají paprika. **Results:** In the initial population the density was similar for all treatments. In the middle and final population, EM technology obtained 72.5 and 44.25 juveniles J2/ 100 g soil. Also, EM technology with 0.62 and 0.60 reached the lowest average reproduction rate. In addition, it reached the highest percentage of efficiency with 43.53% and 79.01% of control in the middle and final population of the nematode. Regarding the nodulation index, EM technology presented a 2.05 degree and 45% efficiency in nodulation control. The yield of ají páprika EM technology with 5717.5 kg ha<sup>-1</sup> together with fermented beef manure with 5345 kg ha<sup>-1</sup> reached the highest yields. **Conclusion:** The organic substrate with the greatest control effect of the nematode *M. incognita* is EM technology, which also obtained the highest yield of paprika chili, cultivated Papri King in Vinto Bajo, Barranca - Lima.

**Key words:** Chili, cultivate, manure, nematode, nodulation, technology EM

## INTRODUCCIÓN

La producción de ají páprika en el Perú tuvo sus inicios en los años 90 en que se empezó a producir con fines de exportación en el departamento de Ica, extendiéndose rápidamente a otros lugares de la costa, debido a las condiciones ambientales muy favorables que presentan para el cultivo, siendo los valles e irrigaciones los ideales para su desarrollo. En la actualidad, los departamentos con mayor producción son Piura, Ancash (Nepea), Lima (Barranca), Ica, Arequipa y Tacna (Valerio, 2016).

Entre los cultivares más sembrados en Perú son los cultivares Papri King y Papri Queen. La mayoría de los productores se inclinan por el cultivar Papri King, por su fácil secado y aceptables rendimientos (Valerio, 2016). Sin embargo, existe daño por causa de plagas, siendo el ataque de los nemátodos que por su acción patogénica sobre la mayoría de las plantas cultivadas (Andrés, 2002).

El nematodo *Meloidogyne incógnita* es uno de los patógenos presentes en el ají Páprika a nivel nacional, cuyos daños son altos. Existen métodos de control o medidas para hacer frente a este patógeno tales como las aplicaciones de nematicidas, la rotación de cultivos y el uso de prácticas agronómicas. Otra alternativa que puede ser efectiva y económica, especialmente para los agricultores, es la utilización de aplicaciones orgánicas que aseguren buenos rendimientos en presencia del nemátodo (Cáceres y Palomo, 2016).

Los métodos de control de este organismo mayormente se dan con la aplicación de productos químicos, ya que provoca la drástica reducción de la densidad de población del nematodo y minimiza las pérdidas a corto plazo. Sin embargo, está demostrado que la aplicación sistemática de compuestos químicos con actividad nematicida tiene un riesgo potencial de contaminación medioambiental elevado y pueden llegar a ser muy tóxicos para productores y consumidores (Andrés, 2002).

En la actualidad los agricultores vienen usando nematicidas químicos para el control de nemátodos; en tal sentido se da la búsqueda de alternativas sostenibles y de menor costo, planteándose el empleo de diversas enmiendas orgánicas con efecto nematicida o nematosttico como una alternativa de solución (Cáceres y Palomo, 2016).

En ese sentido se plantea la presente investigación, por lo que es necesario realizar un estudio sobre el efecto de sustratos orgánicos en el control del nemátodo en aj páprika cultivar Papri King en condiciones de Barranca.

# CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Planteamiento del Problema

### 1.2 Descripción de la realidad problemática

En el Perú la producción de ají páprika es de mucha importancia económica, ya que no solo va para un mercado nacional sino internacional, ya que en los últimos años se ha realizado exportaciones a diferentes países, y estos mercados exigen mayor producción y calidad. El cultivo se produce en zonas cuyas condiciones ambientales son óptimas, uno de los factores a tener en cuenta es la temperatura que está entre 18 a 25C, puesto que si están fuera de este rango se producen frutas de mala calidad y bajo rendimiento (Cáceres y Palomo, 2016). La presencia de enfermedades en los cultivos de suma preocupación para los agricultores ya que pueden resultar con pérdidas económicas graves. Una de las dificultades más frecuente es la *Meloidogyne incognita*, producida por un nemátodo que ocasiona que las plantas infectadas muestran un desarrollo deficiente con mayor cantidad de hojas pequeñas, que tiende a marchitarse aún más si el clima es cldido. La inflorescencia y los frutos no se forman o se atrofia. Las raíces infectadas se hinchan en la zona de invasión y desarrollan las agallas tpicas del nudo de la raíz, las cuales tienen un diámetro 2 o 3 veces mayor al de las raíces sanas (Cáceres y Palomo, 2016).

Los síntomas tpicos que produce *Meloidogyne*, son las agallas en las raíces de las plantas infectadas, por lo que la absorción de agua y nutrientes se ve afectada. En tal sentido el crecimiento y la producción de la planta se verán afectados. Las hojas presentan deficiencia de nutrientes, marchitez, amarillamiento y necrosis, la floración se puede reducir y consecuentemente el número de frutos es menor (Vanina et al., 2014).

El mayor problema del control químico, con nematicida genera una serie de problemas como desequilibrio del control natural, problemas en la salud humana, en el medio ambiente, contaminación de los recursos naturales y crisis en la economía agrícola. Ante esta problemática se propone la evaluación de la eficacia del control de tecnología E.M, melaza caña de azúcar y enmiendas orgánicas y la productividad del ají páprika, para el control eficiente contra el nematodo, reduciendo las poblaciones de juveniles (J2), nodulación, buena actividad parasitismo en huevos de *M. incognita*, bajo las condiciones del valle costero de Barranca.

### 1.3 Formulación del problema

### **1.3.1 Problema general**

¿Qué efecto tendrán los sustratos orgánicos en el control de *Meloidogyne incognita*, en ají páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca – Lima?

### **1.3.2 Problemas específicos**

¿Qué efecto tendrán los sustratos orgánicos en la tasa de reproducción de poblaciones de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de aj páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca - Lima?

¿Qué efecto tendrán los sustratos orgánicos en la nodulación de las raíces del cultivo de aj páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca - Lima?

¿Cuál será la incidencia del control del nematodo sobre el rendimiento del cultivo de aj páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca - Lima?

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de sustratos orgánicos en el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de aj páprika cultivar Papri King bajo condiciones de la provincia de Barranca – Lima.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar el efecto de sustratos orgánicos en la tasa de reproducción de poblaciones de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de aj páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca - Lima.

Determinar el efecto de sustratos orgánicos en la nodulación de las raíces del cultivo de aj páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca – Lima.

Evaluar el rendimiento del cultivo de ají páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca - Lima.

### **1.5 Justificación de la investigación**

El Perú actualmente se consolida como el primer exportador de aj páprika seguido de China y la India. El principal mercado de Perú es España con 55%, seguido de Estados Unidos con 30% y luego México con 10%. Las producciones pueden llegar hasta 7 t/ha de aj páprika seco, en condiciones de manejo técnico moderno (Valerio, 2016). La producción del ají páprika industrializado, se obtiene colorantes, saborizantes y aceites, por esta razón tiene gran demanda mundial. En la actualidad el Perú es el primer exportador de aj páprika seguido de China y la India (Valerio, 2016). Sin embargo, es susceptible al ataque del nematodo *Meloidogyne incognita*. Es por ello, la evaluación de la eficacia del control de tecnología E.M, melaza caña de azúcar y enmiendas orgánicas en la productividad del ají páprika, para el control eficiente contra el nematodo, reduciendo las poblaciones de juveniles (J2), nodulación, buena actividad parasitismo en huevos de *M. incognita*, bajo las condiciones del valle costero de Barranca.

### **1.6 Delimitaciones del estudio**

La investigación se realizó en el predio lagunas, ubicada en la localidad de Vinto Bajo, Barranca y se realizó entre los meses de agosto de 2018 a enero del 2019.

### **1.7 Viabilidad del estudio**

El análisis y determinación de la presente tesis es viable debido a que se dispuso de recursos económicos para realizar el proyecto, gracias a la ayuda de los agricultores que se dedican al aj páprika en Vinto Bajo, preocupados por el ataque severo del nematodo aportaron económicamente para el desarrollo del proyecto, en cuanto a los recursos humanos, se contó con la disponibilidad de agricultores, y la aplicación de la metodología en laboratorio por los laboratoristas.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEORICO**

## 2.1 Antecedentes de la investigación

Rado (2010) en su investigación sobre el efecto de la aplicación con estiércol de vacuno compostado en diferentes dosis de 20, 30 y 50 t/ha en el control del nemátodo *Meloidogyne incognita* en el cultivo ají páprika variedad Queen, concluyó que la aplicación con estiércol de vacuno compostado en diferentes dosis mostraron diferencias significativas en el control del nematodo, reportando al tratamiento 2 con 20 t/ha de estiércol de vacuno descompuesto y la aplicación de 30 t/ha de estiércol de vacuno descompuesto fueron los que obtuvieron mayor rendimiento en peso seco del fruto de aj paprika con promedios de 2,9 y 3,5 t/ha respectivamente. Sin embargo, el estiércol de vacuno descompuesto a dosis de 50 t/ha obtuvo la menor tasa de multiplicación del nemátodo igual a 0,51 y menor índice de nodulación llegando a reportar grado 3; en comparación con el testigo que obtuvo la mayor tasa de multiplicación con 0,73 y mayor índice de nodulación presentando grado 4, es por ello, que el investigador confirma que la aplicación de estiércol de vacuno compostado presenta un efecto negativo en el desarrollo y multiplicación del nemátodo logrando alcanzar un control sobre este patógeno.

Baños et al. (2010) evaluaron el efecto de las enmiendas orgánicas y el agente biológico *Trichoderma* en el control de *Meloidogyne* spp., en el cultivo de tomate, concluyeron que la aplicación de gallinaza a 2,4 t ha<sup>-1</sup>, melaza a 10,0 l/ha y el agente biológico *Trichoderma* spp. a 9 kg ha<sup>-1</sup> superaron estadísticamente al testigo sin tratar con respecto a la efectividad del control de *Meloidogyne* spp, mostrando que el grado de infestación de *Meloidogyne* spp. en el cultivo a los 80 días después del trasplante, los tratamientos más efectivos fueron con las aplicaciones del agente biológico siendo *Trichoderma viride* y *Trichoderma harzianum* quienes redujeron la enfermedad llegando a reportar grado 2,0 y 1,94, respectivamente, asimismo, las aplicaciones de *T. viride*, *T. harzianum*, melaza y gallinaza mostraron un efecto estimulante sobre los parámetros morfológicos, fisiológicos y productivos del cultivo de tomate, resultando en rendimientos de 47,05, 46,56, 38,75 y 34,99 t ha<sup>-1</sup>, respetivamente, con superando estadísticamente al testigo quien obtuvo 26,81 t ha<sup>-1</sup>. Además, los investigadores reportaron que se obtuvieron incrementos en la producción superior al 30 %, justificándose los gastos de aplicación.

Lizarraga (2015) en su investigación sobre el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (CME) al 1%, 5 % y 10 %, Urpi 50 g/ cil, el fungicida químico Furadan 500 cc/cil. en el control de *Meloidogyne incognita* bajo condiciones de invernadero, concluyó estos tratamientos aplicados de forma preventiva y curativa mostraron diferencias significativas en el control del patógeno *Meloidogyne incognita*, con respecto al grado de nodulación los tratamientos de CME al 5% y 10 % presentaron el menor grado de nodulación; en lo referente a la densidad poblacional total los tratamientos con CME 5% y 10 % fueron estadísticamente similares los cuales presentaron el menor número de Juveniles J2 de *M. incognita*; en cuanto a la tasa reproducción del nemátodo los tratamientos de CME 1%, 5% y 10%, Urpi y Furadan presentaron la relación  $Pf/ Pi < 1$ , siendo el Tratamiento de CME 10% con el valor más bajo demostrándose así la eficacia de los productos de control; en lo referente a la longitud del brote, las plantas tratadas con CME al 5% y 10 % presentaron un mayor crecimiento de la parte aérea y en lo referente al porcentaje de contenido relativo de agua el tratamiento con CME 10 % resulto con mayor contenido hídrico por lo tanto las plantas estuvieron más sanas a comparación de los demás tratamientos.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen del ají páprika**

El cultivo de aj páprika se encuentra dentro de la familia solanceae y pertenece al género Capsicum. En la búsqueda del centro de origen de los Capsicum se realizaron trabajos arqueológicos en distintas regiones de América, en las grandes civilizaciones como la Azteca, Maya e Inca. Pickersgill (1969) reporta que en excavaciones en Perú, se encontró la presencia de semillas de alrededor de 2800 a 1800 A.C. y que eran utilizadas por el hombre de esa época para su alimentación, medicina y ritos religiosos.

### **2.2.2 Taxonomía**

El ají páprika se encuentra dentro de los siguientes taxones (INIA, 2005):

**Reino:** Vegetal

**División:** Angiosperma

**Clase:** Dicotiledónea

**Orden:** Tubiflorales

**Familia:** Solanáceas

**Género:** Capsicum

**Especie:** *Capsicum annuum* L.

**Nombre común:** “ají paprika”

### 2.2.3 Descripción Botanica

#### 2.2.3.1 Tipo de planta

Caceres y Palomo (2016) señalan que el ajı es una planta anual, herbacea, sistema radicular pivotante provisto y reforzado de un numero elevado de raices adventicias, el tallo de desarrollo limitado y erecto, con un porte que en termino medio puede variar entre 0.5 – 1.5 m. Las hojas son glabras, enteras, ovales con un apice muy pronunciado y un pecıolo largo.

#### 2.2.3.2 Semilla

Durante la fructificacion del ajı aparecen las semillas sobre una placenta conica de disposicion central hasta la madurez del fruto donde la semilla se torna de color amarillo o blanco cremoso, de forma aplanada, lisa, reniformes y redondeada cuyo diametro de 2,5 a 3,5 mm (Nuez et al., 1996).

#### 2.2.3.3 Raız

El ají tiene un sistema radicular muy ramificado y profundo, una raíz pivotante y raíces adventicias que pueden cubrir un diámetro de 0,5 m a 1 m, a su vez dependen de la clase textural del suelo y de la variedad (Nuez et al., 1996).

#### **2.2.3.4 Tallo**

El tallo tiene forma prismática angular, glabra, erecta, altura que varía de 0,5 a 1,5m según la variedad, manejo y condiciones ambientales donde se desarrolle. Posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, este tipo de ramificación del ají le da una forma umbelífera (Nuez et al., 1996).

#### **2.2.3.5 Hojas**

Las hojas son glabras, simples, alternas, ovalado en el limbo y lanceoladas en los bordes con un ápice pronunciado, de color verde claro u oscuro de acuerdo a la edad y tienen un pecíolo largo o comprimidos (Nuez et al., 1996).

#### **2.2.3.6 Flores**

Las flores, poseen la corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar. Suelen aparecer a mediados de verano. Su fecundación es claramente autógama, no superando el porcentaje de alogamia el 10% (Nicho y Valencia, 2009).

#### **2.2.3.7 Fruto**

El fruto es una baya semi cartilaginosa, verdes y a medida que maduran se vuelven rojos, brillantes y carnosos. Miden unos 25 cm de largo. Los frutos contienen grandes cantidades de vitamina C, la carne del fruto seca y triturada es el pimentón (Nicho y Valencia, 2009).

### **2.2.4 Fenología del cultivo**

La duración de las etapas fenológicas del cultivo de ají páprika está influenciada principalmente por la temperatura. La primera fase fenológica tiene una duración de siete días.

Sigue por el crecimiento de la plántula, donde se desarrolla las hojas verdaderas y el sistema radicular, luego se reduce el crecimiento del sistema radicular y aumenta rápidamente el crecimiento del follaje (Nicho, 2004).

La diferenciación floral ocurre a los 65 a 75 días después de la emergencia. Para luego seguir con la floración, y a partir de esta fase los ciclos de producción de frutos se traslapan con la fase de crecimiento vegetativo (Nicho, 2004).

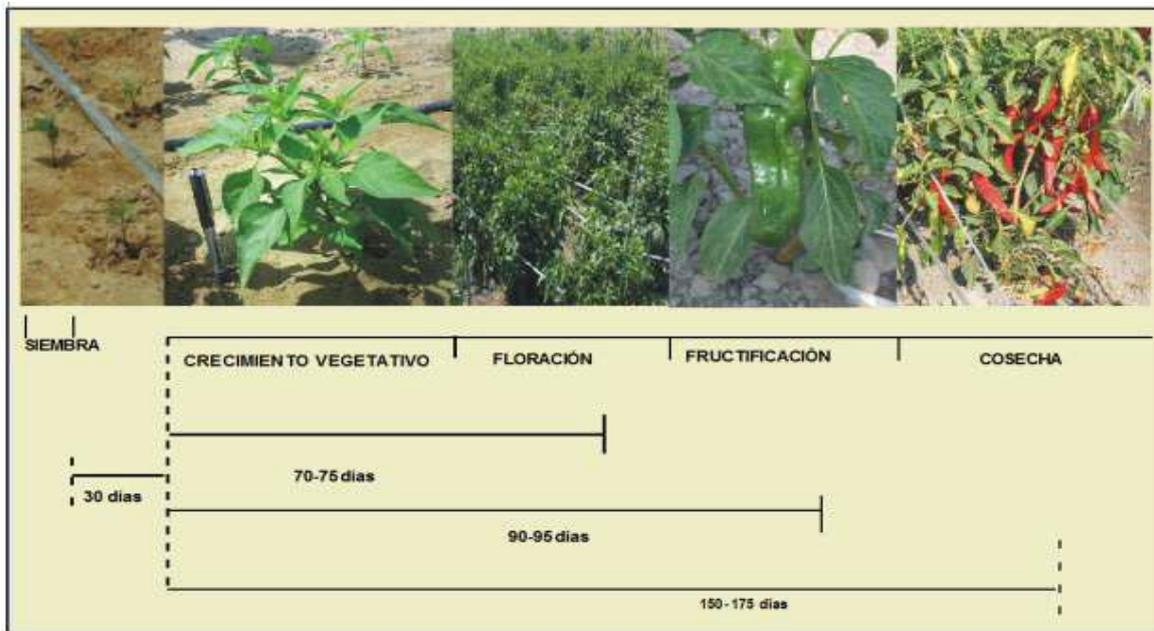


Figura 1. Estados fenológicos del cultivo de ají paprika. Fuente Nicho y Valencia, (2009).

### 2.2.5 Requerimiento de suelo

El ají paprika prioriza suelos sueltos (arenosos a franco arenosos) con baja salinidad, bien aireados, profundos y con buen drenaje. Responde excelente a la materia orgánica. (Suministrar mínimo 30 t/ha), con un PH cuyo rango es de 6,5 a 7,2 (Valerio, 2016). Suelos profundos, con preferencia arenosos, franco-arenosos, francos o arena arcillosos, son buenos suelos para el pimiento. La salinidad del suelo es un factor limitante para el cultivo, que es considerado como moderadamente sensible. Los altos contenidos de sales en el suelo pueden provocar enanismo o muerte de las plantas (Valerio, 2016).

### 2.2.6 Requerimiento de clima

El ají es un cultivo de clima cálido, por tanto, exigente en calor, de un óptimo para su desarrollo y producción, se estiman necesarias temperaturas diurnas entre 20 - 25 °C y

nocturnas de 16 - 18 °C. Además señala los siguientes rangos, en la etapa de germinación la temperatura óptima se encuentra entre 20 - 30°C, en la etapa de crecimiento vegetativo la temperatura óptima se encuentra entre 15 - 25 °C (Valerio, 2016).

En la etapa de floración la óptima está en 25°C, y finalmente en fructificación los valores son similares que en la etapa previa de floración. Asimismo los mejores rendimientos se encuentran entre 18-27 °C. Temperaturas mayores de 32 °C causan caída de flores y malformación de frutos (Valerio, 2016).

En cuanto a la humedad ambiental el óptimo se encuentra entre 50% - 70%, especialmente durante la floración y cuajado de frutos. En las primeras fases de desarrollo puede soportar una humedad relativa más elevada que en las otras fases posteriores. La luminosidad es muy importante, si existe deficiencia se afectara en el desarrollo del tallo, produciendo una defoliación con alargamiento de entrenudos con poco soporte para la carga abundante de frutos. El ají es exigente en luminosidad durante su ciclo vegetativo y en especial durante la floración (Valerio, 2016).

### **2.2.7 Origen de *Meloidogyne incognita***

La existencia de los nematodos agalladores se informaron por primera vez en 1855 por Berkeley, quien observó que causaban daños en los pepinos, que definían 4 especies y una subespecie (*M. javanica*) dentro del género *Meloidogyne*, todos los nematodos agalladores se consideraban la misma especie. El nombre *Meloidogyne* es de origen griego, es decir, una hembra con forma de manzana. Se han descrito aproximadamente 100 especies de *Meloidogyne* (Viaene y Abawi, 1998).

#### **2.2.7.1 Taxonomía**

Canto (2010) señala que el género *Meloidogyne* se ubica dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Phylum: Nemata

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Suborden: Tylenchina

Superfamilia: Tylenchoidea

Familia: Heteroderidae,

Subfamilia: Meloidogyninae

Género: Meloidogyne

Nombre común: “Nódulo de la raíz”

### **2.2.8 Biología de *Meloidogyne incognita***

Requena (2013) menciona que el nematodo *Meloidogyne incognita* pertenece al reino animal y se les puede encontrar diferentes lugares, la mayoría de los miles de especies de nematodos viven libremente en el agua o en el suelo y se alimentan de microorganismos, plantas o animales. Varios cientos de estas especies se alimentan de plantas vivas obteniendo su alimento con lanzas o estiletos.

Los nematodos que parasitan las plantas son pequeños, de 300 a 1000 micrómetros aunque algunos pueden tener hasta 4 mm de largo por 15-35 micrómetros de ancho y este pequeño diámetro los hace invisibles al ojo desnudo pero pueden verse fácilmente bajo un microscopio (Requena, 2013).

En la etapa de adultos se tiene diferencias claras. Los machos tienen forma de gusano y miden de 1,2 a 1,5 mm de largo y de 30 a 36 mm de diámetro. En cuanto a las hembras tienen forma de pera midiendo de 0,4 a 1,3 mm de largo y de 0,27 a 0,75 mm de ancho. Cada hembra pone alrededor de 500 huevos en una sustancia gelatinosa. (Requena, 2013).

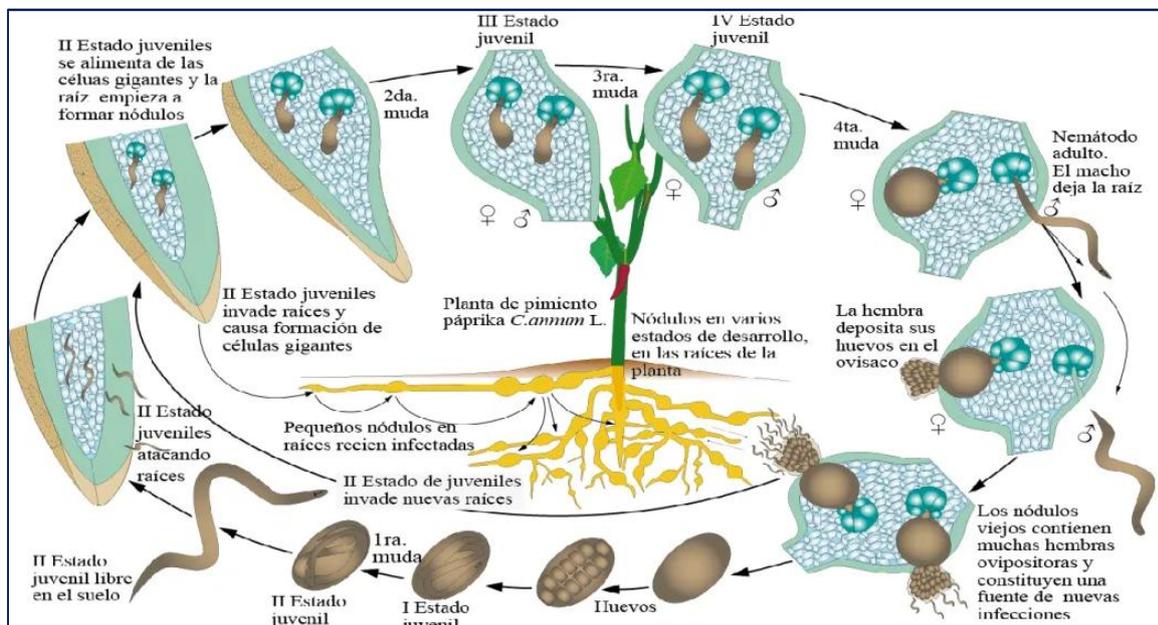
### **2.2.9 Ciclo de vida**

Requena (2013) señala los diferentes estados o etapas del nematodo. El segundo estado juvenil (J2) es el único infectivo del nematodo y si una vez en el suelo encuentra un hospedador susceptible, se introduce en la raíz, se convierte en sedentario y crece delgado como una salchicha comenzando la infección. El nematodo se alimenta de las células que están alrededor de su cabeza, insertando su estilete y segregando saliva en ellas.

El nematodo muda por segunda vez y produce el tercer estado juvenil el cual es más robusto y después de una tercera muda produce el cuarto estado juvenil diferenciándose ya si

son machos o hembras. En ellos se produce la cuarta y última muda y el macho sale de la raíz como un macho adulto tipo gusano que vive libre en el suelo mientras que las hembras se quedan en las células radiculares y se hinchan creciendo en grosor, hasta adquirir una forma de pera. Una vez que la hembra alcanza la madurez, con o sin fertilización por el macho, produce huevos que son depositados en una masa gelatinosa protectora dentro o fuera del tejido radicular, dependiendo de la posición de la hembra (Requena, 2013).

Los huevos eclosionan inmediatamente, pero unos pocos pueden depositarse en el suelo donde pasan el invierno en estado latente y eclosionar después en primavera. Un ciclo de vida se completa en 25 días a 27°C pero es más largo a temperatura más baja o más alta. Cuando los huevos eclosionan, los J2 infectivos migran a las partes adyacentes de la raíz y causan nuevas infecciones en la misma raíz o en raíces de otras plantas (Saire, 2017).



### 2.2.10 Desarrollo del patógeno de *Meloidogyne incognita*.

Requena (2013) indica que el desarrollo del patógeno de *Meloidogyne* ssp tiene lugar cuando están en el segundo estado, donde ingresan a la raíz y continúan alcanzando las zonas de crecimiento. Mientras, las células que han sido atravesadas por los juveniles en su camino hacia el interior, comienzan a alargarse. A los dos o tres días de posesionarse los juveniles, las células radiculares alrededor de su cabeza se agrandan, su núcleo se divide pero no se produce nueva pared celular e incluso la pared celular existente entre las células se rompe y desaparece, lo que da lugar a las células gigantes.

El alargamiento y la coalescencia de las células continúa durante dos o tres semanas y las células gigantes invaden el tejido circundante de manera irregular. Las células gigantes atraen nutrientes de las células vecinas y sirven como células de alimentación para el nematodo. El hinchamiento de la raíz tiene lugar por el alargamiento excesivo y la división de todos los tipos de células alrededor de las gigantes y por el alargamiento de los nematodos (Saire, 2017).

Requena (2013) menciona que las hembras se hinchan y agrandan, ponen huevos, empujan hacia fuera, fracturan la corteza celular y dependiendo de la posición del nematodo se colocan en la superficie de la raíz o permanecen completamente cubiertos”.

Las plantas infectadas muestran menor crecimiento y producción, afectan al sistema radicular, donde son menos capaces en absorber agua y nutrientes, son más susceptibles al ataque de otros microorganismos patógenos del suelo con una alteración de su pared y de su contenido citoplasmático (Saire, 2017).

### **2.2.11 Sintomatología**

El impacto de los nematodos pertenecientes al género *Meloidogyne*, en las raíces de sus plantas hospedantes es muy característico. Se reproducen y alimentan de células vegetales vivas modificadas en la raíz, en la que induce a producir nódulos; de ahí su nombre vernacular. La mayoría de las plantas con raíces fibrosas o leñosas forman nódulos pequeños o indistintos, especialmente al comienzo de una temporada de cultivo o cuando la densidad de población de nematodos es baja. Otras especies tienen una tendencia a producir nódulos en el extremo de la raíz. Las plantas con raíces carnosas, especialmente las cucurbitáceas y tomate, desarrollan nódulos fácilmente detectables, a pesar de la baja incidencia de infección (Saire, 2017).

Los síntomas aéreos observados en plantas infectadas son similares a aquellos producidos en cualquier planta que tenga daño y malfuncionamiento del sistema radicular. Los síntomas incluyen: (a) una supresión del crecimiento vegetativo, (b) deficiencias nutricionales mostrándose en el follaje con una típica clorosis; (c) una marchitez temporal durante los periodos de estrés hídrico leve o durante el mediodía, inclusive cuando una adecuada humedad del suelo está disponible y (4) una supresión de las cosechas de los cultivos (Saire, 2017).

La importancia de estos síntomas está relacionada con el número de juveniles introduciéndose en la raíz de plantas jóvenes. Es decir que la infección de *Meloidogyne* afecta el suministro de agua y nutrientes y su correcta translocación por el sistema radicular (Saire, 2017).

## **2.2.12 Métodos de control del nematodo**

### **2.2.12.1 Control químico**

Es importante saber en qué momento son más susceptibles los nematodos para poder realizar un pronto tratamiento y control. Coventry y Allan (2001) señalan que los nematodos fitoparásitos son más vulnerables que los juveniles (J2) en el suelo cuando se buscan las raíces de las plantas hospedantes.

Una vez que una especie de nematodo endoparasitario penetra una raíz, el control químico es más difícil ya que los compuestos tienen que ser no fitotóxicos. Hay dos tipos de productos químicos que pueden utilizarse contra los nematodos parásitos de las plantas: fumigantes y nematicidas del suelo (Lizarraga, 2015).

Su aplicación al suelo depende de la forma de la formulación, puede ser por inyección, pulverización, medios mecánicos o, a través de tuberías de riego, los cortes se suelen aplicar antes de la siembra y, en el caso de los plaguicidas, se aplican al momento de la siembra. Los fumigantes son altamente efectivos contra los nematodos, su eficacia está relacionada con su alta volatilidad a temperatura ambiente (Lizarraga, 2015).

Gortari y Hours (2008) mencionan que todos los fumigantes tienen pesos moleculares bajos, y están disponibles como gases o líquidos. A medida que se volatilizan, el gas se difunde a través de los espacios entre las partículas del suelo donde se mata a los nematodos.

El fumigante más utilizado es el metilbromuro, que se aplica principalmente a cultivos de alto valor, como las fresas y los tomates, y en menor cantidad a los cereales y productos básicos. Sin embargo, el metilbromuro ha sido prohibido en los países desarrollados desde 2005. En los países en desarrollo, las sustancias con bromuro de metilo se retirarán de la aplicación en el

campo para fines de 2015. Otros fumigantes, como la cloropicrina, dazomet y meta sodio, mostraron buena actividad contra los nematodos cuando aplicado (Lizarraga, 2015).

#### **2.2.12.2 Método de control con sustratos orgánicos**

Existen alternativas de control orgánico para esta enfermedad. Dechechi (1986) indica que una estrategia de manejo de plagas ecológica que utiliza la introducción deliberada de enemigos naturales vivos para reducir el nivel de población de una plaga objetivo. Cáceres y Palomo (2016) mencionan que el uso de alternativas orgánicas para el control del nematodo, es de mucha importancia ya que se reduce el uso de nematicidas químicas que aumentan el impacto ambiental debido al uso excesivo de insumos químicos, esto permite utilizar productos orgánicos que están en armonía con el medio ambiente y reducen el daño ocasionado por los nematodos

Estos enemigos comúnmente se denominan agentes de control biológico (BCA), que deben demostrar algunas características para el éxito en el campo, incluida la capacidad de colonización rápida del suelo, persistencia, virulencia y control predecible por debajo del umbral económico, fácil producción y aplicación, buena viabilidad en almacenamiento, bajo costo de producción, compatibilidad con agroquímicos y seguridad (Cáceres y Palomo, 2016).

Batista (1992), señala que la aplicación de materia orgánica a los suelos va generar la acción microbiana y algunos microorganismos producen sustancias que retardan o inhiben el desarrollo de otros. Puede darse que los beneficios en la reducción de las lesiones por los nódulos radiculares, sea el resultado de algún subproducto metabólico de la descomposición de la materia orgánica, de la estimulación de algunos organismos antagónicos a los nematodos parásitos, o de una mejoría en las condiciones de fertilidad, que permite el desarrollo de las plantas a pesar del nematodo productor de los nódulos.

El control biológico puede ser natural (es decir, cuando una población natural de un organismo particular inhibe el crecimiento y desarrollo de nematodos) o inducida (es decir, cuando los BCA se han introducido artificialmente). Hay dos enfoques para la introducción: la aplicación de pesticidas microbianos para el control rápido de una plaga, y la introducción o liberación masiva de un agente de biocontrol para proporcionar un control duradero. La supresión puede ser específica o inespecífica, cuando solo uno o dos organismos están

involucrados. Los investigadores han realizado varios intentos para utilizar bacterias para el control de nematodos (Lizarraga, 2015).

### **2.2.13 Tecnología E.M.**

EM: es la abreviación de Microorganismos Eficaces, conformados por una mezcla de 3 diferentes tipos de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos benéficos altamente eficaces. Estos; son Bacterias Fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp.*), Bacterias Ácido-lácticas (*Lactobacillus spp.*) y Levaduras (*Saccharomicetes spp.*), entre otros, con acción simbiótica, para promover el crecimiento de las plantas y prevenir la presencia de plagas y enfermedades. Estos microorganismos están presentes en la naturaleza, juntos aceleran la descomposición natural de materia orgánica y promueven un proceso de fermentación antioxidante, evitando malos olores y contribuyendo a la regeneración, equilibrio y bienestar del ecosistema.

En 1960 El Dr. Teruo Higa (Ingeniero agrícola japonés) estudió diversos microorganismos y descubrió la combinación óptima de microbios, nombrándolo "EM", a un acrónimo de "Microorganismos Eficaces". Comenzando el desarrollo de EM-1 siendo el pionero en el uso de variedad de cepas de microbios en un cóctel líquido combinado con múltiples aplicaciones.

En 1972 El Dr. Teruo Higa, es un prestigioso ingeniero agrícola japonés, quien descubrió La Tecnología EM® (biotecnología) mientras era profesor de horticultura en el Colegio de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón.

En el 2008 El Dr. Higa visitó Perú y ofreció conferencias en la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" (Huaráz) y en la Universidad Nacional Agraria - La Molina (Lima). Reafirmó los efectos provechosos de la Tecnología EM, en la producción agraria y el medio ambiente; tal como ya se ha demostrado en 145 países.

Beneficios.

- ✓ Promueve el desarrollo foliar y la óptima floración y fructificación de los cultivos.
- ✓ Incrementa la capacidad fotosintética de la planta.
- ✓ Optimiza el crecimiento de las plantas y previene la presencia de plagas y enfermedades.
- ✓ Antagonista biológica a diferentes especies de nemátodos.
- ✓ Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- ✓ Reduce los problemas de salinidad en los suelos.

- ✓ Efectos en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia.
- ✓ Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

**Dosis:** Varía de acuerdo al objetivo de uso, siendo para nemátodos entre 3 a 5 Lt/Ha. Cada 15 días, en momentos de emisión de nuevas raíces y dependiendo de la susceptibilidad del cultivo.

Fuente: BIOEM SAC. (Ficha técnica 2019)

### **2.2.14 Melaza de caña de azúcar.**

La melaza es el residuo de la cristalización del azúcar, del que no se puede obtener más azúcar por métodos físicos. Se elabora mediante la cocción del jugo de la caña de azúcar hasta la evaporación parcial del agua que éste contiene, formándose un producto meloso semi-cristalizado, contiene de 75 a 83% de materia seca, 30 a 40% de sacarosa, 2.5 a 4.5% de compuestos nitrogenados (predominado aspartato y glutamato) y aproximadamente, 0.4 a 1.5% de nitrógeno.

La melaza es la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación de un abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica y acelerando el proceso de compostaje de restos orgánicos presentes en el suelo.

El efecto directo de la melaza de caña, contra los nematodos, aún no han sido reportados satisfactoriamente, pero si tiene un efecto indirecto con la mejora de la actividad biológica de microorganismos benéficos, mejorando la población de microorganismos antagonistas.

### **2.2.15 Estiercol de vacuno.**

Es el excremento animal utilizado para fertilizar cultivos agrícolas, cuenta con un alto contenido en nitrógeno y materia orgánica.

El estiércol, mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad de 10 a 40 Tn/ha al año.

Por tanto, mejoran la estructura del suelo, ayudan a retener los nutrientes, permiten la fijación de carbono en el sustrato y favorecen la capacidad del cultivo para absorber agua.

Al modificar las propiedades **físicas**: con altas temperaturas en descomposición, que afectan su normal desarrollo de los nematodos, **químicas**: generando intercambio de gases como metano

y óxido nitroso que tienen ciertos efectos contra los nemátodos y modifican la actividad **microbiológica**, desarrollándose hongos y bacterias predadores de nemátodos. De esta manera, el estiércol juega un papel importante en el manejo integrado de nematodos.

### 2.2.16 Vydate L.

Vydate® L. Insecticida y/o acaricida, un producto sistémico, soluble en agua, del grupo de los carbamatos, que controla toda clase de nemátodos endo o ectoparásitos en diversos cultivos agrícolas, especificados en este detalle.

Vydate® L inhibe la acetilcolinesterasa, enzima necesaria en la transmisión de impulsos nerviosos, siendo activo por contacto directo o por ingestión.

**Modo de acción.-** Vydate® L es un insecticida nematicida de propiedades sistémicas. Puede ser aplicado al follaje o al suelo, dependiendo del tipo de plaga a ser controlado. Su actividad de control: inhibe la acetilcolinesterasa, afectando el funcionamiento normal del sistema nervioso central, siendo activo por contacto directo o por ingestión.

**Forma de aplicación:** Llene el tanque hasta 1/4 o la mitad de su capacidad. Empiece a agitar, añada la cantidad de Vydate L, requerida y llene el tanque con agua. Continúe agitando hasta iniciar la aplicación.

<b>I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	
<b>Nombre del Principio Activo:</b>	Oxamil
<b>Nombre comercial del producto:</b>	<b>Vydate®L</b>
<b>Familia Química:</b>	Carbamato
<b>Uso:</b>	Insecticida - Nematicida
<b>Presentaciones:</b>	250 y 500 ml y Lt.
<b>Categoría Toxicológica:</b>	Roja – Altamente Peligroso
<b>Registro:</b>	Reg. Producto No. 195-96-AG-SENASA
<b>Fabricante:</b>	DuPont S.A.
<b>Distribuidor en Perú.</b>	Farmex S.A.

<b>II. FÓRMULA O COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO</b>		
<b>Ingrediente Activo</b>	Oxamil 24%	
<b>Inertes:</b>	76%	
<b>III. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO</b>		
<b>Apariencia:</b>	Líquido	
<b>Color:</b>	Verde, azul.	
<b>Olor:</b>	Ligeramente sulfuroso	
<b>Solubilidad en agua:</b>	Soluble	
<b>Punto de Inflamabilidad:</b>	23°C (73°F)	
<b>Cultivo</b>	<b>PLAGAS</b>	Dosis Lt/100L. Agua
<b>TOMATE</b>	Nemátodo del nudo (Meloidogyne spp.)	0.5
<b>PIMIENTO</b>	Nemátodo del nudo (Meloidogyne spp.)	0.75-1.00

Fuente: Ficha técnica (DuPont S.A. 2019)

### 2.3 Definiciones conceptuales

- **Abonamiento:** se define como el suministro de sustancias orgánicas e inorgánicas según su origen y naturaleza. Se agregan o añaden al suelo con el objeto de aumentar la producción de un determinado cultivo.
- **Biodiversidad:** La biodiversidad es la variedad de la vida, incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales son parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.
- **Clorosis:** La clorosis es el amarillamiento del tejido foliar causado por la falta de clorofila. Las causas posibles de la clorosis son el drenaje insuficiente, las raíces dañadas, las raíces compactadas, la alcalinidad alta y las deficiencias nutricionales de la planta.

- **Fenología del cultivo:** Es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la maduración de los frutos y otros.
- **Nematicidas:** Un nematicida es un tipo de plaguicida químico usado para matar nematodos que parasitan a las plantas. Los nematicidas suelen ser tóxicos de amplio espectro que poseen alta volatilidad u otras propiedades que promueven la migración a través del suelo.
- **Nódulo:** Es una pequeña agrupación de células. Puede ser tanto una lesión, como una estructura funcional fisiológica.
- **Patógenos:** Agente biológico externo que se aloja en un ente biológico determinado, dañando de alguna manera su anatomía, a partir de enfermedades o daños visibles o no. A este ente biológico que aloja a un agente patógeno se lo denomina huésped, en cuanto es quien recibe al ente patógeno y lo alberga en su estructura.

## 2.4 Formulación de hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis general

Existe diferencias significativas entre los sustratos orgánicos en el control de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de ají páprika cultivar Papri King bajo condiciones de la provincia de Barranca – Lima.

### 2.4.2 Hipótesis específica

Existe diferencias significativas entre los sustratos orgánicos en la tasa de reproducción de poblaciones de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de ají páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca - Lima.

Existe diferencias significativas entre los sustratos orgánicos en la nodulación de las raíces del cultivo de ají páprika cultivar Papri King en la provincia de Barranca – Lima.

Existe diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de ají páprika cultivar Papri King con respecto al control de la *Meloidogyne incognita* en la provincia de Barranca – Lima.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseno metodológico**

#### **3.1.1 Ubicación.**

La presente investigación se llevó a cabo en el predio Lagunas, ubicada en la localidad de Vinto Bajo, Distrito y Provincia de Barranca del departamento de Lima, geográficamente ubicado a una altitud de 49 msnm con las coordenadas LS 10 45' 1" y LO 77 45' 1", durante los meses de agosto del 2018 a enero del 2019.

#### **3.1.2 Materiales e insumos**

- **Materiales de campo e insumos usados en la investigación**
  - Cuaderno de campo
  - Yeso
  - Wincha
  - Letreros
  - Bolsas de polietileno
  - Tamices
  - Sustratos orgánicos
  - Fertilizantes
  - Mochila de fumigar.
  - Vaso medidor x 250 ml.
  
- **Materiales de gabinete**
  - Calculadora.
  - USB

- Laptop
- Balanza analítica.

### 3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar DBCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones. El modelo aditivo general fue:

Dónde:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

$Y_{ijk}$  = Valor observado debido a la variación de los tratamientos y bloques.

$U$  = Media general.

$T_i$  = Efecto de tratamientos.

$B_j$  = Efecto de bloques.

$E_{ij}$  = Efecto del error.

Tabla 4

*Propuesta del Análisis de Varianza*

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	F CAL.	Valor de P
Bloques	3	SCbloque	SCbloque/3	CMblo/CME	
Tratamientos	4	SCtratam	SCtratam/4	CMtrata/CME	
Error	12	SC error	SC error/12	CMerror/CME	
Total	19	SC total	SC total/19	CMtotal/CME	

El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizó mediante el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS, Versión 9.3, estableciéndose la significación estadística para  $P=0,05$ . Cuando el análisis es estadísticamente significativo para las diferentes variables evaluadas (F), se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias, con un nivel de significación del 5 %.

### 3.1.4 Tratamientos

Tabla 2

### Tratamientos a estudiar

N°	Tratamientos	Dosis	Momento de aplicación
T1	Tecnología. EM	11 L/ha	Al trasplante – a los 20 y 40 ddt.
T2	Melaza de caña azúcar	22 L/ha	Al trasplante – a los 20 y 40 ddt.
T3	Estiércol vacuno fermentado	40 ton/ha	Al trasplante – a los 20 y 40 ddt.
T4	Vydate L (I.A. Oxamyl)	3 L/ha	Al trasplante – a los 20 y 40 ddt.
T5	Testigo sin control	0	Al trasplante – a los 20 y 40 ddt.

### 3.1.5 Características del área experimental

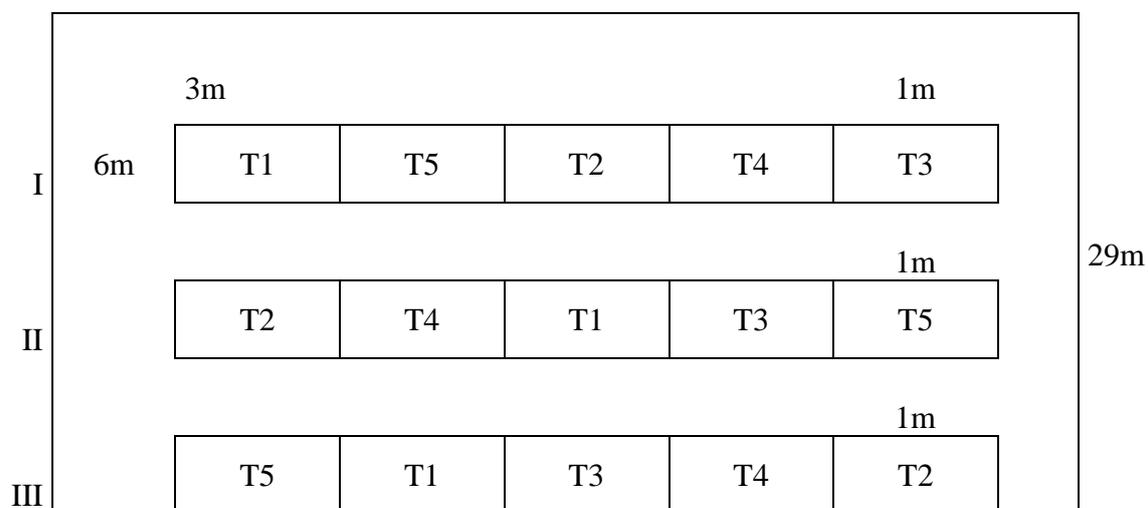
#### Dimensiones del campo experimental

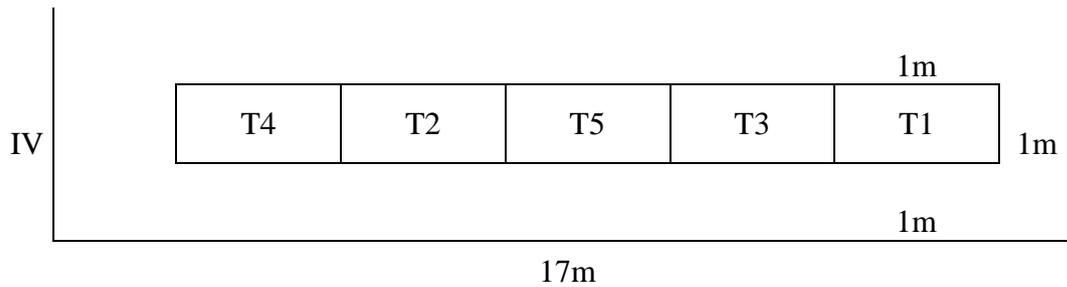
#### Características del campo experimental

- **Área experimental:** 493 m<sup>2</sup>
- **Ancho campo experimental:** 17 m
- **Longitud campo experimental:** 29 m
- **Nº de bloques:** 4

#### Características de la unidad experimental

- **Ancho Unidad Experimental:** 3 m
- **Longitud Unidad Experimental:** 6 m
- **Área Unidad Experimental:** 18 m<sup>2</sup>
- **Distancia entre surcos:** 1 m





**Figura 2.** Distribución de los tratamientos en el campo experimental

### 3.1.6 Variables

En la presente tesis que permite la determinación del control del nematodo del nudo de la raíz en ají páprika cultivar Papri King para ello se evaluó los siguientes factores:

#### **Variables independientes (X)**

##### **X1: Sustratos orgánicos:**

- T1: Tecnología. EM
- T2: Melaza de caña azúcar
- T3: Enmienda orgánica
- T4: Oxamyl
- T5: Testigo sin control

#### **Variables dependientes (Y)**

##### **Y1: Población del nematodo (P):**

###### **En suelo:**

- P1: Población inicial de *Meloidogyne incognita*
- P2: Población intermedia de *Meloidogyne incognita*
- P3: Población final de *Meloidogyne incognita*
- P4: Tasa de reproducción de población final entre población media de *M.incognita*
- P5: Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *M.incognita*
- P6: Eficiencia de sustratos orgánicos sobre *Meloidogyne incognita*

##### **Y2: Nodulación (N):**

###### **En raíz:**

- N1: ndice de nodulación

- N2: Eficiencia de control en nodulación
- N3: Eficiencia de sustratos orgánicos en la nodulación de *Meloidogyne incognita*

### **Y3: Rendimiento**

- Eficiencia de sustratos orgánicos sobre *Meloidogyne incognita*
- Rendimiento del cultivo de ají páprika cultivar Papri King.

### **3.1.7 Conducción del experimento**

Se realizó los siguientes procedimientos:

#### **En suelo**

#### **Muestreo de población inicial de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo**

Luego de la preparación del terreno y el trazado de acuerdo al diseño experimental, se obtuvieron muestras del suelo usando lampa a una profundidad de 30cm en cada unidad experimental, asimismo, cada muestra fue de 1kg de suelo colocándose en una bolsa de plástico y se enviaron al Laboratorio de Nematologa de la Universidad Agraria La Molina (UNALM). Luego, se trasplantó las plántulas de aj páprika cultivar Papri King.

#### **Muestreo de población media de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo.**

Para población media de *M. incognita* se realizó a los 45 días después del trasplante, seleccionando 10 planta señaladas de los surcos centrales. Se tomó una muestra compuesta de suelo de 1 kg. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas y se etiquetaron, luego se trasladaron al Laboratorio de Nematologa de la UNALM.

#### **Muestreo de la población final de *M. incognita* en 100 g de suelo.**

La muestra para determinar la población final de *M. incognita* se realizó al momento de la cosecha del ají páprika tomando muestras alrededor de las raicillas de cada planta. Las muestras de suelo fueron analizados en el Laboratorio de Nematologa de la UNALM.

## **Procesamiento y extracción de nematodos de muestras de suelo**

En cuanto al método de extracción del nematodo se empleó el tamizado con flotación - centrifugación descrito por Jenkins (1964).

### **Método de flotación y centrifugación en azúcar**

Las muestras de suelo se homogenizaron y se colocaron en 100 g de suelo en un balde y luego se agregó 1 litro de agua agitando la suspensión para facilitar la separación de los nematodos J2 de *Meloidogyne* de las partículas del suelo. Se dejó reposar por 10 s que permitió que las partículas más grandes sedimenten (Jenkins, 1964).

La suspensión se realizó a través de un tamiz de 20 Mesh recogiendo en un balde. Esta suspensión se vertió a través de un tamiz de 500 Mesh. Lo que se retuvo en el tamiz de 500 Mesh se trasladó a un tubo de 100 ml, recogiendo un aproximado de 40 ml. A los 40 ml se agregó una cuchara de caolín, se homogenizó y se centrifugó por 4 min a 1,750 rpm. En cada tubo se eliminó cuidadosamente el sobrenadante y se adicionó la solución de sacarosa (500 g de azúcar disuelta en 1 L de agua). Se realizó la centrifugación por segunda vez a 1,750 rpm por 2 min, vertiéndose cuidadosamente el sobrenadante en un tamiz de 500 Mesh, se lavó con agua para retirar la solución de sacarosa y luego se colectó los nematodos en placas de vidrio para realizar su análisis bajo el microscopio y cuantificar los nematodos presentes (Jenkins, 1964).

### **Tasa de reproducción de población final entre población media de *Meloidogyne incognita*.**

La relación de la población final, entre la población media, se ejecutó para verificar las poblaciones de los nematodos si incrementaron o disminuyeron con la aplicación de los sustratos orgánicos, además se realizó para la comparación de los sustratos orgánicos con el testigo sin aplicación.

La fórmula, Tasa de reproducción de población final entre población media de *Meloidogyne incognita* es:

$$TRN = \frac{Pf}{Pm}$$

Dónde:

TRN =Tasa Reproducción Nematodo

Pf = Población final

Pm = población media

### **Tasa de reproducción de población final entre población media de *M.incognita***

La relación de la población final, entre la población inicial, se realizó para verificar las poblaciones de los nematodos si incrementaron o disminuyeron con la aplicación de los sustratos orgánicos, además hacer comparación de los sustratos orgánicos con el testigo sin aplicación. La fórmula Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Meloidogyne incognita* es:

$$TRN = \frac{Pf}{Pi}$$

Dónde:

TRN =Tasa Reproducción Nematodo

Pf = Población final

Pi = población inicial

### **Eficiencia de control de población media en número individuos de *M. incognita* en 100 g de suelo**

Esta prueba se realizó con la finalidad de ver la efectividad de los sustratos orgánicos, si los productos logran establecerse en actuar en contra de *M. incognita*. Se trabajó con los resultados de la población media, llevando a la siguiente Fórmula.

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta =Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

## **Eficiencia de control de población final número individuos de *M. incognita* en 100 g de suelo**

Este parámetro se utilizó para evaluar la eficiencia de control de los sustratos orgánicos, el nematicida oxamyl, si ascendieron o descendieron la población final. La fórmula para estimar la eficiencia control de población final, es la siguiente:

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

## **En raíces**

### **Índice de nodulación**

Se realizó a la cosecha, de las 10 plantas señalizadas en momento del muestreo de la población inicial, media y final, será evaluado el número de nódulos en las raíces de 10 plantas por parcela extraídas de los surcos centrales.

### **Índice de nodulación según la escala del proyecto internacional de *Meloidogyne* (IMP)**

La evaluación de los nematodos infestados en las raíces de las plantas de ají páprika se realizó con el conteo de nódulos de raíces de 10 plantas por cada tratamiento. Este método se realizó con el conteo visual de agallamiento (formación de nódulos con hembras adultas en su interior) de las raíces del cultivo de ají páprika el cual se medirá con la siguiente escala.

Tabla 3

*Escala medición del grado de nodulación, del proyecto internacional de *Meloidogyne* (IMP).*

<b>Grado de ataque</b>	<b>N° de agallas</b>
<b>0</b>	0
<b>1</b>	1-2

<b>2</b>	3-10
<b>3</b>	11-30
<b>4</b>	31-100
<b>5</b>	>100

### **Eficiencia de control nodulación según la escala del Proyecto Internacional de Meloidogyne (IMP)**

Con los resultados del registro de nodulación de la escala del IMP, se transformarán estos datos en eficiencia de control de nodulación. Se trabajará con la siguiente fórmula establecida:

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

El experimento se realizó en un área neta experimental de 493 m<sup>2</sup>, que se encuentra ubicado en el Predio Las Lagunas ubicado en Vinto Bajo – Barranca.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra está constituida por 10 plantas de ají páprika cultivar Papri King en cada unidad experimental de 18m<sup>2</sup> con 40 plantas, para cada variable.

## **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para fines de registro de la información se tomó 10 plantas al azar de cada tratamiento de los surcos centrales de donde se evaluó y se tomó los datos.

### 3.3.1 Descripción de los instrumentos de recolección de datos

Registro de evaluaciones de campo por bloque y tratamiento de las evaluaciones de biométricas en el campo, se empleará la siguiente cartilla (Ver anexo, Tabla 7).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Población inicial de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo

Según el análisis de varianza de la Tabla 4 no existen diferencias significativas tanto para bloques y para los tratamientos.

El coeficiente de variación (C.V.), Tabla 4, fue de 1,32% valor bajo, que indica buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 4

*Análisis de varianza para la población inicial Meloidogyne incognita en 100 g de suelo*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Sig.
Bloques	3	2,80	0,93	1,67	0,2257	NS
Tratamientos	4	1,30	0,33	0,58	0,6815	NS
Error	12	6,70	0,56			
Total	19	10,80				

C.V. = 1,32%

NS =No significativo, \*\*= Altamente significativa

La comparación de medias según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad mostrado en la Tabla 5 y en la Figura 1, se observa que los sustratos orgánicos y el testigo sin control no tienen diferencias estadísticas entre ellas. Sin embargo, el nematicida Vydate L, alcanzó el mayor promedio con 56,75 de nematodos juveniles J2/100 g suelo luego la melaza de caña

de azúcar presentó la media más baja con 56 nematodos juveniles J2/100 g suelo en la investigación.

Tabla 6

Comparación de medias según Tukey al 5% para la población inicial de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo

Tratamientos	Número de individuos/100 g de suelo
Vydate L (I.A. Oxamil)	56,75 a
Estiercol de vacuno fermentado	56,50 a
Testigo sin control	56,50 a
Tecnología E. M.	56,25 a
Melaza de caña azúcar	56,00 a
Diferencia significativa mínima = 1,68	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

#### 4.2 Población intermedia de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo

En la Tabla 7 muestra el número de juveniles J2/100 g suelo de la población intermedia de *Meloidogyne incognita*, reportando que no existe diferencias significativas para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los sustratos orgánicos, es decir al menos un sustrato orgánico tuvo efecto sobre la población media de *Meloidogyne incognita*. En cuanto al coeficiente de variación (CV) muestra un valor de 5,34% que indica una buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 7

Análisis de varianza para la población intermedia de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Sig.
Bloques	3	32,8	10,93	0,42	0,7414	NS

Tratamientos	5	11284,3	2821,08	108,61	<,0001	**
Error	15	311,7	25,98			
Total	23	11628,8				
<hr/>						
C.V. = 5,34%						

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% (Tabla 8 y Figura 1) se observa que el testigo sin control alcanzó el mayor promedio con 128,5 juveniles J2/100 g suelo en la población media de *Meloidogyne incognita*, siendo estadísticamente superior a los sustratos orgánicos. En segundo lugar, es ocupado por el estiércol de vacuno fermentado con 116,75 juveniles J2/100 g suelo quien fue el sustrato con promedio más alto, seguido por melaza de caña azúcar con 90,75 juveniles J2/100 g suelo, en último lugar lo ocuparon la tecnología E. M. y el nematicida Vydate L con promedios de 72,5 y 68,5 juveniles J2/100 g suelo de *Meloidogyne incognita* respectivamente.

Tabla 8

Comparación de medias según Tukey al 5% para la población media de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo

Tratamientos	Número de individuos/100 g de suelo	
Testigo sin control	128,50	a
Estiércol de vacuno fermentado	116,75	b
Melaza de caña azúcar	90,75	c
Tecnología E. M.	72,50	d
Vydate L.(I.A. Oxamil)	68,50	d
DMS	11,49	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

### 4.3 Población final de *Meloidogyne incognita* en 100 g de suelo

El análisis de varianza para la población final de *Meloidogyne incognita* (Tabla 9), muestra que no hubo diferencias significativas para bloques pero si diferencias significativas entre los sustratos orgánicos ( $P < ,0001$ ), es decir al menos un sustrato tuvo efecto en el número de juveniles J2/100 g suelo del nematodo. El coeficiente de variación (CV) fue de

9.02% valor que indica una buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 9

*Análisis de varianza para la población final de Meloidogyne incognita en 100 g de suelo*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloques	3	270,60	90,2	2,37	0,1119	NS
Tratamientos	5	72733,70	18183,43	80,87	<,0001	**
Error	15	981,90	81,825			
Total	23	73986,20				
C.V. = 9,02%						

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

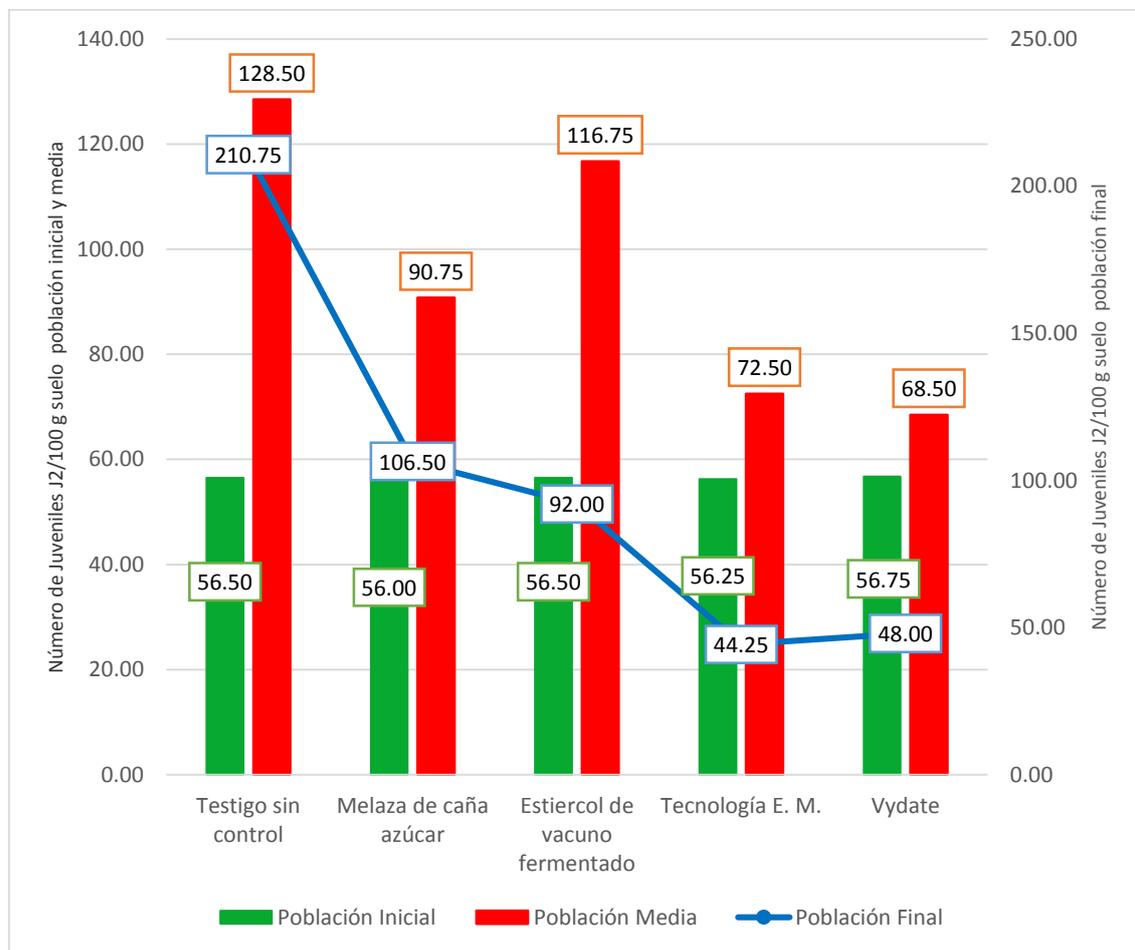
Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 10 y Figura 1) reportó al testigo sin control con el mayor valor de juveniles J2/100 g suelo en la población final con 210.75, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Se observa también a melaza de caña azúcar y a estiércol de vacuno fermentado con promedios con 106,50 y 92 juveniles J2/100 g suelo respectivamente, siendo estadísticamente similares en sus promedios. Los tratamientos Vydate L y Tecnología E. M. alcanzaron los menores promedios con 48,00 y 44,25 juveniles J2/100 g suelo en la población final respectivamente.

Tabla 10

*Comparación de medias según Tukey al 5% para la población final de Meloidogyne incognita en 100 g de suelo*

Tratamientos	Número de individuos/100 g de suelo
Testigo sin control	210,75 a
Melaza de caña azúcar	106,50 b
Estiércol de vacuno fermentado	92,00 b
Vydate L.(I.A. Oxamil)	48,00 c
Tecnología E. M.	44,25 c
DMS	20,39

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).



**Figura 3.** Densidad de la población inicial, media y final de *Meloidogyne incognita*.

#### **4.4 Tasa de reproducción de la población final entre la población media de *Meloidogyne incognita***

Según el análisis de varianza de la Tabla 11 indica que no existe diferencias significativas para bloques pero si diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ), es decir que los tratamientos se comportan de forma heterogénea en la tasa de reproducción de la población final entre la población media de *Meloidogyne incognita*. El coeficiente de variación fue de 10,32% (Tabla 11), valor bajo que indica buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 11

*Análisis de varianza para la tasa de reproducción de población final entre población media de Meloidogyne incognita*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,05	0,017	1,64	0,2329	NS
Tratamiento	5	2,89	0,72	70,11	<,0001	**
Error	15	0,12	0,01			
Total	23	3,06				
C.V. = 10,32%						

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 12 y Figura 2) se observa al testigo sin control con el mayor promedio de tasa de reproducción de población final entre población media de *Meloidogyne incognita* con 1,64, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Seguido del tratamiento melaza de caña azúcar con 1,18. En tercer lugar, se encuentran los tratamientos estiércol de vacuno fermentado con promedio de 0,89 estadísticamente similar a Vydate L con 0,70 y a la tecnología E. M. quien alcanzó el promedio más bajo 0,62 de tasa de reproducción de población final entre población media de *Meloidogyne incognita*.

Tabla 12

*Comparación de medias según Tukey al 5% para la tasa de reproducción de población final entre población media de Meloidogyne incognita*

Tratamientos	Tasa de reproducción
Testigo sin control	1,64 a
Melaza de caña azúcar	1,18 b
Estiercol de vacuno fermentado	0,89 bc
Vydate L (I.A. Oxamil)	0,70 c
Tecnología E. M.	0,62 c

---

Diferencia significativa mínima = 0,23

---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

#### 4.5 Tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de *Meloidogyne incognita*

En la Tabla 7 muestra la tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de *Meloidogyne incognita*, reportando que no existe diferencias significativas para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los sustratos orgánicos, es decir al menos un sustrato orgánico tuvo efecto sobre la población media de *Meloidogyne incognita*. En cuanto al coeficiente de variación (CV) muestra un valor de 8,86% que indica una buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 13

*Análisis de varianza para tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de Meloidogyne incognita*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloques	3	0,09	0,03	1,23	0,108	Ns
Tratamientos	4	22,76	5,69	228,95	<,0001	**
Error	12	0,29	0,02			
Total	19	23,15				

C.V. = 8,86%

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 14 y Figura 2) muestra al testigo sin control con el mayor promedio de tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Meloidogyne incognita* con 3,73, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Seguido del tratamiento melaza de caña azúcar con 1,91 estadísticamente similar al tratamiento estiércol de vacuno fermentado con promedio de 1,63. Por último, los tratamientos Vydate L con 0,85 y tecnología E. M. con 0,79 alcanzaron

los promedios más bajos en la tasa de reproducción de población final entre población media de *Meloidogyne incognita*.

Tabla 14

*Comparación de medias según Tukey al 5% para la tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de Meloidogyne incognita*

Tratamientos	Tasa de reproducción	
Testigo sin control	3,73	a
Melaza de caña azúcar	1,91	b
Estiércol de vacuno fermentado	1,63	b
Vydate L.(I.A. Oxamil)	0,85	c
Tecnología E. M.	0,60	c

Diferencia significativa mínima = 0,36

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

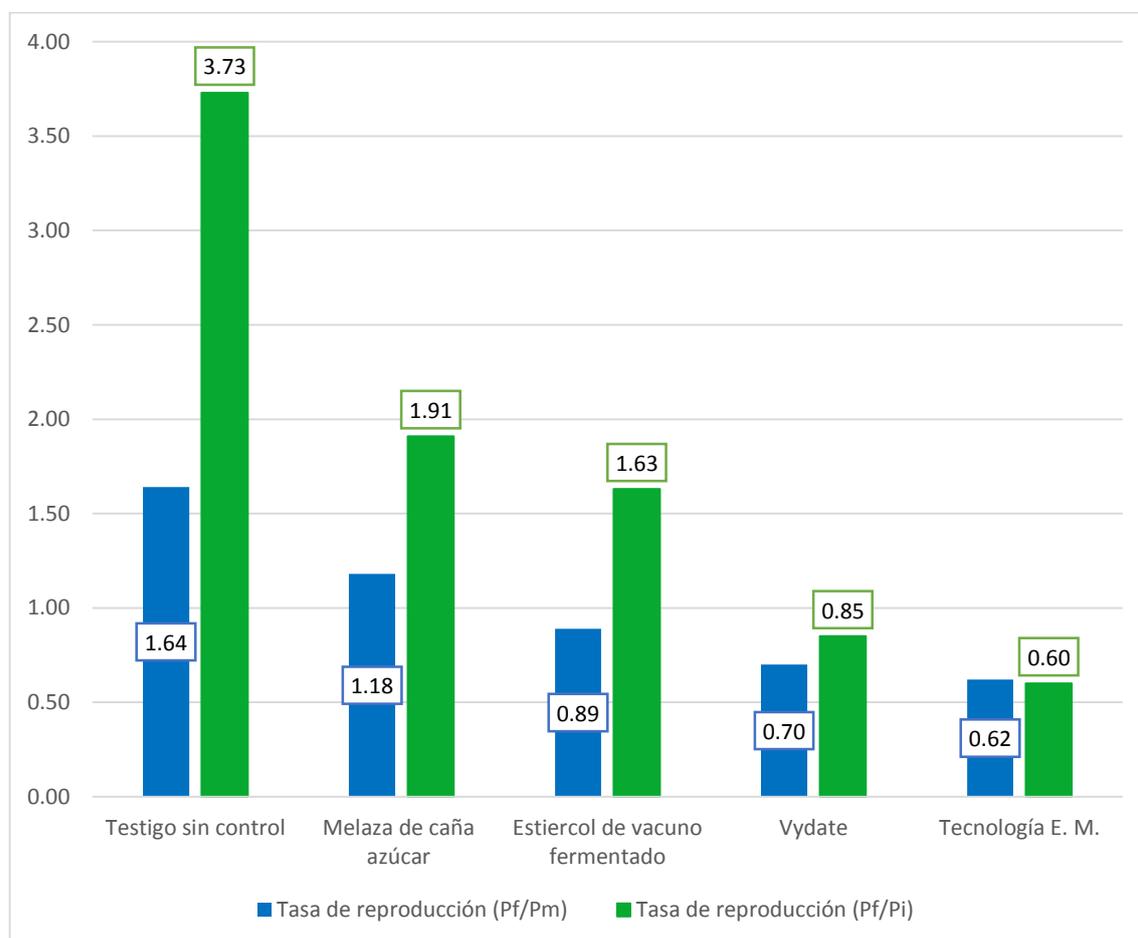


Figura 5. Tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Meloidogyne incognita*.

#### 4.6 Eficiencia del control de la población media de *Meloidogyne incognita*

El análisis de variancia (Tabla 15), muestra que no hubo diferencias significativas para bloques pero si diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ). El coeficiente de variación (CV) fue de 9,02% valor que indica una buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 15

*Análisis de varianza para la eficiencia del control de la población media de Meloidogyne incognita*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	108,07	36,02	0,56	0,65	Ns
Tratamiento	5	4665,19	933,04	14,49	<,0001	**
Error	15	966,08	64,41			
Total	23	5739,34				
C.V. = 30,94%						

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey (Tabla 16 y Figura 3) se observa que el tratamiento Vydate L. alcanzó el mayor promedio con 46,59 % estadísticamente similar al tratamiento tecnología E. M con 43,53 % de eficiencia de control de la población media de *M. incognita*. Seguido del tratamiento melaza de caña de azúcar con 29,29% y por último el tratamiento estiércol de vacuno fermentado alcanzó el promedio más bajo con 9,03% de eficiencia.

Tabla 16

*Comparación de medias según Tukey al 5% para la eficiencia del control de la población media de Meloidogyne incognita*

Tratamientos	Eficiencia del control (%)	
Vydate L. (I.A. Oxamil)	46,59	a
Tecnología E. M.	43,53	a
Melaza de caña de azúcar	29,29	b
Estiércol de vacuno fermentado	9,03	c

Testigo sin control	0,00	d
---------------------	------	---

---

Diferencia significativa mínima = 0,36

---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

#### 4.7 Eficiencia del control de la población final de *Meloidogyne incognita*

El análisis de variancia para eficiencia del control de la población final de *M. incognita* (Tabla 15), muestra que no hubo diferencias significativas para bloques pero si diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ). El coeficiente de variación (CV), fue de 9,02% valor que indica una buena precisión experimental y por lo tanto los datos son confiables según Calzada (1982).

Tabla 17

*Análisis de varianza para la eficiencia del control de la población final de M. incognita*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	85,69	28,56	1,63	0,2334	ns
Tratamiento	4	16374,52	4093,63	234,33	0,0009	**
Error	12	209,64	17,47			
Total	19	16669,84				
C.V. = 7,98%						

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 18 y Figura 3) se observa que el tratamiento tecnología E.M. alcanzó el mayor promedio con 79,01% de eficiencia en el control de juveniles J2 de la población final de *M. incognita*, seguido del tratamiento Vydate L con 77,21%. Luego le sigue el tratamiento estiércol de vacuno fermentado con 56,31% de eficiencia superando estadísticamente al tratamiento melaza de caña de azúcar quien alcanzó el promedio más bajo con 49,39% de eficiencia.

Tabla 18

*Comparación de medias según Tukey al 5% para la eficiencia del control de la población final de M. incognita*

Tratamientos	Eficiencia del control (%)
Tecnología E. M.	79,01 a
Vydate L. (I.A. Oxamil)	77,21 a
Estiercol de vacuno fermentado	56,31 b

Melaza de caña de azúcar	49,39	c
Testigo sin control	0,00	d

Diferencia significativa mínima = 9,42

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

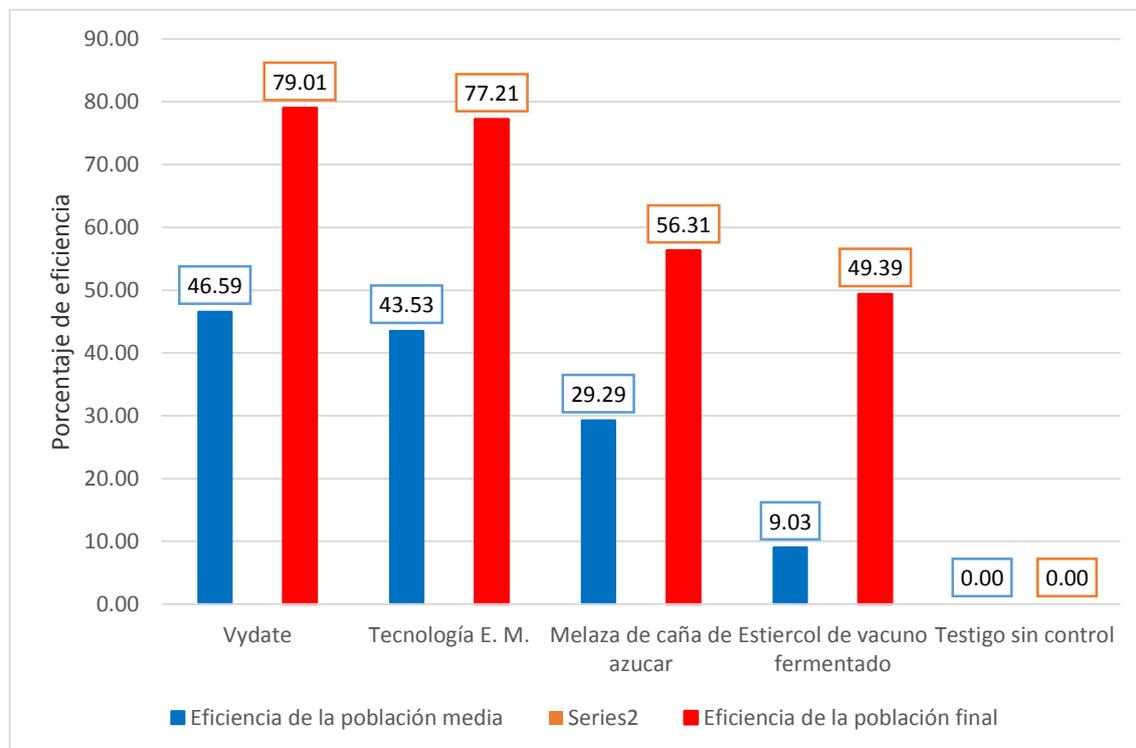


Figura 7. Eficiencia del control de la población media y final de *Meloidogyne incognita*.

#### 4.8 Índice de nodulación de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de ají páprika

El análisis de varianza mostrado en la Tabla 19 no muestra diferencias entre bloques pero sí diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $P < .001$ ) para el índice de nodulación radicular según la escala elaborada por el MIP. Es decir, los tratamientos tienen un comportamiento diferencial en el índice de nodulación. El coeficiente de variación fue de 13,56% valor que indica que los datos son homogéneos según Calzada (1982).

Tabla 19

Análisis de varianza para el índice de nodulación de *Meloidogyne incognita*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloques	3	0,55	0,18	0,81	0,51	Ns

Tratamientos	4	15,70	3,93	17,44	<,0001	**
Error	12	2,70	0,23			
Total	19	18,95				
C.V. = 11,71%						

NS =No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 20 y Figura 3) muestran al testigo sin control con el promedio más alto con un índice de nodulación de 5, junto a Melaza de caña azúcar con un promedio de 4,75. Seguido de los tratamientos Estiércol de vacuno fermentado con promedios de 4,25 y Vydate L, con un índice de 3,25. La tecnología E. M. presentó el promedio más bajo con un índice de nodulación de 2,05.

Tabla 20

*Comparación de medias según Tukey al 5% para el índice de nodulación de M. incognita*

Tratamientos	Índice de nodulación
Testigo sin control	5,00 a
Melaza de caña de azúcar	4,75 a
Estiércol de vacuno fermentado	4,25 ab
Vydate L. (I.A. Oxamil)	3,25 b
Tecnología E. M.	2,05 c
Diferencia significativa mínima = 1,07	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05).

#### 4.9 Eficiencia en el control de la nodulación de *Meloidogyne incognita*

Según el análisis de varianza de la Tabla 21 indica que no existen diferencias significativas para bloques pero si diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 29,93% valor bajo, que indica buena precisión experimental según Calzada (1982).

Tabla 21

*Análisis de varianza para la eficiencia en el control de la nodulación de M. incognita*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloques	3	220,00	73,33	0,81	0,51	Ns

Tratamientos	4	6280,00	1570,00	17,44	<,0001	**
Error	12	1080,00	90,00			
Total	19	7580,00				
<hr/>						
C.V. = 29,93%						

NS =No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 22 y Figura 4) se observa al sustrato orgánico tecnología E. M. con el promedio más alto de eficiencia de control de la nodulación de *Meloidogyne incognita* con 45%, junto a Vydate L con un promedio de 35%. Seguido de los tratamientos estiércol de vacuno fermentado con promedios de 10% y Melaza de caña azúcar con un promedio de 5% de eficiencia.

Tabla 22

Comparación de medias según Tukey al 5% para la eficiencia en el control de la nodulación de *Meloidogyne incognita*

Tratamientos	Eficiencia del control (%)
Tecnología E. M.	45,00 a
Vydate L. (I.A. Oxamil)	35,00 a
Estiércol de vacuno fermentado	10,00 b
Melaza de caña de azúcar	5,00 b
Testigo sin control	0,00 b
Diferencia significativa mínima = 21,38	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

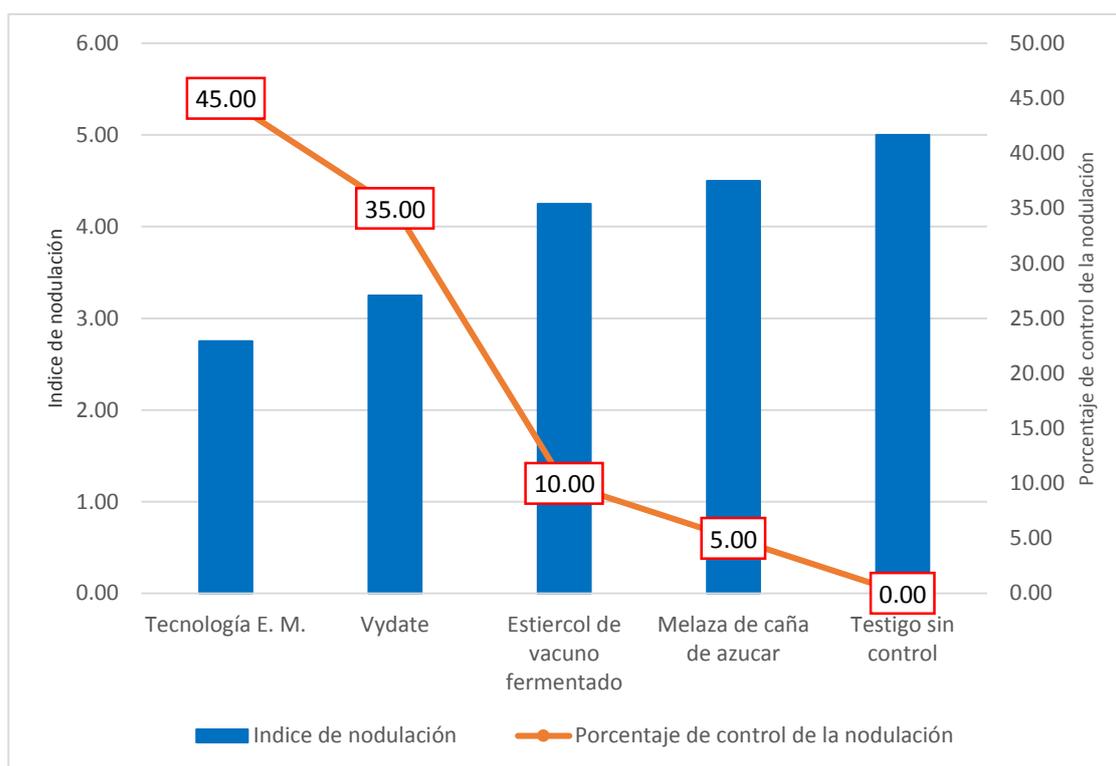


Figura 9. Índice de nodulación y eficiencia en el control de la nodulación de *M. incognita*.

#### 4.10 Rendimiento de ají páprika cultivar Papri King

En la Tabla 23 muestra el analisis de varianza para el rendimiento de aj páprika cultivar Papri King, reportando que no existe diferencias significativas para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los tratamientos, es decir al menos un tratamiento tuvo mayor rendimiento.

En cuanto al coeficiente de variacion (CV) muestra un valor de 13,98% (Tabla 23) que indica una buena precision experimental y por lo tanto los datos son confiables segun Calzada (1982).

Tabla 23

Analisis de varianza para el rendimiento de aj páprika cultivar Papri King

Fuente de Variacion	GL	SC	CM	F	P	Sig.
Bloques	3	76453,35	25484,45	0,64	0,6041	ns

Tratamientos	4	9705936,8	2426484,2	60,88	<,0001	**
Error	12	478318,4	39859,87			
Total	19	10260708,55				
<hr/>						
C.V. = 13,98%						

NS = No significativo, \*\* = Altamente significativo

Según la prueba de Tukey al 5% de probabilidades mostrado en la Tabla 24 y en la Figura 5, se observa que el sustrato orgánico tecnología E.M. fue quien presentó el promedio más alto de rendimiento de ají páprika cultivar Papri King con 5717,5 kg ha<sup>-1</sup>, seguido del nematicida químico Vydate L quien obtuvo 5485 kg ha<sup>-1</sup> y el tratamiento estiércol de vacuno fermentado con 5345 kg ha<sup>-1</sup> quienes alcanzaron los promedios más altos en el estudio. Seguido de melaza de caña de azúcar con 4735,8 kg ha<sup>-1</sup> estadísticamente superior al testigo sin control quien alcanzó el menor rendimiento con 3780 kg ha<sup>-1</sup>.

Tabla 24

*Comparación de medias según Tukey al 5% para el rendimiento de aj páprika cultivar Papri King*

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Tecnología E. M.	5717,5 a
Vydate L. (I.A. Oxamil)	5485,0 a
Estiercol de vacuno fermentado	5345,0 a
Melaza de caña azúcar	4735,8 b
Testigo sin control	3780,0 c
Diferencia significativa mínima = 449,98	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0.05).

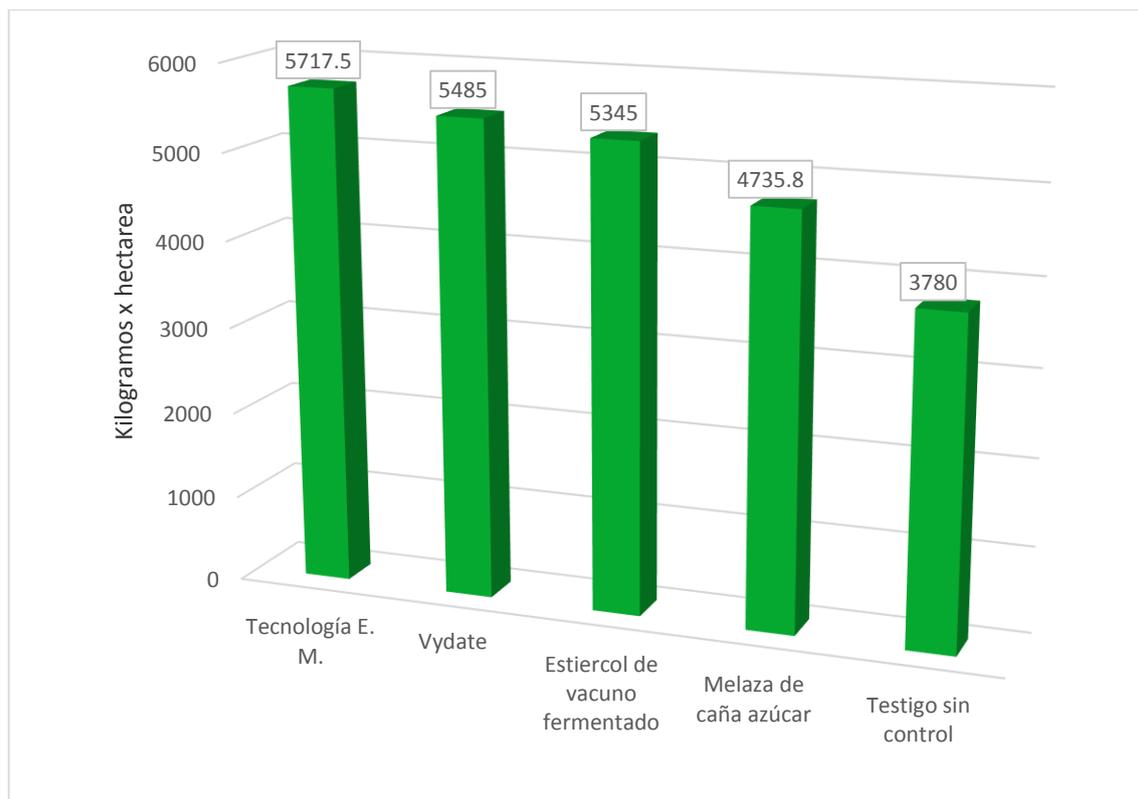


Figura 10. Rendimiento de ají páprika cultivar Papri King.

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES

### 5.1 Discusiones

La poblacional inicial de *Meloidogyne incognita* fue similar en los tratamientos, este resultado indica que los nematodos se mantienen en el suelo luego de una campaña agrícola y además, el muestreo se realizó antes de la aplicación de los sustratos orgánicos, debido a ello no hubo variación alguna entre los tratamientos. Resultados son similares a lo reportado por Saire (2017) quien en su investigación sobre productos alternativos para el control de *M. incognita* en tomate encontró que la población inicial de *M. incognita* fueron similares para todos los tratamientos debido a que después de una campaña agrícola los nematodos se conservan en el suelo hasta que el productor siembra y el nematodo llega a infectar e iniciar nuevamente su ciclo de infección y desarrollo.

Para el número de juveniles J2/100 g suelo de la población media de *Meloidogyne incognita*, los resultados muestran diferencias altamente significativas para los sustratos orgánicos, indicando que variabilidad en la población media de *Meloidogyne incognita*. Reportando al tratamiento con tecnología E. M. y el nematicida Vydate L con la densidad de juveniles J2/100 g suelo de *Meloidogyne incognita* más bajos en este estudio.

Resultado similar fue reportado por Lizarraga (2015) quien determinó el efecto de microorganismos eficientes para el control de *Meloidogyne incognita* (en plantas de vid, reportó que el uso del Consorcio de Microorganismos eficientes (CME) al 10 % y Furadan a 500 cc/cil. aplicados en forma preventiva reportaron entre 60,1 a 80 juveniles J2 de *Meloidogyne incognita* señalando que el nematicida químico presenta una reacción rápida en el nematodo y así de la misma manera los microorganismos eficientes presentan un rápido desarrollo e inician su actividad sobre el nematodo lo que provocan una reducción en la densidad poblacional. Sin embargo, los tratamientos a base de estiércol y la melaza reportaron una mayor densidad de nematodos.

Los resultados para la variable población final de *Meloidogyne incognita* muestra diferencias significativas entre los sustratos orgánicos es decir que existe variabilidad en la población final de juveniles J2/100 g suelo. El testigo sin control con el mayor valor de juveniles J2 en la población final con 210.75, seguido de melaza de caña azúcar y a estiércol de vacuno fermentado con promedios con 106.50 y 92 juveniles J2/100 g suelo.

Resultado fue reportado por Rado (2010) quien obtuvo promedios similares con 36,166 J2/100 g de suelo correspondiente al tratamiento T3 (tecnología E.M. y 54,05 de J2/100 g de suelo correspondiente al tratamiento T0 (testigo). Asimismo, menciona que estos resultados estarían influenciados con la textura del suelo que es del tipo franco arenoso y en donde los nemátodos se desarrollan con mayor capacidad. Por lo tanto, en campos altamente infestados, los abonos orgánicos solamente reducen un 50% de la población del nemátodo. En plantas anuales antes de la siembra se recomienda aplicar 20-30 t ha<sup>-1</sup> y en plantas perennes hasta 100kg ha<sup>-1</sup>. Asimismo, el autor concluye que a mayor cantidad de abono orgánico aplicado se obtiene mejores resultados.

En ese sentido Abuslin y Vaca (2017) quienes evaluando el control del nematodo nodulador de la raíz en el cultivo de tomate mencionan que la molécula química Oxamil presentó el mayor porcentaje de reducción de la población inicial de *Meloidogyne spp.* en el cultivo de tomate, por lo tanto el nematicida oxamil se destacó por una reducción temprana de la densidad poblacional.

Los resultados de la tasa de reproducción de la población final entre la población media de *Meloidogyne incognita* muestra al testigo sin control con mayor tasa de reproducción seguido del tratamiento melaza de caña azúcar. En tercer lugar, se encuentran los tratamientos estiércol de vacuno fermentado estadísticamente similar a oxamyl y a la tecnología E. M. quien alcanzó menor tasa de reproducción de población final entre población media de *Meloidogyne incognita*. Resultado fue reportado por Kamran et al. (2011) quienes encontraron que la infección *Meloidogyne incognita* muestran la tasa de reproducción de nematodos es menor con la aplicación del nematodo oxamyl. En cuanto a la tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de *Meloidogyne incognita*, reportando que existe diferencias altamente significativas para los sustratos orgánicos, es decir al menos un sustrato orgánico tuvo efecto sobre la población media de *Meloidogyne incognita*.

El tratamiento melaza de caña azúcar fue estadísticamente similar al tratamiento estiércol de vacuno fermentado. En cambio, los tratamientos oxamyl y tecnología E.M. alcanzaron los promedios más bajos en la tasa de reproducción de población final entre población inicial de *Meloidogyne incognita* (Kamran et al., 2011).

Resultado fue reportado por Rado (2010) reporta que la tasa de multiplicación de nematodos disminuye a medida que la dosis de estiércol aumenta, por lo que la aplicación de estiércol de vacuno descompuesto a dosis de 30t/ha y 50 t/ha con promedios de 0,59 y 0,51 de tasa de multiplicación del nemátodo, disminuyó la tasa de reproducción del nemátodo comparado con el testigo que obtuvo una tasa de multiplicación de 0,73.

Resultado fue reportado por Lizarraga (2015) quien determino el efecto de microorganismos eficientes para el control de *M. incognita* en plantas de vid indica que una tasa de reproducción de  $Pf/Pi < 1$ , por lo tanto, estos tratamientos son productos eficaces para el control sobre *M incognita*, siendo el tratamiento de CME 5% demostrándose que el

uso del consorcio microbiano a estas dosis presenta un buen control de este patógeno. Sin embargo, el testigo presentó  $Pfl\ Pi > 1$ , lo que indica que la tasa de reproducción de los nematodos es alta debido a que no se aplicó ningún producto de control. Estos datos corroboran con los datos obtenidos de la densidad poblacional total, ya que a medida que la tasa de reproducción del nematodo se eleve, la densidad poblacional total también incrementa.

Los resultados del análisis de variancia para la variable eficiencia del control de la población final de *M. incognita* muestra diferencias significativas entre los sustratos orgánicos es decir al menos un sustrato tuvo una eficiencia del control de la población final de *M. incognita*. El tratamiento tecnología E. M alcanzó el mayor promedio con 79.01% de eficiencia en el control de juveniles J2 de la población final de *M. incognita*, seguido del tratamiento Vydate L. con 77.21%. Luego le sigue el tratamiento estiércol de vacuno fermentado con 56.31% de eficiencia superando estadísticamente al tratamiento melaza de caña de azúcar quien alcanzó el promedio más bajo con 49.39% de eficiencia.

Al respecto Marín (2012) quien señala que uno de los aspectos más positivos que ha podido comprobar es que a pesar de que se observaron agallas en las raíces, las plantas tienen la misma altura que los testigos sin inocular, no existen diferencias en el desarrollo. No aparecen síntomas secundarios como pueden ser amarilleo u otra sintomatología producida por nematodos. La presencia de nematodos en el suelo es habitual en los suelos cultivados, es decir, la convivencia con el patógeno es lo normal, pero siempre existe sintomatología, por lo que, la ausencia de síntomas en estas plantas que están infestadas, quiere decir que de alguna forma se produjo un control debido a la aplicación del producto.

Andrés (2002) menciona que la adición de enmiendas orgánicas al suelo puede influir en las poblaciones de nematodos directa o indirectamente. Su aplicación puede aumentar el crecimiento y la producción de los cultivos infestados por nematodos: (1) mejorando la estructura del suelo, (2) aportando nutrientes y (3) proporcionando sustratos para la multiplicación de organismos de biocontrol en el suelo. Cepeda et al. (2018) Reportan efectividad de extractos acuosos de distintas plantas sobre juveniles de *Meloidogyne* spp los extractos de nogal pecanero tienen una alta eficiencia en el control de *M. incognita*,

fluctuando entre el 73.42% en el extracto de cáscara acuosa en concentración 1:75, del 84.16% en el extracto con cáscara acuosa en concentración 1:50, 89,07% en el extracto de ruezno etanólico en concentración de 1:75.

En cuanto al índice de nodulación de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de ají páprika según la escala elaborada por el PIM, indican que los tratamientos tienen un comportamiento heterogéneo en el índice de nodulación. Se observa al testigo sin control con el promedio más alto con un índice de nodulación de 5 y Vydate L, con un índice de 3,25 Y la tecnología E. M. presentó el promedio más bajo con un índice de nodulación de 2,05. Resultado fue reportado por Lizarraga (2015) quien indica que los microorganismos eficientes (CME) de 5% y 10 % presentaron el grado de nodulación más bajo que fue grado 1 y 0 respectivamente, por lo tanto la formación de nódulos es mínima y actuó mejor en el control de *Meloidogyne incognita* a comparación del testigo que presentó un grado de 5 siendo el valor más alto a comparación de los demás tratamientos, por lo tanto presentó raíces con alta nodulación, seguidamente se encuentra el tratamiento con Urpi que presenta un grado de nodulación de 4. El tratamiento con Furadan presentó un grado de 3 y el CME 1% presentó un grado de 2.

Saire (2017) menciona que la nodulación es una expresión visual del daño causado por *Meloidogyne*. Entre mayor el grado, mayor será el daño, por tanto, los mejores resultados en suprimir la actividad del nematodo paralizándolo, matándolo y evitando la generación de nódulos, en esta etapa del cultivo la mayor cantidad de J2 se van encontrar en las raíces debido a que *Meloidogyne* es un nematodo sedentario y deposita sus masas de huevos dentro o sobre la raíz. Solo cuando las masas de huevos de este nematodo se encuentran maduras los huevos dentro de ella eclosionan y dejan salir a los juveniles 2 hacia el suelo. Al momento de lavar las raíces se pudo apreciar masas de huevos recién emergiendo de las raíces, es decir aún se encontraban en una etapa inmadura por lo que encontrar baja o nula población en suelo es normal. Este parámetro tiene una relación directa con las escalas de nodulación, es decir menos población de J2 en suelo se relaciona con un menor daño en la raíz expresado con la presencia de nódulos.

Los resultados de eficiencia en el control de la nodulación de *M. incognita* indica que existen diferencias significativas, es decir que al menos un tratamiento es eficiente en el control de la nodulación de *Meloidogyne incognita*. Se observa que el sustrato orgánico

tecnología E. M. fue el más alto en la eficiencia de control de la nodulación de *M. incognita* con 45%, junto a Vydate L. Resultado fue reportado por Baños et al. (2010) quienes evaluando el efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo de *Meloidogyne* indican que el efecto positivo sobre la reducción de la infestación se obtuvo con los tratamientos de enmiendas orgánicas a base de gallinaza y melaza. Estos productos permiten incorporar nutrientes al suelo y mediante su descomposición se liberan sustancias que tienen efecto nematicida. Además, se estimula la actividad microbiana del suelo, favoreciendo la presencia de microorganismos antagonistas de *Meloidogyne* spp. En cuanto a la melaza, su incorporación al suelo mejora la cantidad de materia orgánica del mismo, provocando un aumento de los organismos benéficos del suelo (bacterias, hongos, levaduras, etc.), mejora la estructura del suelo y ejerce un control de los nematodos fitoparásitos.

Al respecto EL-Hadad et al. (2011) quienes en su investigación sobre el efecto nematicida de fertilizantes bacterianos sobre el nematodo menciona que estos resultados indicaron que estos biofertilizantes bacterianos son microorganismos prometedores de doble propósito para la movilización de nutrientes del suelo (NPK) y para el control biológico de *M. incognita*, además indicó que los biofertilizantes bacterianos redujeron significativamente la capacidad de *M. incognita* para reproducirse en el suelo.

Para el rendimiento de ají páprika cultivar Papri King, el sustrato orgánico tecnología E. M. fue quien presentó el promedio más alto de rendimiento de aj páprika con 5717.5 kg ha, seguido de Vydate L y estiércol de vacuno fermentado. Resultado reportado por Valerio (2016) quien reporta que el mayor rendimiento de frutos de aj cultivar Papri King con 5,847 kg ha<sup>-1</sup>. Para niveles de AG3, el mayor rendimiento de frutos se presenta a nivel de 5 ppm con AG3 con 6515.3 kg ha<sup>-1</sup> de frutos, nivel de 10 y 15 ppm con AG3 obtuvieron promedios similares al testigo no aplicado que obtuvo 5657.6 kg ha<sup>-1</sup>. Al respecto Rado (2010) menciona que estos resultados en la mayoría de variables son probablemente debido a que el estiércol utilizado aportó altos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio. Siendo estos importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Lizarraga (2015) menciona que las aplicaciones de control que se dan a nivel preventivo son más eficientes en comparación con los tratamientos aplicados en forma curativa, indicando que los microorganismos tardan un poco más de tiempo en establecer el equilibrio biológico en el suelo debido a que ya se encuentran con un suelo enfermo ocasionado por estos patógenos. Con los resultados obtenidos con el estiércol de vacuno fermentada

Bendezu (2017) indica que la aplicación de estiércol en su proceso de descomposición, los estiércoles liberan gases los cuales inhiben la respiración del nematodo, dando como resultado su control. Esta a su vez provoca un desarrollo radicular adecuado y esta se representa en el área vegetativa de la planta.

Asimismo, McSorley et al. (1999) citado por Bendezu (2017) da a conocer que mediante la adición de materia orgánica al suelo como: compost y desechos animales, incrementan la fertilidad del suelo, aumentando así los rendimientos, mejorando la estructura del suelo y provocando la disminución de patógenos en el suelo. Así como los estiércoles originan un control del nematodo, también liberan nutrientes los cuales favorecen al desarrollo vegetativo de las plantas.

Estos resultado también coinciden con Bañoz et al. (2010) quienes indican que la aplicación de los productos biológicos y orgánicos evaluados, promovió incrementos en el desarrollo del cultivo, unido a un efecto positivo en la reducción del grado de infestación de *Meloidogyne* spp., incrementando el vigor de la planta y la obtención de mayores rendimientos en el cultivo. Las alternativas evaluadas permiten obtener incrementos en la producción superiores al 30 %.

Resultado reportado por Osman et al. (2018) quienes evaluando el control de *M. incognita* con el uso de nematicidas, fertilizantes y agentes microbiológicos indican que los tratamientos a base de sustratos orgánicos exhibieron actividades potenciales variables contra el nematodo del nudo de la raíz y la incidencia de la enfermedad de la pudrición de la raíz y el rendimiento mejorada. El tratamiento biosupresor de la mayoría de los nematodos y la pudrición de la raíz fue el tratamiento único de estiércol de pollo. En tanto, las enmiendas orgánicas estimulan la multiplicación de microorganismos como hongos y bacterias. Algunos de estos microorganismos son parásitos de los nematodos. Esto provocará la supresión biológica de los nematodos parásitos en el suelo que tanto el nematicida químico como el estiércol de pollo produjeron una reducción significativa en los parámetros reproductivos de los nematodos, así como en la enfermedad de la pudrición de la raíz todos los tratamientos combinados mejoraron significativamente la producción de rendimiento.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Las aplicaciones de sustratos orgánicos tuvieron efecto en el control de *M. incognita* en el cultivo de ají páprika cultivar Papri King en condiciones de Vinto Bajo, Barranca – Lima.

La tecnología E.M obtuvo mayor eficiencia en el control de la poblacion media y junto al estiércol de vacuno fermentado obtuvieron mayor porcentaje de control con 44,25 y 92 juveniles J2/100 g suelo en la poblacion final. Asimismo, la tecnología E.M disminuye la tasa de reproduccion de poblaciones del nematodo *M. incognita* comparado con el nematicida Vydate L en el cultivo de aj páprika.

Con respecto al índice de nodulación la tecnología E.M obtuvo un bajo índice con grado 2, además presentó un alto porcentaje de eficiencia en el control de la nodulación de las raíces del cultivo de ají páprika en la provincia de Barranca – Lima.

Los sustratos orgánicos que presentaron los más altos rendimientos fue la tecnología E.M ( 5717.5 tn) y el estiércol de vacuno fermentado (5345tn) en el cultivo de aj páprika cultivar papri king en condiciones de Vinto Bajo, Barranca – Lima.

## 5.2 Recomendaciones

Realizar un nuevo trabajo, usando la tecnología EM, y el estiércol de vacuno fermentado para el control de *Meloidogyne incognita*, a mayor escala de producción.

Realizar el control de *Meloidogyne incognita*, usando diferentes microorganismos biológicos en el cultivo de aj páprika, en condiciones de Barranca.

Evaluar la combinación de los sustratos orgánicos con controladores biológicos sobre *Meloidogyne incognita* en el cultivo de aj páprika en condiciones de Barranca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuslin, S. y Vaca, G. (2017). *Control del nematodo nodulador de la raíz Meloidogyne incognita en el cultivo de tomate utilizando los hongos Pochonia chlamydosporia, Paecilomyces lilacinus, el extracto botánico Tagetes patula y el nematicida oxamil* (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Andrés, M. 2002. Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparásito. *Ciencia y Medio Ambiente - CCMA-CSI*, 221-227. Recuperado de [https://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392\(M%C2%AAAF%20Andr%C3%A9s\).pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392(M%C2%AAAF%20Andr%C3%A9s).pdf)
- Batista, J. W. (1992). El Problema de los nemátodos del suelo. *Microbiological Standpoint*, 7, 144-147.
- Bañoz, Y., Concepción, A., Lazo, R., González, I. y Morejón, L. (2010). Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en el manejo del tomate . *Revista Brasileira de Agroecologia*, 5(2), 224-233.

- Bendezu, R. (2017). *Control de Meloidogyne sp. en vivero de Coffea arabica L. mediante quinoleína fenólica, Paecilomyces lilacinus y estiércol en la zona de Satipo* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro, Satipo, Perú.
- Cáceres, C. y Palomo, A. (2016). Reacción de 14 cultivares de pimiento paprika (*Capsicum annum* L.) a diferentes densidades del nematodo del nódulo *meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood. *Anales Científicos*, 77 (2), 204-211
- Castillo, C. (2019). *Evaluación agronómica de ajíes promisorios de la colección de germoplasma de capsicum del programa de hortalizas de la UNALM* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Canto, M. (2010). *Separatas del Curso de Nematología. Lima, Perú. Escuela de Posgrado* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cepeda, M., García, J., Hernández, A., Ochoa, Y., Garrido, F., Cerna, E., y Dávila, M. (2018). Toxicidad de extractos de *Carya illinoensis* (Fagales: Juglandaceae) contra *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Heteroderidae) en tomate. *Ecosist. Recursos Agropecuarios*, 5(13),143-148.
- Coventry, E.; Allan, E.J. (2001). Microbiological and chemical analysis of neem (*Azadirachta indica*) extracts: new data on antimicrobial activity. *Phytoparasit.* 29 (5), 441-449.
- El-Hadad, M.E., Mustafa, M.I., Selim, S.M., El-Tayeb, T.S., Mahgoob, A.E. and Abdel, N.H. (2011). The nematicidal effect of some bacterial biofertilizers on *Meloidogyne incognita* in sandy soil. *Brazilian Journal of Microbiology* 42, 105-113.
- Fujimoto, T., Hasegawa, S., Otobe, K., and Mizukubo, T. (2010). The effect of soil water flow and soil properties on the motility of second-stage juveniles of the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Soil Biology and Biochemistry*, 42(7), 1065-1072.
- Gortari M., and Hours R. (2008). Fungal chitinases and their biological role in the antagonism onto nematode eggs. *A review Mycology Progress*, 7, 221–238.
- INIA. 2005. *Cultivo del ají en el Perú*, 10 pp.
- Jenkins, W. (1964). A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48, 692.

- Kamran, M., Anwar, S. A., and Khan, S. A. (2011). Evaluation of tomato genotypes against *Meloidogyne incognita* infection. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 23(1), 31-34.
- Karssen, G; Moens, M. (2006). *Root-knot nematodes*. In Perry, RN; Moens, M. eds. *Plant Nematology*. London, UK. CAB International. p. 59-88.
- Lizarraga, C. (2015). *Determinación del efecto de microorganismos eficientes para el control de Meloidogyne incognita (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949 en plantas de vid en condiciones de invernadero* (tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Agustín. Arequipa, Perú.
- Marín, M. (2012). *Evaluación de la eficacia de diferentes productos en el control de Meloidogyne en cultivo de tomate* (tesis de pregrado). Universidad de Almería. Almería, España.
- Moens, M., Perry, R.N. & Starr, J.L. (2009). *Meloidogyne species - a diverse group of novel and important plant parasites*. In Perry, RN; Moens, M; Starr, JL. eds. *Rootknot nematodes*. London, UK. CAB International, p. 1-13.
- Nicho, P. (2004). *Cultivo de ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum)* Estación experimental Donoso Huaral. Programa Nacional de Investigación en Hortalizas.
- Nicho, P. y Valencia, A. (2009). Manejo técnico del cultivo de ají páprika. Instituto Nacional De Innovación Agraria – INIA. Estación experimental Donoso Huaral. 64p.
- Nuez, F., Gil, R. y Costa, J. (1996). *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajes*. Barcelona, España: Edit. Mundi –Prensa.
- Osman, H., Hussein, H., Mohamed, M., El-Mohamedy, R. and Elkelany, U. (2018). Field control of *Meloidogyne incognita* and root rot disease infecting eggplant using nematicide, fertilizers, and microbial agents. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28, 40-49.
- Rado, C. (2010). *Control del nemtudo del nódulo de la raíz (Meloidogyne incognita Chitw.) con materia orgánica compostada (estiércol de vacuno) en el cultivo de páprika (Capsicum annuum L. var. Oueen) en el valle de Ite – Tacna* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Requena, A. (2013). *Control Biológico de Meloidogyne incognita en pimiento (Capsicum annuum)* (tesis doctoral). Universidad Politcnica de Cartagena, Cartagena, España.

- Tirado (2014). *Absorción de macro y micronutrientes en ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones del valle de Cañete* (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Toukal, B. (2016). *Effect of temperature on population dynamics of Meloidogyne spp. and fusarium spp. infesting sweet pepper in Niger* (doctoral thesis). University of Cape Coast, Ghana.
- Saire, L. (2017). *Productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de Meloidogyne incognita en tomate en invernadero* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Valerio, R. (2016). *Efecto de la concentración de ácido giberélico en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de pimiento paprika (Capsicum annuum L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Vanina, C. Becerra, V. y Herrera, M. (2014). Caracterización de daños producidos por *Meloidogyne spp.* (Nemata: Tylenchida) en la vid en Mendoza, Argentina. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31 (2), 51 – 62.
- Viaene, N. and Abawi, G. (1998). Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. *Plant Disease*, 82, 945 – 952.

## ANEXOS

Tabla 25.

*Datos de la población inicial de Meloidogyne incognita.*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	56	56	57	56	225	56,25
Melaza de caña azúcar	57	57	55	55	224	56,00
Enmienda orgánica	57	56	56	57	226	56,50
Vydate L. (I.A. Oxamil)	58	57	56	56	227	56,75
Testigo sin control	57	56	57	56	226	56,50
<b>Total</b>	285	282	281	280	1128	56,40

Tabla 26

*Datos de la población media de Meloidogyne incognita.*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		

Tecnología E. M.	76	76	73	65	290	72,50
Melaza de caña azúcar	92	91	87	93	363	90,75
Enmienda orgánica	123	119	116	109	467	116,75
Vydate L. (I.A. Oxamil)	72	61	68	73	274	68,50
Testigo sin control	123	131	132	128	514	128,50
<b>Total</b>	<b>486</b>	<b>478</b>	<b>476</b>	<b>468</b>	<b>1908</b>	<b>95,40</b>

Tabla 27

*Datos de la población final de **Meloidogyne incognita**.*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	48	35	41	53	177	44,25
Melaza de caña azúcar	91	114	107	114	426	106,50
Enmienda orgánica	107	89	79	93	368	92,00
Vydate L. (I.A. Oxamil)	52	42	40	58	192	48,00
Testigo sin control	213	204	217	209	843	210,75
<b>Total</b>	<b>511</b>	<b>484</b>	<b>484</b>	<b>527</b>	<b>2006</b>	<b>100,30</b>

Tabla 28

*Datos de la Tasa de reproducción de la población final entre la población media de **Meloidogyne incognita***

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	0,63	0,46	0,56	0,82	2,47	0,62
Melaza de caña azúcar	0,99	1,25	1,23	1,23	4,70	1,17
Enmienda orgánica	0,87	0,75	0,68	0,85	3,15	0,79
Vydate L. (I.A. Oxamil)	0,72	0,69	0,59	0,79	2,79	0,70
Testigo sin control	1,73	1,56	1,64	1,63	6,57	1,64
<b>Total</b>	<b>4,94</b>	<b>4,71</b>	<b>4,70</b>	<b>5,32</b>	<b>19,68</b>	<b>0,98</b>

Tabla 29

*Datos de la Tasa de reproducción de la población final entre la población inicial de **Meloidogyne incognita***

Tratamientos	Bloques	Total	promedio
--------------	---------	-------	----------

	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	0,86	0,63	0,72	0,95	3,15	0,79
Melaza de caña azúcar	1,60	2,00	1,95	2,07	7,61	1,90
Enmienda orgánica	1,88	1,59	1,41	1,63	6,51	1,63
Vydate L. (I.A. Oxamil)	0,90	0,74	0,71	1,04	3,38	0,85
Testigo sin control	3,74	3,64	3,81	3,73	14,92	3,73
<b>Total</b>	<b>8,96</b>	<b>8,59</b>	<b>8,60</b>	<b>9,42</b>	<b>35,57</b>	<b>1,78</b>

Tabla 30

*Eficiencia del control en población media de Meloidogyne incognita*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	38,21	41,98	44,70	49,22	174,11	43,53
Melaza de caña azúcar	25,20	30,53	34,09	27,34	117,17	29,29
Enmienda orgánica	0,00	9,16	12,12	14,84	36,13	9,03
Vydate L. (I.A. Oxamil)	41,46	53,44	48,48	42,97	186,35	46,59
Testigo sin control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>104,9</b>	<b>135,1</b>	<b>139,4</b>	<b>134,4</b>	<b>513,76</b>	<b>25,69</b>

Tabla 31

*Eficiencia de control en población final de Meloidogyne incognita*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	77,46	82,84	81,11	74,64	316,06	79,01
Melaza de caña azúcar	57,28	44,12	50,69	45,45	197,54	49,39
Enmienda orgánica	49,77	56,37	63,59	55,50	225,23	56,31
Vydate L. (I.A. Oxamil)	75,59	79,41	81,57	72,25	308,81	77,20
Testigo sin control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>260,09</b>	<b>262,75</b>	<b>276,96</b>	<b>247,85</b>	<b>1047,64</b>	<b>52,38</b>

Tabla 32

*Índice de nódulos de Meloidogyne incognita.*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	3	2	3	3	11	2.75

Melaza de caña azúcar	5	5	4	4	18	4.50
Enmienda orgánica	5	5	5	4	19	4.75
Vydate L. (I.A. Oxamil)	3	4	3	3	13	3.25
Testigo sin control	5	5	5	5	20	5.00
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>81</b>	<b>4.05</b>

Tabla 33

*Eficiencia en nodulación de Meloidogyne incognita.*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	40.00	60.00	40.00	40.00	180	45.00
Melaza de caña azúcar	0.00	0.00	20.00	20.00	40	10.00
Enmienda orgánica	0.00	0.00	0.00	20.00	20	5.00
Vydate L. (I.A. Oxamil)	40.00	20.00	40.00	40.00	140	35.00
Testigo sin control	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>120</b>	<b>380</b>	<b>19.00</b>

Tabla 34

Rendimiento de ají páprika cultivar Papri King.

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
Tecnología E. M.	5600,00	5850,00	5640,00	5780,00	22870	5717,50
Melaza de caña azúcar	4790,00	4600,00	4450,00	5103,00	18943	4735,75
Enmienda orgánica	5450,00	5420,00	5200,00	5310,00	21380	5345,00
Vydate L. (I.A. Oxamil)	5310,00	5480,00	5630,00	5520,00	21940	5485,00
Testigo sin control	3570,00	3600,00	4100,00	3850,00	15120	3780,00
<b>Total</b>	<b>24720</b>	<b>24950</b>	<b>25020</b>	<b>25563</b>	<b>100253</b>	<b>5012,65</b>

ANEXOS: GALERIA DE FOTOS: Desarrollo de las labores del cultivo.



Figura 11. Preparación del experimento. Surcado y primer riego.



Figura 12. Proceso de transplante del cultivo *ají páprika* cultivar *Papri King*



Figura 13. Riego post-transplante de *aj paprika*.



*Figura 14.* Incorporación de materia orgánica T-3



*Figura 15.* Preparación de los tratamientos del experimento.



Figura 16. Preparación y aplicación de los tratamientos.



Figura 17. Evaluación del experimento.



*Figura 18.* Desarrollo del cultivo experimental.



*Figura 19.* Inicio de cosecha del experimento – Paprika.



*Figura 20.* Secado de frutos de ají paprika.