

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**  
**Facultad de Ciencias Agrícolas**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**

**“Control del nemátodo del nódulo de la raíz  
(*Meloidogyne incognita* Chitw.) con materia orgánica  
compostada (estiércol de vacuno) en el cultivo de  
páprika (*Capsicum annum* L. var. Queen)  
en el valle de Ite - Tacna”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. CLAUDIA IRENE RADO ZUÑIGA**

**Para optar el Título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TACNA—PERÚ**  
**2010**

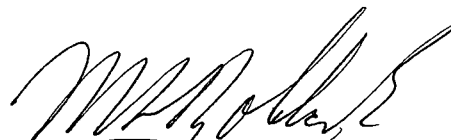
# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

## Facultad de Ciencias Agrícolas

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 08 DE ENERO DEL 2010,  
ESTANDO INTEGRADO EL JURADO CALIFICADOR POR:**

**PRESIDENTE**



**M.Sc. Magno Santos Robles Tello**

**SECRETARIO**



**Ing. Francisco Condori Tintaya**

**VOCAL**



**Ing. Rodi David Alferez García**

**ASESOR**



**Blgo. Enrique Deza Quiñones**

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GRONMANN" DE YAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

TITULO PROFESIONAL

Tomo: 02

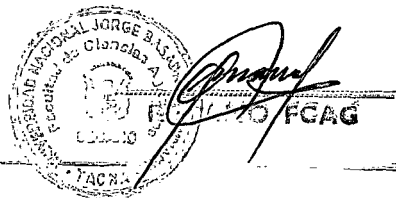
Folle N° 473

El Decano de la Facultad, CERTIFICA:

Que el Bachiller: RADO ZÚNIGA  
CLAUDIA IRENE

ha sustentado el presente Trabajo de Tesis y ha sido APROBADO  
por MAYORIA con el calificativo de REGULAR

Fecha: 2010 JUNIO 09



Muy especialmente a Dios por guiar mis pasos, por darme  
la sabiduría y la perseverancia para  
lograr mis metas.

A mis queridos padres Juana y Claudio, a quienes les debo lo  
que soy, por sus sabios consejos y su constante espíritu de fe y  
apoyo en todo momento. Y a mis hermanos: Luis, Frank,  
Karla, Marcia, Roxana, Oswaldo y mi sobrina Antonella;  
porque nunca me han dejado sola y porque han sido  
mi fuerza y motivación para seguir.

A Valois, por darme su amor incondicional, por haber  
estado siempre a mi lado y apoyarme en  
los momentos más difíciles.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor el Blgo. Enrique Deza Quiñones, por su apoyo y guía para realizar el trabajo de investigación.

Al Dr. Oscar Fernández Cutire, por compartir sus enseñanzas y conocimientos de forma incondicional.

Al Sr. Walter Zegarra Oviedo, dueño del fundo y a Sonia Condori Mendoza, administradora del fundo donde desarrollé el trabajo de investigación; por confiar en mí, por brindarme su tiempo, su apoyo y colaborar conmigo en todo momento.

A mis amigos: Elsa Chambilla, Silvia Larino, Ana Tesillo, Betty Mamani, Julio González, Edwin Barboza, Juan Carlos González y a todos aquellos que de una u otra manera fueron partícipes y me apoyaron de forma incondicional.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el Fundo los Amancaes lateral JD 12A en la zona de Alfarillo del distrito de Ite, provincia y departamento de Tacna entre los meses de setiembre del 2007 a abril del 2008; teniendo como coordenadas geográficas de latitud sur 17°51', longitud oeste 70°57'30" y a 160m.s.n.m.

Los objetivos planteados fueron: Determinar la cantidad del estiércol de vacuno compostado para un control adecuado del nemátodo; determinar el grado de infestación de población del nemátodo *Meloidogyne incognita* en el suelo en diferentes dosis de aplicación del estiércol de vacuno compostado; determinar el efecto de los tratamientos en el crecimiento de la planta, rendimiento promedio por tratamiento y cosecha.

Se utilizó como tratamiento de estudio al estiércol de vacuno descompuesto; se consideró 4 tratamientos de 0, 20, 30 y 50 t/ha de estiércol de vacuno descompuesto en el cultivo del páprika variedad Queen. El diseño utilizado fue el de Bloques Completamente Aleatorios

(DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones a los que se hizo su respectivo análisis de varianza y prueba de significación de Duncan.

Se evaluó la población del nemátodo (*Meloidogyne incognita*) antes de la siembra (Pi) durante el cultivo (Pint) y después de la cosecha (Pf); además se realizó el conteo del número de hembras formadas presentes en las raíces de las plantas en 3 etapas: al inicio, durante y al final del cultivo. También se evaluó la altura, número de flores y frutos por planta.

Los tratamientos que obtuvieron mayor rendimiento en peso seco de paprika fueron los tratamientos T<sub>2</sub> con 2 924,34 t/ha y T<sub>3</sub> con 3 485,71 t/ha. 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 del grado 3; en comparación con el testigo que obtuvo la mayor tasa de multiplicación con 0,73 y mayor índice de nodulación del grado 4.

## LISTA DE CUADROS

Nº	Pag.
1. Datos meteorológicos de Ite.	55
2. Análisis físico químico del suelo.	57
3. Análisis físico químico de la materia orgánica.	59
4. Análisis físico químico del agua superficial.	60
5. Tratamientos del campo experimental.	61
6. Escala de nodulación de <i>Meloidogyne incognita</i> en las raíces.	75
7. Análisis de varianza de la altura de planta-primer evaluación.	77
8. Análisis de varianza de la altura de planta-segunda evaluación.	78
9. Análisis de varianza de la altura de planta-tercera evaluación.	79
10. Prueba de significación de Duncan para la altura de planta-tercera evaluación	80
11. Análisis de varianza de la altura de planta-cuarta evaluación.	81
12. Prueba de significación de Duncan para la altura de planta-cuarta evaluación.	82
13. Análisis de varianza de la altura de planta-quinta evaluación.	83
14. Prueba de significación de Duncan para la altura de planta-quinta evaluación.	84

15. Análisis de varianza de la altura de planta-sexta evaluación.	85
16. Prueba de significación de Duncan para la altura de planta-sexta evaluación.	86
17. Análisis de varianza de la altura de planta-sétima evaluación.	87
18. Prueba de significación de Duncan para la altura de planta-sétima evaluación.	88
19. Análisis de varianza de la altura de planta-octava evaluación.	89
20. Análisis de varianza del número de flores/planta-primera evaluación.	92
21. Análisis de varianza del número de flores / planta - segunda evaluación.	93
22. Análisis de varianza del número de flores/planta-tercera evaluación.	94
23. Prueba de significación de Duncan para el número de flores/planta-tercera evaluación.	95
24. Análisis de varianza del número de flores/planta-cuarta evaluación.	96
25. Análisis de varianza del número de frutos/planta-primera evaluación.	98
26. Análisis de varianza del número de frutos / planta - segunda evaluación.	99
27. Análisis de varianza del número de frutos/planta tercera evaluación.	100
28. Prueba de significación de Duncan para el número de frutos/planta-tercera evaluación.	101
29. Análisis de varianza del número de frutos/planta-cuarta evaluación.	102

30. Prueba de significación de Duncan para el número de frutos/planta-cuarta evaluación.	103
31. Análisis de varianza del número de frutos/planta-quinta evaluación.	104
32. Análisis de varianza de la cosecha del peso fresco (kg/planta)-marzo 2008.	106
33. Prueba de significación de Duncan para la cosecha (peso fresco)-marzo 2008.	107
34. Análisis de varianza de la cosecha del peso seco (kg/planta)-abril 2008.	108
35. Prueba de significación de Duncan para la cosecha (peso seco)-abril 2008.	109
36. Análisis de varianza de la población inicial de nemátodos en 100 g de suelo-noviembre 2007.	112
37. Prueba de significación de Duncan para la población inicial de nemátodos-noviembre 2007.	113
38. Análisis de varianza de la población intermedia de nemátodos en 100 g de suelo-enero 2008.	114
39. Prueba de significación de Duncan para la población intermedia de nemátodos-enero 2008.	115
40. Análisis de varianza de la población final de nemátodos en 100 g de suelo-marzo 2008.	116

41. Prueba de significación de Duncan para la población final de nemátodos-marzo 2008.	118
42. Análisis de varianza de la tasa de multiplicación de nemátodos.	121
43. Prueba de significación de Duncan para la tasa de multiplicación de nemátodos.	122
44. Análisis de varianza del índice de nodulación en 10 g de raíces de páprika-marzo 2008.	125
45. Prueba de significación de Duncan para el índice de nodulación-marzo 2008.	126

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
1. Medidas de la unidad de compostaje.	43
2. Diseño del campo experimental.	62
3. Curva de crecimiento de la altura de planta.	91
4. Curva del promedio de número de flores por planta.	97
5. Promedio del número de frutos por planta.	105
6. Rendimiento promedio de la cosecha del peso fresco y seco (kg/planta)-abril 2008.	110
7. Población de nemátodos en 100 g de suelo.	120
8. Promedio de la tasa de multiplicación de nemátodos.	124
9. Índice de nodulación expresada en porcentaje.	128

## **CONTENIDO**

	<b>Pag.</b>
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	54
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
V.- CONCLUSIONES	130
VI.- RECOMENDACIONES	131
VII.- BIBLIOGRAFÍA	132
VIII.- ANEXOS	140

## **I.- INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, el cultivo de páprika ha tomado gran importancia para los agricultores del distrito de Ite, ya que existe una gran demanda económica en comparación con los precios del ají amarillo y ají negro que son de menor precio (en promedio S./250,00/quintal) y que siembran tradicionalmente.

El estiércol de vacuno es de gran importancia porque ayuda en el control de los nemátodos en el suelo dándose un efecto supresor a través de los microorganismos que se encuentran en la materia orgánica. Como primer efecto al adicionar materia orgánica al suelo se produce un incremento del desarrollo del sistema radical, lo que de alguna manera permite que la planta pueda defenderse mejor de un problema causado por nemátodos (1) y, las enmiendas con mayor efecto nematicida tendr an entre 2-7% de nitrógeno (26).

Los productos nematicidas fumigantes y no fumigantes del mercado (que tienen como ingrediente activo a: Cadusafos, Carbofuran,

Ethoprofos, Fenamiphos, Oxamil, Terbufos, etc.) para el control de los nemátodos no tienen el mismo efecto al ser aplicados una y otra vez en los suelos; ya que un abuso excesivo de los mismos induce a los nemátodos desarrollar razas resistentes y por ende un incremento en sus poblaciones año tras año (3).

En la actualidad, el uso indiscriminado de productos químicos con ingredientes activos de alta toxicidad y de prolongado efecto residual es la causa del desequilibrio ecológico y de la alteración de la biología del suelo (25), originando esterilidad en los suelos, convirtiéndolos en suelos no aptos para la agricultura y favoreciendo al empobrecimiento de la micro flora del suelo.

Por lo tanto; se propone mejorar la calidad de los suelos con materia orgánica que en este caso es el estiércol de vacuno fermentado; fortaleciendo así la diversidad de microorganismos que permitan un balance en el suelo y la menor incidencia de nemátodos.

El objetivo de esta investigación fue determinar la cantidad del estiércol de vacuno compostado para un control adecuado del nemátodo *Meloidogyne incognita* Chitw. en el distrito de Ite.

## II.-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1. GENERALIDADES DEL PÁPRIKA

El nombre páprika tiene aparentemente su origen en la palabra greco-latina peper-piper. Presumiblemente en el sur slavo fue gradualmente cambiando de nombre de peperke para finalmente llegar a páprika (9).

#### 1.1. Origen y distribución del páprika

América es considerada el centro de origen de la páprika. (9) indica que el páprika fue sembrado en diversos lugares de Sudamérica antes del descubrimiento de América. Algunos autores han opinado que podría haber sido nativo de la India, sin embargo los reportes de mayor credibilidad; indican que **Perú y México** cultivaron pimientos incluso antes de la aparición del hombre blanco (17).

Posteriormente fue difundido en el norte de Estados Unidos (USA) y luego del descubrimiento de América fue transferido a Europa y Asia para luego distribuirse alrededor del mundo.

Hungría ha sido uno de los países que más ha desarrollado el páprika desde su aparición a mediados del siglo XVI.

Su desarrollo como un cultivo a gran escala se remonta a la época napoleónica. Sin embargo su cultivo ha tenido una serie de altibajos en su desarrollo incluso la influencia de la I y II guerra mundial (17).

## 1.2. Taxonomía del páprika

**Reino** : *Vegetal*

**Sub Reino** : *Tracheobionta*

**División** : *Angiosperma*

**Clase** : *Dicotyledonia*

**Subclase** : *Asteridae*

**Orden** : *Solanales*

**Familia** : *Solanaceae*

**Género** : *Capsicum*

**Espcie** : *Capsicum annuum* L.

**Variedad** : Queen.

Fuente: (Sistema integrado de información taxonómica), (41).

## 1.3. Fenología del páprika

### 1.3.1 Germinación y emergencia

El período de preemergencia varía entre 8 y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor.

Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y ésta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima.

### **1.3.2 Crecimiento de la plántula**

Luego del desarrollo de las hojas cotiledonales, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta. De aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la planta sigue desarrollando el sistema radicular, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales. La tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que es muy susceptible.

### **1.3.3 Crecimiento vegetativo**

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo

principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican.

#### **1.3.4 Floración y fructificación**

Al iniciar la etapa de floración, produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores. El período de floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados corresponda a la capacidad de madurarlos que tenga la planta. Bajo condiciones óptimas, la mayoría de las primeras flores produce fruto, luego ocurre un período durante el cual la mayoría de las flores aborta. A medida que los frutos crecen, se inhibe el crecimiento vegetativo y la producción de nuevas flores.

Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores. De esta manera, el cultivo de páprika tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los

siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, dependiendo del manejo que se dé al cultivo. El mayor número de frutos y los frutos de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación, aproximadamente entre los 90 y 100 días. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta (23).

#### **1.4. Características botánicas**

Es una planta anual herbácea, con un sistema radicular pivotante provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias. Tallo de crecimiento limitado y erecto, con un porte que en término medio puede variar entre 0,5–1,5m Cuando la planta adquiere una cierta edad los tallos se lignifican ligeramente, las hojas lampiñas, enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo o poco aparente. Las flores poseen la corola blanquecina, aparecen solitarias en

cada nudo y son de inserción aparentemente axilar. Su fecundación es claramente autógama, no superando el porcentaje de alogamia el 10%.

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo cuando esta maduro que se puede insertar pendularmente, de forma y tamaño muy variable.

Las semillas del páprika, son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener de 3-5mm de longitud se insertan sobre una placenta cónica de disposición central, y son de un color amarillo pálido. En un gramo pueden contener entre 150 y 200 semillas y su poder germinativo es de tres a cuatro años (20).

#### **1.5. Variedades más importantes**

Las variedades de páprika cultivadas actualmente en Perú, son las siguientes:

- **Papri king:** El fruto producido por esta variedad de páprika tiene una longitud promedio de 15,2 a 20,3 cm; el fruto es de paredes delgadas con un excelente color rojo y poco picante en la mayoría de las condiciones de cultivo, la capacidad para secado es muy buena. papri King ofrece niveles ASTA 220/280 u.
- **Papri queen:** Produce frutos de paredes delgadas, de largo ligeramente menor que Papri king pero de hombro mucho más ancho; de buena capacidad de secado. Ofrece niveles ASTA 200/300 u. con menos de 500 grados Scoville.
- **Sonora:** Pimiento tipo anaheim está caracterizado por excelentes cosechas de frutos grandes y uniformes. Produce frutos de (20,3 x 3,8 cm) con dos celdas lisas y de paredes gruesas. Es una planta erecta, de tamaño mediano con madurez precoz. El fruto madura hacia el rojo oscuro y tiene muy altos niveles ASTA es excelente para procesamiento con 300 a 600 Scoville (24).

## **1.6. Importancia del páprika**

Se emplea en estado seco como condimento de alimento; para ser mezclado en los alimentos balanceados de la industria avícola y color a la carne y yema del huevo; también se emplea en la industria para la extracción de oleoresinas, aceites de alta calidad y obtención de colorantes. En la industria textil para los cosméticos como rubores, labiales entre otros. Además de tener un alto contenido en vitamina C (37).

## **2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS NEMÁTODOS FITOPARASÍTICOS**

### **2.1. Características morfológicas y anatómicas**

Los nemátodos fitoparasíticos son animales multicelulares, generalmente microscópicos (miden alrededor de 0,5 mm de largo), poseen los principales sistemas fisiológicos de los organismos superiores con excepción del respiratorio y el circulatorio. En general, tienen forma de gusano delgado cilíndrico y alargado, con el diámetro reducido en los extremos. Las hembras que son más grandes que los machos, en algunas especies toman diferentes formas (33). Algunas hembras se hinchan en la madurez con forma de pera o cuerpos esferoides.

Son más o menos transparentes, con una cutícula incolora, que a menudo poseen estrías u otros detalles. Esta cutícula presenta la muda cuando los nemátodos pasan a través de sus distintas etapas larvarias.

El sistema digestivo es un tubo hueco que se extiende desde la boca pasando por el esófago hasta el intestino, el recto y el ano, Por lo regular existen seis labios que rodean la boca. Todos Los nemátodos fitoparasíticos poseen un estilete hueco o lanza que utilizan para perforar las células vegetales.

Los sistemas reproductores están bien desarrollados, las hembras poseen uno o dos ovarios seguidos por un oviducto y un útero que termina en una vulva. La estructura reproductora del macho es semejante a la de la hembra, pero posee un testículo, una vesícula seminal y termina en un orificio común con el intestino; en el macho existe también un par de espículas copulatorias sobresalientes (2).

## **2.2. Ciclo de vida y biología**

La primera muda del primer estado juvenil ocurre dentro del huevo y se desarrolla al segundo estado juvenil larval (J2<sup>1</sup>) el cual es el infectivo. Eclosiona del huevo el J2 y comienza generalmente

---

<sup>1</sup> J2: Segundo estado larval de *Meloidogyne* sp.

después de recibir el estímulo de los exudados de raíz a parasitar al huésped. El J2 penetra la raíz cerca al punto de crecimiento, se mueve dentro de la raíz cortando las paredes de células con su estilete y eventualmente permanece en un lugar para alimentarse de las células cercanas al tejido vascular de raíz. El estilete perfora las células y la saliva de las glándulas del esófago es inyectada. Los componentes de la saliva del nemátodo inducen el crecimiento de las células, el rompimiento de las paredes de las células, y la formación de una célula grande llamada sincitium. El crecimiento interno de las paredes celulares facilita la transferencia de alimento nutritivo al parásito. El juvenil permanece en un sitio donde se alimenta y se transforma en sedentario, experimenta tres mudas adicionales antes de alcanzar el estado adulto. Un grado alto de dimorfismo sexual existe. Los machos adultos salen de las raíces y sobreviven por cerca de 10 días en el suelo. La hembra adulta sedentaria se hincha e incrementa de tamaño, rompiendo la corteza de la raíz, exponiendo el cuerpo al suelo. Atrayentes químicos atraen los males vermiformes hacia las hembras.

Los huevos embrionados se desarrollan dentro del cuerpo de la hembra. La mayoría son retenidos dentro del cuerpo, pero

algunos son expulsados a través de la vulva en una matriz gelatinosa. En estos huevos se ha observado una eclosión de los J2, más rápida que los que se retienen dentro de la hembra y a menudo contribuyen a que ocurra una invasión temprana y a tener generaciones adicionales en el mismo ciclo agrícola.

Cuando los huevos desarrollan, la hembra muere y su pared del cuerpo se engruesa y se taniniza para formar un quiste protector duro. Ocasionalmente, una capa blanca, conocida como la capa sub cristalina, puede estar presente cubriendo parcialmente al quiste (27).

El promedio de la medida de la longitud de las larvas de *Meloidogyne incognita* es 0,37 mm (0,36-0,39 mm). (33)

Eventualmente los quistes se desprenden del sistema de raíz senescente y llegan a ser liberados en el suelo, o permanecen adheridos a la raíz hasta que los J2 son estimulados para salir del huevo por la acción de los exudados de la raíz del huésped. En la ausencia de un huésped, algunos (o aún la mayoría) de los J2 se

mantienen dentro de los quistes y algunos mueren cada año. En algunas especies, sin embargo, los quistes pueden retener los J2 viables hasta por 20 años. Por ejemplo tenemos al nemátodo del quiste de la papa (*Globodera spp.*) (27).

La duración del ciclo de vida del nemátodo del nódulo de raíz es fuertemente afectada por la temperatura. Para la incubación, movilidad, invasión de raíces, crecimiento, reproducción y supervivencia de las especies de *M. incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*, ocurren en climas más cálidos; a temperaturas que fluctúan entre 25 y 30°C (34).

### **2.3. Ecología y distribución**

La mayoría de los nemátodos fitoparasíticos viven gran parte de su vida en el suelo. La temperatura, la humedad y la aireación del suelo afectan a la supervivencia y al movimiento de los nemátodos en el suelo. Su mayor abundancia está entre los 0,00 a 15,00 cm de profundidad. La mayor concentración de nemátodos en la región radical de la planta hospedante se debe principalmente

a su más rápida reproducción cuando el alimento es abundante y también a la atracción que tienen por las sustancias liberadas en la rizósfera.

Los nemátodos se distribuyen en el suelo, muy lentamente bajo su propia capacidad. No logra recorrer más de un metro de distancia por estación. Se mueve con mayor rapidez en el suelo cuando los poros de este están llenos de una película delgada de agua (unos cuantos micrómetros), a través del equipo agrícola, la irrigación, el drenaje de agua, las patas de animales, semillas infectadas, plantas de viveros, etc., es como logra dispersarse grandes distancias.

Los fitopatógenos pueden producir mucho más reguladores del crecimiento e inhibidores de ellos que los que producen las plantas. Además, son las interacciones bioquímicas entre la planta y el nemátodo las que afectan negativamente la fisiología total de las plantas y la función de los nemátodos de proporcionar los puntos de entrada para otros patógenos (2).

La incidencia de *Meloidogyne spp.* sobre las plantas no es solo directo; sino que además se produce una predisposición en los tejidos de la raíz haciéndolos más susceptibles al ataque de otros organismos, tal como hongos y bacterias (patógenos). Inclusive cultivos desarrollados como resistentes a algunas enfermedades pueden perder su resistencia, o volverse sensibles a microorganismos que normalmente no son patógenos. Es así como en diferentes cultivos se han reportado interacciones con: *Phytophthora sp.*, *Verticillium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Pythium sp.*, *Botrytis sp.*, *Trichoderma sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Agrobacterium sp.*, entre otros (1).

#### **2.4. Población y patrón de distribución de los nemátodos**

El límite superior de la población para cualquier especie de nemátodo parásito de plantas depende de su potencia reproductora, de la especie de planta huésped y del tiempo en estar en condiciones adecuadas para su reproducción. Los endoparásitos especializados y parásitos superficiales tienen una mayor potencia de reproducción que los ectoparásitos. La disposición de una

población, es la forma en que sus individuos se ubican en el espacio, y se refiere al patrón de distribución espacial. Este patrón es un elemento básico que permite explicar muchos de los comportamientos de los individuos (4).

## **2.5. Síntomas y daños causados por los nemátodos**

Producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva de la raíz, puntas dañadas de esta última y pudriciones de la raíz cuando las infecciones por nemátodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitopatógenos. Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, síntomas de deficiencias en nutrientes como el amarillamiento del follaje, el marchitamiento excesivo en clima cálido o seco, una menor producción de las plantas y una baja calidad de sus productos.

La mayoría de los daños causados por los nemátodos parecen ser ocasionados por una secreción de saliva que el nemátodo inyecta a la planta al alimentarse. La rapidez de la alimentación es apreciable en algunas especies. En algunas otras la alimentación es más lenta y pueden permanecer por horas o días en la misma posición; estas especies así como las hembras que se establecen dentro o sobre las raíces, son las que causan mayores daños.

La alimentación de los nemátodos, provoca que las células reaccionen causando la muerte o el debilitamiento de las yemas y puntas de la raíz, la formación de lesiones y la degradación de los tejidos, hinchamientos y agallas de varias clases, tallos y follaje retorcido y deformado. Estos síntomas pueden deberse tanto a la disolución de los tejidos como infectados por las enzimas, lo que produce la muerte de células y su desintegración de los tejidos o el alargamiento anormal de las células (hipertrofia), cese de la división celular o la estimulación de ella que se efectúa en una forma controlada, dando como resultado la formación de agallas o de una gran cantidad de raíces laterales en o cerca de los puntos de infección (2).

## **2.6. *Meloidogyne spp.* (Nemátodos agalladores)**

### **a. Cultivos susceptibles de daño:**

Tienen un muy amplio rango de hospedadores, incluyendo casi todos los cultivos hortícolas.

### **b. Biología:**

Generalmente pasan el invierno en el suelo en forma de huevos. En primavera conforme la temperatura del suelo se incrementa, los juveniles de segundo estado J2 eclosionan, emigran a través del suelo y penetran en las raíces de las plantas hospedadoras, donde establecen sitios de alimentación. Durante el crecimiento, los juveniles van engrosando y mudando hasta convertirse en hembras adultas o machos. Las hembras son redondeadas e inmóviles, los machos filiformes y generalmente abandonan la raíz pues no se alimentan. Las hembras producen hasta 3000 huevos envueltos en una masa gelatinosa. Generalmente los nemátodos agalladores completan su ciclo en menos de un mes dependiendo de la temperatura

del suelo y por tanto puede tener varias generaciones durante un cultivo.

**c. Síntomas:**

Como otros muchos nemátodos no causan síntomas característicos visibles en el follaje de la planta. Las plantas infectadas por *Meloidogyne spp.* muestran amarillamientos, marchitamientos y reducciones en la producción. La infección de las raíces produce engrosamientos característicos o agallas que pueden ser de varios tamaños dependiendo del número de hembras que alberguen (32).

**d. Daño:**

Son muy polífagos, el principal daño es el agallamiento radicular interrumpiendo el sistema vascular. La incidencia no es solo directa, sino que produce una predisposición en los tejidos de la raíz haciéndolos más susceptibles al ataque de otros organismos, tal como hongos y bacterias; originándose interacciones como con *Phytophthora spp.*, *Botrytis spp.*, *Verticillium spp.*, *Agrobacterium spp.*, etc. (1).

**e. Control:**

En primer lugar es necesaria la prevención de la entrada del nemátodo, pues una vez éste se ha establecido es virtualmente imposible erradicarlo, por lo que es importante el uso de semilla y plántones certificados y material limpio de nemátodos. Aquellas parcelas en las que se encuentre *Meloidogyne spp.* deberían mantenerse al margen de la producción hortícola por un periodo entre 2 y 4 años. Cultivos no hospedadores o resistentes pueden cultivarse para reducir las poblaciones.

Las malas hierbas deben ser eliminadas para evitar que sirvan como hospedadores alternativos a los nemátodos. En general, aquellas parcelas donde se vayan a cultivar hortalizas susceptibles al nemátodo deberían ser analizadas regularmente para la presencia de nemátodos agalladores. Si los niveles detectados están por encima del umbral económico de daño se recomienda el uso de un nematicida (32).

**f. Manejo integrado**

- Medidas de exclusión: En nuevas tierras, evitar el ingreso de material biológico infestado (plantines, coronas, estacas, etc.), desinfestar los implementos de labranza como arado, rastra, puntas, aporcadores, etc. o herramientas como machetes, palanas, grullas, etc. que porten porciones de tejido infestado.
  
- Medidas culturales: Rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica, especialmente gallinaza, eliminación de restos de la cosecha anterior (campo limpio), siembras de plantas trampas: *Crotalaria sp.* , higuera (*Ricinus sp.*).
  
- Medidas biológicas: En incorporación de hongos nematófagos como *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*.
  
- Medidas biofísicas: Solarización con o sin plástico sobre la superficie del suelo.

- Medidas químicas: Uso de nematicidas que hayan demostrado su acción en ensayos previos: Caso de Oxamyl (Vydate) aplicado al pie de planta a 500 ml /200 l., para el control de *Meloidogyne incognita* en pimiento páprika y piquillo. También existen otros nematicidas como el Hunter, Temik, etc. que pueden utilizarse previo ensayo de dosis y según el tipo de cultivo (9).

**g. Taxonomía del nemátodo: “*Meloidogyne incognita*”**

**Phylum** : *Nemata*

**Clase** : *Secementae*

**Orden** : *Tylenchida*

**Superfamilia** : *Tylenchoidea*

**Familia** : *Meloidogynidae*

**Género** : *Meloidogyne*

**Especie** : *Meloidogyne incognita*

Fuente: (Taylor A. L., Guía de la FAO para el estudio y combate de los nemátodos parásitos de plantas) (33).

### 3. FACTORES DEL SUELO QUE AFECTAN A LOS NEMÁTODOS

Debido a que el hábitat de los nemátodos es el suelo, los principales factores que afectan al suelo pueden influir directa o indirectamente en la severidad del daño causado por los nemátodos. Los más importantes son:

**3.1. Temperatura.** La temperatura afecta la producción de huevos, la reproducción, el desarrollo y la supervivencia, determinando así la localización y el parasitismo del nemátodo. Los requisitos de temperatura son diferentes para cada especie de nemátodo. La temperatura óptima para la mayoría de los nemátodos varía entre 15 y 30 °C (16).

Dentro de las especies termofílicas de nemátodos se encuentra *Meloidogyne incognita*, estas no sobreviven en suelos con temperaturas menores de 10°C y no eclosionan a temperaturas menores de 15°C (7).

**3.2. Humedad.** La fluctuación de la humedad del suelo debida a la lluvia o a la irrigación es el factor más importante para la dinámica

de la población de nemátodos. El exceso de humedad propicia la carencia de oxígeno e incrementa las toxinas de microorganismos anaeróbicos. La ausencia de humedad del suelo y la desecación conducen a la inactividad y eventualmente a la muerte de los nemátodos a no ser que posean adaptaciones para la supervivencia como es el caso de *Globodera sp.* y *Nacobbus sp.*

Los quistes de *Globodera sp.* resisten a la desecación, y los huevos dentro del quiste, pueden sobrevivir 20 años o más. Los quistes son el principal medio de disseminación de especies de *Globodera sp.* Los huevos, los estados larvales y los adultos de *Nacobbus sp.* y de otros nemátodos parásitos resisten la desecación y sobreviven durante largos períodos hasta cuando se presenten condiciones favorables que estimulen su retorno a la vida activa.

**3.3. Textura del suelo.** La actividad y los movimientos del nemátodo en el suelo para alcanzar la raíz, están relacionados con la porosidad del suelo, con el tamaño de las partículas del suelo, con el espesor de la película de agua que exista, y con el movimiento específico del nemátodo. La textura del suelo afecta la estructura del mismo, es decir, la propiedad relacionada con la forma geométrica del

espacio poroso del suelo. Por esto, un suelo arcilloso, que tiene una textura muy fina, puede impedir el crecimiento y la penetración de las raíces debido a que los espacios porosos son diminutos. También puede inhibir el desarrollo de nemátodos, los cuales requieren poros de 0,02 mm como mínimo para moverse en el suelo.

**3.4. Aireación.** La aireación escasa reduce la supervivencia y la densidad de población de los nemátodos. Este es el caso especialmente en suelos agrícolas irrigados: la supervivencia se reduce porque el suministro de oxígeno llega a niveles bajos durante el período de irrigación por anegamiento.

**3.5. Química del suelo.** La salinidad, el pH, la materia orgánica, la fertilización y el uso de biocidas afectan la emergencia y la actividad de los nemátodos.

Las sustancias químicas del suelo afectan a los parásitos ya sea a través de las plantas, y de otros organismos, o directamente. Por ejemplo, los compuestos nitrogenados que se agregan al suelo o sus productos de degradación influyen sobre los microorganismos

y causan una reducción de la población de *Pratylenchus penetrans*. Del mismo modo, la aplicación al suelo de nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ), y de nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) reduce la emergencia, la penetración, y el desarrollo de quistes.

Otros factores que afectan el crecimiento de las plantas también afectan a los nemátodos. Además, la resistencia de la planta y las malezas que albergan nemátodos son factores directamente relacionados con el aumento de la población de nemátodos y la severidad de los daños (16).

#### **4. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS BASADA EN LAS FUNCIONES DE LOS MICROORGANISMOS**

**4.1. Suelos inductores de enfermedad:** En este tipo de suelos, los microorganismos de patógenos de planta tales como el género *Fusarium* pueden constituir entre un 5 y un 20 % de la microflora total si la materia orgánica fresca con un alto contenido de nitrógeno es aplicada al suelo, productos incompletamente oxidados pueden presentarse como malolientes y tóxicos para el crecimiento de las plantas. Tales suelos tienden a causar plagas

frecuentes de organismos enfermos e insectos dañinos. De esta manera, la aplicación de materia orgánica fresca a estos suelos es a menudo perjudicial para sus cultivos. Probablemente más del 90 por ciento de las tierras agrícolas dedicadas a la producción de cultivos en todo el mundo puede ser clasificada como tenedoras de suelos inductores de enfermedad. Tales suelos generalmente tienen propiedades físicas pobres y una enorme cantidad de energía es perdida como “gases de invernadero”, en especial en los campos de arroz. Los elementos nutritivos de las plantas también están sujetos a inmovilización dentro de formas que no están disponibles.

**4.2. Suelos supresivos de enfermedad:** La microflora de los suelos supresivos de enfermedad está normalmente dominada por microorganismos hostiles que producen abundantes cantidades de antibióticos. Estos incluyen hongos del género *penicillium*, *trichoderma*, y *aspergillus*, y *actinomyces* del género *streptomyces*. Los antibióticos que producen pueden tener efectos bioestáticos y biocidas sobre los suelos que soportan patógenos de planta, incluyendo FUSARIUM que tendría una incidencia en estos suelos de menos del 5 %. Los cultivos plantados en esto suelos

raras veces son afectados por enfermedades o plagas de insectos. Incluso si se aplica materia orgánica fresca con un alto contenido de nitrógeno, la producción de sustancias putrefactas es muy baja y después de que la materia orgánica se haya descompuesto el suelo tiene un agradable olor natural. Estos suelos por norma general tienen unas propiedades físicas excelentes; por ejemplo, enseguida forman agregados de agua estables y están bien aireados, y tienen una alta permeabilidad tanto al aire como al agua. Los cultivos producidos en suelos supresivos de enfermedad son a menudo ligeramente más bajos que aquellos en suelos sintéticos. Las producciones de cultivos altamente aceptables se dan cada vez que un suelo tiene un predominio tanto de microorganismos sintéticos como supresivos de enfermedades.

- 4.3. Suelos ZYMOGENIC:** Estos suelos están dominados por una microflora que puede proporcionar tipos de fermentaciones útiles, por ejemplo, la ruptura de moléculas orgánicas complejas en sustancias orgánicas simples y materiales inorgánicos. Los organismos pueden ser tanto anaeróbicos obligadamente como facultativamente. Tales microorganismos productores de fermentación a menudo comprenden la microflora de varios

materiales orgánicos, por ejemplo, residuos de cultivos, abono animal, abono vegetal y desechos municipales incluyendo abonos. Después de que estas rectificaciones son aplicadas al suelo, sus números y actividades fermentativas pueden incrementar dramáticamente y arrollar la microflora nativa del suelo durante un periodo indefinido. Mientras que estos microorganismos continúan siendo predominantes, el suelo puede ser clasificado como suelo ZYMOGENIC que por regla general se caracteriza por:

- a) Fragancias fermentativas agradables, especialmente después de la labranza.
- b) Propiedades físicas del suelo favorables (Por ejemplo el incremento global de la estabilidad, permeabilidad, aireación y disminuida resistencia a la labranza.
- c) Enormes cantidades de elementos nutritivos, aminoácidos, hidratos de carbono, vitaminas y otras sustancias bioactivas que pueden hacer aumentar directa o indirectamente el crecimiento, producción y calidad de los cultivos.
- d) Baja ocupación hongos fusarium que normalmente es menor al 5 por ciento.

e) Baja producción de gases invernadero (por ejemplo, metano, amoníaco, y bióxido de carbono) de las tierras de cultivo, incluso donde crece el arroz inundado.

**4.4. Suelos sintéticos:** Estos suelos contienen poblaciones significativas de microorganismos que son capaces de dar nitrógeno atmosférico y bióxido de carbono en moléculas complejas tales como aminoácidos, elementos nutritivos e hidratos de carbono. Tales microorganismos incluyen bacterias fotosintéticas que producen fotosíntesis incompleta anaeróbicamente, como ciertos ficomicetos (Hongo que parece algas), y algas verdes y azul – verdes que funcionan aeróbicamente. Todos estos son organismos fotosintéticos que dan nitrógeno atmosférico. Si el contenido de agua de estos suelos es estable, su fertilidad puede ser largamente mantenida con adiciones regulares sólo de pequeñas cantidades de materiales orgánicos. Estos suelos tienen una baja ocupación de fusarium y son a menudo de tipo supresivos de enfermedad. La producción de gases de los campos donde los suelos sintéticos están presentes es mínima, incluso para arroz inundado (14).

## **5. ESTIÉRCOL DE VACUNO Y ABONOS ORGÁNICOS**

El valor fertilizante del estiércol, varía grandemente según sea la clase de alimento consumido; varía también de un animal a otro. El principal valor fertilizante radica, en su contenido de nitrógeno, aunque también posee otras sustancias importantes para la nutrición vegetal (35).

Además el reciclaje apropiado de los nutrientes contenidos en los abonos orgánicos tales como estiércoles, a través de su incorporación en suelos agrícolas requiere del conocimiento del porcentaje de descomposición o también llamada "tasa de mineralización". Este porcentaje debe ser estimado para diferentes condiciones edáficas y agro-ecológicas, de tal manera que puedan utilizarse de apoyo para el cálculo de dosis del abono orgánico de interés. Una sub-estimación de la dosis puede ocasionar deficiencias de nutrientes por el cultivo y una reducción en rendimiento y calidad del producto. Por el contrario, una sobre-estimación de la dosis conduce a exceso de nutrientes, toxicidad al cultivo y contaminación del suelo y el agua (18).

La actividad de los microorganismos es pertinente a la agricultura en la medida que afectan factores relevantes del suelo tales como su estructura, la disponibilidad de nutrimentos, la degradación de los residuos orgánicos frescos, el circulamiento de nutrimentos, la disponibilidad de los nutrimentos a nivel de rizósfera, la formación y degradación de humus y la actividad supresiva de la microflora sobre la sobrevivencia y actividad de propágulos de patógenos o plagas.

Las prácticas de manejo afectan la actividad de los microorganismos de una manera directa al alterar parámetros fisicoquímicos tales como la temperatura del suelo, la humedad, la aireación, el estado de oxido-reducción, el contenido y composición de los gases del espacio poroso, la accesibilidad a los substratos, el pH. Los anteriores factores afectan también el crecimiento de las plantas, e indirectamente la actividad microbiana al variar el aporte de la materia orgánica a través de la cantidad y calidad de los residuos que ingresan al suelo, su disponibilidad para la degradación microbiana y a los efectos rizosféricos. En la actualidad, se analiza el marco general de los efectos anteriores sobre la microflora del suelo así como tipos de manejo que optimizan procesos microbianos. Se apuntan a su vez oportunidades de investigación y aplicaciones en esta línea (26).

### **5.1. Poder supresivo de los abonos orgánicos**

La materia orgánica estimula cierto grado de tolerancia por parte de las plantas y favorece la aparición e incremento de enemigos naturales de los nemátodos, intensificando la acción de hongos predadores (10).

El punto de partida del control biológico de patógenos cuya vía de infección es la raíz, constituye la obtención de un abono de alta calidad que no solo aporte nutrimentos a las plantas sino que además, permita la colonización de microorganismos supresivos y mantenga una actividad que posibilite el control de las enfermedades (26).

La incorporación de materia orgánica retarda el desarrollo de juveniles de *Globodera spp.* dentro de las raíces y simultáneamente disminuye su densidad poblacional (36).

## 5.2. Microorganismos supresivos

Los fitonemátodos coexisten en la rizósfera con gran diversidad de microorganismos, muchos de los cuales han sido aislados e identificados como antagonistas de los nemátodos perjudiciales, ya que ejercen algún tipo de control biológico (28). Estos enemigos naturales de los nemátodos pueden ser depredadores, que los matan y se los comen, como hongos y otros nemátodos, o parásitos que viven a expensas suyas causando su muerte paulatina, entre los que se pueden mencionar virus, protozoos, bacterias y hongos (33). Un número de nematelmintos son benéficos porque se alimentan de otros nemátodos perjudiciales (35).

Se han identificado suelos supresivos a los fitonemátodos, es decir, sistemas de producción en los cuales se mantiene un equilibrio entre las poblaciones de nemátodos y sus enemigos naturales permitiendo la permanencia de cultivos susceptibles durante varios años sin presentar una reducción en su rendimiento (28). Un gran número de rizobacterias tienen gran potencial para el control de nemátodos, especialmente las *Pseudomonas spp.* y

*Bacillus spp.* Las rizobacterias generalmente colonizan las raíces promoviendo el crecimiento de las plantas y previenen el establecimiento de patógenos.

Además, desencadenan una serie de reacciones de defensa en la planta hospedera (30). Las fuertes aplicaciones de materiales orgánicos, tales como: Alga marina, harina de peces, y la quitina de la cáscara de cangrejo triturada, incrementa la población de actinomicetos productores de antibióticos beneficiosos (14). La sensibilidad de los actinomicetos a la acidez del suelo, podría emplearse para eliminar a alguno de ellos que son parásitos y causantes de enfermedades (35).

### **5.3. Organismos que intervienen en el proceso del compost**

La cama de residuos a compostar forma un micro hábitat con características muy diferentes del entorno, lo que propicia la aparición de organismos especialmente adaptados a esas condiciones.

**a. Consumidores primarios.** Consumen directamente materia orgánica muerta, tales como:

- **Bacterias.** Son los organismos más pequeños, numerosos y los primeros en comenzar el trabajo, desempeñan el papel más destacado en la descomposición de la materia ya que poseen una amplia gama de enzimas capaces de romper químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos.
- **Hongos.** Menores en número que las bacterias o actinomicetos pero con mayor masa. Son responsables de descomponer polímeros vegetales complejos, demasiado secos, ácidos o pobres en nitrógeno para ser descompuestos por bacterias, permitiendo a estas continuar el proceso de descomposición una vez que la mayor parte de dichos polímeros han sido degradados. La mayoría viven en las capas externas del compost cuando la temperatura es alta.
- **Actinomicetos.** Dan el olor característico a tierra ya que son especialmente importantes en la formación del humus, son

bacterias filamentosas, carecen de núcleo como las bacterias pero poseen filamentos multicelulares como los hongos lo que los hace muy similares. Sus enzimas les permiten romper químicamente residuos ricos en celulosa, lignina, quitina y proteínas. Con frecuencia producen antibióticos que inhiben el crecimiento bacteriano. Suelen aparecer al final del proceso de descomposición en los primeros 10-15 centímetros de la superficie de la cama.

- **Protozoos.** Animales unicelulares, se encuentran en las gotas de agua presentes en el residuo a compostar, su importancia en la descomposición es muy escasa, obtienen su alimento de la materia orgánica de la misma manera que las bacterias aunque pueden actuar también como consumidores secundarios ingiriendo hongos y bacterias.
- **Macroorganismos fermentadores.** Organismos visibles, consumen la materia orgánica directamente, tales como lombrices, moscas, ácaros de fermentación, cochinillas, caracoles, etc. Son más activos en las etapas finales del compostaje.

**b. Consumidores secundarios.** Macroorganismos que se alimentan de los anteriormente citados consumidores primarios. Dentro de este grupo podemos citar tijeretas, ácaros de molde, rotíferos, protozoos, escarabajos, nemátodos y gusanos planos de tierra.

**c. Consumidores terciarios.** Se alimentan de materia orgánica viva, tanto de consumidores primarios como secundarios. En este grupo encontramos arañas, pseudo escorpiones, ácaros predadores, ciempiés, hormigas y escarabajos. (39)

#### **5.4. Diseño de un sistema de compostaje aeróbico en camellones**

##### **a. Aspectos cualitativos**

Es importante caracterizar los residuos a compostar, de acuerdo a los criterios y parámetros establecidos. De existir alguna dificultad en los balances de nutrientes, debe identificarse localmente fuentes de desechos que permitan

realizar las correcciones necesarias. Un aspecto muy importante a tener en cuenta es asegurar que los residuos estén libres de contaminantes químicos, en particular metales pesados. Esta situación no es frecuente en desechos provenientes de la actividad agropecuaria.

#### **b. Aspectos cuantitativos**

La cuantificación de los volúmenes disponibles para compostar, así como la frecuencia de ingreso de los mismos, es un dato de gran importancia, ya que permitirá calcular la necesidad de área de compostaje y determinar la **unidad de compostaje**.

No es aconsejable la conformación de parvas o camellones de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños volúmenes son muy bruscas. Así como camellones con base inferior a los dos metros. A título de ejemplo, tomamos como dimensiones del camellón las

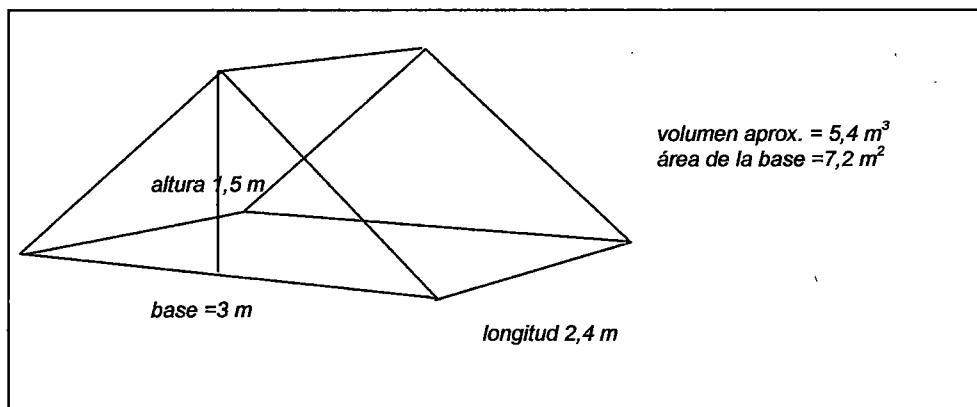
siguientes: base = 3m / altura = 1,50m, lo que nos da un volumen de  $2,25\text{m}^3$  por metro lineal de camellón.

Siguiendo con el ejemplo, si el volumen mensual de residuos que disponemos es de  $5,4\text{m}^3$  y la capacidad de carga del camellón diseñado es de  $2,25\text{m}^3$  por metro lineal, el cociente entre estos dos volúmenes nos dará la longitud de la Unidad de compostaje:  $5,4 \text{ m}^3 / 2,25 \text{ m}^3 = 2,4\text{m}$ .

La unidad de compostaje tendrá entonces los siguientes valores:

**Figura 1**

**Medidas de la unidad de compostaje**



Fuente: (Sztern D. y Pravia M., 1999). (31)

**c. El tiempo de compostaje (Tc)**

Se entiende por tiempo de compostaje, el transcurrido desde la conformación de una parva o camellón hasta la obtención de compost estable.

El Tc<sup>2</sup>, varía según las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, % de humedad relativa, etc.); manejo físico químico; manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener. El Tc, es un parámetro que puede ser controlado y establecido con cierto grado de certeza a través del conjunto de técnicas descritas con anterioridad.

**d. Manejo del sistema de compostaje**

Una de las reglas fundamentales a tener en cuenta para un sistema como el propuesto es mantener la independencia

---

<sup>2</sup> Tc: Tiempo de compostaje

física de la unidad de compostaje (Uc<sup>3</sup>). Nunca, debemos adicionar material nuevo a una compostera que ya ha sido conformada. Sólo cuando tenemos el material equivalente a la Uc, debemos instalar el camellón.

Es muy importante llevar de cada unidad de compostaje, registros de los datos más relevantes. Fecha de conformación, relación C/N de entrada, temperatura del material antes de su ingreso al sistema, temperatura ambiente y todo dato que se considere que puede ser de valor para sistematizar el proceso (31).

## 6. PROCESO DEL COMPOSTAJE

El compostaje o “composting” es un proceso biológico aeróbico, mediante el cual diversos sustratos orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos) se descomponen y estabilizan debido a la acción de una población mixta de microorganismos, obteniéndose un producto final denominado compost, orgánicamente

---

<sup>3</sup> Uc: Unidad de compostaje

estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera eficiente al suelo para mejorar sus propiedades (12).

### 6.1. Etapa mesofílica.

En esta etapa abundan las **bacterias mesofílicas** (*Bacillus sp.* y *Thermus sp.* 108 bacterias/ g húmedo) y **hongos mesofílicos**. El número de actinomicetos permanece relativamente bajo. Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos la temperatura aumenta hasta 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5,5 a 6 por la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad. En esta etapa la relación C/N<sup>4</sup> es de especial importancia, el carbono aportara la energía a los microorganismos y el nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevas moléculas.

### 6.2. Etapa termofílica.

La temperatura continúa ascendiendo hasta llegar a valores de 75°C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren

---

<sup>4</sup> C/N: Relación entre el carbono y nitrógeno

o permanecen en estado de dormancia mientras que las bacterias termofílicas, actinomicetos (*Micromonospora sp.*, *Streptomyces sp.* y *Actinomyces sp.*) y hongos termofílicos encuentran su óptimo, generando incluso más calor que los mesófilos. La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior provoca el incremento del pH pasando desde 5,5 hasta 7,5 donde permanecerá casi constante hasta el final del proceso, el color del compost se pone más oscuro paulatinamente y el olor original se comienza a sustituir por olor a tierra. Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo debido a las altas temperaturas, la mayoría de las semillas y patógenos como *Escherichia coli* mueren al estar sometidos durante días a temperaturas superiores a 55°C.

### **6.3. Etapa de enfriamiento.**

Una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, consecuentemente la temperatura en la cama desciende desde los 75°C hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de los anteriores y la reaparición de microorganismos mesofílicos al pasar por los 40-45°C, estos dominarán el proceso hasta que toda la energía sea útil.

#### **6.4. Etapa de maduración.**

La temperatura y pH se estabilizan, si el pH es ácido nos indica que el compost no está aún maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los macro organismos incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales incrementando el área superficial de estos para permitir el acceso de los microorganismos (39).

#### **6.5. Factores que condicionan el proceso de compostaje**

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

**a. Temperatura.**

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

**b. Humedad.**

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60%. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, (se produciría una putrefacción de la materia orgánica). Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85% mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

**c. pH.**

Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5).

**d. Oxígeno.**

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

**e. Relación C/N equilibrada.**

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al

proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero (11).

En el caso del estiércol de vacuno, la relación C/N es aproximadamente 12,2 de un contenido de 28,1 de C y 2,3 de N (21).

**f. Población microbiana.**

Es llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos (11).

## **7. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ABONOS ORGÁNICOS Y NEMÁTODOS**

Se han desarrollado: Un modelo de predicción de temperaturas del suelo, un modelo de mortalidad del nemátodo sometido a altas temperaturas, comparación de diversas modalidades de solarización y

ensayos de control del nemátodo mediante solarización. Donde indica que la solarización es un método de tratamiento de suelos basado en el acolchado plástico del suelo para lograr una elevación de temperatura del suelo (8).

Se ha llevado a cabo un trabajo pionero en avanzar el concepto de **microorganismos efectivos** (EM). Donde se ha desarrollado inoculantes microbianos que han sido presentados para incrementar la calidad del suelo, el crecimiento de los cultivos y el de las cosechas (14).

Se estudió el efecto de la incorporación de abono verde y estiércol de bovino sobre la multiplicación de *Nacobbus aberrans* y *Globodera spp.* en papa (var. Wajch'a). La respuesta al estiércol fue de tipo lineal, con un incremento en el rendimiento de 0,8 t por cada tonelada incorporada de M.O.<sup>5</sup> Los mejores rendimientos (26,6 t/ha) se obtuvieron con las combinaciones de abono verde al boleó y estiércol (15).

Trabajando con estiércol de tres tipos de animales: gallinas, cerdos y vacas, con diferentes tratamientos (aeróbicos y anaeróbicos) detectó

---

<sup>5</sup> M.O.: Materia orgánica

que en los materiales anaeróbicos la mineralización del carbono es superior respecto de los materiales aeróbicos, es decir más estable (14).

Se utilizaron enmiendas orgánicas para determinar los efectos sobre las poblaciones de fitoparásitos y no fitoparásitos y sobre la actividad microbiológica del suelo, demostrando que la mayoría de las enmiendas orgánicas redujeron el daño causado por los nemátodos fitoparásitos y ejercieron una acción selectiva sobre la actividad y composición de las poblaciones microbianas, incrementando las poblaciones de antagonistas naturales (6)

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

El experimento se instaló en el “Fundo los Amancaes”, lateral JD-12-A, zona de Alfarillo del distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre Grohmann, y departamento de Tacna.

Las coordenadas geográficas corresponden con latitud sur  $17^{\circ} 51'$ ; longitud oeste  $70^{\circ} 57' 30''$  con respecto al meridiano de Greenwich y a una altitud 160 m.s.n.m.

#### **2. DATOS CLIMÁTICOS**

Se registró las condiciones meteorológicas predominantes en la zona durante el transcurso del experimento. Estos datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Dirección Regional Tacna-Moquegua (SENAMHI-TACNA) con una

estación meteorológica situada en el distrito de Ite a 160 m.s.n.m. como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Datos meteorológicos**

<b>MESES 2007 - 2008</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>			<b>HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)</b>
	<b>MÁXIMA</b>	<b>MÍNIMA</b>	<b>MEDIA</b>	
NOVIEMBRE	20,8	15,5	18,2	85
DICIEMBRE	22,8	17,2	20,0	84
ENERO	25,8	20,0	22,9	82
FEBRERO	25,9	18,8	22,4	75
MARZO	25,4	18,3	21,9	75
ABRIL	22,8	16,0	19,4	78

Fuente: SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Dirección Regional Tacna-Moquegua) – TACNA 2007-2008

La temperatura media estuvo entre los 16,6 a 22,9 °C; teniendo una máxima de 25,9 correspondiente al mes de enero y una mínima de 16 °C correspondiente al mes de abril, siendo rangos variables pero se encontró dentro del rango de temperatura del desarrollo vegetativo del páprika: 13°C a 25°C. (37). Mientras que la humedad relativa media estuvo entre 75 a 85 % siendo estos rangos altos.

### **3. ANÁLISIS REALIZADOS**

#### **3.1. ANÁLISIS DE SUELO**

El análisis de suelo, se realizó antes de la instalación del experimento en campo. Para el muestreo, el método utilizado fue de zic-zac, en el campo se ubicó un punto de partida donde se extrajo una cantidad de suelo con el muestreador Auger a una profundidad de 20 cm de la superficie del suelo; luego se caminó 20 pasos y se extrajo otra muestra que se recolectó en un depósito; este procedimiento se hizo aleatoriamente en forma zic-zac. (32)

En total se hizo 30 catas en el área destinada para el experimento. Una vez colectadas las catas en el recipiente se homogenizó el suelo mezclando bien y se extrajo una muestra representativa de 500 g que se colocó en una bolsa hermética. Una vez recolectada la muestra se envió al Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno, para su análisis físico químico (Anexo 1).

La interpretación de los resultados se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2**  
**Análisis físico químico del suelo**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>
% de Arena	67,18
% de Limo	14,12
% de Arcilla	18,70
Clase textural	Franco arenosa

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>
pH	7,34
C.E. (dS/m)	1,07
M.O. (%)	1,78
N (%)	0,07
P (ppm)	7,30
K (ppm)	126

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno  
(Universidad Nacional del Altiplano)-2007

Según el análisis físico químico del suelo; la materia orgánica del suelo es de 1,78% cifra que se encuentra por debajo

del contenido normal, estando alrededor del 3 al 5% (3). El pH de 7,3 indica que es ligeramente alcalino; con una CE de 1,07 que es bajo y por lo tanto no habrá problemas de sales.

### **3.2. ANÁLISIS DE LA MATERIA ORGÁNICA**

Para la obtención de la muestra, se tomo una cantidad del estiércol compostado (materia orgánica) de la cama preparada en campo, esta se colocó en una bolsa hermética y se envió al Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno para su análisis físico químico (Anexo 2).

La interpretación de los resultados del análisis físico químico de la materia orgánica, se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3**  
**Análisis físico químico de la materia orgánica**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>
% de Arena	Orgánico
% de Limo	Orgánico
% de Arcilla	Orgánico
Clase textural	Orgánico

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>
pH	7,33
C.E. (dS/m)	10,59
M.O. (%)	56,56
N (%)	2,56
P (ppm)	66,01
K (ppm)	826

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno (Universidad Nacional del Altiplano)-2008

El análisis de la materia orgánica, indica un pH de 7,33 por lo tanto es un abono joven recién descompuesto, con una conductividad eléctrica elevada de 10,59 por lo que hay mucha concentración de sales debidas a la descomposición.

### 3.3. ANÁLISIS DEL AGUA

Se tomó como referencia el análisis de agua realizado en Ite.

**Cuadro 4**  
**Análisis físico químico del agua superficial**

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	CANTIDAD
pH (25°C)	-	8,32
Conductividad	μS/cm	2452
Dureza total CaCO <sub>3</sub>	mg/l	725
Sólidos disueltos t.	mg/l	1241
Cloruros, Cl <sup>-</sup>	mg/l	289
Sulfatos, SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	570
Bicarbonatos, HCO <sub>3</sub>	mg/l	205,5
Carbonatos, CO <sub>3</sub>	mg/l	31

Fuente: Laboratorio de la EPS-Tacna (Entidad prestadora de servicios de mantenimiento)-2007

El análisis de agua nos indica que tiene un pH de 8,32 o sea que es alcalino, muestra una dureza total de 725 mg/l que es del tipo de agua dura.

#### 4. TRATAMIENTOS

Se desarrollaron 4 tratamientos que consistió en 3 dosis de estiércol y un testigo, este testigo no tuvo aplicación de ninguna enmienda orgánica, al resto de los tratamientos se le aplicó una dosis de estiércol descompuesto tal como se ve en el cuadro 5.

**Cuadro 5**  
**Tratamientos del campo experimental**

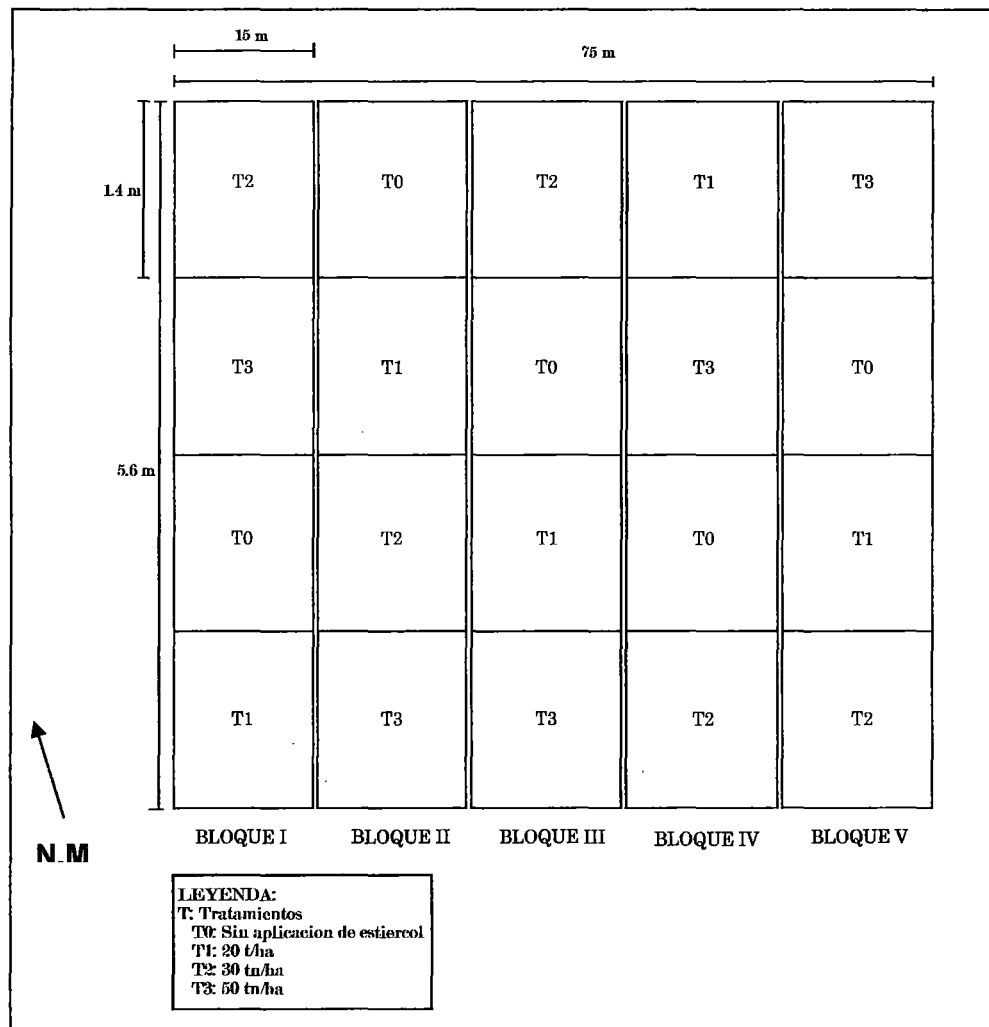
TRATAMIENTO	CANTIDAD DE M.O.	
	(t/ha)	(kg/m)
T <sub>0</sub>	0,00	0,0
T <sub>1</sub>	30,00	2,8
T <sub>2</sub>	40,00	4,0
T <sub>3</sub>	50,00	7,0

Fuente: Elaboración propia-2007

## 5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se uso en el trabajo de investigación fue Diseño de Bloques Completamente Aleatorio (DBCA), con 4 tratamientos y 5 repeticiones.

**Figura 2**  
**Diseño del campo experimental**



Fuente: Elaboración propia-2007

## 5.1. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

### UNIDAD EXPERIMENTAL O PARCELA EXPERIMENTAL

-Largo	: 15,00 m
-Ancho	: 1,40 m
-Área	: 21,00 m <sup>2</sup>
-Distancia entre líneas	: 1,40 m
-Número de líneas	: 1 línea
-Distancia entre plantas	: 0,20 m
-Número de plantas	: 150 plantas

### BLOQUE EXPERIMENTAL

-Largo	: 15,00 m
-Ancho	: 5,60 m
-Área	: 84,00 m <sup>2</sup>
-Distancia entre líneas	: 1,40 m
-Número de líneas	: 4,00 líneas
-Distancia entre plantas	: 0,20 m
-Número de plantas	: 600 plantas

### CAMPO EXPERIMENTAL

-Largo	: 75,00 m
-Ancho	: 5,60 m
-Área	: 420,00 m <sup>2</sup>
-Distancia entre líneas	: 1,40 m
-Número de líneas	: 4 líneas
-Distancia entre plantas	: 0,20 m
-Número de plantas	: 3000 plantas

### SEMILLAS

-Peso promedio de 100 semillas	: 0,67 g
-Número de plantas para el campo experimental	: 3000 semillas
-Peso total de semillas	: 19,95 g

### ESTIÉRCOL DE VACUNO

-Estiércol total por bloque	: 210 kg
-Estiércol total del campo experimental	: 1050 kg
-Estiércol total del campo experimental	: 1,05 t

Fuente: Elaboración propia-2007

## **6. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

### **6.1. Preparado del estiércol de vacuno**

El estiércol se recolectó de los establos de ganado vacuno del fundo, este estiércol tenía 1 año de estabulado aproximadamente; se logró un abono descompuesto y en condiciones necesarias que se agregó al campo experimental.

La compostera se ubicó en un lugar libre de malezas y buena iluminación, se hizo una compostera de cama alta de 1m de alto x 10 m de largo. Se usó 2 troncos gruesos para las chimeneas y se cubrió con plástico negro; tuvo un tiempo de compostaje de 2,5 a 3 meses aproximadamente.

Los riegos fueron alternados (2 veces por semana), para la aireación de la compostera se hicieron volteos 1 vez por mes. Se extrajo una muestra del estiércol descompuesto para su análisis físico químico. El compostaje del estiércol duro 2,5 meses por la época en que se hizo (Invierno).

## **6.2. Preparación del campo experimental**

El experimento se hizo dentro de un campo de páprika. Este terreno anteriormente estuvo ocupado también por el cultivo de páprika por lo que los indicios de la presencia de nemátodos en el suelo son seguros.

Una vez hecho el volteado del campo con tractor de arado de discos, se nivel y utilizó tractor con arado de surcos, el cual indicaba la distancia entre líneas (1,4 m). El riego en el fundo es tecnificado por lo que se utilizaron cintas para riego por goteo.

## **6.3. Aplicación del estiércol descompuesto**

Una vez que se pesó la materia orgánica por tratamiento, se hicieron surcos a 15 cm de profundidad y se procedió a agregar la materia orgánica, como cada línea de tratamiento tenía una distancia de 15 m, entonces se marcó cada metro y se aplicó a razón de:

- T<sub>0</sub> : Sin aplicación de estiércol.
- T<sub>1</sub> : Aplicación de 2,8 kg/m de estiércol fermentado.
- T<sub>2</sub> : Aplicación de 4,0 kg/m de estiércol fermentado.
- T<sub>3</sub> : Aplicación de 7,0 kg/m de estiércol fermentado.

#### **6.4. Abonamiento**

La fórmula de abonamiento que se utilizó en el campo fue de:

**N: 240, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:140, K<sub>2</sub>O:260, CaO: 40, MgO: 60.**

Antes de la instalación de los plantines; se abonó los tratamientos con: Fosfato diamónico 18-46-0 (Nitrógeno total 18,0%, fósforo asimilable 46,0%). Para evitar el crecimiento de malezas se usó: Prow L: Herbicida Agrícola (Concentrado emulsionable) a dosis de 1 L/ha.

#### **7. SIEMBRA**

Para la germinación de semillas de páprika; se instaló un área (4 m x 4 m) protegida con malla rashell, en su interior se hicieron mesas sobre

las cuales se pusieron las bandejas germinadoras (Spidlings) y se regó cada 2 días. El sustrato que se usó para la germinación fue humus.

### **7.1. Germinación de las semillas**

La germinación de las semillas, fue a los 13 días de sembrado, se obtuvo un 95% de germinación y un crecimiento más rápido que la siembra tradicional en malqueras.

### **7.2. Trasplante**

El trasplante se hizo cuando los plantines de páprika alcanzaron una altura promedio de 7 cm y con 5 pares de hojas verdaderas, que fue a los 2 meses de la siembra.

Se hicieron hoyos en el sistema de tres bolillos, por lo que se tuvo 150 plantas por tratamiento y 3000 plantas en todo el campo experimental e intercalado, estando cada plantín a una distancia de 4 cm de la cinta de riego.

## **8. LABORES CULTURALES**

### **8.1. FERTIRRIGACIÓN**

La fertilización se hizo por medio del sistema de riego tecnificado teniendo 3 riegos por día, con un tiempo de 40 minutos por turno, con una fórmula de abonamiento: N (240) - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (140) - K<sub>2</sub>O (260) por hectárea. En la etapa inicial se aplicó: Fosfato monoamónico y nitrato de amonio; En la etapa de floración y maduración se uso sulfato de magnesio y nitrato de potasio.

### **8.2. CONTROL FITOSANITARIO**

Para el control fitosanitario, se hizo aplicaciones foliares; en la etapa inicial se aplicó bioestimulantes (Delfan Plus 250 cc/ha) junto con un dispersante regulador del pH (Spray Plus 100 cc/ha) y un fungicida azufre mojable (Sulfodín1kg/ha); para el estrés de la planta se aplicó microelementos (Aton Az 200 cc/ha) y auxinas y

citoquininas (Stimulate 1L/ha, 2 aplicaciones); en la etapa de maduración del fruto se aplicó fósforo (Strong Phos 300 cc/ha) y magnesio (Max Flow 500 cc/ha).

La plaga más importante en el cultivo fue el trips (*Thrips tabaci*), este insecto apareció con mayor intensidad en la etapa de floración ocasionando el aborto de flores y botones, y en la maduración los frutos raspados o dañados. Para su control se aplicó Tracer SC (50 cc/200 L, 2 aplicaciones)

Otra plaga importante fue la arañita blanca, ácaro hialino o “zamba” (*Poliphagotarsonemus latus*), esta se ubica sólo en el envés succionando los nutrientes y estresando a la planta, su daño se presentó en las hojas ocasionando la malformación de las nervaduras, encarrujándolas y deformándolas. Se controló con Sun Fire 0,175 kg/ha.

En la etapa vegetativa hubo la presencia del oidium (*Levellula taurica*) que se controló con aplicaciones del fungicida Kumulus a razón de 1 kg/ha (2 aplicaciones).

Al final del cultivo hubo la presencia de alternaria (*Alternaria sp.*) que se manifestó en las hojas con manchas concéntricas. No se continuó con un tratamiento porque el campo se encontraba muy afectado por el nemátodo y sería un gasto innecesario.

## **9. COSECHA**

Se realizaron 2 cosechas, La primera fue la principal y en la segunda se cosechó los frutos que todavía no habían madurado en la primera cosecha siendo esta última en menor cantidad que la primera.

## 10. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LABORATORIO

### 10.1. Extracción de muestras de suelo para evaluación de nemátodos

Las muestras de suelo fueron extraídas con ayuda de un muestreador o Auger (Cilindro en forma de una T, de 2-3 cm de diámetro y entre 30 y 40 cm de longitud abierto por un lado para obtener catas o porción de suelo). El Auger fué introducido al suelo a una profundidad de 20 cm, se giró varias vueltas para cortar una columna de suelo y se sacó; luego se echó esta porción de suelo en un depósito. Se hicieron varias catas por unidad experimental, finalmente se homogenizó y saco una sola muestra.

El método de extracción se realizó en tres etapas del cultivo del campo experimental para tener datos antes de la instalación del cultivo (Pi<sup>6</sup>), durante el desarrollo del cultivo (Pint.<sup>7</sup>) y al final del

---

<sup>6</sup> Pi: Población inicial

<sup>7</sup> Pint: Población intermedia

cultivo (Pf<sup>8</sup>). Se extrajo 20 muestras por etapa que fueron analizadas en laboratorio para la evaluación de nemátodos.

Estas muestras obtenidas en campo se analizaron en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas (Anexos 13, 15,17).

## **10.2. Tasa de multiplicación de nemátodo (TMN<sup>9</sup>)**

Para el conteo de nemátodos se hizo mediante un análisis cuantitativo el cual consiste en la extracción de los nemátodos vermiformes a través del método modificado del embudo de Baermann. (32).

Este método consiste en un embudo de vidrio (de 12 a 15 cm de diámetro) que tiene en su parte inferior adherido una manguerita de jebe y sujeta por un clip o liga para evitar la salida del agua; este embudo se coloca sobre un soporte. En la parte superior del

---

<sup>8</sup> Pf: Población final

<sup>9</sup> TMN siglas de: Tasa de multiplicación de nemátodos

embudo se coloca un pequeño anillo de tubo grueso cortado (de 6 cm de diámetro) y 7 cm de altura, el cual tiene en uno de sus extremos papel filtro sujeta con liga el que se coloca sobre la boca del embudo de vidrio.

A este anillo de tubo cortado se coloca 100 g de suelo que previamente fue tamizado (Tamices de 500 y 25  $\mu\text{m}$ ), una vez colocado en el embudo se echó agua hasta el ras del anillo y se dejó filtrar el agua conteniendo a los nemátodos hacia el fondo del embudo. La filtración permite que los nemátodos pasen a través del papel filtro y se depositen en el fondo del embudo. Al transcurso de 24 horas la muestra estuvo lista para ser analizada (En total se hicieron 20 muestras correspondientes a cada tratamiento en campo), cada muestra se colocó en una placa petri la cual tenía un pedazo de film circular milimetrado en su base para facilitar el conteo en el estereoscopio. (5)

Con el conteo de los nemátodos se halló la población inicial, la población intermedia y la población final de *Meloidogyne spp.* para determinar la tasa de multiplicación del nemátodo.

La fórmula para hallar la tasa de multiplicación del nemátodo es como se muestra a continuación:

$$\text{TMN} = pf/pi$$

Donde:

Pf = J2/g de suelo final (Población final).

Pi = J2/g de suelo inicial (Población inicial).

### **10.3. Índice de nodulación**

La evaluación para la cantidad de nemátodos infestando las raíces de las plantas evaluadas se hizo mediante el "índice de nodulación" en tres etapas importantes del cultivo: durante el crecimiento vegetativo, durante la floración y al término de cosecha; para lo cual se extrajeron 3 plantas completas por fecha de evaluación por tratamiento.

Este método consiste en el conteo simple visual del agallamiento (formación de nódulos con hembras adultas en su interior) de las raíces de páprika que forma el nemátodo *Meloidogyne incognita* (5); determinando con esto el porcentaje

infectado en referencia al volumen total de raíces. Las condiciones de humedad del suelo en el momento de la extracción de las muestras fueron a capacidad de campo. Además la herramienta usada para la extracción fue una pala plana y ancha.

**Cuadro 6**  
**Escala de nodulación de *Meloidogyne incognita* en las raíces**

<b>GRADO</b>	<b>RAÍZ NODULADA/ NÓDULOS (%)</b>
1	0
2	1-25
3	26-50
4	51-75
5	>76

Fuente: Centro Internacional de la Papa (CIP).

#### **10.4. Altura de plantas**

Las evaluaciones de la altura de plantas se hizo cada 15 días empezando después de la primera semana del trasplante hasta antes de la cosecha.

Se escogió al azar 10 plantas por cada unidad experimental y se las marcó para identificarlas.

#### **10.5. Cuento del número de flores**

El número de flores, se conto al inicio de la floración (Con un 10% de flores), en plena floración (Al 30% de flores), y al final de la floración durante el desarrollo del cultivo.

#### **10.6. Cuento del número de frutos**

El número de frutos, se contó a los 15 días después de la formación de frutos, por unidad experimental a las plantas marcadas.

#### **10.7. Cosecha**

Se hizo al finalizar el cultivo, hubo dos cosechas; la primera cosecha fue el 9 de marzo del 2008 y la segunda cosecha fue el 22 de marzo del 2008.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. ALTURA DE PLANTA

La medida de la altura de plantas en campo se muestra en el anexo 6, se midió en 8 fechas representativas a las que se hizo su respectivo análisis de varianza e interpretación de resultados. Se consideró la prueba de significación de Duncan para los análisis de varianza que resultaron significativos en bloques, ya que los no significativos no presentan un efecto eficiente de interpretación.

#### Cuadro 7:

#### Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–primera evaluación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	5,338	1,334	2,813	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	6,021	2,007	4,231	3,49	5,95	*
Error exp.	12	5,693	0,474				
Total	19	17,052					
C.V.	7,58 %						

NS=No significativo      \*=Significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que, no existen diferencias significativas entre bloques, por lo tanto el campo experimental fue homogéneo; y para tratamientos existen diferencias significativas, es decir que uno de los tratamientos utilizados en el experimento causó mayor efecto sobre la variable en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 7,58% indica que hubo una buena precisión en el experimento y por lo tanto los datos son confiables.

**Cuadro 8:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–segunda evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	10,118	2,530	2,359	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	16,960	5,653	5,270	3,49	5,95	*
Error exp.	12	12,871	1,072				
Total	19	39,950					
C.V.	8,98 %						

NS=No significativo      \*=Significativo

Fuente: Elaboración propia

Estadísticamente, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo tanto el campo experimental

fue homogéneo; y para tratamientos existen diferencias significativas, es decir que uno de los tratamientos utilizados en el experimento causo mayor efecto sobre la variable en estudio.

El coeficiente de variabilidad de 8,98% indica que hubo una buena precisión en el experimento y por lo tanto los datos son confiables.

**Cuadro 9:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–tercera evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	33,5230	8,3808	4,9391	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	44,5330	14,8443	8,7483	3,49	5,95	**
Error exp.	12	20,3620	1,6968				
Total	19	98,4180					
C.V.	7,97 %						

\*=Significativo \*\*=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que estadísticamente, existen diferencias significativas entre bloques, con una eficiencia en el diseño.

En tratamientos, existen diferencias altamente significativas, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio.

Su coeficiente de variabilidad de 7,97% es aceptable para las condiciones del experimento en campo y por lo tanto los datos son confiables. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 10:**

**Prueba de significación de Duncan para la altura de planta–tercera evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	16,00	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	14,12	a b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	13,39	b c
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	11,85	c

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p<0,05$   
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de Duncan se observa que los tratamientos T<sub>3</sub> (50 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) fueron los de mayor promedio con

16 y 14,12 cm respectivamente, siendo estadísticamente superiores a los demás; en el 3er lugar se encuentra el T<sub>1</sub> (20 t/ha) con 13,39 cm y en el último lugar se encuentra el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) con 11,85 cm respectivamente.

**Cuadro 11:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–cuarta evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	70,052	17,513	4,115	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	320,304	106,768	25,087	3,49	5,95	**
Error exp.	12	51,070	4,255				
Total	19	441,426					
C.V.	9,02 %						

\*=Significativo \*\*=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza del cuadro 11 indica que existen diferencias significativas entre bloques. En tratamientos, se hallan diferencias altamente significativas; es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto.

Con un coeficiente de variabilidad de 9,02% es aceptable para las condiciones del experimento en campo y por lo tanto los datos son

confiables a un 99%. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios de la altura, se utilizó la prueba de significación de Duncan como se observa en el cuadro 12.

**Cuadro 12:**

**Prueba de significación de Duncan para la altura de planta—cuarta evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio (cm)	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	27,68	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	24,54	b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	22,61	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	16,70	c

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$   
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de Duncan se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> (50 t/ha) alcanzó el mayor promedio con 27,68 cm siendo estadísticamente superior a los demás; seguido de los tratamientos T<sub>2</sub> (30 t/ha) y T<sub>1</sub> (20 t/ha) con 24,54 cm y 22,61 cm respectivamente siendo estadísticamente similares en sus promedios. El tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) obtuvo el menor promedio con 16,7 cm.

**Cuadro 13:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–quinta evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	321,103	80,275	7,367	3,26	5,41	**
Tratamiento	3	533,699	177,899	16,326	3,49	5,95	**
Error exp.	12	130,759	10,896				
Total	19	985,562					
C.V.	11,33 %						

\*\*=áltamente significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza muestra diferencias áltamente significativas entre bloques.

Para tratamientos existen diferencias áltamente significativas es decir que por lo menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto, con un nivel de confianza del 99%.

Su coeficiente de variabilidad de 11,33% es aceptable para las condiciones del experimento en campo y por lo tanto los datos son confiables. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 14:**

**Prueba de significación de Duncan para la altura. de planta–quinta evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	34,60	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	32,13	a b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	28,90	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	20,90	c

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de Duncan, se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> (50 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) alcanzaron los mayores promedios con 34,60 cm y 32,13 cm respectivamente, siendo estadísticamente similares en sus promedios. En el tercer lugar se ubica el tratamiento T<sub>1</sub> (20 t/ha) con 28,90 cm y en el último lugar el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) con 20,89 cm.

**Cuadro 15:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–sexta evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	221,837	55,459	4,987	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	928,395	309,465	27,831	3,49	5,95	**
Error exp.	12	133,429	11,119				
Total	19	1283,661					
C.V.	8,21 %						

\*=Significativo \*\*=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza nos muestra que existen diferencias significativas entre bloques, lograndose una eficiencia en el diseño.

En tratamientos, existen diferencias altamente significativas entre altura de plantas, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio.

Su coeficiente de variabilidad de 8,21% es aceptable para las condiciones del experimento en campo y por lo tanto los datos son confiables. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan:

**Cuadro 16:**

**Prueba de significación de Duncan para la altura de planta—sexta evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	47,94	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	43,30	a b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	41,64	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	29,49	c

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p<0,05$

Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico de Duncan, nos indica que los tratamientos T<sub>3</sub> (50 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) alcanzaron mayores promedios con 47,94 cm y 43,30 cm de altura respectivamente, siendo estadísticamente similares en sus promedios. Los tratamientos T<sub>0</sub> (testigo) y T<sub>1</sub> (20 t/ha) alcanzaron los menores promedios con 41,64 cm y 29,49 cm de altura de planta respectivamente.

**Cuadro 17:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–sétima evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	141,997	35,499	3,318	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	621,289	207,096	19,358	3,49	5,95	**
Error exp.	12	128,380	10,698				
Total	19	891,666					
C.V.	5,97 %						

\*=Significativo \*\*=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 17 muestra que existen diferencias significativas entre bloques.

Para tratamientos, existen diferencias altamente significativas y que por lo menos uno de los tratamientos es superior respecto de los demás.

Su coeficiente de variabilidad de 5,97% es aceptable para las condiciones del experimento en campo y por lo tanto los datos son confiables. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 18:**

**Prueba de significación de Duncan para la altura. de planta—sétima evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	62,24	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	57,21	b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	52,33	c
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	47,25	d

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Según análisis estadístico de Duncan, se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> alcanzó el mayor promedio con 62,24 cm; los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub> alcanzaron promedios inferiores al tratamiento T<sub>3</sub> con 57,21 cm, 52,33 cm y 47,25 cm respectivamente.

La altura de planta promedio en el páprika está entre los rangos de 0,5 a 1,5 m (20), los datos de altura de planta obtenidas en la presente investigación están dentro de los rangos mencionado anteriormente, sin embargo en otros trabajos realizados, se obtuvo mayor altura promedio de plantas (74,88 cm y 84,33 cm) con aplicaciones del nematicida Biostat,

que en el presente trabajo aplicando materia organica compostada (52,8 cm y 69,07 cm) (29).

Por otra parte los resultados obtenidos para el indicador altura de la planta de paprika, bajo los efectos de la aplicación de diferentes dosis de estiércol de vacuno investigados, se corresponde con los reportados por diferentes autores nacionales y foráneos.

**Cuadro 19:**

**Análisis de varianza de la altura de planta (cm)–octava evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	11,002	2,750	1,350	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	734,345	244,781	120,137	3,49	5,95	**
Error exp.	12	24,450	2,038				
Total	19	769,798					
C.V.	2,29 %						

NS=no significativo      \*\*=áltamente significativo

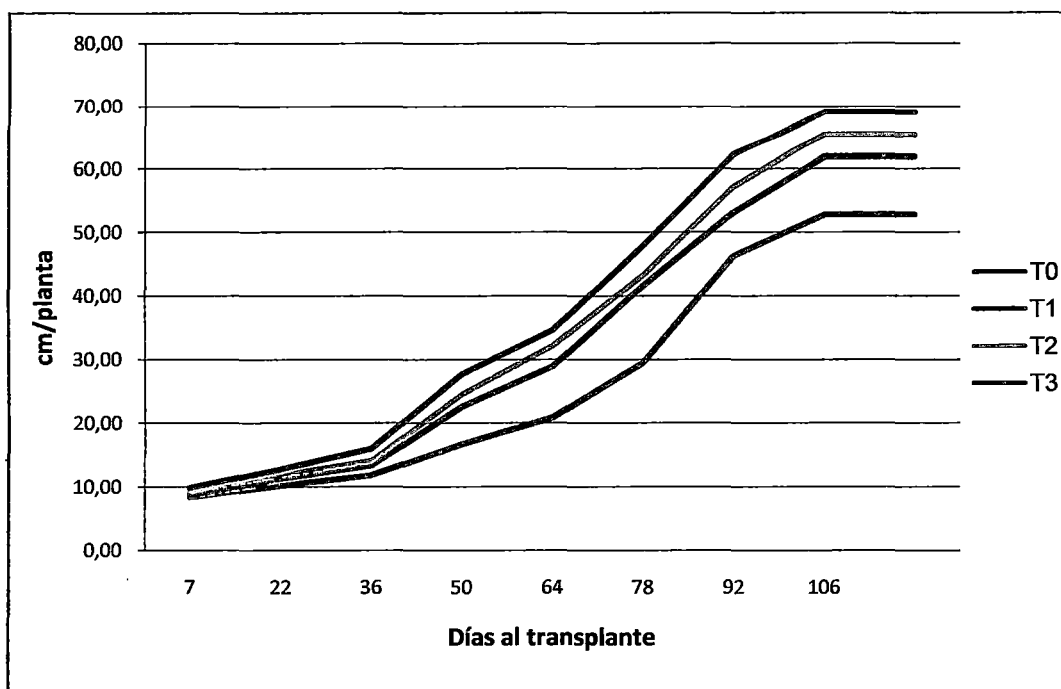
Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo tanto el campo experimental fue homogéneo.

En tratamientos existen diferencias áltamente significativas, es decir que por lo menos uno de tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio, con un nivel de confiabilidad del 98%. Su coeficiente de variabilidad de 2,29% es aceptable para las condiciones en campo.

Para ver el desarrollo de las plantas, se realizó la curva del crecimiento de la altura por tratamiento, tomando como datos los promedios de la altura de plantas en el campo experimental como se muestra en la figura 3.

**Figura 3**  
**Curva de crecimiento de la altura de planta (cm)**



Fuente: Elaboración propia-2008

La figura 3 ilustra que el crecimiento de las plantas en el tratamiento T<sub>3</sub> sobresale respecto de los demás; los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> son similares en crecimiento y el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) es el de menor promedio. Además, a partir de la cuarta evaluación la altura de plantas empieza a aumentar hasta la séptima evaluación, para luego mantenerse.

## 2. NÚMERO DE FLORES POR PLANTA

El conteo del número de flores en campo se muestra en el anexo 7, se evaluó 4 fechas representativas en las que se contó el número flores por planta y a las que se hizo su análisis de varianza. Se hizo la prueba de significación de Duncan para los análisis de varianza que resultaron significativos.

### Cuadro 20:

#### Análisis de varianza del número de flores/planta–primera evaluación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,287	0,072	2,333	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	0,756	0,252	8,195	3,49	5,95	**
Error exp.	12	0,369	0,031				
Total	19	1,412					
C.V.	13,70 %						

NS=no significativo      \*\*=Áltamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre bloques.

En los tratamientos, existen diferencias áltamente significativas y por lo menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio.

Con un coeficiente de variabilidad de 13,70% que es aceptable para el experimetno en campo.

**Cuadro 21:**

**Análisis de varianza del número de flores/planta–segunda evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,887	0,222	2,967	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	1,258	0,419	5,610	3,49	5,95	*
Error exp.	12	0,897	0,075				
Total	19	3,042					
C.V.	14,94 %						

NS=No significativo      \*=Significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. Para el caso de tratamientos, existen diferencias significativas y hay una variabilidad en el número de flores; con un coeficiente de variabilidad de 14,94% que es aceptable para el experimento en campo.

**Cuadro 22:**

**Análisis de varianza del número de flores/planta–tercera evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	1,217	0,304	3,760	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	3,742	1,247	15,413	3,49	5,95	**
Error exp.	12	0,971	0,081				
Total	19	5,930					
C.V.	14,55 %						

\*=Significativo \*\*=Áltamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 22, muestra que estadísticamente existen diferencias significativas entre bloques.

En tratamientos, existen diferencias áltamente significativas y que por lo menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio; con un nivel de confiabilidad del 99%. Su coeficiente de variabilidad de 14,55% es aceptable para el experimento en campo.

Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan como se muestra en el cuadro 23.

**Cuadro 23:**

**Prueba de significación de Duncan para el número de flores/planta–  
tercera evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	2,70	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	1,78	b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	1,68	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	1,66	b

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$   
Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de Duncan, se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> (50t/ha) alcanzó el mayor promedio con 2,7 flores/planta mientras que los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> alcanzaron menores promedios con 1,78; 1,68 y 1,66 flores/planta respectivamente siendo estos últimos estadísticamente similares en sus promedios.

**Cuadro 24:**

**Análisis de varianza del número de flores/planta—cuarta evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,420	0,105	2,692	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	0,670	0,223	5,722	3,49	5,95	*
Error exp.	12	0,468	0,039				
Total	19	1,558					
C.V.	14,90 %						

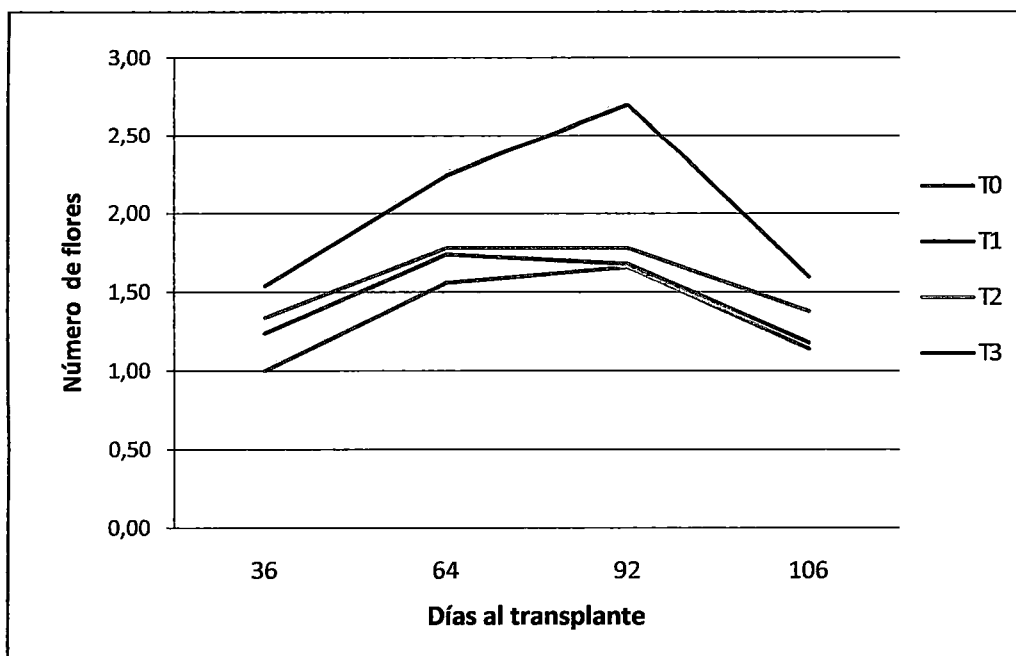
NS=No significativo      \*=Significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. En tratamientos, existen diferencias significativas habiendo una variabilidad del número de flores.

Para ilustrar el número de flores se hizo la curva de promedios por fechas evaluadas como se muestra en la figura 4:

**Figura 4**  
**Curva del promedio de número de flores**



Fuente: Elaboración propia-2008

En la figura 4 se observa el promedio del número de flores. Los tratamientos  $T_2$  (30 t/ha),  $T_1$  (20 t/ha) y  $T_0$  (testigo) tienen una producción de flores similares, con promedios que van desde 1 a 2 flores/planta en promedio; mientras que el tratamiento  $T_3$  (50 t/ha) es el que obtuvo promedios superiores en todas las evaluaciones que van de 1 a 3 flores/planta.

### 3. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA

El conteo del número de frutos en campo se muestra en el anexo 8, se evaluó 5 fechas representativas en las que se contó la cantidad del número frutos por plantas; y se hizo su respectivo análisis de varianza e interpretación de resultados. La prueba de significación de Duncan se hizo solo para los análisis de varianza que resultaron significativos.

**Cuadro 25:**

**Análisis de varianza del número de frutos/planta—primera evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,925	0,231	5,073	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	0,326	0,109	2,380	3,49	5,95	NS
Error exp.	12	0,547	0,046				
Total	19	1,798					
C.V.	12,75 %						

NS=No significativo      \*=significativo  
Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 25, muestra que existen diferencias significativas entre bloques; pero no existen diferencias significativas en tratamientos.

Su coeficiente de variabilidad de 12,75% es aceptable para las condiciones del experimento en campo.

**Cuadro 26:**

**Análisis de varianza del número de frutos/planta–segunda evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,507	0,127	1,688	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	3,142	1,047	13,947	3,49	5,95	**
Error exp.	12	0,901	0,075				
Total	19	4,550					
C.V.	14,38 %						

NS=no significativo      \*\*=áltamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas entre bloques, por lo tanto el campo experimental fue homogéneo.

Mientras que en tratamientos, existen diferencias áltamente significativas y por lo menos alguno tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio. Su coeficiente de variabilidad de 14,38% es aceptable para el experimento.

**Cuadro 27:**

**Análisis de varianza del número de frutos/planta–tercera evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F $_{\alpha}$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	23,273	5,818	4,853	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	21,148	7,049	5,880	3,49	5,95	*
Error exp.	12	14,387	1,199				
Total	19	58,808					
C.V.	13,97 %						

\*=significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza del cuadro 27, indica que estadísticamente, existen diferencias significativas entre bloques.

Para tratamientos, existen diferencias significativas es decir que uno de los tratamientos utilizados en el experimento causó mayor efecto sobre la variable en estudio, con un nivel de confianza del 95%.

Su coeficiente de variabilidad de 13,97% es aceptable para las condiciones del experimento en campo. Para determinar las diferencias

estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 28:**

**Prueba de significación de Duncan para el número de frutos/planta–  
tercera evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	9,56	a
2	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	7,68	b
3	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	7,18	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	6,94	b

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de Duncan, se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> alcanzó el mayor promedio con 9,56 frutos por planta.

Mientras que los tratamientos T<sub>0</sub>, (testigo) T<sub>1</sub> (20 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) alcanzaron menores promedios con 7,68; 7,18 y 6,94 frutos por planta respectivamente siendo estos últimos estadísticamente similares en sus promedios.

**Cuadro 29:**

**Análisis de varianza del número de frutos/planta–cuarta evaluación**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	10,437	2,609	4,421	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	48,652	16,217	27,475	3,49	5,95	**
Error exp.	12	7,083	0,590				
Total	19	66,172					
C.V.	14,44 %						

\*=Significativo \*\*=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza, indica que estadísticamente, existen diferencias significativas entre bloques. Para tratamientos, existen diferencias altamente significativas es decir que uno de los tratamientos utilizados en el experimento causó mayor efecto sobre la variable en estudio, con un nivel de confianza del 99%.

Su coeficiente de variabilidad de 14,44% es aceptable para las condiciones del experimento en campo. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 30:**

**Prueba de significación de Duncan para el número de frutos/planta–  
cuarta evaluación**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	6,48	A
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	6,46	A
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	5,66	A
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	2,68	B

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Según análisis estadístico de Duncan, los tratamientos T<sub>3</sub> (50 t/ha); T<sub>2</sub> (30 t/ha) y T<sub>1</sub> (20 t/ha) alcanzaron los mayores promedios con 6,48; 6,46 y 5,66 frutos por planta respectivamente, siendo estadísticamente similares en sus promedios.

El tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) alcanzó el menor promedio con 2,68 frutos por planta.

**Cuadro 31:**

**Análisis de varianza del número de frutos por planta–quinta evaluación**

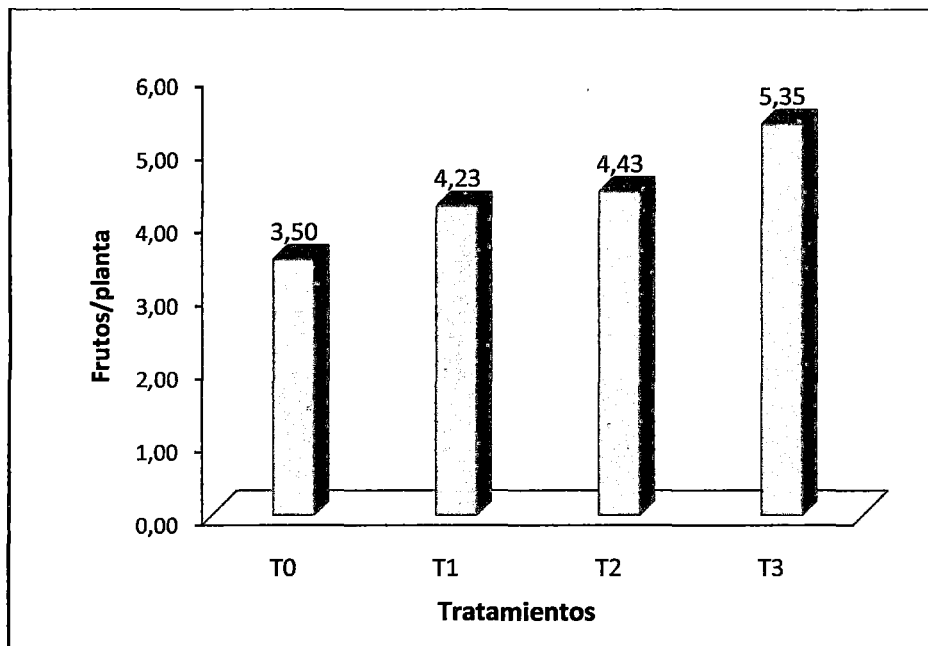
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	2,563	0,641	1,148	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	9,145	3,049	5,462	3,49	5,95	*
Error exp.	12	6,697	0,558				
Total	19	18,405					
C.V.	14,55 %						

NS=no significativo      \*=significativo  
Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 31, muestra que no existen diferencias significativas entre bloques. Pero en tratamientos existen diferencias significativas habiendo una variabilidad del número de frutos.

Para ilustrar el promedio del número de frutos por planta se presenta la figura 5.

**Figura 5**  
**Promedio del número de frutos/planta**



Fuente: Elaboración propia-2008

El tratamiento T<sub>3</sub> (50 t/ha) obtuvo el mayor promedio con 5,35 frutos por planta, mientras que el tratamiento T<sub>2</sub> (30 t/ha) con 4,43 seguido del tratamiento T<sub>1</sub> (20 t/ha) con 4,23; y el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) obtuvo 3,5 frutos por planta, siendo este tratamiento el de menor promedio.

#### 4. RENDIMIENTO

La cosecha en campo y los rendimientos se muestra en los anexos 9, 10, 11 y 12; se hizo el análisis de varianza del peso fresco y peso seco de cosecha respectivamente.

##### **Cuadro 32:**

##### **Análisis de varianza de la cosecha del peso fresco (kg/planta)–marzo 2008**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F $_{\alpha}$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,005	0,001	3,416	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	0,020	0,007	16,415	3,49	5,95	**
Error exp.	12	0,005	0,000				
Total	19	0,030					
C.V.	7,32 %						

\*=Significativo \*\*=Altamente significativo  
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza de la cosecha en fresco, muestra que para los bloques se encontraron diferencias estadísticas significativas. En tratamientos, existen diferencias altamente significativas; es decir que uno de los tratamientos utilizados en el experimento causó mayor efecto sobre la variable en estudio, con un nivel de confianza del 99%.

Su coeficiente de variabilidad de 7,32% es aceptable para las condiciones del experimento en campo. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 33:**

**Prueba de significación de Duncan para la cosecha (peso fresco)-  
marzo 2008**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	0,32	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	0,29	a b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	0,26	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	0,23	c

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

En el análisis estadístico de Duncan, se observa que los tratamientos T<sub>3</sub> (50 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) fueron los de mayor promedio con 0,32 y 0,29 kg/planta respectivamente, siendo estadísticamente superiores a los demás; en el tercer lugar se encuentra el T<sub>1</sub> (20 t/ha) con

0,26 kg/planta y en el último lugar se encuentra el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) con 0,23 kg/planta.

**Cuadro 34:**

**Análisis de varianza de la cosecha del peso seco (kg/planta)–abril 2008**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,00017	0,00004	4,315	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	0,00065	0,00022	21,519	3,49	5,95	**
Error exp.	12	0,00012	0,00001				
Total	19	0,00095					
C.V.	7,90 %						

\*=Significativo      \*\*=Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 34, indica que estadísticamente, existen diferencias significativas entre bloques.

En tratamientos, existen diferencias altamente significativas, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio a un nivel de confianza del 99%. Su coeficiente de variabilidad de 7,9% es aceptable para las condiciones del experimento en campo.

Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 35:**

**Prueba de significación de Duncan para la cosecha (peso seco)–abril 2008**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	0,05	a
2	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	0,04	b
3	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	0,04	b
4	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	0,03	c

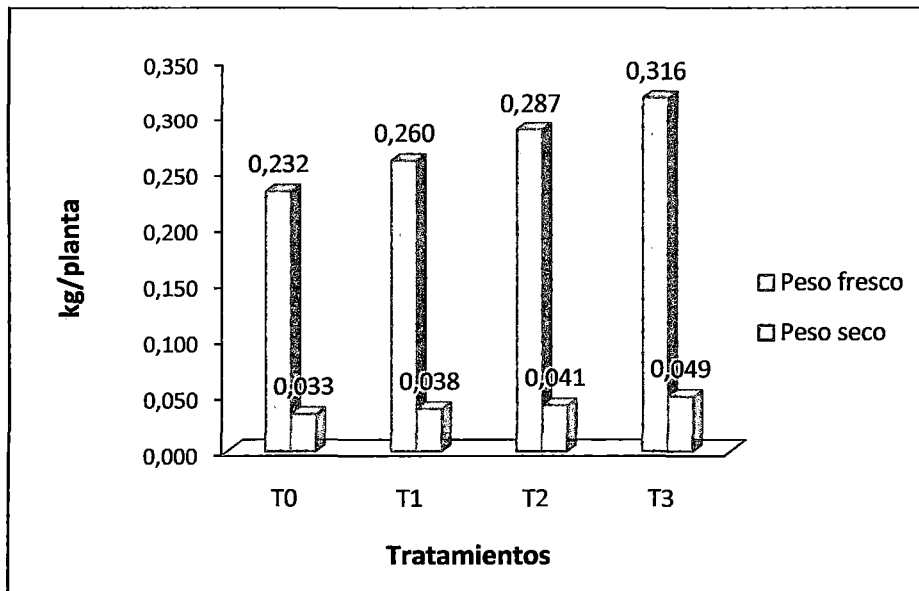
Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de Duncan, señala que el T<sub>3</sub> (50 t/ha) alcanzó el mayor promedio con 0,05 kg/planta, siendo estadísticamente superior a los demás; seguido de los tratamientos T<sub>2</sub> (30 t/ha) y T<sub>1</sub> (20 t/ha) con 0,04 kg/planta siendo estadísticamente iguales en sus promedios. El T<sub>0</sub> (testigo) obtuvo el menor promedio con 0,03 kg/planta.

Para ilustrar los resultados se graficó el promedio de la cosecha en fresco y seco, como se ve en la figura 6.

**Figura 6**  
**Rendimiento promedio de la cosecha (kg/planta)**  
**(peso fresco y seco) – abril 2008**



Fuente: Elaboración propia-2008

En la figura 6, observamos la comparación de los promedios del peso fresco y seco de la cosecha; encontrando al tratamiento T<sub>3</sub> con 0,316 kg de peso fresco y 0,049 kg de peso seco, siendo el que obtuvo mayor promedio de peso.

Para los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> se observa que sus promedios son similares en peso seco; el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) obtuvo 0,232 kg de peso fresco con 0,033 kg de peso seco, siendo este último el que obtuvo menor peso en promedio.

El análisis de varianza del rendimiento muestra diferencias significativas entre bloques y altamente significativas entre tratamientos, lo que indica que el páprika es un hospedante no eficiente que sufre una reducci3n del rendimiento y por lo tanto es hipersusceptible al ataque de los nemátodos (5). Y esto se corrobora con los bajos rendimientos obtenidos que fueron de 2 366,67 kg/ha para el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) y 3 485,71 kg/ha en el tratamiento T<sub>3</sub>.

Este último es comparable con resultados obtenidos en plantaciones de páprika con riego por gravedad y sin problemas de nemátodos presentes en campo; que han reportado rendimientos entre los 3000 y 4500 kg/ha (40).

La fertilizaci3n en el marco de la agricultura sostenible se concibe como la aplicaci3n racional de fertilizantes y el empleo de desechos orgánicos, abonos verdes y biofertilizantes, lográndose de esta forma no contaminar el sistema suelo-planta (22); por lo que en los resultados de la presente investigaci3n se observ3 que a mayor dosis de esti3rcol se increment3 el rendimiento.

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.

## 5. POBLACIÓN INICIAL DEL NEMÁTODO (Pi)

Para el análisis de este parámetro, se realizó la transformación previa de los datos en  $\sqrt{x}$ . El número de J2/100 g de suelo de la población inicial en campo se muestra en los anexos 13 y 14.

### Cuadro 36:

#### Análisis de varianza de la población inicial de nemátodos (J2) en 100 g de suelo–noviembre 2007

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	4,920	1,230	3,51	3,26	5,41	*
Tratamiento	3	1,284	0,428	1,22	3,49	5,95	NS
Error exp.	12	4,207	0,351				
Total	19	10,411					
C.V.	6,79 %						

NS=No significativo      \*=Significativo      Transformación de  $\sqrt{x}$   
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza del cuadro 36 indica que estadísticamente, existen diferencias significativas entre bloques.

En tratamientos, no existen diferencias significativas por lo que no hay variabilidad en la población encontrada. Su coeficiente de variabilidad de 6,79% es aceptable para las condiciones de campo.

Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 37:**

**Prueba de significación de Duncan para la población inicial de nemátodos – noviembre 2007**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	83,41	a
2	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	76,48	a
3	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	73,71	a
4	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	72,24	a

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

El análisis estadístico de Duncan del cuadro 37 indica que: Todos los tratamientos son similares, pero el tratamiento T<sub>1</sub>(20 t/ha de estiércol) tuvo 83,41 J2/100 g de suelo de población inicial siendo el mayor respecto de los demás y el tratamiento T<sub>2</sub> (30 tn/ha de estiércol) con 72,24 J2/100 g de suelo tuvo la menor población.

## 6. POBLACIÓN INTERMEDIA DEL NEMÁTODO (Pint)

Para el análisis de este parámetro, se realizó la transformación previa de los datos en  $\sqrt{x}$ . El número de J2/100 g de suelo de la población intermedia en campo se muestra en los anexos 15 y 16.

**Cuadro 38:**  
**Análisis de varianza de la población intermedia de nemátodos (J2) en 100 g de suelo—enero 2008**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	1,187	0,297	2,321	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	2,037	0,679	5,309	3,49	5,95	*
Error exp.	12	1,534	0,128				
Total	19	4,758					
C.V.	5,49 %						

NS=No significativo      \*=Significativo      Transformación de  $\sqrt{x}$   
Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 38 nos indica que, estadísticamente no existen diferencias significativas entre bloques; por lo tanto el campo experimental fue homogéneo.

Pero, encontramos diferencias significativas entre tratamientos, es decir que hay una variabilidad en la población de nemátodos, con un coeficiente de variabilidad de 5,49% aceptable para las condiciones en campo. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 39:**

**Prueba de significación de Duncan para la población intermedia de nemátodos-enero 2008**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	48,47	a
2	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	44,86	b
3	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	39,02	b
4	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	38,26	b

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$   
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico de Duncan se observa que el tratamiento  $T_1$  alcanzó el mayor promedio con 48,47 J2/100 g de suelo. Los tratamientos  $T_0$ ,  $T_3$  y  $T_2$  alcanzaron los menores promedios con 44,86 J2/100 g de suelo; 39,02 J2/100 g de suelo y 38,26 J2/100 g de suelo respectivamente; siendo estos tratamientos estadísticamente similares en sus promedios.

## 7. POBLACIÓN FINAL DEL NEMÁTODO (Pf)

Para el análisis de este parámetro, se realizó la transformación previa de los datos en  $\sqrt{x}$ . El número de J2/100 g de suelo de la población final en campo se muestra los anexos 17 y 18.

**Cuadro 40:**  
**Análisis de varianza de la población final de nemátodos (J2) en 100 g de suelo-marzo 2008**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	$F_{\alpha}$		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	6,169	1,542	12,543	3,26	5,41	**
Tratamiento	3	6,237	2,079	16,909	3,49	5,95	**
Error exp.	12	1,475	0,123				
Total	19	13,882					
C.V.	5,20 %						

\*\*=Áltamente significativo      Transformación de  $\sqrt{x}$

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza del cuadro 40 indica que, estadísticamente existen diferencias altamente significativas entre bloques, es decir que se ha utilizado adecuadamente el diseño para controlar la variabilidad respecto al error experimental.

También encontramos diferencias altamente significativas en la población final de nemátodos por tratamiento, y que por lo menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto sobre la variable en estudio, con un nivel de confianza del 95%.

Su coeficiente de variabilidad de 5,2% es aceptable para las condiciones de campo. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 41:**

**Prueba de significación de Duncan para la población final de nemátodos-marzo 2008**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	54,05	a
2	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	53,13	a
3	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	41,45	b
4	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	36,16	b

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$

Fuente: Elaboración propia

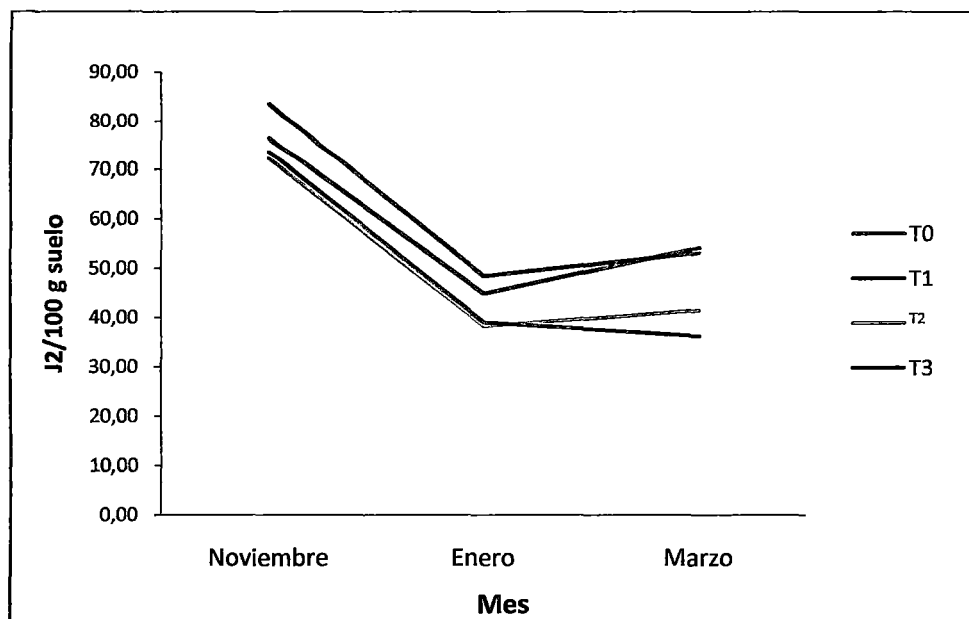
Según el análisis estadístico de Duncan para el cuadro 41 indica que: Los tratamientos T<sub>0</sub> (testigo) y T<sub>1</sub> (20 t/ha) alcanzaron los mayores promedios con 54,05 J2/100 g de suelo y 53,13 J2/100 g de suelo siendo estadísticamente similares en sus promedios.

Los tratamientos T<sub>2</sub> (30 t/ha) y T<sub>3</sub> (50 t/ha) alcanzaron promedios inferiores con 41,45 J2/100 g de suelo y 36,16 J2/100 g de suelo siendo estadísticamente similares en sus promedios.

En campos áltamente 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 tn/ha y en plantas perennes hasta 100 kg/ha. Generalmente a mayor cantidad de abono orgánico aplicado mejores son los resultados (4).

Para ilustrar el desarrollo de la población de nemátodos se presenta en la figura 7.

**Figura 7**  
**Población de nemátodos (J2) en 100 g de suelo**



Fuente: Elaboración propia-abril 2008

La figura 7 grafica la población de nemátodos en el suelo en las tres etapas evaluadas (al inicio, durante y al final del cultivo) respectivamente, viendose que en en el mes de noviembre la población encotrada fue en promedio 76,46 J2/100 g de suelo, en las siguientes fechas la población de nemátodos disminuyó considerablemente con promedios de 42,65 J2/100 g de suelo correspondiente al mes de enero y 46,20 J2/100 g de suelo correspondiente al mes de marzo.

## 8. TASA DE MULTIPLICACIÓN DEL NEMÁTODO (TMN)

La tasa de multiplicación de nemátodos, se muestra en el anexo 19, se obtuvo entre la relación de la población inicial y la población final de nemátodos.

### Cuadro 42:

#### Análisis de varianza de la tasa de multiplicación de nemátodos (J2)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,406	0,102	13,089	3,26	5,41	**
Tratamiento	3	0,135	0,045	5,821	3,49	5,95	*
Error exp.	12	0,093	0,008				
Total	19	0,635					
C.V.	14,22 %						

\*=significativo \*\*=áltamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del cuadro 42 nos indica que, existen diferencias áltamente significativas entre bloques. Para el caso de tratamientos, hubo diferencias significativas, es decir que alguno de los tratamientos tuvo mayor efecto con un nivel de confianza del 95%.

Su coeficiente de variabilidad de 14,22% es aceptable para las condiciones del experimento. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se realizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 43:**

**Prueba de significación de Duncan para la tasa de multiplicación de nemátodos**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	0,73	a
2	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	0,64	a
3	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	0,59	a b
4	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	0,51	b

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$   
Fuente: Elaboración propia

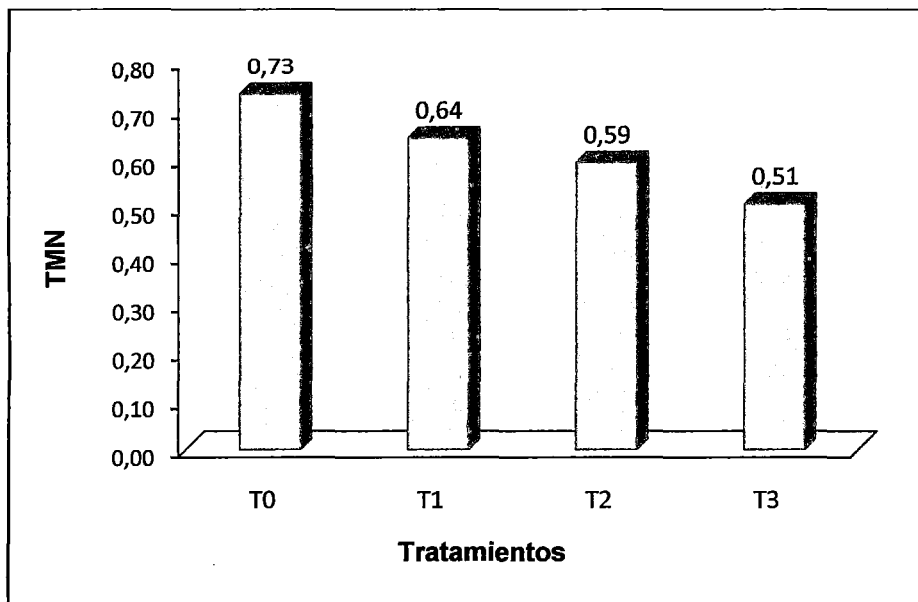
Según el análisis estadístico de Duncan del cuadro 43, se observa que los tratamientos T<sub>0</sub> (testigo), T<sub>1</sub> (20 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) alcanzaron los mayores promedios en la tasa de multiplicación con 0,73; 0,64 y 0,59 respectivamente; siendo estadísticamente similares en sus promedios.

Mientras que el tratamiento  $T_3$  (50 t/ha) alcanzó el menor promedio de tasa de multiplicación con 0,51 respecto de los demás.

Las densidades de nemátodos en los capsicum presentan un límite de tolerancia (T) igual a 3 J2/100 g de suelo y el umbral de daño económico (E) igual a 30 J2/100 g de suelo (32). En el presente experimento se obtuvo promedios de 36,16 J2/100 g de suelo correspondiente al tratamiento  $T_3$  y 54,05 J2/100 g de suelo correspondiente al tratamiento  $T_0$  (testigo). 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.

En la figura 8 se ilustra la tasa de multiplicación del nemátodo por tratamiento estudiado.

**Figura 8**  
**Tasa de multiplicación del nemátodo (TMN)**



Fuente: Elaboración propia-2008

En la figura 8, observamos que la tasa de multiplicación de nemátodos disminuye a medida que la dosis de estiércol aumenta, siendo el tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) el de mayor tasa de multiplicación con 0,73 y el tratamiento T<sub>3</sub> (50 t/ha) obtuvo la menor tasa de multiplicación con 0,51. Los tratamientos T<sub>1</sub> (20 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) tuvieron una tasa de multiplicación de 0,64 y 0,59 respectivamente.

## 9. ÍNDICE DE NODULACIÓN

En los anexos 20 y 21, se muestran los datos para el índice de nodulación radicular según la escala elaborada por el CIP y expresada en porcentaje, el análisis de varianza para estos datos se presenta en el cuadro 44.

### Cuadro 44:

#### Análisis de varianza del índice de nodulación en 10 g de raíces de páprika-marzo 2008

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>α</sub>		Sig.
					0,05	0,01	
Bloque	4	0,800	0,200	2,000	3,26	5,41	NS
Tratamiento	3	2,800	0,933	9,333	3,49	5,95	**
Error exp.	12	1,200	0,100				
Total	19	4,800					
C.V.	8,78 %						

NS=no significativo

\*\*=áltamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza del cuadro 44, no existen diferencias estadísticas ente bloques. Para tratamientos, existen diferencias áltamente significativas, es decir que al menos uno de los tratamientos tuvo mayor efecto con un nivel de confiabilidad del 99%.

Su coeficiente de variabilidad de 8,78% es aceptable para las condiciones del experimento en campo. Para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios se utilizó la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 45:**

**Prueba de significación de Duncan para el índice de nodulación-marzo 2008**

Orden de mérito	Tratamiento	Promedio	Significación $\alpha=0,05$
1	T <sub>0</sub> (0 t/ha)	4	a
2	T <sub>1</sub> (20 t/ha)	4	b
3	T <sub>2</sub> (30 t/ha)	4	b
4	T <sub>3</sub> (50 t/ha)	3	c

Letras iguales no difieren estadísticamente  $p < 0,05$   
Fuente: Elaboración propia

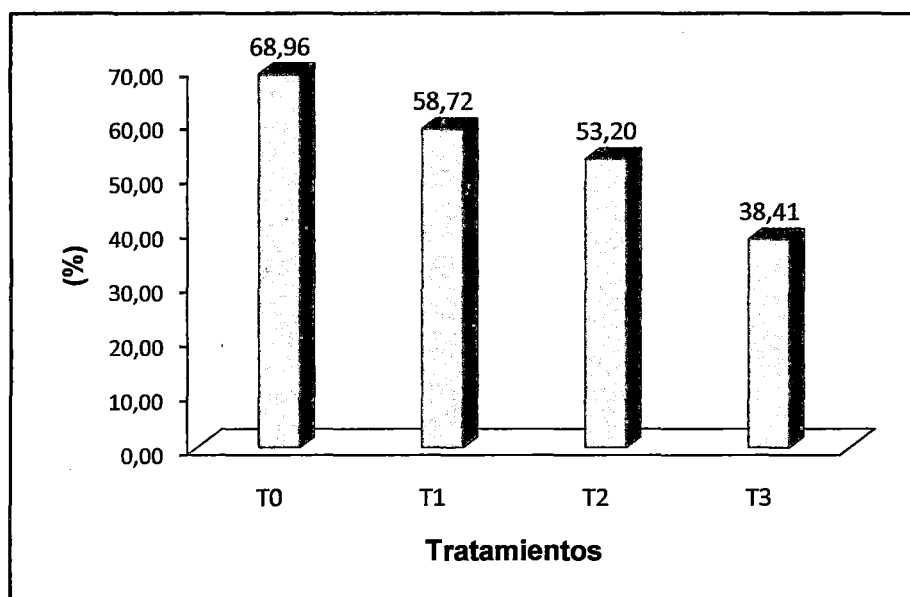
Según el análisis estadístico de Duncan se observa que los tratamientos T<sub>0</sub> (testigo), T<sub>1</sub>(20 t/ha) y T<sub>2</sub> (3 t/ha) obtuvieron promedios similares al grado 4 de la escala del CIP mientras que el tratamiento T<sub>3</sub> (50 t/ha) obtuvo el grado 3, siendo este inferior a los demás.

Si bien el índice de nodulación no es un método preciso, ayuda a identificar y cuantificar la población de hembras de *Meloidogyne sp.* existentes en las raíces; además cuando se tiene una gran cantidad de material a evaluarse como es el caso de *Meloidogyne sp.*, se puede evaluar la sintomatología para determinar la eficiencia del hospedante mediante el índice de nodulación (5).

Trabajos realizados en el control de *Meloidogyne sp.* en vid han demostrado que las enmiendas orgánicas tienen un comportamiento similar que los nematicidas respecto al índice reproductivo, y que el control del nemátodo se da entre el 5% y 60% según el tipo de abono orgánico (38). En ensayos realizados en el fundo los Amancaes para el control de *Meloidogyne incognita* con el nematicida Biostat en páprika, se obtuvieron índice de nodulación (grado 2 al 3) (29); estos resultados son menores que los que se obtuvieron en el presente experimento con un índice de nodulación (grados 3 y 4), pero destacó el testigo con mayor índice de nodulación (grado 4).

Para observar el desarrollo del índice de nodulación se muestra en la figura 9.

**Figura 9**  
**Índice de nodulación expresado en porcentaje**



Fuente: Elaboración propia-2008

En la figura 9 se observa el índice de nodulación radicular expresado en porcentaje; así tenemos al tratamiento T<sub>0</sub> (testigo) con un 68,96% corresponde a un grado 4 de índice; los tratamientos T<sub>1</sub> (20 t/ha) y T<sub>2</sub> (30 t/ha) con 58,72% y 53,20% también tienen un grado 4; mientras que el tratamiento T<sub>3</sub> (50 t/ha) con un 38,41% corresponde a un grado 3 de índice de nodulación.

Un tipo de interacción de nemátodos que se produce es entre meloidogyne y hongos o bacterias (*Phytophthora sp.*, *Verticillium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Botrytis sp.*, *Agrobacterium sp.*, *Fusarium sp.*, etc.), en ocasiones benéfica y en otras destructiva para la planta (19). Adicionalmente al margen de la investigación se observó al final del cultivo una defoliación, en un análisis realizado al cultivo de páprika en el fundo, se indicó que: En el mes de marzo un agrabante muy serio en el cuadro degenerativo de la plantación, fué la presencia de *Agrobacterium tumefaciens* (13). Este daño indirecto se presenta debido a la interacción entre el nemátodo y la bacteria.

## V.-CONCLUSIONES

1. En la cosecha el tratamiento  $T_3$  (50 t/ha) obtuvo el mayor promedio con 3 485,71 kg/ha de páprika y el tratamiento  $T_0$  (testigo) obtuvo el menor promedio con 2 366,67 kg/ha de páprika.
2. La aplicación de estiércol de vacuno descompuesto a dosis de 30 t/ha y 50 t/ha con 0,59 y 0,51 de tasa de multiplicación del nemátodo respectivamente, disminuyó la tasa de reproducción del nemátodo comparado con el tratamiento  $T_0$  (testigo) que obtuvo una tasa de multiplicación de 0,73.
3. Con respecto al índice de nodulación, el tratamiento  $T_3$  (50 t/ha) presentó el valor más bajo (grado 3) siendo estadísticamente distinto del resto de los tratamientos. Los tratamientos  $T_1$  (20 t/ha) y  $T_2$  (30 t/ha) se comportaron estadísticamente iguales al testigo que tuvo un índice de nodulación del grado 4.

## VI.- RECOMENDACIONES

1. Si los costos de producción son rentables, se recomienda aplicar estiércol descompuesto a dosis de 30 – 50 t/ha para el control de *Meloidogyne* en cultivos de páprika.
2. Hacer un control integrado de nemátodos en suelos empobrecidos por el uso excesivo de productos agroquímicos aplicando abonos orgánicos periódicamente.
3. Es necesario identificar las diferentes especies de nemátodos presentes en el suelo y su grado de daño en otras zonas donde cultivan páprika en el departamento de Tacna.

## VII.- BIBLIOGRAFÍA

1. ABALLAY E., Magunacelaya J. 1995. Nematología agrícola Básica Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales, Dep. de Sanidad Vegetal Santiago Chile. 76 p.
2. AGRIOS GN., 2002. Fitopatología. Traducida por Manuel Guzmán. 2 edición México, Limusa S. A. 838 p.
3. BIRD, G. W. 1987 Role of Nematology in Integrated Pest Management Programs. En: Vistas on Nematology. J. A. Veech and D. W. Dickson (eds.) p. 114-121. 263 p.
4. CANTO M.; Mayer M., 1997. Races of the potato cyst nematode in the Andean region and a new system of classification. Nematológica 23:340-349. 136 p.
5. CANTO M.; Manual de Nematología, 1999. Control de Nemátodos Fitoparásitos. 30 p.
6. CHAVARRÍA-CARVAJAL J.A., Rodríguez Kabana, R., kloetrpr, J.W. and G. 2001. Changes in populations of microorganisms

associated whit organic enmendets and benzaldehyde to control Plant-Parasitic Nematodes. Nematrópica 31:165-180  
57 p.

7. CHAVES, N. 2007, "Utilización de bacterias y hongos endofíticos para el control biológico del nemátodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorn" –Turialba, Costa Rica. 31 p.
8. CHÁVEZ O. 1992: Enmiendas Orgánicas en el Control del Nemátodo Quiste de la Papa (*Globodera* sp.)Lima 1992. 79 p.
9. DELGADO M., 1997. MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE *Capsicum* EN CHAVIMOCHIC. Universidad Privada Antenor Orrego. 77 pp.
10. DIDDINGTON, C. L. 1957. The Friendly Fungi. Faber and Faber. London: MacMilan, New York. 188 p.
11. GUIBERTEAU, A.; LABRADOR, J. 1991. Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hoja Divulgadora Núm. 8/9 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Madrid España 44 pp.

12. HAUG, R. T. 1993. The practical Handbook of Compost Engineering, Lewis Publishers. 80 p.
13. HERRERA E., 2009. Diagnóstico nematológico-Análisis de Fertilidad de suelos-agua-foliar-Programas de control. Ingenieros E. Herrera-A. Cruzado (Servicio de Asistencia) 6 p.
14. HIGA, T. 1994, "Microorganismos Beneficiosos y provechosos para una agricultura y medio ambiente sostenible" Centro Internacional de Investigación de Agricultura natural Atami, Universidad de Ryukyus Okinawa, Japón. 147 pp.
15. IRIARTE L., Franco J., Ortuño N., 1999. Efecto de Abonos Orgánicos sobre las Poblaciones de Nemátodos y la Producción de Papa. Revista Latinoamericana de la Papa 11:149-163, 301 p.
16. JATALA, P. 1986, Nemátodos Parásitos de la Papa 2ª ed. Lima, Centro Internacional de la Papa (CIP), (Boletín de información técnica 8). 19 pp.
17. JONES, SB., 1976. Sistemática vegetal. Trad. María de Huescas. 2 ed. México, McGraw-Hill. 536 p.

- 18.LUC, M., SIKORA, R.A. and Bridge, J. (1991). Plant Parasitic Nematodes in Temperature Agriculture. CAB International, Wallingford, UK, 648 pp.
- 19.MAGUNACELAYA J. C., Danigno E., 1999. Nematología Agrícola en Chile. (Serie Ciencias Agronómicas nº 02) Edición Chile Chrisver Gráfica Ltda. 288 p.
- 20.MAROTO, J. 1986. Horticultura Herbácea y Especial. Ed. Mundi-Prensa 5ta edición. Madrid-España. 590 pp.
- 21.MARTINEZ, G., Giraldez, J.V. y Ordóñez R., 2004. Evolución Temporal del madurado de alperujo procedente de Almazara. E.T.S.I.M.A. Universidad de Córdoba-España. 126 pp.
- 22.NOVELLA, R (2001). Participación de las micorrizas arbusculares y la fertilización nitrogenada en el crecimiento, la nutrición y la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en suelo Ferrasol desaturado. En: Tesis en opción al título académico de master en ciencia de la nutrición de las plantas y biofertilizantes. INCA. La Habana. Cuba .62p.

23. ORELLANA, F.; ESCOBAR, J.; MORALES, A. 2001 "El cultivo de Chile Dulce" Guía Técnica-Centro internacional de Tecnología Agropecuaria. 39 p.
24. PETOSEED. 1990. EEUU. Catalogo de Cultivares. 72 pp.
25. PRICHARD, Y COL 1980, "Identificación y usos de los genes, toxinas y cepas clínicas nematocidas de *Bacillus thuringiensis*" - Mycogen Corporation San Diego, California 92121, US. 243 p.
26. RAMIREZ C., 1996, Efecto de las Prácticas Agrícolas sobre la Microflora del suelo: Oportunidades en la Fitoprotección, EEFBM y CIPROC, facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, X Congreso Nacional Agronómico 1996. 96 p.
27. ROWE, JA; Evans, K. 2002. Morfología de la familia *Heteroderinae*, Nemátodos formadores de quistes: taxonomía, biología y control. Montecillo, México, chapingo 54 p.
28. SIKORA, RA. 1992. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for biological control of plant

parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology  
30:245-270. 306 pp.

29.SIÑA E., 2009. Efecto de diferentes dosis de Biostat *Paecilomyces lilacinus* para el control del nemátodo del nudo *Meloidogyne incognita* en el cultivo de páprika del Valle de Ite – Tacna Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agrícolas. En: Tesis en opción al título académico de Ingeniero Agrónomo 132 p.

30.STEINER U., 1997. Introduced resistance. In hartleb, H; heitefuss R, Hoppe, NH. Eds. Resistance of crop plant against fungi p. 272-297, 413 pp.

31.SZTERN D., Pravia M. A., 1999. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, Uruguay. 159 p.

32.TALAVERA M., Octubre 2003, MANUAL DE NEMATOLOGÍA AGRÍCOLA, Introducción al análisis y al control nematológico para

agricultores y técnicos de agrupación de de defensa vegetal,  
Instituto de reserva y formación agraria y pesquera. 337 p.

33.TAYLOR L. 1971, "Introducción a la Nematología Vegetal aplicada". Guía de la FAO para el estudio y combate de los nemátodos parásitos de plantas, 131-245 pp.

34.TAYLOR L. 1983, "Biología, Identificación y Control de los Nemátodos del Nódulo de la Raíz (Especies de *Meloidogyne*)". Proyecto Internacional de *Meloidogyne*, Carolina del Norte-Estados Unidos 111 pp.

35.TEUSCHER H., ADLER R. 1987 El suelo y su fertilidad, Editorial Continental-México. 468 p.

36.VAN DER LAAN, P. A. 1956 Onderzoeking over schimmels, die parasiteren op de cyste-inhoud van het aardapelcystenaaltje (*Heterodera rostochiensis* Woll.). Tijdschr. Pl. Ziekten, 62: 305-321. 431 p.

37.ZEGARRA, J. 2000, Adopción del cultivo de pimiento Páprika (*Capsicum annum* L.) por los agricultores del Valle de Vitor-Arequipa Lima UNALM. Especialidad de producción Agrícola. 74 pp.

Páginas de internet:

38. [http://www.cybertesis.cl/sdx/uchile/notice.xsp?id=uchile.2005.rivera\\_l-principal&qid=pcd-q&base=documents&id\\_doc=uchile.2005.rivera\\_l&num=&query=&isid=uchile.2005.rivera\\_l&dn=1](http://www.cybertesis.cl/sdx/uchile/notice.xsp?id=uchile.2005.rivera_l-principal&qid=pcd-q&base=documents&id_doc=uchile.2005.rivera_l&num=&query=&isid=uchile.2005.rivera_l&dn=1)
39. <http://www.compostadores.com/v3/castellano/articulos/detalles.asp?ArticulosID=29>. Organismos que intervienen en el compostaje.pdf
40. [http://www.cooperacion-suiza.admin.ch/peru/.../resource\\_es\\_97929.pdf](http://www.cooperacion-suiza.admin.ch/peru/.../resource_es_97929.pdf)
41. [http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca/next?v\\_tsn=30492&taxa=&p\\_king=every&p\\_string=Plantae&p\\_ifx=itismx&p\\_lang=es](http://siit.conabio.gob.mx/pls/itisca/next?v_tsn=30492&taxa=&p_king=every&p_string=Plantae&p_ifx=itismx&p_lang=es). Sistema integrado de información taxonómica, departamento de agricultura de los Estados Unidos, consultada el 15 de Agosto 2007.

## **VIII.- ANEXOS**

## Anexo 1

### Análisis de caracterización de suelos

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

MARCAS	pH	C.E. e dS/m	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Al me/100	CIC me/101	Ca me/102	Mg me/103	Na me/104	K me/105
Muestra 1	7,34	1,07	1,78	0,07	7,30	126	0,00	12,17	9,35	2,45	0,10	0,13

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO

MARCAS	% DE ARENA	% DE ARCILLA	% DE LIMO	CLASE TEXTURAL
Muestra 1	67,18	14,12	18,7	Franco Arenosa

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno (Universidad Nacional del Altiplano)-2008

## Anexo 2

### Análisis de caracterización del estiércol

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

MARCAS	pH	C.E. e dS/m	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Al me/100	CIC me/101	Ca me/102	Mg me/103	Na me/104	K me/105
Muestra 1	7,33	10,59	56,56	2,56	66,01	826	0,00	Orgánico	Orgánico	Orgánico	Orgánico	Orgánico

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO

MARCAS	% DE ARENA	% DE ARCILLA	% DE LIMO	CLASE TEXTURAL
Muestra 1	Orgánico	Orgánico	Orgánico	Orgánico

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno (Universidad Nacional del Altiplano)-2008

### Anexo 3

#### Cantidad de estiércol aplicado por tratamiento en metros lineales

Área del campo experimental	: 420 m <sup>2</sup>
Distancia entre líneas	: 1,4 m
Metros lineales del campo exp.	: 300 m

#### Tratamiento 0 (T<sub>0</sub>)

**(Sin aplicación de estiércol)**

Cantidad de estiércol compostado	: 0 kg
----------------------------------	--------

#### Tratamiento N° 1 (20 t de estiércol/ha)

Número de líneas del tratamiento	: 5 líneas
Largo de línea	: 15 m
Metros lineales del tratamiento	: 75 m

$$20\ 000\ \text{kg} = 10\ 000\ \text{m}^2$$

$$x\ \text{kg} = 420\ \text{m}^2$$

$$x = 840\ \text{kg/campo experimental}$$

$$840\ \text{kg} = 300\ \text{m}$$

$$x\ \text{kg} = 75\ \text{m}$$

$$x = 210\ \text{kg/todo el tratamiento}$$

$$x = 42\ \text{kg/línea}$$

$$x = 2,8\ \text{kg/m}$$

### Tratamiento 2 (30 t de estiércol/ha)

Número de líneas del tratamiento : 5 líneas

Largo de línea : 15 m

Metros lineales del tratamiento : 75 m

$$30\ 000\ \text{kg} = 10\ 000\ \text{m}^2$$

$$x\ \text{kg} = 420\ \text{m}^2$$

$$x = 1260\ \text{kg/campo experimental}$$

$$1260\ \text{kg} = 300\ \text{m}$$

$$x\ \text{kg} = 75\ \text{m}$$

$$x = 315\ \text{kg/todo el tratamiento}$$

$$x = 63\ \text{kg/línea}$$

$$x = 4,2\ \text{kg/m}$$

### Tratamiento 3 (50 t de estiércol/ha)

Número de líneas del tratamiento : 5 líneas

Largo de línea : 15 m

Metros lineales del tratamiento : 75 m

$$50\ 000\ \text{kg} = 10\ 000\ \text{m}^2$$

$$x\ \text{kg} = 420\ \text{m}^2$$

$$x = 2100\ \text{kg/campo experimental}$$

$$2100\ \text{kg} = 300\ \text{m}$$

$$x\ \text{kg} = 75\ \text{m}$$

$$x = 525\ \text{kg/todo el tratamiento}$$

$$x = 105\ \text{kg/línea}$$

$$x = 7\ \text{kg/m}$$

#### **Anexo 4**

### **Nivel de incidencia de *Agrobacterium tumefaciens* (Fundo los Amancaes-lte)**

	<b>Evaluación 5 de febrero</b>	<b>Evaluación 17 de marzo</b>
<b>Zona clorótica follaje verde amarillento</b>	<b>Agrobac* ++</b>	<b>Agrobac* ++++</b>

\* =*Agrobacterium tumefaciens*

Fuente: Diagnóstico nematológico-Análisis de Fertilidad de suelos-agua-foliar-Programas de control. Ingenieros E. Herrera-A. Cruzado (Servicio de Asistencia).

#### **Niveles para incidencia de *Agrobacterium*:**

Incidencia baja (+)

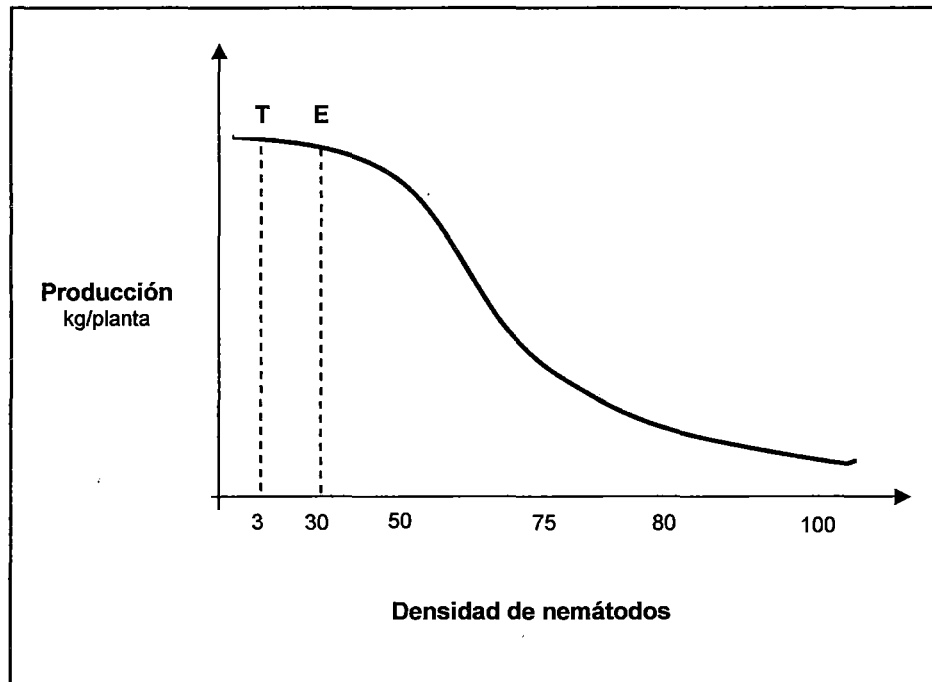
Incidencia media (++)

Incidencia alta (+++) nivel crítico de daño

Incidencia muy alta (++++)

## Anexo 5

### Relación entre la producción vegetal y las densidades de nemátodos en el cultivo de pimientos



Fuente: Miguel Talavera Rubia - Manual de Nematología Agrícola. (Instituto de reserva y formación agraria y pesquera).

Donde:

- T: Límite de tolerancia.
- E: Umbral económico de daño.
- Densidad de nemátodos: Número de nemátodos/100g de suelo.

**Anexo 6****Promedio de la altura (cm) de 10 plantas.**

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>FECHA</b>								<b>PROMEDIO</b>
	<b>29/11/07</b>	<b>14/12/07</b>	<b>28/12/07</b>	<b>11/01/08</b>	<b>25/01/08</b>	<b>08/02/08</b>	<b>22/02/08</b>	<b>07/03/08</b>	
<b>T<sub>0</sub></b>	8,39	10,23	11,85	16,70	20,90	29,49	46,37	52,80	24,59
<b>T<sub>1</sub></b>	8,78	11,30	13,39	22,61	28,90	41,64	53,21	61,84	30,21
<b>T<sub>2</sub></b>	9,36	11,82	14,12	24,54	32,13	43,30	57,21	65,55	32,26
<b>T<sub>3</sub></b>	9,83	12,78	16,00	27,68	34,60	47,94	62,24	69,07	35,02
<b>PROMEDIO POR FECHA</b>	9,09	11,53	13,84	22,88	29,13	40,59	54,76	62,32	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 7

#### Promedio del número de flores de 10 plantas

TRAT.	FECHA				PROMEDIO
	28/12/07	25/01/08	22/02/08	07/03/08	
T <sub>0</sub>	1,00	1,56	1,66	1,14	1,34
T <sub>1</sub>	1,24	1,74	1,68	1,18	1,46
T <sub>2</sub>	1,34	1,78	1,78	1,38	1,57
T <sub>3</sub>	1,54	2,24	2,70	1,60	2,02

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 8

#### Promedio del número de frutos de 10 plantas

TRAT.	FECHA					PROMEDIO
	28/12/07	25/01/08	08/02/08	22/02/08	07/03/08	
T <sub>0</sub>	1,50	1,58	6,94	2,68	4,78	3,50
T <sub>1</sub>	1,66	1,60	7,68	5,66	4,54	4,23
T <sub>2</sub>	1,68	1,88	7,18	6,46	4,94	4,43
T <sub>3</sub>	1,86	2,56	9,56	6,48	6,28	5,35

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 9

#### Peso fresco de la cosecha (kg/planta)

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	0,242	0,229	0,254	0,215	0,221	0,232
T <sub>1</sub>	0,268	0,230	0,299	0,255	0,245	0,260
T <sub>2</sub>	0,275	0,290	0,304	0,267	0,301	0,287
T <sub>3</sub>	0,282	0,282	0,355	0,308	0,355	0,316

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 10

#### Rendimiento del peso fresco de la cosecha (kg/ha)

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	17 251,08	16 341,99	18 121,21	15 333,33	15 770,56	16 563,64
T <sub>1</sub>	19 155,84	16 445,89	21 385,28	18 233,77	17 467,53	18 537,66
T <sub>2</sub>	19 653,68	20 692,64	21 688,31	19 047,62	21 471,86	20 510,82
T <sub>3</sub>	20 108,23	20 151,52	25 389,61	21 969,70	25 389,61	22 601,73
						19 553,46

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 11**  
**Peso seco de la cosecha (kg/planta)**

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	0,037	0,034	0,038	0,030	0,027	0,033
T <sub>1</sub>	0,041	0,037	0,041	0,034	0,036	0,038
T <sub>2</sub>	0,043	0,043	0,043	0,037	0,038	0,041
T <sub>3</sub>	0,053	0,042	0,052	0,043	0,053	0,049

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 12**  
**Rendimiento del peso seco de la cosecha (kg/ha)**

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	2 611,11	2 447,09	2 711,64	2 121,69	1 941,80	2 366,67
T <sub>1</sub>	2 931,22	2 626,98	2 933,86	2 423,28	2 592,59	2 701,59
T <sub>2</sub>	3 103,17	3 084,66	3 060,85	2 664,02	2 708,99	2 924,34
T <sub>3</sub>	3 814,81	2 984,13	3 722,22	3 087,30	3 820,11	3 485,71
						2 869,58

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 13

#### Población inicial de nemátodos (J2) en 100 g de suelo

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	72,66	62,37	94,50	65,31	87,57	76,48
T <sub>1</sub>	84,00	73,50	77,70	93,24	88,62	83,41
T <sub>2</sub>	61,95	68,25	97,44	60,69	72,87	72,24
T <sub>3</sub>	66,15	64,05	101,01	72,87	64,47	73,71
						76,46

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 14

#### Población inicial de nemátodos (J2) transformados mediante la raíz cuadrada

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	8,52	7,90	9,72	8,08	9,36	8,72
T <sub>1</sub>	9,17	8,57	8,81	9,66	9,41	9,12
T <sub>2</sub>	7,87	8,26	9,87	7,79	8,54	8,47
T <sub>3</sub>	8,13	8,00	10,05	8,54	8,03	8,55

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 15

#### Población intermedia de nemátodos (J2) en 100 g de suelo

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	50,82	45,78	49,98	43,47	34,23	44,86
T <sub>1</sub>	46,41	51,45	42,00	57,33	45,15	48,47
T <sub>2</sub>	41,58	36,33	36,75	39,06	37,59	38,26
T <sub>3</sub>	43,47	40,32	43,05	38,22	30,03	39,02
						42,65

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 16

#### Población intermedia de nemátodos (J2) transformados mediante la raíz cuadrada

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	7,13	6,77	7,07	6,59	5,85	6,68
T <sub>1</sub>	6,81	7,17	6,48	7,57	6,72	6,95
T <sub>2</sub>	6,45	6,03	6,06	6,25	6,13	6,18
T <sub>3</sub>	6,59	6,35	6,56	6,18	5,48	6,23

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 17

#### Población final de nemátodos (J2) en 100 g de suelo

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	67,62	61,95	56,49	48,51	35,70	54,05
T <sub>1</sub>	70,98	56,28	44,94	49,35	44,10	53,13
T <sub>2</sub>	51,45	45,36	43,05	37,17	30,24	41,45
T <sub>3</sub>	41,79	36,54	32,76	40,32	29,40	36,16
						46,20

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 18

#### Población final de nemátodos (Juveniles J2) transformados mediante la raíz cuadrada

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	8,22	7,87	7,52	6,96	5,97	7,31
T <sub>1</sub>	8,42	7,50	6,70	7,02	6,64	7,26
T <sub>2</sub>	7,17	6,73	6,56	6,10	5,50	6,41
T <sub>3</sub>	6,46	6,04	5,72	6,35	5,42	6,00

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 19**  
**Tasa de multiplicación del nemátodo (TMN)**

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	0,93	0,99	0,60	0,74	0,41	0,73
T <sub>1</sub>	0,85	0,77	0,58	0,53	0,50	0,64
T <sub>2</sub>	0,83	0,66	0,44	0,61	0,41	0,59
T <sub>3</sub>	0,63	0,57	0,32	0,55	0,46	0,51

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 20

#### Índice de nodulación expresado en porcentaje (%)

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	70,98	74,38	53,14	72,58	73,73	68,96
T <sub>1</sub>	71,66	64,55	59,03	47,18	51,17	58,72
T <sub>2</sub>	52,90	64,74	42,36	48,63	57,38	53,20
T <sub>3</sub>	46,62	45,20	32,67	33,71	33,86	38,41
						54,82

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 21

#### Índice de nodulación en la escala del CIP

TRAT.	BLOQUE					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
T <sub>0</sub>	4	4	4	4	4	4
T <sub>1</sub>	4	4	4	3	4	4
T <sub>2</sub>	4	4	3	3	4	4
T <sub>3</sub>	3	3	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 22

### Costos de producción para 1 ha de páprika

<b>CULTIVO</b>	: Páprika
<b>VARIEDAD</b>	: Queen
<b>TIPO DE SIEMBRA</b>	: 3 bolillos
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>	: Goteo
<b>NIVEL TECNOLÓGICO</b>	: Medio
<b>TIEMPO DEL CULTIVO</b>	: 7 meses
<b>FÓRMULA DE ABONAMIENTO</b>	: N    P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O    CaO    MgO
	240    140    260    40    60

RUBRO	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1.PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				
Tractor	hrs/mq	10	50,00	500,00
Sulfato de potasio	50 kg	3	106,00	318,00
Fosfato Diamónico	50 kg	4	105,00	420,00
Estiércol compostado (vacuno)	t	25	150,00	3 750,00
<b>SUB TOTAL DE PREPARACIÓN DE TERRENO</b>				<b>4 988,00</b>
<b>2.MANO DE OBRA</b>				
Limpieza de campo	jornal	12	20,00	240,00
Incorporación de materia orgánica	jornal	16	20,00	320,00
Incorporación de abono de fondo	jornal	4	20,00	80,00
Tapado	jornal	10	20,00	200,00
Instalación de cintas	jornal	4	20,00	80,00
Siembra	jornal	16	20,00	320,00
Recalce (trasplante)	jornal	4	20,00	80,00
Desmalezado	jornal	30	20,00	600,00
Fumigación	jornal	30	20,00	600,00
Cosecha	jornal	70	20,00	1 400,00
Secado	jornal	30	20,00	600,00
Riegos	jornal	16	20,00	320,00
<b>SUB TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>4 840,00</b>

Pasa a la página siguiente

Continúa de la página anterior

<b>3.INSUMOS</b>				
<b>3.1.Plantas de páprika</b>				
Plantín	unidad	71 429	0,07	5308,81
<b>3.2.Fertilizantes</b>				
Nitrato de amonio	50 kg	8	69,00	552,00
Nitrato de calcio	50 kg	2	104,00	208,00
Urea	50 kg	2	69,00	138,00
Fertilizante fosforado				
Fosfato monoamónico	25 kg	2	96,00	192,00
Ácido fosfórico	bidón 40 L	1	155,00	155,00
Sulfato de magnesio	50 kg	3	52,00	156,00
Fertilizante potásico				
Nitrato de potasio	50 kg	4	124,00	496,00
Sulfato de potasio	50 kg	4	76,00	304,00
Spray plus	L	1	27,00	27,00
Saltrad	L	10	21,00	210,00
Humistar	L	10	18,00	180,00
Boramín calcio	L	2	29,00	58,00
Delfan Plus	L	2	66,00	132,00
Phostrade Zn	L	1	45,00	45,00
Trafos K	L	2	63,00	126,00
Magnesio	L	1	28,00	28,00
<b>3.3.Plaguicidas</b>				
Benomex	kg	0,5	135,00	67,50
Lorsban	L	2	57,00	114,00
Tamarón	L	2	34,00	68,00
Tracer	L	0,25	240,00	60,00
Furia	L	1	85,00	85,00
Systhane	kg	0,10	880,00	88,00
Stroby	kg	0,20	700,00	140,00
Cobres Liq	L	2	37,00	74,00
Abamex	L	0,25	310,00	77,50
Fordazim	L	1	82,00	82,00
Break Thru	L	1	65,00	65,00
Prow L	L	4	56,00	224,00

Pasa a la página siguiente

Continúa de la página anterior

Trigger	L	2	50,00	100,00
Sun Fire	kg	0,25	420,00	105,00
Lannate (insecticida)	kg	1	180,00	180,00
Sulfodín	kg	2	17,00	34,00
<b>SUB TOTAL DE INSUMOS</b>				<b>9 879,81</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>				<b>19 707,81</b>

Fuente: Elaboración propia

#### VALOR DE LA COSECHA:

Volumen de producción/ha	: 2 869,58 kg/ha de peso seco
Precio de venta actual (S./kg)	: 5,16 S. /kg peso seco
Valor bruto de la producción	: 14 814,19 S./ha

#### ANÁLISIS DE RENTABILIDAD:

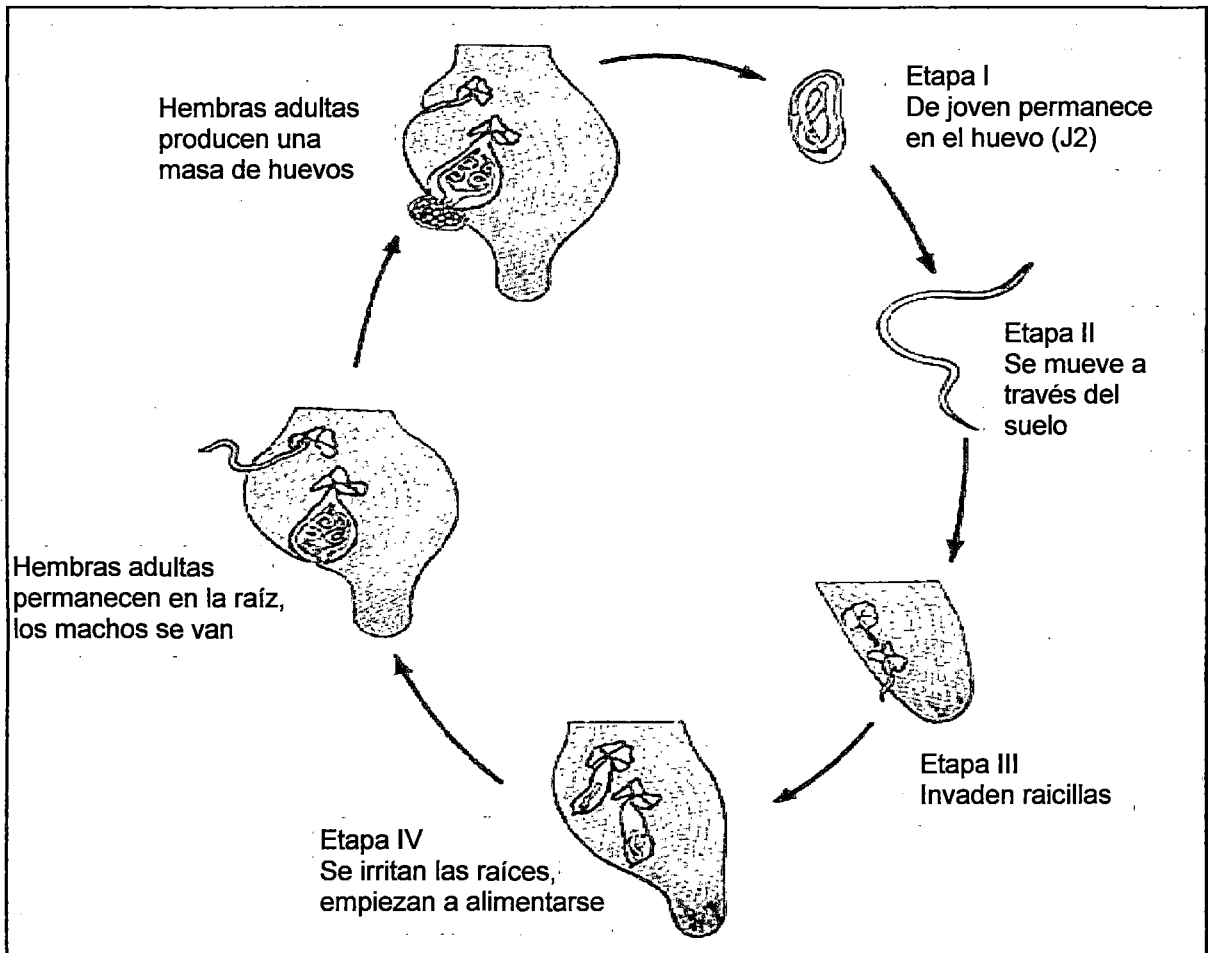
Ingreso por ventas (VBP <sup>10</sup> )	: 14 814,19 S./ha
Costos de producción	: 19 707,81 S./ha
Utilidad neta	: -7 481,17
Rentabilidad	: -24,83 %

---

<sup>10</sup> VBP: Valor bruto de la producción

Anexo 23

Esquema del ciclo de vida del nemátodo del nódulo de la raíz  
*Meloidogyne incognita*



Fuente: Eleodoro Herrera, Manejo Integrado de Nemátodos.

## Anexo 24

### Siembra de páprika en el campo experimental



Foto 1 y 2  
noviembre 2007

## Anexo 25

### Vista del campo experimental

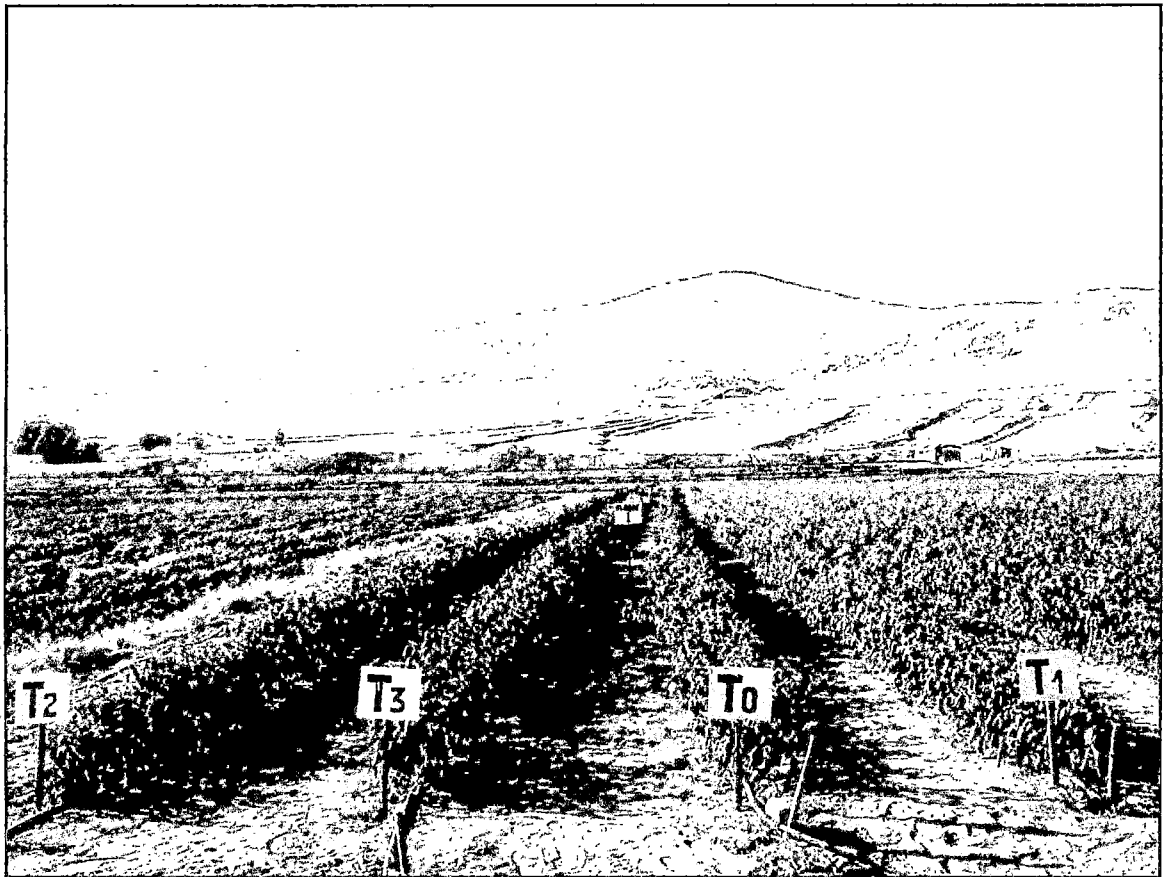


Foto 3 – enero 2008

**Anexo 26**  
**Secado del paprika**



Foto 4 y 5 - abril 2008

**Anexo 27**

**Vistas al estereoscopio de la hembra de *Meloidogyne incognita*  
incrustada en la raíz de páprika.**

**Laboratorio de Biotecnología-Vegetal UNJBG – Tacna 2008**



Foto 6



Foto 7

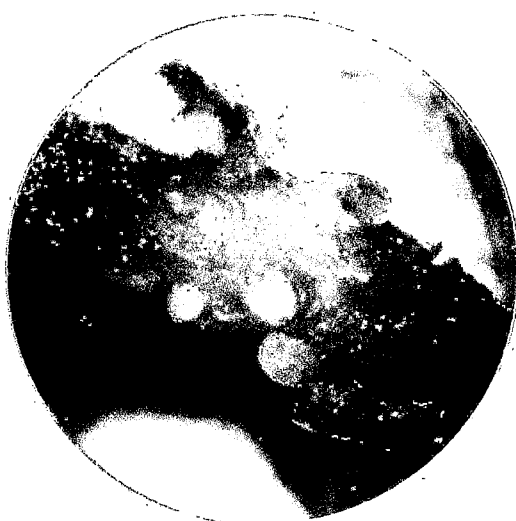
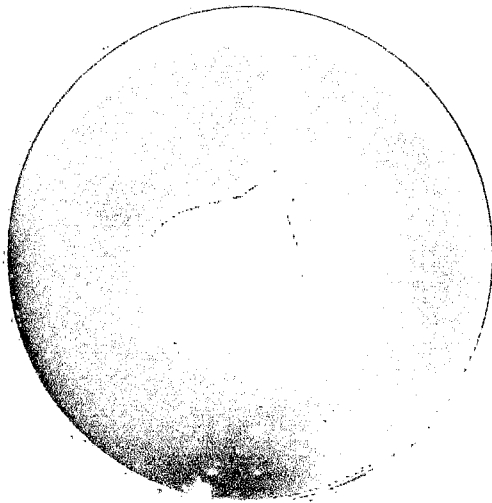


Foto 8

**Anexo 28**

**Vistas al estereoscopio de la forma de la hembra y el macho  
de *Meloidogyne incognita***

**Laboratorio de Biotecnología-Vegetal UNJBG – Tacna 2008**



**Foto 9  
Hembra**



**Foto 10  
Macho**



**Foto 11  
Hembra y macho de *Meloidogyne incognita***

## Anexo 29

### Cultivo de páprika con zonas clorticas indicadoras de la presencia del nemátodo.

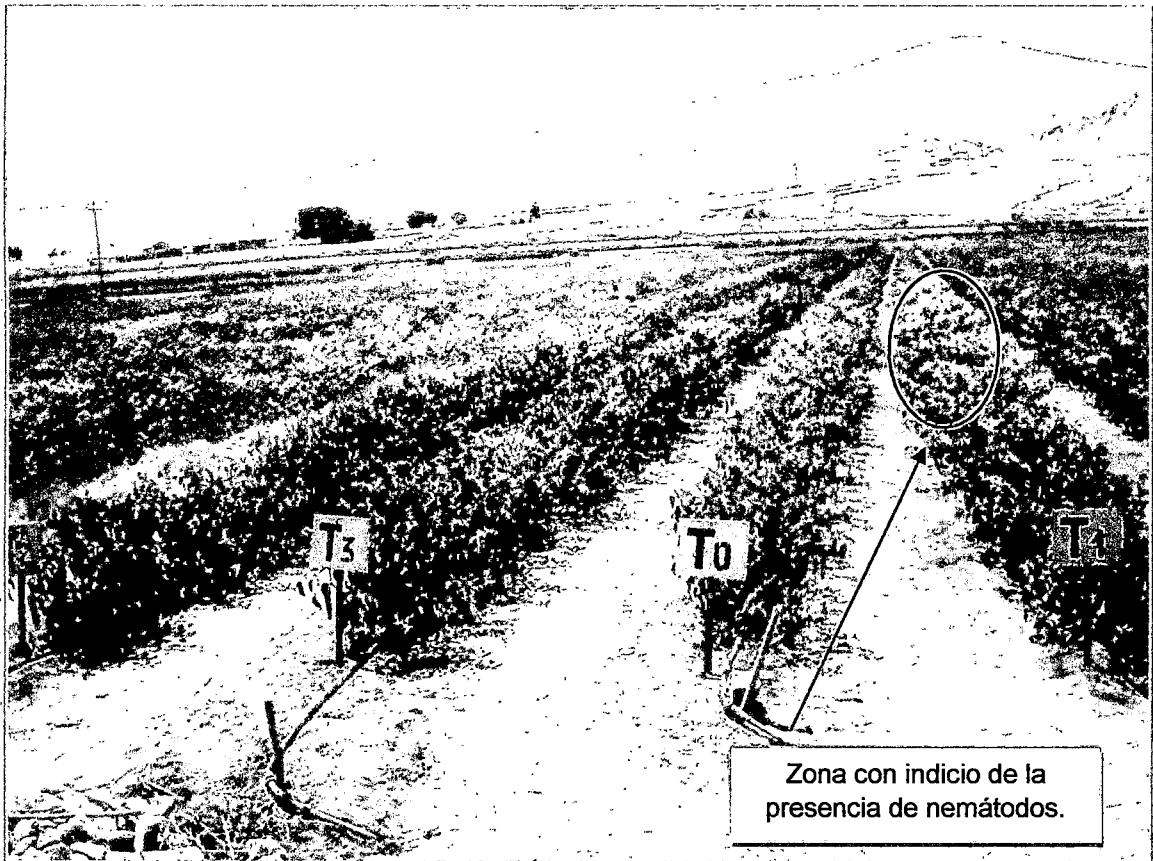


Foto 12 - Campo experimental - febrero 2008

**Anexo 30**  
**Raíces de páprika con presencia de nodulaciones**  
**Tacna 2007-2008**

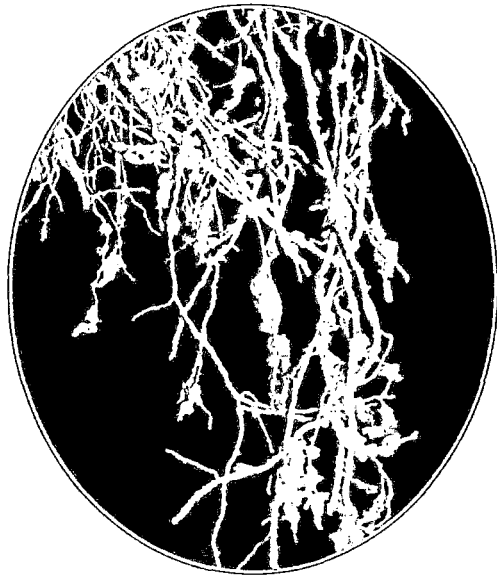


Foto 13

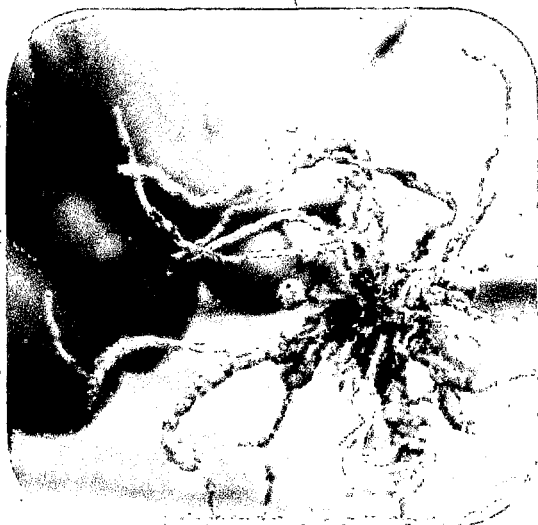


Foto 14



Foto 15