

**“EVALUACIÓN DE NEMAQUILL Y VIDATEL, EN EL MANEJO  
POBLACIONAL DE NEMÁTODOS EN EL CULTIVO DE PAPA  
(*Solanum tuberosum*), cv. ESTELA”**

**NELSON MARCO ROSERO SÁNCHEZ**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**AMBATO - ECUADOR**

**2010**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El suscrito **NELSON MARCO ROSERO SÁNCHEZ**, portador de cédula de identidad número: 180408549-4, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “**EVALUACIÓN DE NEMAQUILL Y VIDATE L, EN EL MANEJO POBLACIONAL DE NEMÁTODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), cv. ESTELA**” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

---

**Nelson Marco Rosero Sánchez**

**“EVALUACIÓN DE NEMAQUILL Y VIDATE L, EN EL MANEJO  
POBLACIONAL DE NEMÁTODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum  
tuberosum*), cv. ESTELA”**

REVISADO POR:

---

Ing. Agr. Mg.Sc. Alberto Gutiérrez A.  
**TUTOR**

---

Ing. Agr. M.Sc. Jorge Fabara G.  
**ASESOR DE BIOMETRÍA**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

Ing. Agr. M.Sc. Julio Benítez R.  
PRESIDENTE

---

Ing. Agr. Eduardo Fiallos C.

---

Ing. Agr. Mg.Sc. Hernán Zurita V.

---

# **DEDICATORIA**

A Dios

A mis padres

Por su amor, apoyo y entrega incondicional en mi proceso formativo

A mis hermanos

A mis amigos

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi reconocimiento a la Universidad Técnica de Ambato, en la persona de sus profesores y empleados, por sus enseñanzas y sabios consejos para lograr mi formación profesional

Mi agradecimiento al Ing. Agr. Mg.Sc. Alberto Gutiérrez tutor de este trabajo de investigación. Sepa Usted lo agradecido que estoy por su apoyo y su constante responsabilidad brindado en la ejecución y culminación del presente estudio, permitiendo así que este sea un documento de ayuda válido para quien lo requiera.

A si mismo dejo constancia de gratitud al Ing. Agr. M.Sc Jorge Fabara G, asesor de Biometría y al Ing. Agr. M.Sc. Eduardo Cruz, asesor de Redacción Técnica. Gracias por su tiempo, paciencia y guía invaluable para que la conformación de este documento sea presentada con la calidad necesaria.

Con un verdadero sentimiento de admiración y respeto Ing. Agr. Mg.Sc Hernán Zurita V., por su gran calidad humana y profesional, por sus consejos y entrega.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I .....	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	01
1.1. <u>Tema</u> .....	01
1.2. <u>Planteamiento del problema</u> .....	01
1.2.1. Contextualización .....	01
1.2.2. Análisis crítico .....	01
1.2.3. Prognosis .....	02
1.2.4. Formulación del problema .....	02
1.2.5. Interrogantes .....	03
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación .....	03
1.3. <u>Justificación</u> .....	03
1.4. <u>Objetivos</u> .....	04
1.4.1. Objetivo general .....	04
1.4.2. Objetivos específicos .....	04
CAPÍTULO II .....	05
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS .....	05
2.1. <u>Antecedentes investigativos</u> .....	05
2.2. <u>Marco conceptual</u> .....	05
2.2.1. Nemátodos .....	05
2.2.1.1. Definición .....	05
2.2.1.2. Ciclo de vida .....	06
2.2.1.3. Clases de nemátodos que atacan al cultivo de papa .....	08
2.2.1.4. Hábitos de alimentación de los nemátodos .....	09
2.2.1.5. Distribución .....	10
2.2.1.6. Toma de muestras para la determinación de nemátodos .....	10
2.2.1.7. Medidas de control .....	11
2.2.1.8. Nematicidas .....	16
2.2.2. Cultivo de papa .....	18
2.2.2.1. Pedigrí (Genética) .....	18
2.2.2.2. Características botánicas .....	18
2.2.2.3. Características de calidad .....	19
2.2.2.4. Factores de producción .....	19

	Pág.
2.2.2.5.Siembra .....	21
2.2.2.6.Labores culturales .....	23
2.2.2.7.Plagas y enfermedades .....	23
2.2.2.8.Cosecha .....	24
2.3. <u>Hipótesis</u> .....	24
2.4. <u>Variables de las hipótesis</u> .....	25
2.5. <u>Operacionalización de variables</u> .....	25
CAPÍTULO III .....	26
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
3.1. <u>Modalidad de la investigación</u> .....	26
3.2. <u>Ubicación del ensayo</u> .....	26
3.3. <u>Caracterización del lugar</u> .....	26
3.4. <u>Factores en estudio</u> .....	29
3.5. <u>Diseño experimental</u> .....	29
3.6. <u>Tratamientos</u> .....	29
3.7. <u>Características del ensayo</u> .....	30
3.8. <u>Datos tomados</u> .....	31
3.9. <u>Manejo de la investigación</u> .....	32
CAPÍTULO IV .....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	37
4.1. <u>Resultados, análisis estadístico y discusión</u> .....	37
4.1.1. Género de nemátodos presentes en el suelo .....	37
4.1.2. Población inicial de nemátodos .....	37
4.1.3. Altura de planta a los 60 y 90 días .....	38
4.1.4. Días a la cosecha .....	43
4.1.5. Rendimiento .....	48
4.1.6. Porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría .....	52
4.1.7. Población de nemátodos al final del ensayo .....	57
4.2. <u>Resultados, análisis económico y discusión</u> .....	60
4.3. <u>Verificación de hipótesis</u> .....	64
CAPÍTULO V .....	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	65
5.1. <u>Conclusiones</u> .....	65

	Pág.
5.2. <u>Recomendaciones</u> .....	67
CAPÍTULO VI .....	68
PROPUESTA .....	68
6.1. <u>Título</u> .....	68
6.2. <u>Fundamentación</u> .....	68
6.3. <u>Objetivos</u> .....	68
6.4. <u>Justificación e importancia</u> .....	69
6.5. <u>Propuesta</u> .....	69
6.6. <u>Implementación/plan de acción</u> .....	71
BIBLIOGRAFÍA .....	73
APÉNDICE .....	77



## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	25
CUADRO 2. TRATAMIENTOS .....	30
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS .....	38
CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS .....	39
CUADRO 5. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATICIDAS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS .....	40
CUADRO 6. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS .....	40
CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATICIDAS POR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS .....	41
CUADRO 8. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS .....	41
CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATICIDAS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS .....	42
CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS .....	42
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	44
CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	44
CUADRO 13. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATICIDAS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	45

CUADRO 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	45
CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATOCIDAS POR DOSIS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	46
CUADRO 16. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	46
CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	47
CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATOCIDAS POR DOSIS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA .....	47
CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO .....	49
CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO .....	49
CUADRO 21. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATOCIDAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO .....	50
CUADRO 22. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO .....	50
CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATOCIDAS POR DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO .....	51
CUADRO 24. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO .....	52
CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA .....	53

CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA .....	54
CUADRO 27. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATICIDAS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA .....	55
CUADRO 28. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA .....	55
CUADRO 29. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA .....	56
CUADRO 30. POBLACIÓN DE HUEVOS Y LARVAS DE <i>Globodera pallida</i> AL FINAL DEL ENSAYO .....	58
CUADRO 31. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares) .....	61
CUADRO 32. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO ...	62
CUADRO 33. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO ....	62
CUADRO 34. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO ...	63
CUADRO 35. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS .....	63
CUADRO 36. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS .....	.64
CUADRO 37. TRATAMIENTOS (Propuesta) .....	70

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Población inicial y final de huevos y larvas de <i>Globodera pallida</i> en un cc de suelo .....	59
FIGURA 2. Tasa de multiplicación de nemátodos (TMN) o densidad poblacional del nematodo (DPN). .....	60

## RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Jesús Rosero, ubicada en el caserío Puñachizag, parroquia La Matriz del cantón Quero, provincia de Tungurahua; cuyas coordenadas geográficas son 01° 24' 34" de latitud Sur y 78° 34' 35" de longitud Oeste, a la altitud de 3 309 msnm; con el propósito de: inventariar los géneros de nemátodos que se encuentran en el suelo y que atacan al cultivo de papa (*Solanum tuberosum*); evaluar dos nematicidas (Nemaquill y Vidate L), en dos dosis (3,75 cc/l y 6,25 cc/l) y dos épocas de aplicación (E1 = cinco días antes de la siembra y E2 = cinco días antes de la siembra y al momento del aporque), para el manejo poblacional de nemátodos (*Globodera pallida*), a más de, realizar el análisis económico de los tratamientos.

Se determinó la presencia de tres géneros de nemátodos: *Globodera pallida* (60 larvas en 100 cc de suelo), *Pratylenchus sp.* (20 larvas en 100 cc de suelo) y saprófitos. La población inicial de nemátodos (*Globodera pallida*), fue de 31 huevos y larvas por cada centímetro cúbico de suelo, cuyo nivel fue alto.

Con utilización de Nemaquill (biológico) (N1), se consiguió los mejores resultados (altura de planta a los 60 días de 27,82 cm y a los 90 días de 79,88 cm, días a la cosecha de 153,50 días y rendimiento de 104,48 kg/trat., con mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría 51,43%). La aplicación de la dosis alta (6,25 cc/l) (D2), produjo mejor altura de planta a los 60 días (28,72 cm) y a los 90 días (79,88 cm); mayor precocidad a la cosecha (151,33 días) y el mejor rendimiento (103,35 kg/tratamiento), con mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría (51,60%); y, aplicando cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), se obtuvieron los resultados más relevantes, con mayor crecimiento en altura de planta a los 60 días (29,43 cm) y a los 90 días (82,15 cm), se acortaron los días a la cosecha (152,92 días) y se obtuvieron los más altos rendimientos (106,56 kg/tratamiento), con mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría (50,45%).

El tratamiento N1D2E2, presentó la menor población final de nemátodos (52 larvas y huevos/g de suelo), así mismo, el menor índice de multiplicación (1,68).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento N1D2E2, que reportó los mejores resultados, registró la tasa marginal de retorno de 109,09%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Tema

“EVALUACIÓN DE NEMAQUILL Y VIDATE L, EN EL MANEJO POBLACIONAL DE NEMÁTODOS EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*), cv. ESTELA”

### 1.2. Planteamiento del problema

#### 1.2.1. Contextualización

Los nemátodos fitoparásitos constituyen un serio problema ya que el nivel de infestación del suelo es elevado; su ataque determina un inadecuado desarrollo, sanidad y rentabilidad del cultivo, combinado que todas las sustancias químicas que controlan con éxito pero momentáneamente su población conllevan restricciones debido a que son de alto riesgo para la salud y el ambiente, generación de resistencia con afectación económica por sus elevados costos de aplicación; por lo tanto, es necesario el uso de alternativas de control biológico que utilizan la acción de enemigos naturales de nemátodos, extractos de plantas con efectos antagónicos o nematicidas para controlar sus poblaciones de forma eficiente, significando esto un manejo adecuado de la población de la plaga permitiendo disminuir pérdidas de rendimiento y sin peligro para la salud y del ambiente (Franco y González, 1997).

#### 1.2.2. Análisis crítico

La existencia de determinados tipos de nemátodos fitoparásitos con amplia distribución geográfica, que se alimentan de los jugos que fluyen por las raíces de las plantas, supone un grave problema para cualquier explotación agrícola. Durante mucho tiempo se han utilizado agentes químicos para el control de nemátodos fitoparásitos, uso que comenzó en siglo XVIII, pero los buenos resultados observados hicieron que se extendiese la práctica de uso con ciertos efectos negativos como contaminación de acuíferos y suelos, alteraciones fisiológicas en seres humanos.

A los daños en los tejidos radiculares que producto de su alimentación dan

resultado serias lesiones disminuyendo su capacidad de absorción de agua como nutrientes, se suman las interacciones sinérgicas con patógenos como hongos, bacterias y virus. El mantenimiento de su fuente de inóculo por largo tiempo, su elevada tasa de multiplicación y un inadecuado manejo dan efecto a una rentabilidad baja y afectación de la salud y el ambiente (Arvensis Agro, 2005)..

### 1.2.3. Prognosis

Si el problema del ataque de nemátodos en el cultivo de papa no es investigado principalmente por organizaciones como el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Centro Internacional de la Papa (CIP) y las Universidades que tienen por objetivo y responsabilidades el apoyo a la producción y los resultados obtenidos lo socializan entre los agricultores, los mismos seguirán efectuando un método de control inadecuado a la generación de la plaga incrementando su población y por consiguiente volviendo más susceptibles a variedades comerciales, en definitiva, haciendo que los costos de producción se eleven.

### 1.2.4. Formulación del problema

La infestación del suelo por nemátodos y su ataque, sus características patológicas y sinérgicas y un inadecuado método de control son factores limitantes en el normal desarrollo, producción y rentabilidad del cultivo como también un serio problema en la salud y ambiente.

Los niveles de infestación del suelo por *Globodera pallida* y estimación de pérdidas en el rendimiento como respuesta al número de huevos + J2 (segundo estado juvenil larvario infectado)/cc suelo (Franco y Gonzáles, 1997) son:

Infestación del suelo	Huevos+J2/ cc de suelo	Perdidas en rendimiento %
Libre	0	0
Incipiente	1-5	5
Medio	5,1-15	13
Alto	15,1-35	45
Muy alto	>35	58

### 1.2.5. Interrogantes

Cuando se aplica un nematocida químico, que actúa sobre nemátodos adultos, en un primer momento se eliminan las poblaciones (dosis letal DL), además de eliminar la microbiología total del suelo mientras sigue siendo efectivo, pero al poco tiempo la dosis, que un principio era letal, deja de serlo, transformándose en una dosis no letal (DS), pero sí estresante, creando una situación de estrés en las nuevas poblaciones de nemátodos, que reaccionan con una fase de aumento de la oviposición, con el consiguiente aumento de la población que afectará a la planta en el siguiente estado fenológico. Este efecto puede suceder en cadena con cada aplicación de nematocida químico, mientras que, es probable que con el uso de nematocidas biológicos se realice un manejo adecuado de la población (Arvensis Agro, 2005)..

### **1.2.6. Delimitación del objeto de investigación**

En el cultivo de papa *Solanum tuberosum* cv. Estela, se determinaron las poblaciones iniciales como también el género de nemátodos que se encuentran en el suelo y que atacan al cultivo. El efecto de la aplicación de los productos nematocidas (un biológico Nemaquill y un químico Vidate L, aplicados en dos dosis y dos épocas), se midió al final del ensayo, mediante el análisis de la población de nemátodos presentes en el suelo y las características fenológicas de crecimiento y desarrollo de las plantas, como también comparando los rendimientos obtenidos.

### **1.3. Justificación**

En Ecuador el cultivo de la papa constituye una de las principales actividades económicas fundamentalmente en las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar; registrándose durante el 2007, a nivel nacional, una superficie cosechada de 44 030 has con una producción de 429 119 Tm y un rendimiento a nivel nacional de 9,75 Tm/ha, en la provincia de Tungurahua, se ha registrado 6 021 has cosechadas con una producción de 54 000 Tm y un rendimiento de 9,0 Tm/ha; razón por la cual, este producto constituye uno de ingredientes básicos en la dieta de las poblaciones locales así como también , una importante fuente de ingresos económicos (III Censo Agropecuario, Mag, SIGAGRO, 2009).

La existencia de numerosas variedades de papa con diferentes características y un problema común, el encontrarse propensos al ataque de nemátodos; ya que, en el Ecuador, la especie de nemátodo del quiste más importante que afecta al cultivo de la papa es *Glodobera pallida*, que de acuerdo al nivel de infestación del suelo, la



estimación de pérdidas en el rendimiento esta entre el 5% hasta el 58%; acompañado de que en nuestro medio no existen variedades resistentes; ya que el nemátodo del quiste parasita todas las variedades de papa sea nativas o mejoradas reduciendo el rendimiento en la zona centro del país en 30% (Revelo 2003), por lo que es necesario realizar una investigación dirigida al limitante que tiene el productor en las zonas templadas dedicadas a la producción de este cultivo, en el cv. Estela; el mismo que posee un mejoramiento genético con resistencia a *Phytophthora infestans*, altos rendimientos, ciclo temprano y buenas características de calidad; de esta manera contribuir a que los rendimientos y las pérdidas económicas no se vean afectados a causa de este problema. Por otro lado, el uso de productos biológicos para el manejo adecuado de la población de la plaga no afectan la salud humana ni del ambiente.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Aportar al mejoramiento tecnológico del cultivo de la papa en el manejo poblacional de nemátodos.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Inventariar los géneros de nemátodos que se encuentran en el suelo y que atacan las raíces del cultivo de papa, en el caserío Puñachizag, parroquia La Matriz del cantón Quero, provincia de Tungurahua.

Evaluar a los nematicidas Nemaquill y Vidate L, en dos dosis y dos épocas de aplicación, en el manejo poblacional de nemátodos en el cultivo de papa.

Realizar el análisis económico de los tratamientos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS**

#### **2.1. Antecedentes investigativos**

Estudios Realizados por el Centro Internacional de la Papa (CIP) citado por Franco y Gonzáles (2005), determinan más de 64 especies de nemátodos en el cultivo de la papa, pero sólo algunas son importantes por los daños que causan. Estos daños pueden ocasionar pérdidas directas en la producción y en la calidad de los tubérculos para semilla o para consumo; causan también pérdidas indirectas que resultan de los gastos adicionales que se tienen que efectuar en las medidas de control (rotaciones prolongadas, alto costo de nematicidas, aumento de la incidencia de la marchitez causada por hongos, bacterias, etc) y cuarentenas (nacionales o internacionales).

Un ensayo con Nemaquill se realizó en Viña Ensueño, V Región de Chile, en uva de mesa variedad Chardonnay. Se aplicó un único tratamiento, a la dosis de 10 l/ha, comparando los resultados con un ensayo testigo. se realizaron los muestreos antes de la aplicación, 30, 50 y 60 días después del tratamiento. Se trabajó con nemátodos del género *Meloidogyne* sp. Para el análisis de datos se utilizó un diseño completamente aleatorio, con 6 repeticiones, con parcelas experimentales de 10 plantas cada una. Los nemátodos fueron extraídos tamizando 250 cc de suelo, de acuerdo al método de Christie and Perry (1951), durante 48 horas. Las variaciones de población se determinaron mediante el Índice Reproductivo (R), que relaciona las poblaciones iniciales con las finales Pf/Pi. Se obtuvo el índice reproductivo, R a los 30 días del tratamiento. 178 174 0,011a Testigo 172 347 420 402 1,34a (Arvensis. Agro, 2005).

#### **2.2. Marco conceptual**

##### **2.2.1. Nemátodos**

###### **2.2.1.1. Definición**

Agrios (1993), dice que los nemátodos son animales invertebrados de simetría bilateral, fusiformes y de sección circular. Posee generalmente una abertura bucal bordada por labios portadores de órganos sensoriales, luego se encuentra la cavidad bucal; el esófago, el intestino y el recto que termina en el

ano o abertura cloacal central, terminal o subterminal. El cuerpo esta cubierto por una cutícula y casi nunca presenta apéndices externos.

Roberts (1978), menciona que los nemátodos patógenos de las plantas poseen estiletes, que son tubos huecos especializados para la alimentación, no encontrándose en las formas saprófitas. En cuanto al sexo de los nemátodos estos están separados, aunque muchos individuos son hermafroditas. En la hembra los ovarios se abren por dentro del útero, el cual a la ves esta conectado con la vagina, la misma que termina en la vulva. Esto organismos poseen un sistema nervioso primitivo extendido hacia atrás en líneas laterales desde un anillo de tejido nervioso que rodea el esófago entre los bulbos anterior y posterior, dando una anatomía detallada a estos.

Domínguez (1993), señala que los nemátodos son diminutos gusanos que habitan bajo la tierra y causan en las plantas importantes daños, que muchas veces se atribuyen a otras causas por no observarse a simple vista parásito alguno, las plantas quedan raquílicas, cloróticas, con entrenudos cortos; las cosechas son escasas, aparecen rodales más atacados, a veces las raíces aparecen deformadas o con agallas y anormal cabellera.

Esquivel (2009), se refiere a nemátodo del *Gr*: nema: hilo; nemata: hilos, Son organismos pluricelulares vermiformes, redondos en sección transversal de simetría bilateral no segmentados, seudocelomados, triploblastos, hialinos de tamaño microscópico (250 Um) a excepto de los parásitos de animales; los nemátodos fitopatógenos pueden causar síntomas aéreos visibles como: poco desarrollo, clorosis, marchitez generalizada, manchas foliares necróticas, agallas, defoliación, poca producción y caída prematura de flores y frutos; entre los síntomas en la parte radicular agallas, necrosis, raíces cortas y engrosadas, ramificación excesiva de la raíz y quistes.

### **2.2.1.2. Ciclo de vida**

Agrios (1993), señala que, los huevecillos se incuban y se desarrollan en larvas, cuya apariencia y estructura es similar a los nemátodos adultos. Las larvas aumentan de tamaño y cada etapa larvaria concluye con una muda. Todos los nemátodos tienen cuatro etapas larvarias. El ciclo de vida comprendido desde la etapa de huevecillo a otra igual puede concluir al cabo de 3 o 4 semanas bajo condiciones

ambientales óptimas en especial la temperatura, pero no tardara más tiempo en concluir en temperaturas frías. La ausencia de hospederos ocasiona la muerte de todos los individuos de ciertas especies de nemátodos, al cabo de unos cuantos meses, pero en otras especies las etapas larvarias pueden desecarse y permanecer en reposo, o bien los huevecillos pueden permanecer en reposo en el suelo durante años.

Según Christie (1991), las hembras depositan los huevos que luego se convierten en pequeños seres denominados larvas, muy semejantes a la forma adulta. Durante su desarrollo la larva sufre cuatro mudas y los periodos de crecimientos entre las mudas se denominan etapas larvarias. Luego de la cuarta muda el individuo ya es adulto, algunos géneros como *Meloidogyne*, sufren la primera muda antes de incubar, es decir cuando la larva se encuentra dentro del huevo.

Agrios (1993), describe las etapas de la siguiente forma: la primera etapa larvaria o juvenil (J1), se desarrolla en el interior del huevecillo y después de sufrir la primera muda dentro de él se desarrolla la segunda etapa larvaria o juvenil (J1). De esta última forma emerge el huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentre una raíz susceptible. La segunda etapa larvaria (J2), es vermiforme y es la única etapa infectiva de este nemátodo. En caso de un hospedero susceptible se encuentre en sus alrededores, la larva penetra a la raíz, se vuelve sedentaria y aumenta de grosor, tomando la forma de una salchicha. El nematodo se alimenta de las células que se encuentran alrededor de su cabeza al insertar su estilete y secreta saliva en ellas. La saliva estimula a las células para que crezcan y también licua parte de su contenido, el cual succiona a través de su estilete. En la tercera etapa el nematodo sufre una muda y da lugar a la tercera etapa larvaria, la cual es similar a la segunda etapa larvaria, de la cual se diferencia por carecer de estilete y ser más gruesa. La tercera etapa sufre una tercera muda que se desarrolla en la tercera etapa larvaria. En la cuarta etapa en la cual es posible distinguirla ya como un individuo macho o hembra. El macho de la cuarta etapa larvaria tiene aspecto vermiforme y se enrolla dentro de la tercera cutícula. Sufre la cuarta y última muda, emerge de la raíz ya como macho adulto vermiforme, el cual vive libremente en el suelo. La hembra adulta en forma de pera. La hembra adulta continua hinchándose ya sea fecundada o no por un macho, forma huevecillos los que deposita en una cubierta gelatinosa protectora. Los huevecillos pueden ser depositados dentro o fuera de los tejidos de la raíz dependiendo de la posición que tenga la hembra.

Agrios (1993), indica que el ciclo de vida de los nemátodos concluye a los 25 días a una temperatura de 27 grados centígrados; pero tarda más tiempo a temperaturas más bajas o más altas. El desarrollo y reproducción de los nemátodos es un poco lento ya que el ciclo de vida de varias de sus especies concluye al cabo de 45 a 65 días.

### **2.2.1.3. Clases de nemátodos que atacan al cultivo de papa**

El cultivo de papa en los países de la zona andina se encuentra afectado por el nematodo del quiste de la papa, con sus especies *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*, el falso nemátodo del nódulo de la raíz (*Nacobbus aberrans*), el nemátodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* sp.) y el nemátodo de la lesión radicular (*Ditylenchus destructor*) y el nematodo de la atrofia radicular (*Trichodorus* sp. y *Paratrachodorus* sp.); sin embargo, en el Ecuador solo se reportado daños a causa del nematodo del quiste de la papa *Globodera pallida*, con los prototipos P5A, P4A y P3A (Revelo, 2003).

#### **2.2.1.3.1. Nemátodo blanco del quiste de la papa (*Globodera pallida*)**

Martínez Díaz (2006), menciona que por muchos años este microorganismo ha coevolucionado con el cultivo y se encuentra ampliamente distribuido en el mundo; las pérdidas directas al cultivo, ocasionadas pueden ser de un 15%, sin mostrar síntomas aéreos. En el suelo, una población del nemátodo puede incrementarse diez veces en un año, mientras los daños solo se hacen visibles a cierto nivel de infección. El rango de hospederos del nemátodo blanco está confinado a las solanáceas especialmente la papa (*Solanum tuberosum*), el tomate (*Lycopersicon esculentum*) y sus híbridos y la berenjena (*Solanum melongena*), hierba mora (*Solanum nigrum*); *G. pallida* es endoparásito sedentario, que permanecen normalmente en el suelo por 5-6 años y a veces hasta por 20 protegiéndose en quistes, cada quiste joven contiene 200 a 500 huevos, éstos eclosionan estimulados por los exudados radicales y emergen los juveniles de segundo estadio, único estado infectivo, migran hacia el ápice radical por donde penetran. Después de recorrer algunos milímetros de la raíz, el juvenil se detiene y continúa su desarrollo como sedentario excepto el macho adulto que es móvil, pasando por tres estadios juveniles antes de lograr el estado adulto con un

dimorfismo sexual muy marcado.

El mismo autor indica que, el tamaño es afectado por el huésped, genero y por el nivel poblacional del nemátodo, siendo este inversamente proporcional con respecto a la población; el tiempo necesario para cumplir una generación desde la penetración del juvenil de segundo estado hasta la formación de quistes con huevos, es de 45-60 días, varía según las condiciones ambientales. Los síntomas no son específicos en la parte aérea para un diagnóstico, los daños en las raíces hacen que la planta enferma muestre síntomas similares a los provocados por deficiencia de agua o de elementos minerales, debido a una necrosis de las células de las raíces atacadas por los estadios infectivos; cuando éstos se detienen en el lugar definitivo de alimentación, las células alrededor de la cabeza del nemátodo sufren una profunda transformación, las paredes celulares se engrosan, el citoplasma se torna denso y se origina el sincitio multinucleado de alta actividad metabólica, el cual es indispensable para la alimentación del nemátodo; la formación del sincitio ocasiona una interrupción en el transporte de nutrientes de la planta el follaje se vuelve amarillento y bajo condiciones de sequía se hace evidente una severa marchitez, sumado la alta población de la plaga, la planta detiene su desarrollo y muere mostrando además proliferación de raíces laterales; el efecto sobre el rendimiento varía de acuerdo a la densidad de nemátodos presentes en el suelo, de ser alta puede ser la causa de un completo fracaso del cultivo. Las partículas de suelo y tubérculos así como maquinaria agrícola, herramientas, equipo y utensilios, agua de riego y de escorrentía, animales, materiales vegetativos y suelo procedentes de áreas afectadas, semilla y el hombre ayudan a su diseminación y dispersión.

#### **2.2.1.4. Hábitos de alimentación de los nemátodos**

Christie (1991), manifiesta que la mayoría de nemátodos que habitan en el suelo pueden ser: a.- Saprófagos que se alimentan de materia orgánica en descomposición o de ciertos organismos asociados con la putrefacción. b.- Predadores que se alimentan de pequeños animales, incluyendo a otros nemátodos y c.- Fitoparásitos que comprenden especies que se alimentan de plantas inferiores, hongos y algas y otros se alimentan de vegetales superiores atacando a las partes subterráneas (bulbos y raíces), yemas, tallos, hojas, flores, éstos a su vez se subdividen en: ectoparásitos cuando se alimentan de tejidos epidérmicos y cuyo ciclo de vida se

desarrolla al exterior del huésped y endoparásitos cuando penetran al interior de los tejidos para alimentarse y por lo tanto la mayor parte del ciclo biológico lo realizan allí.

d.- micófagos presencia de materia orgánica. e.- omnívoros se alimentan de carne de otros animales como de materia orgánica.

#### **2.2.1.5. Distribución**

Agrios (1993), dice que la mayoría de los nemátodos fitopatógenos viven parte de su vida en el suelo, alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas, pero aun en el caso de los nemátodos sedentarios, especializados, huevecillos, las etapas larvarias pre parasitan y los machos se encuentran en el suelo durante toda su vida o gran parte de ella. La temperatura, humedad y aireación del suelo afectan a la supervivencia y al movimiento de los nemátodos en el suelo. Los nemátodos se encuentran en mayor abundancia en la capa del suelo comprendida entre los 0 y 15 cm de profundidad aunque cabe mencionar que su distribución en los suelos cultivados es irregular y es mayor entorno a las raíces de las plantas susceptibles, a las que en ocasiones siguen en profundidades considerables (de 30 a 150 cm o más). Los nemátodos se distribuyen muy lentamente en el suelo bajo su propia capacidad. La distancia total que recorre un nemátodo no exceda de un cm por estación. Se mueve con mayor rapidez en el suelo cuando los poros de este están llenos de una película delgada de agua o cuando el suelo se encuentra inundado. Sin embargo a más de su movimiento propio, los nemátodos se distribuyen con gran facilidad a través de todo lo que se mueva y puede llevar partículas del suelo.

#### **2.2.1.6. Toma de muestras para la determinación de nemátodos**

El muestreo será sistemático en cuadro o en zig-zag, las submuestras deben recolectarse a una profundidad de 0 a 20-25 cm en zona de influencia radicular, usando un barreno o pala, lavado y desinfectado, se tomara una muestra por hectárea de la siguiente manera: en terrenos con presencia de la plaga se extraerán 100 submuestras por hectárea ( $10 \times 10 \text{ m}^2$ ) y en terrenos donde se sospecha la ausencia de la plaga se recolectará 400 submuestras por hectárea ( $5 \times 5 \text{ m}^2$ ). El total de submuestras se homogeniza y se procede a tomar 2 kg de suelo, Un kilogramo se enviará al laboratorio. La segunda muestra (1 kg) quedará bajo custodia y responsabilidad del propietario u ocupante del área muestreada, sellada e identificada en

caso que sea necesario repetir el análisis. (Nombela y Andrés, 1991).

#### **2.2.1.6.1. Recomendaciones generales durante el muestreo y envío**

Nombela y Andrés (1991), mencionan que durante los muestreos y envíos, se deberán tomar las siguientes precauciones: a.- Al ingresar al sitio de muestreo hacerlo con botas de hule o protector de zapatos. b.- Los implementos de muestreo (palas, barrenos, baldes y otros), deben estar lavados y desinfectados antes de cada muestreo. c.- Se debe evitar el ingreso de vehículos a las fincas y áreas de muestreo o en su defecto deben estar lavados y desinfectado. d.- Las muestras deben llegar al laboratorio en bolsas de polietileno cerradas para evitar la pérdida de humedad. e.- Deben ir bien identificadas con el nombre del productor, cultivo, lugar, área, cultivo actual a la época de muestreo. f.- Evitar que se seque o se caliente demasiado dejando expuesta a la acción del sol y transportarla en recipientes ventilados. g.- Las muestras deben ser analizadas dentro de las 72 horas de recibidas, de lo contrario se guardaran a 15 grados centígrados hasta su análisis.

#### **2.2.1.7. Medidas de control**

Agrios (1993), indica que en la actualidad se disponen de varios métodos eficientes para controlar los nemátodos, aunque ciertos factores como los costos y los tipos de cultivos limitan su aplicabilidad en determinados casos. Se emplean cuatro tipos generales de control. El control mediante métodos de cultivo, control biológico a través de variedades resistentes o utilizando productos biológicos a base de plantas nocivas para los nemátodos como el nabo, caléndula, etc y algunos otros métodos, control mediante agentes físicos, como por ejemplo calor y compuestos mediante productos químicos. Con frecuencia se emplea una combinación de varios de estos métodos para controlar en la práctica a las enfermedades de las plantas ocasionadas por nemátodos.

##### **2.2.1.7.1. Métodos físicos y agro biológicos**

###### **2.2.1.7.1.1. Terrenos en barbecho**



De acuerdo a Castaños (1958), la práctica cultural más recomendable para el control de nemátodos es la de barbechos en verano ya que con esta labor se deja expuesta a las larvas directamente al calor y a los rayos del sol, como se ha comprobado en general que todas las larvas del genero *Meloidogyne* son susceptibles a la desecación, los resultados que se poseen son buenos.

#### **2.2.1.7.1.2. Control biológico**

Agrios (1993), comenta que se ha logrado el control experimental de los nemátodos sembrando en los cultivos plantas como las caléndulas (*Caléndula officinalis*), que son tóxicas a esos patógenos o plantas atraparoras de nemátodos tales como *Esperéis* en el caso del nemátodo de la remolacha azucarera y controlaría para el nemátodo del nudo de la raíz. Los cultivos trampa atraen a los nemátodos y los alejan de las plantas de los cultivos susceptibles y aunque los nemátodos penetren en dicho cultivo no pueden desarrollarse en ellos.

Según la National Academy of Sciences (1987), existen abundantes pruebas empíricas de que los nemátodos parásitos de las plantas son atacados por numerosos y variados organismos y sus efectos sobre las poblaciones de nemátodos en suelos agrícolas o no; la mayoría de los suelos están habitadas por microorganismos que son parásitos o depredadores de muchas diferentes clases de nemátodos, incluyendo las especies parásitas de plantas sedentarios que sobresalen de las raíces, pueden ser muy vulnerables a todos estos parásitos y depredadores. Cita así más de 50 especies de hongos que capturan y consumen nemátodos, de ellos solo los pertenecientes a los géneros *Hyphomycetes* y *Zoopagales*, han recibido atención como agentes biológicos de control; todos los parásitos fungosos conocidos, atacan también otros tipos de nemátodos diferentes de nemátodos del suelo; las esporas de algunos hongos parásitos son ingeridos por el nemátodo, mientras que otros hongos los atrapan por diversos medios, tales como un material pegajoso que se adhiere al micelio; al parecer, la captura se efectúa cuando se ponen en contacto con las trampas fungosas, los grandes y robustos nemátodos pueden escapar, pero la gran mayoría de ellos son lo bastante pequeños para ser atrapados rápidamente por el hongo, grandes cantidades de micelio de hongos y una gran afinidad entre el huésped y el parásito o depredador serán necesarias si las trampas fungosas han de ser importantes en el control de nemátodos.

Duran (1990), menciona que los hongos *Trichothecium pravicovi* y *Arthobotrys kirghizica*, reducen las infestaciones de *Meloidogyne*, también se sabe que los hongos del genero *Didymozoopaga* desarrollan mejor sus características predadoras en los ambientes neutros y alcalinos; por el contrario, no se manifiesta en los ambientes ácidos.

National Academy of Sciences (1987), evoca que las bacterias se encuentran con gran frecuencia atacando a los nemátodos mantenidos en el laboratorio. Pero la condición perjudicial y el medio desfavorable en que se encuentran los nemátodos, en general evitan juzgar la importancia de tales asociaciones; ha sido reportada una infección bacteriana muy extendida en poblaciones del suelo del nemátodo daga, pero como ha sucedido con otros informes sobre enfermedades bacteriales de nemátodos, las observaciones no son inequívocas, la enfermedad del nemátodo *Meloidogyne sp.* transmitida y quizás causada por un virus fue señalada, pero las observaciones nunca fueron confirmadas; aunque las enzimas bacterianas atacan a ciertos nemátodos en un sistema simple de laboratorio es improbable que su efectividad en el suelo, con su complejidad física, química y biológica podría ser específica para los nemátodos parásitos de las plantas, la obtención y el desarrollo de organismos bacterianos y/o virulentos de nemátodos deberá recibir mayor atención de los nematólogos que estudian nemátodos parásitos de las plantas.

El mismo autor dice que un parásito esporozoario conocido en general como *Dubscquia penetrans*, se encuentran con frecuencia parasitando a los nemátodos parásitos de las plantas y a otros, aunque su pequeño tamaño y ciclo vital complejo dificultan su estudio; se desconoce la efectividad de los esporozoarios como agentes biológicos de control, su amplia existencia y habilidad para destruir los órganos de reproducción de los nemátodos, o para eliminarlos, indican el valor potencial del control de estos organismos; considerando la biología y la ecología de estos esporozoarios merece mayor estudio, un organismo amiboideo protomixano, de gran tamaño, el *Theratromyxa werebi*, aunque con frecuencia se le ve ingiriendo nemátodos no es considerado de importancia práctica en el control de nemátodos parásitos de las plantas, otros protozoarios del suelo, quizás tiene una sola relación depredadora incidental de nemátodos.

<sup>1</sup>Uso de microorganismos y de plantas trampa o antagónicas; algunos organismos presentes en el suelo como: protozoarios, microartrópodos, hongos,

nemátodos y bacterias, parasitan nemátodos de plantas. Los más estudiados son *Pasteuria penetrans* (bacteria), *Phaecilomyces lilacinus*, *Arthrobotrys* y *Verticillium* (hongos). *Pasteuria penetrans* ha sido detectada en *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Xiphinema* y *Tylenchorhynchus*. Pruebas en macetas y microparcels han sido exitosas. Su dificultad radica en la imposibilidad, hasta la fecha, de reproducirlo masivamente en medios artificiales por ser un parásito obligado y algunas inconsistencias en los resultados en el campo. El hongo *Arthrobotrys irregularis*, ha sido utilizado en invernaderos contra *Meloidogyne* y en cultivos de champiñón para combatir *Ditylenchus miceliophagus*. Poco éxito se ha obtenido a cielo abierto en climas tropicales. *P. lilacinus* parasita los huevos y adultos de varias especies de nemátodos fitoparásitos. *Meloidogyne* y *Radopholus similis* constituyen ejemplos donde se han obtenido buenos resultados en diversos países con productos elaborados artesanalmente. Existen plantas que producen, en mayor o menor grado, exudados radicales y foliares con propiedades atrayentes, repelentes o tóxicas. Plantas trampa son aquellas que sus exudados estimulan la emergencia de larvas, las cuales si bien logran penetrar en las raíces, éstas mueren antes de llegar al estado adulto. Como ejemplo se puede citar a *Solanum nigrum* que reduce la población de *Globodera rostochiensis*. La siembra previa o intercalada de *Tagetes* spp y *Crotalaria* spp, *Caléndula* sp., que producen exudados radicales con efecto nematocida, ayudan a disminuir las poblaciones de nemátodos. El extracto de semilla de papaya tiene efectos nematocidas. Causa alta mortalidad de *Meloidogyne* en pruebas in vitro. Su uso práctico es en semilleros.

-----

<sup>1</sup>Revelo Morán, J.A: 2009. Fitopatología, Técnico del Departamento Nacional de Protección Vegetal–E.E. Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. E-mail: jrevelo@ecnet.ec.

### **2.2.1.7.1.3. Tratamientos con calor**

Según Christie (1991), el calor afecta de muchas maneras a los nemátodos desde su inmediata destrucción quemándolos o tostándolos por medio de temperaturas muy altas. El vapor de agua, es utilizado para la desinfección de suelos agrícolas contra nemátodos utilizando temperaturas alrededor de 50°C, durante 10 minutos. No sobrepasar temperaturas mayores a 82°C, puesto que se generan sustancias nocivas para los vegetales como amoníaco, ciertas sales, etc. Agua caliente a 100°C, se utiliza para desinfección de suelos agrícolas de extensión pequeña.

#### **2.2.1.7.1.4. Inundación del terreno**

Agrios (1993), señala que la inundación del terreno, durante un periodo de varios meses mata a los nemátodos y libera así la tierra de estos patógenos. Sin embargo, en solo muy pocos campos es posible o práctico inundar la tierra durante largos periodos de ahí, por consecuencia de la aplicabilidad de este método de control sea bastante inmediato.

#### **2.2.1.7.1.5. Solarización**

Abdel-Rahin *et al* (1988), encontraron que mediante la solarización del suelo en campos irrigados de Egipto, se controló malezas y nemátodos radiculares en tomate riñón en especial el nematodo radicular *Rotylenchus reniformes*, por 60 días antes del transplante. La solarización mejoró el crecimiento de la planta, incrementando los resultados desde los 25% a 32% en habas, cebollas, tomate riñón y trébol en varios tipos de suelo.

#### **2.2.1.7.2. Método químico**

Christie (1991), indica que desde su punto de vista práctico, el combate de los nemátodos con sustancias químicas presenta dos problemas: primero, encontrar el material eficaz y segundo, su aplicación. Ambos, especialmente el último, hallándose rodeados de dificultades como su restringido uso por diversos problemas ambientales y de costo. Los nemátodos son sorprendentemente resistentes a muchas sustancias químicas y esta resistencia obedece, cuando menos en parte a la impermeabilidad de la cutícula y a la cubierta protectora de los huevos, las propiedades que permiten a una sustancia química penetrar a través de la cutícula debe tender a aumentar su eficiencia nematicida.

Existen las siguientes sustancias químicas nematicidas: hidrocarburos halogenados, fosfatos orgánicos, ditiocarbamatos y compuestos nitrogenados. Los nematicidas se clasifican de acuerdo al grupo químico en fumigantes y no fumigantes; a su vez los fumigantes se clasifican en carbamatos y organofosforados. Entre los fumigantes se encuentran Metan sodio, cloropicrina, 1,3

dicloropropeno, bromuro de metilo de dazomet y no fumigantes como fenamifos, ethopros, thionazin, aldicard, aldoxicarb, carbofuran y oxamyl (Revelo, 2003).

#### **2.2.1.8. Nematicidas**

Arvensis Agro (2005), manifiesta que Nemaquill, es un producto natural, que incorpora en su composición las enzimas que generan microorganismos utilizados como medios de control biológico; dentro de estos medios de control están hongos, bacterias, microorganismos, turbelarias, insectos, ácaros y virus, pudiendo afectar a las poblaciones de nemátodos fitoparásitos; los mismos, que son desarrollados en laboratorio e incorporados al producto en un sustrato de materia orgánica, obtenido a partir de extractos acuosos de diferentes plantas, de manera que al ser aplicado en un suelo libera las enzimas que tiene absorbidas en el sustrato orgánico, degradando éstas la quitina de los huevos de nemátodo; posee una concentración con sustrato enzimático de 30,5% p/p (30,075% p/v), densidad de 1,15 g/cc y un pH de 4,2. Es un producto de aplicación vía suelo, siendo la dosis general de 10 l/ha. El producto se aplicará una vez durante el ciclo de cultivo para cultivos con ciclos inferiores a seis meses y se realizarán dos aplicaciones en cultivos con ciclos superiores a los seis meses; pudiendo variar su dosis y modo de aplicación de acuerdo al problema y fin. Se debe aplicar, al menos, un mes después de haber aplicado nematicidas químicos. No se debe mezclar con productos fungicidas. Se puede aplicar en cualquier estadio en que la planta pueda estar afectada por enfermedades del suelo. Posee características como no tiene plazo de seguridad, no deja residuo se puede aplicar por goteo, en drench o el suelo al inicio de la aparición de los daños, para evitar una merma inicial en el sistema radicular de la planta, que luego pueda ser difícil de recuperar.

Con el uso de Nemaquill se regenera la biomasa del suelo, activando la microfauna. Su acción favorece el desarrollo del sistema radicular de la planta, ya que induce a la planta aumentar la resistencia frente al ataque de diferentes tipos de patógenos de suelo (en suelos cansados y mal estructurados) u otras enfermedades radiculares que puedan afectar a su crecimiento. Por concepto no se trata de un nematicida, sino de un estimulante del bulbo radicular que controla indirectamente las poblaciones de nemátodos porque actúa sobre el huevo del nemátodo.

La Dupont De Nemours Company (2009), cita que, Vidate L, es un producto sistémico y de contacto, de aplicación foliar y al suelo, para el control de insectos, nemátodos y ácaros, de clase carbamato, ingrediente activo Oxamyl (240 g de i.a./l); de acción sistémica completa con movimiento basipetálico, acropetálico dentro de la planta. El Oxamyl se mueve en mayor proporción hacia los puntos de crecimiento raíces y meristemas. Posee una amplia actividad sobre nemátodos endoparásitos; sus niveles de actividad son: 0,5-2 ppm = inhibición de alimentación, 2-5 ppm = ataxia (no movimiento), 5-10 ppm = ovicidal (muerte de huevos); posee también una actividad sobre insectos como: áfidos y chicharritas, chinches, trips, picudos y otros escarabajos (adultos), con un nivel de actividad de LC50 = 20-50 ppm y otras plagas como araña roja, arador o negrilla, con nivel de actividad LC50 = 50-100 ppm. La protección en la planta del Oxamyl en movimiento se da de tres maneras: foliar trans-laminar, sistémico en el suelo, hidrofílico y lipofílico. Promueve la producción de citoquininas las que a su vez promueven la división celular y el crecimiento radicular, efecto verde se incrementa la fotosíntesis. Los efectos observados en su modo de acción esta hiperactividad, incoordinación, convulsiones, parálisis, muerte; su compatibilidad con fertilizantes foliares, insecticidas, fungicidas, no mezclar con productos de reacción alcalina; aplicado con: pistola especializada, equipos aéreos o terrestres, tratamiento al suelo en drench previo a la siembra, inmersión; forma foliar dirigido al follaje, dirigido al pie de la planta, riego por goteo o troqueado con intervalos de aplicación generalmente a la siembra y repetir una aplicación a los 21-30 días con intervalo entre la última aplicación y cosecha de siete días con reingreso al área tratada cuando este seca la aplicación.

El mismo autor menciona que Vidate L, inactivan a nemátodos parásitos e inhiben su alimentación durante el tiempo de exposición al producto es rápidamente absorbido y acumulado a las raíces donde se protegen los factores de degradación para continuar su acción contra los nemátodos. Por esta característica después de su aplicación se puede encontrar alguna población de estos sin embargo las plantas crecen normalmente y desarrollan sistema radicular nuevo y sano porque están íntimamente protegidos ya que se acumula en las raíces nuevas para ser más efectivo.

### **2.2.2 Cultivo de papa**

### 2.2.2.1. Pedigrí (Genética)

La variedad I- Estela proviene de un cruzamiento entre la variedad Super chola con un híbrido entre yema de huevo (*S. phureja*) y la especie silvestre (*S. pausissectum*).

### 2.2.2.2. Características botánicas

Las plantas son de desarrollo rápido, cubre bien el terreno, vigorosa, de tamaño mediano, erguida, con tres tallos gruesos de color verde oscuro, con pigmentación morada bien distribuida y presencia de alas rectas. Las hojas son de color verde oscuro, abierto, diseccionado. Tres pares de folíolos laterales y un par de inter-hojuelas entre folíolos. El folíolo terminal es mediano, asimétrico, acorazonado. Los tallos son suculentos, robustos, de color verde intenso, con pigmentación morada bien distribuida. En la inserción de la hoja con el tallo posee un par de hojuelas llamadas seudostípulas que tienden a ser pequeñas. Las flores son de color lila y distribución del color blanco en banda; inflorescencia cimosa. La corola es de forma semi-estrellada, el cáliz es de color verde con pocas manchas púrpura. Las anteras y el pistilo no presentan pigmentación. El fruto es una baya, de forma globosa, de color verde intenso. La formación de bayas es moderada. Los tubérculos son de forma redonda, piel de color morada, pulpa de color amarillo claro. Ojos intermedios; su dormancia es de 60 días y de brotación múltiple.

### 2.2.2.3. Características de calidad

Materia seca %*	22,00
Azúcares totales %*	0,078
Azúcares reductores %*	0,027
Almidón %*	69,13
Gravedad específica g/cm <sup>3</sup> *	1,097
Proteína %*	10,15
Tiempo de cocción (minutos)	30
Color de papa cocida	Crema

Apta para consumo en fresco y poseen sabor agradable. Esta variedad tiene diferentes usos como papa cocida con y sin cáscara, puré, tortillas y sopas.

#### **2.2.2.4. Factores de producción**

El cultivo de papa debe realizarse en aquellos lugares que poseen buenas características de temperatura, precipitación, humedad, luminosidad, pH del suelo, textura, fertilidad del suelo y contenido de materia orgánica (Pumisacho y Sherwood, 2002). En general el cultivo de papa en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más del 45% de pendiente y en un rango de altitud de 2 400 a 3 800 msnm, en los pisos interandinos y subandinos. Una fracción importante se desarrolla en condiciones de subpáramo húmedo. Aunque el cultivo se halla en los valles bajos debido a la presión demográfica, la tendencia actual es un desplazamiento hacia el páramo, con el consiguiente deterioro ambiental y riesgo de heladas.

##### **2.2.2.4.1. Clima**

Según Fundagro (1991), el clima juega un papel importante en la producción de papa, extremos de altitud de cada zona determinan grandes variaciones ecológicas y climáticas. El área adecuada para el cultivo de papa es aquella cuya temperatura media anual está entre 6 y 14°C con una disponibilidad de lluvia de alrededor de 700 a 1 200 mm/año.

##### **2.2.2.4.2. Agua**

Mortaldo (1984), expresa que la disponibilidad de agua en el suelo, sea proveniente de riego o de lluvia, influye en los procesos de crecimiento, fotosíntesis y absorción de minerales por la planta de papa. Donde se practica el cultivo de papa de secano se encuentra una estrecha correlación entre la intensidad de la precipitación y el rendimiento final en tubérculo.

Una escasa precipitación produce bajos rendimientos y una alta precipitación muchas veces es dañina, especialmente si los suelos de cultivo no tienen mucho drenaje. El cultivo de papa responde bien al riego y su crecimiento es mejor cuando la humedad del suelo se mantiene cerca de la capacidad de campo, la falta de agua se manifiesta por clorosis y marchitamiento de las hojas. La presencia de humedad es dañina en el último periodo de desarrollo de los tubérculos, especialmente cuando ya



están formados, ocasionando nuevos crecimientos vegetativos de la planta, con su correspondiente depósito de almidón, lo que provoca tubérculos con hijos y rajaduras que disminuyen la calidad de éstos, también la formación de microclima con humedad relativa alrededor de la planta favorece al desarrollo de enfermedades fungosas, especialmente el tizón causado por *Phytophthora infestans* y la alternariosis, debida *Alternaria solani*.

#### **2.2.2.4.3. Suelo**

Egusquiza (2000), recomienda que, el suelo para el momento de la siembra debe estar adecuadamente preparado. En general las labores esenciales en la preparación del suelo para la siembra son: aradura, “barbecho”. Cruzada (aradura en sentido transversal de la primera pasada del arado). Mullimiento, “Desterronado” o gradeado (paso de la grada o rastra). Surcada (establecimientos de los surcos de la siembra).

Maroto (1983), expresa que la papa necesita suelos ligeros o semiligeros, siliceroarcillosos, ricos en humus con subsuelo profundo, soporta perfectamente pH ácidos del orden de 5,0-6,0.

#### **2.2.2.4.4. Nutrientes**

Parsons (1996), manifiesta que las papas requieren altos niveles de fertilidad del suelo para una buena producción. Una cosecha que tiene un rendimiento de 40 Tm/ha, extrae del suelo las siguientes cantidades de elementos esenciales: 139 kg de nitrógeno, 21 kg de fósforo, 165 kg de potasio, 8 kg de calcio, 15 kg de azufre, 15 kg de magnesio y cantidades mínimas de elementos menores.

La extracción total de fósforo es inferior a la de nitrógeno y potasio. Sin embargo, debido al alto grado de fijación del fósforo en los suelos del país, las cantidades de fertilizantes fosfatados aplicados al suelo en Ecuador son mayores a las de nitrógeno y potasio. La mayor demanda nutricional del cultivo de papa se presenta a partir de los 50 días, cuando inician la tuberización y crecimiento del follaje (Pumisacho y Sherwood, 2002).

#### **2.2.2.4.5. Variedades**

Las variedades cultivadas en el Ecuador tenemos: variedades mejoradas: Friepapa, Margarita, Esperanza, María, Rosita, Sta Isabel, Gabriela, Santa Catalina, Super chola. Variedades nativas: Uvilla, Yema de huevo, Chola, Bolona, Cecilia.

#### **2.2.2.5. Siembra**

##### **2.2.2.5.1. Época de siembra**

Sembrar dentro de los periodos de lluvias de la zona; tomar en consideración el ciclo biológico de la variedad de papa para cosechar se recomienda las épocas de siembra para la zona norte: de febrero a marzo y de septiembre a octubre; para la zona centro de octubre a noviembre y de febrero a marzo.

##### **2.2.2.5.2. Desinfección de la semilla**

Se recomienda tratar la semilla para que no se enferme o se pudra al entrar en contacto con el suelo, en medio tanque de agua pone el producto químico y mezclarlo bien, luego se pone los tubérculos de semilla de papa en canastos o sacos por el tiempo recomendado. Dejar escurrir bien la semilla antes de retirar del tanque y por último dejar secar la semilla a la sombra y está listo para la siembra. Se lo realiza con Vitavax Flo (Carboxin-Thiran).

##### **2.2.2.5.3. Preparación de los surcos**

La preparación de los surcos se realiza ya sea con maquinaria, yunta o azadón, esta labor depende de la extensión y topografía del terreno, la distancia de surco a surco depende de la variedad siendo de 0,90 a 1,60 m.

##### **2.2.2.5.4. Decontaminación de los surcos**

Cuando se utiliza productos granulados aplicar el desinfectante en chorro continuo al fondo del surco. Si son productos mojables aplicar con una

bomba de aspersión. Generalmente el agricultor utiliza Pentaclor (Quintoceno) más Carbofuran (Carbofuran), Dazomet (Basamid granulado).

#### **2.2.2.5.5. Fertilización**

El abono orgánico se debe aplicar a la preparación del suelo y la fertilización química se aplica en forma fraccionada, al fondo del surco en chorro continuo tapando con una fina capa de tierra para que no exista fitotoxicidad y en banda a unos 15 cm de la planta, se realizará de acuerdo a la recomendación del análisis químico del suelo.

#### **2.2.2.5.6. La siembra**

Según Punisacho y Sherwood (2009), se coloca la semilla a una distancia determinada; esta distancia varía según el fin, ya sea para consumo o producción de semilla; la distancia será mayor o igual a 40 y de 25 a 30 cm respectivamente. La profundidad de siembra depende de la humedad del suelo y del tamaño del tubérculo y brotes. Cuando hay humedad suficiente y brotes bien formados la semilla-tubérculo deben ser tapados con unos 5 cm de tierra en caso de ser la siembra en terrenos secos donde la humedad está más profunda, colocar la semilla en el fondo del surco y tapa con una capa de tierra de 8-12 cm. Se recomienda que una persona este al frente de la siembra para obtener una uniformidad entre planta y planta en todo el lote.

#### **2.2.2.6. Labores culturales**

El rascadillo consiste en aflojar superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad y lograr el control oportuno de malezas, El medio aporque se realiza en forma manual a los 45 a 50 días después de la siembra; al mismo tiempo se efectúa la fertilización complementaria; a los 60 días se procede al aporque del cultivo. El medio aporque. Estas labores ayudan a cubrir adecuadamente los estolones creando un ambiente propicio para la tuberización; asimismo, permite el control de malezas, proporciona sostén a la planta y facilita la cosecha.

#### **2.2.2.7. Plagas y enfermedades**

Muñoz y Cruz (1984), mencionan los siguientes agentes bióticos que producen daño al cultivo de papa.

#### **2.2.27.1. Plagas**

Nemátodo del quiste (*Heterodera pallida*), gusano blanco de la papa (*Prepnortyptes vorax* Hust), gusano negro trozador (*Agrotis ypsilon* Rott), Cutzo (*Barotheus*), Pulguilla (*Epritis* sp.), Trips (*Frankliniella*), gusano de la hoja o gusano Tungurahua (*Copitarsia* sp. Quat), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata* Malloch), saltones (*Empoasca* sp.), chinches de la hoja (*Proba sallei*) y (*Rhinacloa* sp.), pulgones (*Myzuz persicae*) y (*Macrosiphum euphorbiae*).

#### **2.2.27.2. Enfermedades**

Lanosa (*Rosellinia* sp.), Rizoctonia (*Rhizoctonia solani* Kuuh), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), Lancha (*Phytophthora infestans* Mont), Roya (*Puccinia pittieriana* Hern), Septoriosis (*Septoria lycopersici*), Lancha temprana (*Alternaria solani*), Mal blanco (*Sclerotinia sclerotium*), Mosaico leve Agente causal (VXP), Mosaico severo Agente causal (VYP), Mosaico Rugoso Interacción VXP y VYP, Enrollamiento Agente causal (VEHP), Pie negro (*Erwinia Carotovora*), Sarna común (*Streptomyces scabies* Thox).

#### **2.2.28. Cosecha**

Se realiza una vez que los tubérculos hayan alcanzado la madures comercial (tomado en consideración tamaño, forma y apariencia del tubérculo), la labor de cave o cosecha puede realizarse en forma manual, por medio de tracción animal o en forma mecanizada. En esta labor es necesario no dañar los tubérculos y realizar en época seca, para evitar consecuencias serias durante la selección y almacenamiento de los mismos.

Además de los anotado, el cultivo de papa se realiza bajo condiciones de clima, suelo y riego, generalmente muy cambiantes y en muchos casos marginales y adversos, como resultado de la decisión personal y hasta caprichosa del agricultor, quien no tiene una guía de zonificación de cultivos, peor a nivel de

variedades y luego una capacitación que le permita realizar sus siembras bajo parámetros técnicos. Por lo anotado, el cultivo de la papa tiene un promedio de producción y productividad más bajos. Es común saber que las papas han sufrido efectos de heladas, granizadas, sequías, ceniza volcánica, plagas, enfermedades, en general un cultivo de alto riego (<sup>1</sup>Fabara, 2010).

### **2.3. Hipótesis**

La utilización de un producto biológico reducirá la población sistemáticamente de nemátodos lo que se reflejará en el incremento de la productividad de la papa (*Solanum tuberosum*), cv. Estela.

-----  
<sup>1</sup>Fabara, J. 2010. Generalidades sobre el cultivo de papa en el centro del país. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. (Comunicación personal).

### **2.4. Variables de las hipótesis**

#### **2.4.1. Variable dependiente**

Población de nemátodos.

#### **2.4.2. Variable independiente**

Nematicidas, dosis y épocas.

### **2.5. Operacionalización de variables**

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

## **CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLES	CONCEPTOS	CATEGORIAS	INDICADORES	INDICES
Población de nemátodos	Plaga que afecta al desarrollo y rendimiento del cultivo. Los daños en los tejidos radiculares en especial en el xilema como producto de su alimentación disminuyen la capacidad de absorción y utilización del agua así como de nutrientes; acompañado a la interacción con microorganismos patógenos y su alta capacidad de reproducción y de mantenimiento de su fuente de inóculo por largo tiempo	Inventario de la población Cuantificación de la población Desarrollo, producción y rendimiento	Género de nemátodos Población inicial de nemátodos Población final de nemátodos Altura de planta. Ciclo de cultivo Rendimiento y clasificación	Especies Números cm días kg
Nematicidas, dosis y época de aplicación	Nematicidas químicos como de origen biológico actúan como controladores de las poblaciones de nemátodos causando hiperactividad, incoordinación, convulsiones, parálisis, parasitación, degradación y muerte; disminuyendo la población	Evaluación de los nematicidas	Nemaquill (Biológico) Vidate L (Químico) Dosis alta Dosis baja Cinco días antes de la siembra Cinco días antes de la siembra y al aporque.	cc Números Épocas

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Modalidad de la investigación**

El enfoque predominante fue cuantitativo. La modalidad es netamente experimental. En este trabajo se realizó una asociación de variables donde se probaron dos nematocidas, dos dosis y dos frecuencias de aplicación.

#### **3.2. Ubicación del ensayo**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Jesús Rosero, ubicada en el caserío Puñachizag, parroquia La Matriz del cantón Quero, provincia de Tungurahua; cuyas coordenadas geográficas obtenidas según el Sistema de Posicionamiento Global (GP.S Tritón 500), son 01° 24' 34" de latitud Sur y 78° 34' 35" de longitud Oeste (Unidades métricas terrestres 17769691 E, 9844058 N). Se encuentra a la altitud de 3 309 msnm y a 2,9 km al Suroeste del cantón Quero.

#### **3.3. Caracterización del lugar**

##### **3.3.1. Condiciones climáticas**

La ubicación del ensayo está dentro del área de influencia de la estación meteorológica de primer orden de la Granja Experimental Docente Querochaca, el clima en general del área está clasificado como templado frío semi-seco y sin estación invernal bien definida. En la parte alta las precipitaciones son de mayor intensidad que en las partes bajas y su cuantía ocurre generalmente en los meses de mayo y septiembre, con presentaciones ocasionales de adelanto o atraso en algunos años.

Para esta localidad se registran los siguientes valores promedios según los anuarios meteorológicos de 2004 a 2008:

Temperatura media anual:	13,4°C
--------------------------	--------

Temperatura máxima anual:		18,7°C
Temperatura mínima anual:		7,8°C
Precipitación media anual:		642,2 mm
Humedad relativa:		77%
Nubosidad en octavos:	7	
Visibilidad:		14 km
Viento:		
Frecuencia:		Este
Velocidad:		2,8 m/seg

### 3.3.2 Suelo

Según el mapa general de suelos del Ecuador (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, 1986), los suelos de esta zona están clasificados como Typic Vitrandepts que se caracterizan por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica, con un relieve plano ondulado, profundos (1,50 m).

El tipo de suelo predominante en la sierra es de origen volcánico, con alto contenido de aluminio volcánico activo, extractable con oxalato ácido de amonio. El suelo denominado negro andino se ha desarrollado de ceniza volcánica fina que forma un complejo químico entre la materia orgánica y los minerales. Este tipo de suelo es comúnmente profundo en el país y rico en materia orgánica, posee una alta capacidad de retención de agua, alta estabilidad estructural, baja densidad aparente, deshidratación reversible, buena permeabilidad, y es de consistencia untuosa. Por ello, los suelos negros andinos son muy aptos para el cultivo de papa; sin embargo, debido a la presencia de alofano y por el complejo aluminio-humus estos suelos tienen alto poder de fijación de fósforo, como resultado el Ecuador es uno de los países que más utiliza fertilizantes fosforados (Pumisacho y Scherwood, 2005).

De acuerdo al análisis de suelo correspondiente al lote donde se efectuó el ensayo, realizado en la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, posee pH extracto suelo:agua 1:2,5 con un valor de 6,3 en un nivel ligeramente ácido, su conductividad eléctrica extracto suelo:agua 1:2,5 con un valor de 68 us/cm en un nivel no salino, su textura es de clase franco arenoso con valores de 68% de arena, 23% de limo y 9% de arcilla. Lo referente a la fertilidad un nivel medio de materia orgánica con un contenido de 4,07%, nitrógeno total con un valor de 0,20% en un nivel medio; fósforo, potasio, cobre y hierro con valores que representan niveles



altos; magnesio, manganeso y zinc con valores que representan niveles medios; la relación Ca/Mg con un valor de 16,69 meq/100 g que representa un nivel alto, en la relación Mg/K con un valor de 0,67 meq/100 g en un nivel bajo y en la relación existente entre Ca+Mg/K valor que representa un nivel cero. De lo cual podemos concluir un moderado nivel de CIC y fertilidad.

### **3.3.3. Agua**

La precipitación durante el ciclo del cultivo fue de 251,9 mm, por lo que fue necesario la construcción de un reservorio para el almacenamiento del agua potable y de lluvia. El sector no cuenta con agua de riego y la única fuente de agua es la lluvia, por esta razón los cultivos se los realiza en determinadas épocas del año, específicamente, en los meses de octubre a diciembre y de febrero a mayo, dependiendo de la prolongación de las sequías o del adelanto de las lluvias.

### **3.3.4. Ecología**

De acuerdo a la clasificación ecológica Holdridge (1979), el sector donde se asienta la zona ecológica del ensayo pertenece a la formación bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) en transición con bosque seco Montano Bajo (bs-MB). Piso subandino ubicado entre 3200 y 3600 msnm. Una buena adaptación de raíces y de tubérculos . Es una zona con menor riesgo de pérdidas por problemas climáticos, debido a la elevada radiación solar, la producción potencial es alta y constante por lo que es una zona de producción vegetal.

Región Húmedo Subtemperado (Subpáramo húmedo). Las características climáticas se extienden en sentido altitudinal de los 3000 a los 4000 msnm, registrándose una temperatura entre 6-12°C y recibe precipitaciones superiores a 500 mm pero inferiores a 1000 mm, La distribución de las lluvias tiene un carácter Zenital, pero llueve a través de todo el año, aunque llueve en forma moderada en los meses de Julio y Agosto.

## **3.4. Factores en estudio**

### **3.4.1. Nematicidas**

Nemaquill (Biológico)	<b>N1</b>
Vidate L (Químico)	<b>N2</b>

### **3.4.2. Dosis**

3,75 cc/l	<b>D1</b>
6,25 cc/l	<b>D2</b>

### **3.4.3. Épocas de aplicación**

Cinco días antes de la siembra	<b>E1</b>
Cinco días antes de la siembra y al aporque	<b>E2</b>

### **3.4.4. Testigo**

El tratamiento testigo no recibió aplicación de nematicidas.

## **3.5. Diseño experimental**

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de  $2 \times 2 \times 2 + 1$  con tres repeticiones.

## **3.6. Tratamientos**

Los tratamientos fueron ocho que recibieron aplicación de nematicidas y un testigo, como consta en el cuadro 2.

## **CUADRO 2. TRATAMIENTOS**

No.	Símbolo	Nematicidas	Dosis (cc/l)	Épocas de aplicación
1	N1D1E1	Nemaquill	3,75	Cinco días antes de la siembra
2	N1D1E2	Nemaquill	3,75	Cinco días antes de la siembra y al aporque
3	N1D2E1	Nemaquill	6,25	Cinco días antes de la siembra
4	N1D2E2	Nemaquill	6,25	Cinco días antes de la siembra y al aporque
5	N2D1E1	Vidate L	3,75	Cinco días antes de la siembra
6	N2D1E2	Vidate L	3,75	Cinco días antes de la siembra y al aporque
7	N2D2E1	Vidate L	6,25	Cinco días antes de la siembra
8	N2D2E2	Vidate L	6,25	Cinco días antes de la siembra y al aporque
9	T			

### 3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5% para diferenciar entre tratamientos e interacciones y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para los factores en estudio.

El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al (1988).

## 3.7. Características del ensayo

### 3.7.1. Diseño de campo

Numero de parcelas:	27
Ancho de parcela:	2,40 m
Largo de la parcela:	7,20 m
Número surcos por parcela:	9,0
Plantas por surco:	6,0
Ancho de caminos entre parcelas:	0,70 m
Ancho de caminos entre bloques:	1,20 m
Número de bloques:	3
Área total del ensayo:	652,32 m <sup>2</sup>
Área por bloques:	155,52 m <sup>2</sup>
Área de parcelas:	17,28 m <sup>2</sup>
Área de caminos:	185,76 m <sup>2</sup>

### 3.7.2. Esquema de campo

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
N1D2E2	N1D2E1	N1D2E1
N2D1E1	N1D2E1	T
N1D1E1	N1D2E1	N1D2E1
N1D2E1	N1D2E1	N1D2E1
N2D2E1	N1D2E1	N1D2E1
N2D2E2	T	N1D2E1
T	N1D2E1	N1D2E1
N1D1E2	N1D2E1	N1D2E1
N2D1E2	N1D2E1	N1D2E1

### 3.8. Datos tomados

#### 3.8.1. Género de nemátodos presentes en el suelo

Se realizó un inventario de los nemátodos presentes en el suelo y los que atacan al cultivo de papa. Estos resultados se obtuvieron a partir de muestras enviadas al laboratorio para la determinación del género de nemátodos.

#### 3.8.2. Población inicial de nemátodos

De muestras recolectadas y homogeneizadas de cada uno de los tratamientos, se determinó mediante análisis de laboratorio, el número inicial de nematodos en el ensayo. El método utilizado fue Elutriador de Oostenbrink más filtro de algodón para filiformes. Embudo de Femwik más flotación en acetona para *Globodera pallida*.

#### 3.8.3. Altura planta

La altura de la planta se registró a los 60 y 90 días después de la siembra, con el uso de un flexómetro, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice del tallo más alto, de 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

#### **3.8.4. Días a la cosecha**

Se determinaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando los tubérculos alcanzaron su madurez comercial de acuerdo al ciclo del cultivo, cuando el follaje cambió de color y se ha secado, además cuando el tubérculo no desprenda su pie al frotar con las manos, en cada uno de los tratamientos.

#### **3.8.5. Rendimiento total y categorización**

El rendimiento se obtuvo mediante el peso del total de tubérculos cosechados de cada tratamiento, expresando los valores en kilogramos por tratamiento. La clasificación por categorías se efectuó siguiendo la escala utilizada por el INIAP, de la siguiente manera: papa comercial de primera categoría (tubérculos mayores a 60 g), papa comercial de segunda categoría (tubérculos entre 30 y 60 g) y de tercera categoría (tubérculos menores a 30 g).

#### **3.8.6. Población final de nemátodos**

Luego de la cosecha, de muestras de suelo de cada uno de los tratamientos, se determinó mediante análisis de laboratorio la población final de nematodos, del género *Globodera pallida*.

### **3.9. Manejo de la investigación**

#### **3.9.1. Toma de muestras de suelo**

Previamente a la siembra se recolectó una muestra de suelo, cubriendo toda el área del lugar del ensayo, la cual fue enviada al laboratorio de Suelos, Aguas y Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, para su correspondiente análisis químico. Los resultados se indican en el anexo 1.

#### **3.9.2. Toma de muestras para análisis nematológico inicial**

Se tomaron con la ayuda de un barreno lavado y desinfectado submuestras de cada uno de los tratamientos y repeticiones, para luego homogenizar completamente las submuestras y obtener dos muestras de una libra de suelo cada una, las mismas que se recolectaron a la profundidad de 0 a 25 cm, colocándolas en fundas de polietileno identificadas con el nombre del productor, cultivo, lugar y área de muestreo, las que se enviaron al Departamento Nacional de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para su respectivo análisis de filiformes y *Globodera pallida*. El anexo 2 muestra los resultados.

### **3.9.3. Preparación y trazado de parcelas**

La preparación del suelo fue realizada de forma mecánica mediante una arada, con la incorporación de abono orgánico (gallinaza en cantidad de 10 sacas en el área del ensayo) es decir 16,8 kg/tratamiento y con una rastrada para desmenuzar los terrones existentes en el suelo; luego se trazaron las parcelas, según las dimensiones señaladas, utilizando piola, flexómetro y estacas, para finalmente construir los surcos en forma manual donde se recolectó los materiales extraños (malezas, piedras, plásticos, etc); materiales no biodegradables o extraños al suelo.

### **3.9.4. Desinfección de semilla y decontaminación del suelo**

En la desinfección de los tubérculos semilla y suelo se utilizó Folpan (Folped); para tubérculos se preparó una dosis de 150 g/100 l de agua en un tanque plástico y sumergimos los tubérculos durante dos minutos, dejamos que se escurra el producto antes de sacarlo del tanque y se dejó secar bajo sombra; y, para el suelo se aplicaron 150 g/100 l de agua con la utilización de una bomba de aspersión.

### **3.9.5. Siembra**

Se efectuó a golpe, depositando un tubérculo semilla por hoyo, del cv. Estela; a las distancias de 0,40 m entre planta y 0,80 m entre surcos, utilizando tubérculos de 60 g promedio, con brotación múltiple y bien formados, obteniendo una densidad de 3,12 tubérculos/m<sup>2</sup> colocados a 10 cm de profundidad.

Para facilitar los trabajos culturales posteriores es importante que la semilla quede justo ubicada en el centro de los surcos, lo que asegura un cultivo

homogéneo y una mayor calidad.

### **3.9.6. Labores culturales**

Son actividades que se realizan luego que los tubérculos han emergido, las principales prácticas culturales asociadas al manejo agronómico se detallan a continuación:

Se realizó el rascadillo o deshierba a los 30 días de la siembra, cuando las plantas tenían de 10 a 15 cm de altura, logrando un control oportuno de malezas y permitiendo que el suelo se airee; el medio aporque se efectuó en forma manual a los 45 días después de la siembra y a los 60 días se procedió al aporque del cultivo, con los propósitos de incorporar una capa de suelo a fin de cubrir los estolones en forma adecuada ayudando a crear un ambiente propicio para la tuberización, además de controlar las malezas, dotar de sostén a la planta y facilitar la cosecha.

### **3.9.7. Fertilización al suelo**

La fertilización se realizó de acuerdo a las recomendaciones del análisis químico del suelo. Luego del rascadillo o deshierbe se incorporó la totalidad del fósforo (1 550 g/tratamiento) y el 50% de nitrógeno (315 g/tratamiento), el restante 50% de nitrógeno se incorporó a los 60 días de la siembra. Se utilizaron como fuentes superfosfato triple y urea.

### **3.9.8. Fertilización foliar**

Es recomendable como complemento de la fertilización al suelo para corregir deficiencias de micronutrientes y para promover la recuperación de la planta afectada por condiciones bióticas o abióticas adversas.

En la fertilización foliar se utilizaron Bioamin G, aplicada a los 30 días en dosis de 1 l/100 l de agua. Evergreen aplicado a los 60 días en dosis de 250 cc/100 l de agua y Kristalon aplicado a los 100 días en dosis de 250 cc/100 l de agua.

### 3.9.9. Aplicación de nematicidas

La aplicación de los nematicidas en las dosis propuestas se realizó de la siguiente manera: la primera aplicación se efectuó cinco días antes de la siembra y la segunda aplicación en época de aporque (60 días de la siembra), aplicadas en forma de drench. Las dosis de los nematicidas se aplicaron en cuatro litros de agua por tratamiento, con la finalidad que el nematicida se profundice a 25 cm. Se añadió agua de riego para cubrir la lámina de agua bajo los siguientes parámetros de un suelo de textura franco arenoso:

$$Ln = \frac{CC-Pmp}{100} \times \frac{Da}{Dw} \times H \quad Ln = \frac{14-6}{100} \times \frac{1,50}{1,00} \times 25 \text{ cm} = 3,00 \text{ cm}$$

$$30 \text{ mm} \times 17,28 \text{ m}^2 = 518,4 \text{ l/tratamiento}$$

Volumen aplicado por riego gravitacional por surcos

### 3.9.10. Riegos

Un cultivo de papa localizado a 3 000 msnm necesita entre 600 y 700 mm distribuidos en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. LA etapa crítica, durante la cual no debe faltar agua corresponde al período de floración-tuberización.

Durante el ciclo del cultivo la precipitación fue de 251,9 mm, entre los meses de Mayo 15 a Octubre 24 del 2009; las diferencias de las necesidades hídricas se completaron con riegos gravitacionales cada 15 días.

### 3.9.11. Controles fitosanitarios

Se realizaron tres aplicaciones durante el desarrollo del ensayo. La primera aplicación fitosanitaria se realizó a los 30 días de la siembra, para prevenir el ataque de patógenos utilizando Antracol 70 PM (Propineb) (120 g/100 l), Cosan (Azufre) (125 g/l), Regento 200 SC (Fipronil) (200 cc/100 l) y Agral (100 cc/100 l) como coadyuvante. La segunda aplicación preventiva se efectuó a los 65 días utilizando Thalonex 720 F (Clorotalonil) (200 cc/100 l), Decis 2,5 CE (Deltametrina) (100 cc/100 l) y Agral (100 cc/100 l) y la tercera aplicación a los 100 días utilizando Metadel 80%



PM (Mancozeb) (150 g/100 l) como preventivo, Alto 100 SI (Cyproconazol) (90 cc/100 l) para controlar Roya (*Puccinia pittieriana*), Lorsban 4 E (Clorpirifos) 150 cc/100 l y Agral 100 cc/100 l.

### **3.9.12. Cosecha selección y clasificación**

La cosecha se realizó cuando los tubérculos alcanzaron la madurez comercial; cuando la planta presentó un cambio en el follaje de verde intenso a un color café (muerte de la planta) y cuando al frotar la piel del tubérculo, ésta no se desprendió; clasificándolo de acuerdo a las escalas del INIAP, utilizando zarandas.

### **3.9.13. Toma de muestras para análisis nematológico final**

Luego de la cosecha, con la ayuda de un barreno desinfectado, se recolectaron submuestras de suelo, de manera sistemática de todos los tratamientos en forma individual (una libra de suelo para cada muestra), a una profundidad entre 0 a 25 cm, colocándolas en fundas de polietileno identificadas con el nombre del productor, cultivo y edad, lugar, UTM (Unidades Métricas Terrestres) y se envió al Laboratorio Nematológico del Norte, para su análisis. El anexo 3 muestra los resultados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados, análisis estadístico y discusión

##### 4.1.1. Género de nemátodos presentes en el suelo

Del análisis de laboratorio efectuado al inicio del ensayo, se determinó que, en el suelo del lugar de la investigación se identificaron tres géneros de nemátodos: *Globodera pallida* (60 larvas en 100 cc de suelo), conocida como el nemátodo del quiste de papa, cuyo población es alta, por lo que se establece que el lote no es apto para producción de tubérculo semilla de la categoría certificada. El índice de población tolerable de este nemátodo para esta categoría es menor a cinco huevos o larvas J2 por 1 cc de suelo, lo que justifica la aplicación de los nematicidas para el control de poblaciones de nemátodos que causan daños al cultivo.

Por otro lado, el análisis de laboratorio cita que, se desconoce el umbral de daño de éste nemátodo para la variedad de papa Estela. Por el nivel de población del nemátodo encontrado en las muestras, se estima que el rendimiento de esta variedad sería afectado.

Otro género de nemátodos identificado fue *Pratylenchus sp.* (20 larvas en 100 cc de suelo), que no representa peligro para los cultivos de papa y la población de nemátodos saprófitos corresponde a nematofauna benéfica involucrada en la descomposición de la materia orgánica.

##### 4.1.2. Población inicial de nemátodos

Mediante el análisis de laboratorio efectuado previo a la siembra, de muestras de suelo para determinar la población inicial de nemátodos que causan daño al cultivo de papa (*Globodera pallida*), se reportó que, por cada centímetro cúbico de suelo se encontraron 31 huevos y larvas, cuyo nivel es alto, por lo que el grado de infestación es importante, lo que asegura la medición de la acción nematicida de los

productos utilizados para el ensayo, permitiendo esto efectuar comparaciones con la población final de los nemátodos al final del ensayo (luego de la cosecha).

#### 4.1.3. Altura de planta a los 60 y 90 días

Los valores correspondientes al crecimiento en altura de planta a los 60 y 90 días de la siembra, para cada tratamiento, se reportan en los anexos 4 y 5, respectivamente, con alturas que van desde 18 cm hasta 33,28 cm, promedio general de 26,60 cm a los 60 días y desde 63,10 cm hasta 86,40 cm, promedio de 77,28 cm a los 90 días. El análisis de variancia para las dos lecturas (cuadro 3), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor nematocidas fue significativo a nivel del 5% a los 60 días y a nivel del 1% a los 90 días. Las dosis de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, así como las épocas de aplicación, a este mismo nivel. La interacción nematocidas por dosis fue significativa a nivel del 1% a los 90 días, como también la interacción nematocidas por épocas de aplicación a nivel del 5%. La interacción dosis por épocas de aplicación reportó significación a nivel del 1% a los 60 días. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel de 1%; mientras que, los coeficientes de variación fueron de 3,95% y 0,93%, para cada lectura, en su orden.

**CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS**

Fuente de variación	Grados de Libertad	A los 60 días		A los 90 días	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	1,232	1,11 ns	3,683	7,18 *
Tratamientos	8	36,228	32,75 **	106,193	207,00 **
Nematocidas (N)	1	5,940	5,37 *	26,250	51,17 **
Dosis (D)	1	46,482	42,02 **	26,250	51,17 **
N x D	1	2,356	2,13 ns	10,0100	19,51 **
Épocas (E)	1	106,597	96,38 **	364,670	710,86 **
N x E	1	1,612	1,46 ns	2,870	5,59 *
D x E	1	14,602	13,20 **	1,984	3,87 ns
N x D x E	1	0,004	0,01 ns	0,120	0,23 ns
Testigo. versus resto	1	112,234	101,47 **	517,391	1 008,54 **
Error experimental	16	1,106		0,513	
Total	26				

Coef. de var. (%) =

3,95%

0,93%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del crecimiento en altura de planta a los 60 y 90 días de la siembra, se establecieron cinco rangos de significación en las dos lecturas (cuadro 4). El crecimiento de las plantas fue mayor en el tratamiento N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con la mayor altura de planta de 32,66 cm a los 60 días y 84,90 cm a los 90 días, al ubicarse estos valores en el primer rango. Seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores, en tanto que, las plantas del testigo experimentaron la menor altura de planta, al ubicarse en el último lugar y rango, los promedios de 20,84 cm y 64,90 cm, para cada lectura, en su orden.

**CUADRO 4. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS**

Tratamientos		Promedios (cm) y rangos			
No.	Símbolo	A los 60 días		A los 90 días	
4	N1D2E2	32,66	a	84,90	a
8	N2D2E2	30,55	ab	82,07	b
2	N1D1E2	27,72	bc	80,80	b
6	N2D1E2	26,80	cd	80,83	b
3	N1D2E1	26,39	cd	78,23	c
7	N2D2E1	25,26	cd	74,30	d
5	N2D1E1	24,69	cd	73,93	d
1	N1D1E1	24,52	d	75,57	d
9	T	20,84	e	64,90	e

Examinando el factor nematocidas, mediante la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el crecimiento en altura de planta a los 60 y 90 días, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 5). El mayor crecimiento en altura se produjo en los tratamientos que recibieron aplicación de Nemaquill (N1), con promedio de 27,82 cm a los 60 días y 79,88 cm a los 90 días, ubicados en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de Vidate L (N2), experimentaron menor crecimiento en altura de planta, al ubicarse en el segundo rango los promedios de 26,83 cm a los 60 días y 77,78 cm a los 90 días.

En relación al factor dosis de aplicación, la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el crecimiento en altura de planta a los 60 y 90 días, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro

6). Mayor crecimiento en altura se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos nematocidas en la dosis alta de 6,25 cc/l (D2), con

**CUADRO 5. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATOCIDAS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS**

Nematocidas	Promedios (cm) y rangos			
	A los 60 días		A los 90 días	
Nemaquill (Biológico) N1	27,82	a	79,88	a
Vidate L.(Químico) N2	26,83	b	77,78	b

promedio de 28,72 cm a los 60 días y 79,88 cm a los 90 días, al ubicarse en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de productos en la dosis baja de 3,75 cc/l (D1), reportaron menor crecimiento en altura de planta, con promedios de 25,93 cm a los 60 días y 77,78 cm a los 90 días, ubicados en el segundo rango en la prueba.

**CUADRO 6. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS**

Dosis	Promedios (cm) y rangos			
	A los 60 días		A los 90 días	
6,25 cc/l D2	28,72	a	79,88	a
3,75 cc/l D1	25,93	b	77,78	b

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5%, para la interacción nematocidas por dosis, en el crecimiento en altura de planta a los 90 días, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 7). Mayor crecimiento en altura se observó en los tratamientos de la interacción N1D2 (Nemaquill 6,25 cc/l), con promedio de 81,57 cm, al ubicarse este valor en el primer rango. El resto de interacciones compartieron el segundo rango, ubicándose en el último lugar, con el menor crecimiento en altura de planta ; la interacción N2D1 (Vidate L, 3,75 cc/l), con promedio de 77,38 cm.

Con respecto a las épocas de aplicación, mediante la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el crecimiento en altura

**CUADRO 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATICIDAS POR DOSIS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

NxD	Promedio (cm)	Rango
N1D2	81,57	a
N1D1	78,18	b
N2D2	78,18	b
N2D1	77,38	b

de planta a los 60 y 90 días, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 8). El mayor crecimiento en altura de planta se registró en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del trasplante (E2), con promedio de 29,43 cm a los 60 días y 25,44 cm a los 90 días, ubicados estos valores en el primer rango; en tanto que, los tratamientos que recibieron aplicación de productos únicamente cinco días antes de la siembra (E1), reportaron menor crecimiento en altura de planta, con promedios de 25,22 cm a los 60 días y 75,51 cm a los 90 días, ubicados en el segundo rango.

**CUADRO 8. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 Y 90 DÍAS**

Épocas	Promedios (cm) y rangos			
	A los 60 días		A los 90 días	
E2	29,43	a	82,15	a
E1	25,22	b	75,51	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5%, para la interacción nematicidas por épocas de aplicación, en la evaluación de la altura de planta a los 90 días, se registraron cuatro rangos de significación bien definidos (cuadro 9). La altura de planta fue mayor en los tratamientos de la interacción N1E2 (Nemaquill, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 82,85 cm, ubicado este valor en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, detectándose

en el último lugar, con el menor crecimiento en altura de planta ; la interacción N2E1 (Vidate L, cinco días antes de la siembra), con promedio de 74,12 cm.

**CUADRO 9. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATICIDAS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS**

N x E	Promedio (cm)	Rango
N1E2	82,85	a
N2E2	81,45	b
N1E1	76,90	c
N2E1	74,12	d

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, para la interacción dosis por épocas de aplicación, en la evaluación de la altura de planta a los 60 días, se establecieron tres rangos de significación bien definidos (cuadro 10). La altura de planta fue mayor en los tratamientos de la interacción D2E2 (6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 31,60 cm, ubicado en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos inferiores, detectándose en el tercer rango y último lugar, con el menor crecimiento en altura de planta ; la interacción D1E1 (3,75 cc/l, cinco días antes de la siembra), con promedio de 24,60 cm.

**CUADRO 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS**

D x E	Promedio (cm)	Rango
D2E2	31,60	a
D1E2	27,26	b
D2E1	25,83	bc
D1E1	24,60	c

Los resultados obtenidos permiten deducir que, la aplicación de nematicidas para el control de *Globodera pallida* en el cultivo de papa cv. Estela, beneficiaron el crecimiento de las plantas, por cuanto, en general, los tratamientos que recibieron aplicación, reportaron mejores resultados que el testigo, al cual no se aplicó. En este sentido, las plantas que se desarrollaron con aplicación de Nemaquill (N1),

reportaron el mejor crecimiento, superando en promedio 0,99 cm a los 60 días y 2,10 cm a los 90 días, que las plantas de los tratamientos de Vidate L. Así mismo, con la dosis alta de los nematicidas (6,25 cc/l) (D2), se consiguió el mejor crecimiento, incrementándose en promedio de 2,79 cm a los 60 días y 2,10 cm a los 90 días, que los tratamientos de la dosis baja (D1); y, aplicando los nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), se alcanzaron los mejores resultados, superando la altura en promedio de 4,21 cm a los 60 días y 6,64 cm a los 90 días, a lo observado en los tratamientos de la época (E1), lo que permite deducir que, la utilización de Nemaquill, aplicado en la dosis de 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al momento del aporque, es el tratamiento que mejor controla las poblaciones de nemátodos en el cultivo, consecuentemente el crecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor, corroborando lo manifestado por Rodríguez *et al* (1997), que los nemátodos provocan deformaciones y reducción del sistema radicular, ocasionando una deficiencia en la traslocación normal del agua y nutrientes por obstaculación mecánica y como consecuencia de ello la típica marchites de las plantas infectadas, lo que no sucedió en el cultivo, especialmente con la aplicación de Nemaquill.

#### **4.1.4. Días a la cosecha**

Los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha de los tubérculos, para cada tratamiento, se indican en el anexo 6, con valores que fluctuaron entre 146,00 días y 165,00 días, promedio general de 155,41 días. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 11), se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor nematicidas fue significativo a nivel del 1%, como también el factor dosis de aplicación y las épocas de aplicación, a este mismo nivel. La interacción nematicidas por dosis reportó significación a nivel del 1%, al igual que la interacción dosis por épocas de aplicación; en tanto que, la interacción nematicidas por dosis por épocas de aplicación fue significativa a nivel del 5%. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel de 1% y el coeficiente de variación fue de 0,48%.

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en los días a la cosecha de los tubérculos, se establecieron seis rangos de significación (cuadro 12). El tratamiento más precoz a la cosecha fue N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l,



cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 146,67 días, ubicado en el primer rango, seguido de varios tratamientos que se ubicaron en rangos

**CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Nivel de significación
Repeticiones	2	7,185	3,593	6,52	*
Tratamientos	8	624,519	78,065	141,69	**
Nematicidas (N)	1	12,042	21,295	38,65	**
Dosis (D)	1	198,375	350,811	636,68	**
N x D	1	15,042	26,600	48,27	**
Épocas (E)	1	40,042	70,811	128,51	**
N x E	1	1,042	1,842	3,34	ns
D x E	1	45,375	80,242	145,63	**
N x D x E	1	2,042	3,611	6,55	*
Testigo. versus resto	1	310,560	310,560	563,71	**
Error experimental	16	8,815	0,551		
Total	26	640,519			

Coef. de var. 0,48%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

inferiores; en tanto que, el testigo fue el tratamiento más tardío a la cosecha, con promedio de 165,00 días, al ubicarse en el sexto rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 12. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
4	N1D2E2	146,67	a
8	N2D2E2	150,67	b
3	N1D2E1	153,00	c
7	N2D2E1	155,00	cd
1	N1D1E1	157,00	de
5	N2D1E1	157,00	de
6	N2D1E2	157,00	de
2	N1D1E2	157,33	e
9	T	165,00	f

Para el factor nematicidas, aplicando la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para los días a la cosecha, se establecieron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 13). Los tratamientos más precoces a la cosecha fueron los que recibieron aplicación de Nemaquill (N1), con promedio de

153,50 días, ubicado en el primer rango. Los tratamientos que recibieron aplicación de Vidate L (N2), por su parte, fueron más tardíos a la cosecha de los tubérculos, con promedio de 154,92 días, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 13. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATICIDAS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

Nematicidas		Promedio	Rango
Nemaquill (Biológico)	N1	153,50	a
Vidate L (Químico)	N2	154,92	b

Con respecto al factor dosis de aplicación, mediante la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para los días transcurridos a la cosecha, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 14). Mayor precocidad a la cosecha se observó en los tratamientos con aplicación de la dosis alta de los productos nematicidas (6,25 cc/l) (D2), con promedio de 151,33 días, ubicado en el primer rango. Los tratamientos que recibieron aplicación de productos en la dosis baja (3,75 cc/l) (D1), por su parte, fueron más tardíos a la cosecha de los tubérculos, con promedio de 157,08 días, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 14. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

Dosis	Promedio	Rango
6,25 cc/l D2	151,33,	a
3,75 cc/l D1	157,08,	b

Según la prueba de significación de Tukey al 5%, para la interacción nematicidas por dosis, en los días a la cosecha de los tubérculos, existieron tres rangos de significación bien definidos (cuadro 15). Los tratamientos de la interacción N1D2 (Nemaquill, 6,25 cc/l), fueron más precoces a la cosecha, con promedio de 149,83 días, al ubicarse en el primer rango. El resto de interacciones se ubicaron en rangos

inferiores, encontrando en el último lugar, a los tratamientos de la interacción N1D1 (Nemaquill, 3,75 cc/l), con promedio de 157,17 días, siendo la más tardía a la cosecha.

**CUADRO 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATICIDAS POR DOSIS EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

<b>NxD</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
N1D2	149,83	a
N2D2	152,83	b
N2D1	157,00	c
N1D1	157,17	c

En cuanto al factor épocas de aplicación, según la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para los días transcurridos a la cosecha, se apreciaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 16). Mayor precocidad a la cosecha se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos nematocidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), con promedio de 152,92 días, ubicado en el primer rango. Los tratamientos que recibieron aplicación de productos únicamente cinco días antes de la siembra (E1), por su parte, fueron más tardíos a la cosecha de los tubérculos, con promedio de 155,50 días, ubicado en el segundo rango en la prueba.

**CUADRO 16. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

<b>Épocas</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
E2	152,92	a
E1	155,50,	b

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, para la interacción dosis por épocas de aplicación, en los días a la cosecha, se detectaron tres rangos de significación bien definidos (cuadro 17). Mayor precocidad a la cosecha experimentaron los tratamientos de la interacción D2E2 (6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 148,67 días, al ubicarse en el primer rango;

seguido del resto de interacciones que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que, los tratamientos de la interacción D1E2 (3,75 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 157,17 días, fueron los más tardíos a la cosecha, ubicando en el tercer rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN DOSIS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

<b>D x E</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
D2E2	148,67	a
D2E1	154,00	b
D1E1	157,00	c
D1E2	157,17	c

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para la interacción nematocidas por dosis por épocas de aplicación, en los días a la cosecha de los tubérculos, se establecieron cinco rangos de significación (cuadro 18). La interacción más precoz a la cosecha fue N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 146,67 días, ubicado en el primer rango, seguido de varias interacciones que se ubicaron en rangos inferiores; en tanto que, la interacción N1D1E2 (Nemaquill, 3,75 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), fue el más tardío a la cosecha, con promedio de 157,33 días, al ubicarse en el quinto rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATOCIDAS POR DOSIS POR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE DÍAS A LA COSECHA**

<b>N x D x E</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
N1D2E2	146,67	a
N2D2E2	150,67	b
N1D2E1	153,00	c
N2D2E1	155,00	cd
N1D1E1	157,00	de
N2D1E1	157,00	de
N2D1E2	157,00	de
N1D1E2	157,33	e

De la evaluación estadística de los días transcurridos desde la siembra

hasta la cosecha de los tubérculos, se puede afirmar que, con la aplicación de los nematicidas, el cultivo se benefició, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron mejores resultados que el testigo, al cual no se aplicó. Las plantas que se desarrollaron con Nemaquill (N1), reportaron menor número de días a la cosecha, acortando en promedio de 1,42 días, que las plantas de los tratamientos de Vidate L. Así mismo, con la aplicación de la dosis alta de los nematicidas (6,25 cc/l) (D2), se acortaron los días a la cosecha en promedio de 5,75 días, que los tratamientos de la dosis baja (D1); y, aplicando los nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), se alcanzaron los mejores resultados, menorando los días en promedio de 2,58 días, que lo observado en los tratamientos de la época (E1), lo que permite inferir que, utilizar Nemaquill, en la dosis de 6,25 cc/l, aplicando cinco días antes de la siembra y al momento del aporque, es el tratamiento apropiado para un mejor control de las poblaciones de nemátodos, consecuentemente el crecimiento y desarrollo de las plantas es mejor, consiguiéndose acortar los días a la cosecha. Es posible que haya ocurrido lo manifestado por Revelo (2003), que, el cultivo de papa en los países de la zona andina se encuentra afectado por el nemátodo del quiste de la papa *Globodera pallida*. Las aplicaciones de los productos nematológicos se realizarán en dos ocasiones en cultivos con ciclos superiores a los cinco meses, como lo efectuado en el presente ensayo, lo que menoró considerablemente las poblaciones de nemátodos en el cultivo.

#### **4.1.5. Rendimiento**

En el anexo 7, se presentan los valores del rendimiento obtenido en cada tratamiento evaluado, con valores que variaron entre 65,00 kg/tratamiento y 119,50 kg/tratamiento, promedio general de 93,94 kg/tratamiento. Según el análisis de variancia (cuadro 19), se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor nematicidas fue significativo a nivel del 1%, como también el factor dosis de aplicación y las épocas de aplicación, a este mismo nivel. La interacción nematicidas por dosis reportó significación a nivel del 5%. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel de 1% y el coeficiente de variación fue de 7,54%.

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos,

en la evaluación del rendimiento, se registraron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 20). El mayor rendimiento se obtuvo en el

**CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Nivel de significación
Repeticiones	2	108,389	54,194	1,08	ns
Tratamientos	8	7 170,958	896,370	17,87	**
Nematicidas (N)	1	1 183,010	1 183,010	23,58	**
Dosis (D)	1	834,260	834,260	16,63	**
N x D	1	260,042	260,042	5,18	*
Épocas (E)	1	1 989,260	1 989,260	39,65	**
N x E	1	92,042	92,042	1,83	ns
D x E	1	145,042	145,042	2,89	ns
N x D x E	1	0,260	0,260	0,01	ns
Testigo. versus resto	1	2 667,042	2 667,042	53,16	**
Error experimental	16	802,694	50,168		
Total	26	8 082,042			

Coef. de var. 7,54%

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

tratamiento N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 111,67 kg/tratamiento, ubicado en el primer rango, seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 111,58 kg/tratamiento hasta 90,92 kg/tratamiento; en tanto que, el testigo reportó el menor rendimiento con promedio de 65,83 kg/tratamiento, al ubicarse en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Tratamientos		Promedio (kg/tratamiento)	Rango
No.	Símbolo		
4	N1D2E2	111,67	a
2	N1D1E2	111,58	a
8	N2D2E2	108,33	a
3	N1D2E1	102,50	a
6	N2D1E2	94,67	a
1	N1D1E1	92,17	a
7	N2D2E1	90,92	a
5	N2D1E1	67,83	b
9	T	65,83	b

Con respecto al factor nematicidas, la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para la evaluación del rendimiento, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 21). El mayor rendimiento se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de Nemaquill (N1), con promedio de 104,48 kg/tratamiento, ubicado en el primer rango. Los tratamientos que recibieron aplicación de Vidate L (N2), por su parte, reportaron menor rendimiento, con promedio de 90,44 kg/tratamiento, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 21. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATICIDAS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

<b>Nematicidas</b>	<b>Promedio (kg/tratamiento)</b>	<b>Rango</b>
Nemaquill (Biológico) N1	104,48	a
Vidate L (Químico) N2	90,44	b

Analizando el factor dosis de aplicación, según la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el rendimiento, se reportaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 22). El rendimiento fue mayor en los tratamientos con aplicación de la dosis alta de los productos nematicidas (6,25 cc/l) (D2), con promedio de 103,35 kg/tratamiento, al ubicarse en el primer rango; mientras que, los tratamientos que recibieron aplicación de productos en la dosis baja (3,75 cc/l) (D1), registraron menor rendimiento, con promedio de 91,56 kg/tratamiento, ubicado en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 22. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

<b>Dosis</b>	<b>Promedio (kg/tratamiento)</b>	<b>Rango</b>
6,25 cc/l D2	103,35	a
3,75 cc/l D1	91,56	b

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5%, para la interacción nematicidas por dosis, en el rendimiento, se detectaron tres rangos de significación bien definidos (cuadro 23). Los tratamientos de la interacción N1D2 (Nemaquill, 6,25 cc/l), reportaron los más altos rendimientos, con promedio de 107,08 kg/tratamiento, al ubicarse en el primer rango; seguido de las interacciones N1D1 (Nemaquill, 3,75 cc/l) y N2D2 (Vidate L, 6,25 cc/l) que compartieron el primer rango, con promedios de 101,87 kg/tratamiento y 99,63 kg/tratamiento, respectivamente; mientras que, los tratamientos de la interacción N2D1 (Vidate L, 3,75 cc/l), con promedio de 81,25 kg/tratamiento, presentaron el menor rendimiento, ubicando en el segundo rango y último lugar en la prueba.

**CUADRO 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA INTERACCIÓN NEMATICIDAS POR DOSIS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

<b>N x D</b>	<b>Promedio (kg/tratamiento)</b>	<b>Rango</b>
N1D2	107,08	a
N1D1	101,87	a
N2D2	99,63	a
N2D1	81,25	b

En referencia al factor épocas de aplicación, aplicando la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para la evaluación del rendimiento, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 24). El rendimiento fue mayor en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), con promedio de 106,56 kg/tratamiento, ubicado en el primer rango. Los tratamientos que recibieron aplicación de productos únicamente cinco días antes de la siembra (E1), por su parte, reportaron menor rendimiento, con promedio de 88,35 kg/tratamiento, ubicado en el segundo rango en la prueba.

Analizando los resultados obtenidos en la evaluación del rendimiento, se puede confirmar que, la aplicación de los nematicidas favoreció el crecimiento y desarrollo de las plantas, consecuentemente mejoró los rendimientos, por cuanto, los



tratamientos que recibieron aplicación reportaron mejores resultados que el testigo. Los tratamientos que se desarrollaron con Nemaquill (N1), reportaron los mayores

**CUADRO 24. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE RENDIMIENTO**

Épocas	Promedio (kg/tratamiento)	Rango
E2	106,56	a
E1	88,35	b

rendimientos, superando en promedio de 14,04 kg/tratamiento, que los tratamientos de Vidate L. Igualmente, con la aplicación de la dosis alta de los nematicidas (6,25 cc/l) (D2), se obtuvieron mejores rendimientos, incrementándose en promedio de 11,79 kg/tratamiento, que los tratamientos de la dosis baja (D1); y, aplicando los nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), se alcanzaron los mejores resultados, superando el rendimiento en promedio de 18,21 kg/tratamiento, que lo observado en los tratamientos de la época (E1); lo que demuestra que, aplicar Nemaquill, en la dosis de 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al momento del aporque, es el tratamiento ideal para mejorar el control de las poblaciones de nemátodos, lo que se refleja en la obtención de mayores rendimientos. Al respecto Rodríguez et al (1997), expresan que, los nemátodos ocupan un lugar importante como responsable en las pérdidas de los cultivos, a más de la infestación en los suelos por varios años. Los quistes provocan alteraciones en la conducción de las raíces de la planta, desmejorando el transporte de fluidos y nutrientes en ambas direcciones, lo que favorece la muerte de las raíces y la reducción del crecimiento y rendimiento de las plantas; lo que se controló mayormente con la utilización de Nemaquill.

**4.1.6. Porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría**

Los datos del porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría, para cada tratamiento, se reportan en los anexos 8, 9 y 10, respectivamente, con porcentajes que van desde 36,07% hasta 55,38%, promedio general de 47,63% para tubérculos de primera categoría, desde 19,26% hasta 36,60%, promedio de 28,02% para

tubérculos de segunda categoría y desde 8,37% hasta 47,10%, promedio de 24,35% para tubérculos de tercera categoría. El análisis de variancia para las tres lecturas (cuadro 25), reportó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. El factor nematocidas fue significativo a nivel del 1%. Las dosis de aplicación fueron significativas a nivel del 1%, así como también las épocas de aplicación, a este mismo nivel. El testigo se diferenció del resto de tratamientos a nivel de 1%; mientras que, los coeficientes de variación fueron de 5,87%, 9,14% y 20,12%, para cada lectura, en su orden.

**CUADRO 25. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Primera categoría		Segunda categoría		Tercera categoría	
		Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	7,463	0,96 ns	9,333	1,42 ns	3,018	0,13 ns
Tratamientos	8	91,604	11,72 **	75,302	11,49 **	320,498	13,36 **
Nematic. (N)	1	173,536	22,21 **	305,390	46,59 **	939,343	39,14 **
Dosis (D)	1	196,809	25,19 **	73,543	11,22 **	510,968	21,29 **
N x D	1	0,130	0,02 ns	4,856	0,74 ns	6,572	0,27 ns
Épocas (E)	1	70,501	9,02 **	50,974	7,78 **	241,369	10,06 **
N x E	1	13,720	1,76 ns	0,948	0,14 ns	7,456	0,31 ns
D x E	1	11,253	1,44 ns	0,912	0,14 ns	5,758	0,24 ns
N x D x E	1	0,584	0,07 ns	0,047	0,007 ns	0,300	0,01 ns
Test. vs. resto	1	266,296	34,08 **	165,745	25,28 **	852,218	35,51 **
Error experim.	16	7,813		6,555		23,997	
Total	26						

Coef. de var. =

5,87%

9,14%

20,12%

ns = no significativo

\*\* = significativo al 1%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos, en la evaluación del porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría, se detectaron tres rangos de significación en tubérculos de primera categoría, cuatro rangos en tubérculos de segunda categoría y cinco rangos en tubérculos de tercera categoría (cuadro 26). El mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría se obtuvo en el tratamiento N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con promedio de 54,65%, al ubicarse en el primer rango, seguido de varios tratamientos que compartieron el rango. Así mismo, el mayor porcentaje de tubérculos de segunda categoría se encontró en este mismo tratamiento, con el mayor promedio de 35,57%, seguido de varios tratamientos que compartieron el primer rango

con rangos inferiores; consecuentemente, este tratamiento reportó el menor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (9,78%). El tratamiento testigo, por su parte, reportó el menor porcentaje de tubérculos de primera categoría (38,74%) y de segunda categoría (21,02%), ubicados en el último rango y lugar, consecuentemente, reportó el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (40,24%).

**CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA**

Tratamientos		Promedios y rangos					
No.	Símbolo	Primera categoría		Segunda categoría		Tercera categoría	
4	N1D2E2	54,65	a	35,57	a	9,78	e
3	N1D2E1	53,79	a	31,96	ab	14,25	de
8	N2D2E2	50,61	a	29,03	abc	20,36	cde
2	N1D1E2	50,12	a	32,67	ab	17,21	cde
7	N2D2E1	47,36	ab	26,03	bcd	26,61	bcd
1	N1D1E1	47,15	ab	29,66	abc	23,19	cde
6	N2D1E2	46,42	ab	22,11	cd	29,43	bc
5	N2D1E1	39,80	bc	22,00	cd	38,09	ab
9	T	38,74	c	21,02	d	40,24	a

En relación al factor nematocidas, según la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría, se detectaron dos rangos de significación bien definidos (cuadro 27). El mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría se alcanzó en los tratamientos que recibieron aplicación de Nemaquill (N1), con promedio de 51,43%, ubicado en el primer rango. Igualmente con este producto se obtuvo el mayor porcentaje de tubérculos de segunda categoría, con promedio de 32,47% y el menor porcentaje de tubérculos de tercera categoría. Los tratamientos que recibieron aplicación de Vidate L (N2), por su parte, experimentaron menor porcentaje de tubérculos de primera categoría (46,05%), como también menor porcentaje de tubérculos de segunda categoría (25,33%), ubicados en el segundo rango y el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (28,62%).

Para el factor dosis de aplicación, aplicando la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, en el porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría, se detectaron dos rangos de significación bien definidos

(cuadro 28). El mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría se obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos nematicidas en la dosis alta

**CUADRO 27. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR NEMATICIDAS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA**

Nematicidas	Promedios y rangos		
	Primera categoría	Segunda categoría	Tercera categoría
Nemaquill (Biológico) N1	51,43 a	32,47 a	16,11 b
Vidate L (Químico) N2	46,05 b	25,33 b	28,62 a

de 6,25 cc/l (D2), con promedio de 51,60%, ubicado en el primer rango. Igualmente con esta dosis se obtuvo el mayor porcentaje de tubérculos de segunda categoría, con promedio de 30,65% y el menor porcentaje de tubérculos de tercera categoría. Los tratamientos que recibieron aplicación de los productos en la dosis abaja de 3,75 cc/l (D1), por su parte, experimentaron menor porcentaje de tubérculos de primera categoría (45,87%), como también menor porcentaje de tubérculos de segunda categoría (27,15%), ubicados en el segundo rango y el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (26,98%).

**CUADRO 28. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR DOSIS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA**

Dosis	Promedios y rangos		
	Primera categoría	Segunda categoría	Tercera categoría
6,25 cc/l D2	51,60 a	30,65 a	17,75 b
3,75 cc/l D1	45,87 b	27,15 b	26,98 a

Evaluando el factor épocas de aplicación, la prueba de significación de Diferencia Mínima Significativa al 5%, en el porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 29). El mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría se

obtuvo en los tratamientos que recibieron aplicación de los productos nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), con promedio de 50,45%, ubicado en el primer rango. Igualmente con esta época se obtuvo el mayor porcentaje de tubérculos de segunda categoría, con promedio de 30,36% y el menor porcentaje de tubérculos de tercera categoría. Los tratamientos que recibieron aplicación de los productos únicamente cinco días antes de la siembra (E1), por su parte, experimentaron menor porcentaje de tubérculos de primera categoría (47,02%), como también menor porcentaje de tubérculos de segunda categoría (27,44%), ubicados en el segundo rango y el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría (25,54%).

**CUADRO 29. PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR ÉPOCAS DE APLICACIÓN EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CATEGORÍA**

Épocas	Promedios y rangos					
	Primera categoría		Segunda categoría		Tercera categoría	
E2	50,45	a	30,36	a	19,19	b
E1	47,02	b	27,44	b	25,54	a

Evaluando los resultados del porcentaje de tubérculos de primera, segunda y tercera categoría, es posible deducir que, la aplicación de nematicidas para el control de *Globodera pallida*, benefició en general los rendimientos del cultivo, por cuanto, los tratamientos que recibieron aplicación reportaron mejores resultados que el testigo, al cual no se aplicó. Es así que, las plantas que se desarrollaron con aplicación de Nemaquill (N1), reportaron el mayor porcentaje de tubérculos de primera y segunda categoría, superando en promedio 5,38% y 7,14%, respectivamente, que las plantas de los tratamientos de Vidate L. Así mismo, con la aplicación de la dosis alta de los nematicidas (6,25 cc/l) (D2), se consiguieron los mayores porcentajes, incrementándose en promedio de 5,73% de primera categoría y 3,50% de segunda categoría, que los tratamientos de la dosis baja (D1); y, aplicando los nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), se alcanzaron los mejores resultados, superando el porcentaje de tubérculos de primera categoría en promedio de 3,43% y de segunda categoría en promedio de 2,92%, que lo observado en los tratamientos de la

época (E1), por lo que se puede deducir que, la utilización de Nemaquill, en la dosis de 6,25 cc/l, aplicado cinco días antes de la siembra y al momento del aporque, es el tratamiento que mejor control de las poblaciones de nemátodos reportó en el cultivo, consecuentemente el crecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor, lo que se puede medir en los rendimientos finales del cultivo. Para Arvensis Agro (2005), Nemaquill es un producto natural, que incorpora en su composición las enzimas que generan microorganismos utilizados como medios de control biológico; dentro de estos medios de control están hongos, bacterias, microorganismos, turbelarias, insectos, ácaros y virus, pudiendo afectar a las poblaciones de nemátodos fitoparásitos; los mismos, que son desarrollados en laboratorio e incorporados al producto en un sustrato de materia orgánica, obtenido a partir de extractos acuosos de diferentes plantas, de manera que al ser aplicado en un suelo libera las enzimas que tiene absorbidas en el sustrato orgánico, degradando éstas la quitina de los huevos de nemátodo; lo que ocurrió en el cultivo, manteniendo la población de nemátodos en niveles que no causan daño al cultivo.

#### **4.1.7. Población de nemátodos al final del ensayo**

Del análisis de laboratorio efectuado a muestras de suelo tomadas del lugar del ensayo, después de la cosecha de los tubérculos, en cada tratamiento evaluado, para determinar la población final de nemátodos que causan daño al cultivo de papa (*Globodera pallida*) (cuadro 30), se determinó que, la menor población de huevos y larvas en un gramo de suelo, reportó el tratamiento que recibió el nematicida Nemaquill, en dosis de 6,25 cc/l, aplicado cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (N1D2E2), con 52 larvas y huevos/g de suelo; seguido de los tratamientos con aplicación de Vidate L, en dosis de 6,25 cc/l, aplicado cinco días antes de la siembra y al momento del aporque, con 60 larvas y huevos/g de suelo (N2D2E2); y, de los tratamientos que recibieron aplicación de Nemaquill, en dosis de 3,75 cc/l, aplicado cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (N1D1E2), con 66 larvas y huevos/g de suelo. El resto de tratamientos reportaron poblaciones de nemátodos que superaron las 100 larvas y huevos por gramo de suelo; mientras que, el testigo que no recibió aplicación de nematicidas, reportó la mayor población de nemátodos de 329 larvas y huevos/g de suelo, lo que afectó el normal crecimiento y desarrolló de las plantas, consecuentemente obtuvo el menor rendimiento de tubérculos, por lo que se justifica la utilización de nematicidas en el cultivo.

**CUADRO 30. POBLACIÓN DE HUEVOS Y LARVAS DE *Globodera pallida* AL FINAL DEL ENSAYO**

Tratamiento	Larvas más huevos en un gramo de suelo	
	Parte analizada	<i>Globodera pallida</i>
N1D1E1	Suelo	190
N1D1E2	Suelo	66
N1D2E1	Suelo	184
N1D2E2	Suelo	52
N2D1E1	Suelo	211
N2D1E2	Suelo	107
N2D2E1	Suelo	275
N2D2E2	Suelo	60
T	Suelo	329

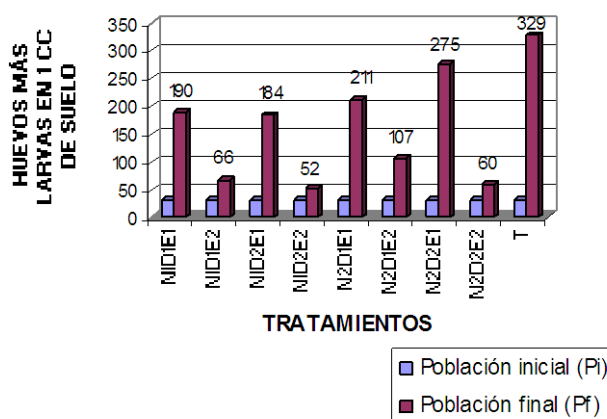
Al analizar los factores en estudio mediante comparaciones utilizando pruebas de t student (0,05) para muestras pareadas, se determinó que, en general, los tratamientos que recibieron Nemaquill (N1), reportaron menor población de nemátodos (promedio de 123,00 larvas y huevos/g de suelo), que los tratamientos que recibieron Vidate L (N2) (promedio de 163,25 larvas y huevos/g de suelo), a pesar que la comparación resulto no significativa ( $t_{0,05} = -2,20$  ns).

Examinando la comparación entre las dosis de aplicación de los productos nematicidas, se estableció que, los tratamientos que recibieron los productos en las dosis altas (6,25 cc/l) (D2), en general, reportaron menor población de nemátodos (promedio de 142,75 larvas y huevos/g de suelo), que lo obtenido en los tratamientos de la dosis baja (3,75 cc/l) (D1) cuya población de nemátodos fue mayor (promedio de 143,50 larvas y huevos/g de suelo), a pesar que la comparación de t student resultó no significativa ( $t_{0,05} = -0,03$  ns).

En relación a la comparación entre épocas de aplicación de los productos nematicidas, se determinó que, los tratamientos que recibieron aplicación los productos cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2), en general, reportaron menor población de nemátodos (promedio de 110,75 larvas y huevos/g de suelo), que lo obtenido en los tratamientos que se aplicó los productos únicamente cinco días antes de la siembra (E1) cuya población de nemátodos fue mayor (promedio de 215,00 larvas y huevos/g de suelo), a pesar que la comparación de t student fue no

significativa ( $t_{0,05} = -2,09$  ns).

Gráficamente, mediante la figura 1, se detalla mediante barras la población inicial de nemátodos en 1 cc de suelo y la población de nemátodos al final del ensayo, luego de la acción nematocida de los productos, en donde se puede observar que, el tratamiento N1D2E2 reportó la menor población de huevos y larvas de *Globodera pallida* al final del ensayo, debido al mejor control de Nemaquill y el testigo que no recibió aplicación de productos, la mayor población.



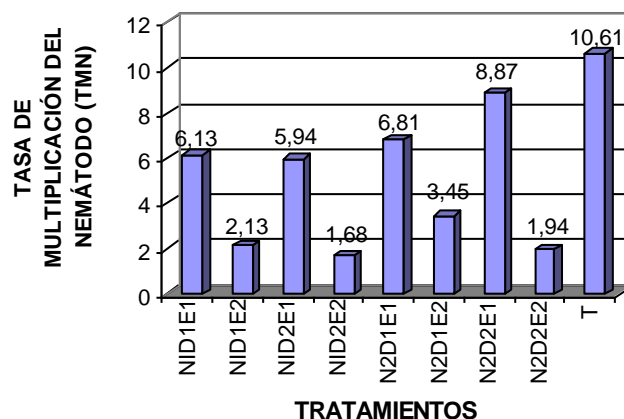
**FIGURA 1. Población inicial y final de huevos y larvas de *Globodera pallida* en un cc de suelo**

La figura 2, muestra el índice de multiplicación de nemátodos *Globodera pallida*, producido en el ensayo, en cada tratamiento, en donde se observó que el tratamiento N1D2E2, reportó el menor índice de multiplicación (1,68), debido al mejor control que provocó Nemaquill al cultivo y el mayor índice de multiplicación en el testigo (10,61).

Los resultados obtenidos permiten deducir que, la aplicación de los nematocidas, en general, controlaron las poblaciones de nemátodos en el suelo, por cuanto los tratamientos que recibieron aplicación de los productos reportaron mejores resultados que el testigo, en el cual, la población de nemátodos fue significativamente mayor. Es así que, el mejor control se obtuvo con aplicación de Nemaquill (N1), con el



cual la población de nemátodos disminuyó en promedio de 40,25 larvas y huevos en 1 g de suelo, q



**FIGURA 2 Tasa de multiplicación de nemátodos (TMN) o densidad poblacional del nematodo (DPN)**

L (N2). Igualmente, con la aplicación de los nematicidas en la dosis altas de 6,25 cc/l (D2), la población de nemátodos se redujo en promedio de 0,75 larvas y huevos por 1 g de suelo, que lo observado en los tratamientos de la dosis baja (D1); así mismo, aplicando los productos cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (E2) se produjeron los mejores resultados, menorando la población de nemátodos en promedio de 104,25 larvas y huevos en 1 g de suelo, que lo encontrado en los tratamientos del época uno (E1); por lo que se puede deducir que, es el nematicida, la dosis y la época de aplicación apropiados para controlar la proliferación de nemátodos del género *Globodera pallida* en el cultivo de papa cv. Estela. Arvensis Agro (2005), señalan que, con el uso de Nemaquill se regenera la biomasa del suelo, activando la microfauna. Su acción favorece el desarrollo del sistema radicular de la planta, ya que induce a la planta aumentando la resistencia frente al ataque de diferentes tipos de patógenos de suelo (en suelos cansados y mal estructurados) u otras enfermedades radiculares que puedan afectar a su crecimiento. Por concepto no se trata de un nematicida, sino de un estimulante del bulbo radicular que controla indirectamente las poblaciones de nemátodos porque actúa sobre el huevo del nemátodo, lo que posiblemente sucedió en el cultivo, menorando significativamente la población de nemátodos, a más de conservar las características del suelo sin contaminación química.

#### **4.2. Resultados, análisis económico y discusión**

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de dos nematocidas en dos dosis y dos épocas de aplicación en el control de nemátodos en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* c.v. Estela, se determinaron los costos de producción del ensayo en 652,32 m<sup>2</sup> que constituyó el área de la investigación (cuadro 31), siguiendo la metodología propuesta por Perrin *et al* (1988), considerando entre otros los siguientes valores: \$ 138,0 para mano de obra, \$ 224,08 para costos de materiales, dando el total de \$ 362,08.

**CUADRO 31. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO (Dólares)**

Labores	Mano de obra			Materiales				Costo total \$	
	No.	Costo unit. \$	Sub total \$	Nombre	Unid.	Cant.	Costo unit. \$		Sub total \$
Ariendo del lote				Lote	unidad	1,00	25,00	25,00	25,00
Análisis de suelo				Muestra	unidad	1,00	23,00	23,00	23,00
Arada				Tractor	hora	0,50	12,00	6,00	6,00
Abonadura orgánica				Gallinaza	qq	10,00	2,00	20,00	20,00
Rastrada				Tractor	hora	0,50	12,00	6,00	6,00
Emparejado	0,5	8	4	Azadón	día	1,00	0,20	0,20	4,00
Trazado de parcelas	0,5	8	4	Pirola	m	200,00	0,01	1,00	5,00
				Flexometro	día	1,00	0,25	0,25	0,25
				Estaca	Unidad	20,00	0,04	0,80	0,80
Surcado	0,5	8	4	Azadón	día	2,00	0,20	0,40	4,40
Desinf. suelo y semilla	0,25	8	2	Folpan	g	300,00	0,02	4,80	6,80
				Bomba	día	1,00	0,50	0,50	0,50
Siembra	1	8	8	Semilla	qq	2,00	10,00	20,00	28,00
Deshierbes	1	8	8	Azadón	día	1,00	0,15	0,15	8,15
Medio aporque	2	8	16	Azadón	día	2,00	0,15	0,30	16,30
Aporque	2	8	16	Azadón	día	4,00	0,15	0,60	16,60
Fertilización de fondo	1	8	8	0 - 46 - 0	kg	42,00	0,75	31,50	39,50
				46 - 0 - 0	kg	17,00	0,55	9,35	9,35
Fertilización foliar	0,5	8	4	Bioamin G	l	1,00	2,50	2,50	6,50
				Evergreen	l	1,00	4,00	4,00	4,00
				Kristalon	g	200,00	0,03	5,00	5,00
				Bomba	día	1,00	0,50	0,50	0,50
Riegos	1,5	8	12	Azadón	día	1,00	0,15	0,15	12,15
Controles fitosanitarios	1,5	8	12	Antracol 70	g	120,00	0,01	1,20	13,20
				Cosan	g	125,00	0,01	1,75	1,75
				Regento 200	cc	200,00	0,05	10,40	10,40
				Thalonex	cc	200,00	0,01	2,00	2,00
				Decis 2,5	cc	75,00	0,03	2,10	2,10
				Metadel	g	50,00	0,04	2,00	2,00
				Alto	cc	90,00	0,09	8,10	8,10
				Lorsband 4E	cc	150,00	0,02	2,70	2,70
				Agral	cc	300,00	0,01	3,00	3,00
Aplicac. de nematocidas	1	8	8	Bomba	día	1,00	0,50	0,50	0,50
				Nemaquill	cc	360,00	0,03	11,88	19,88
				Vidate L	cc	360,00	0,02	7,20	7,20
Cosecha	4	8	32	Bomba	día	2,00	0,50	1,00	1,00
				Bomba	día	2,00	0,50	1,00	33,00
				Embalaje	saco	60,00	0,09	5,10	5,10
				Azadón	día	4,00	0,15	0,60	0,60
				Pirola	m	50,00	0,01	0,25	0,25
				Clasificación	zaranda	3,00	0,50	1,50	1,50
<b>Total</b>			138,00					224,08	362,08

Los costos variables del ensayo se muestran en el cuadro 32. La variación de los

costos esta dada básicamente por el diferente precio de los nematocidas, por las dosis y por las épocas de aplicación de cada tratamiento. Los costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de la aplicación de los nematocidas.

**CUADRO 32. COSTOS VARIABLES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO**

Tratamiento	Mano de obra \$	Materiales \$	Aplicación de nematocidas \$	Costo total \$
N1D1E1	15,11	22,78	1,49	39,37
N1D1E2	15,78	22,78	2,98	41,53
N1D2E1	15,11	22,78	2,48	40,37
N1D2E2	15,78	22,78	4,96	43,51
N2D1E1	15,11	22,78	0,90	38,79
N2D1E2	15,78	22,78	1,80	40,35
N2D2E1	15,11	22,78	1,50	39,39
N2D2E2	15,78	22,78	3,00	41,55
T	14,44	22,78	0,00	37,22

El cuadro 33, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso total de tubérculos cosechados en cada tratamiento en las tres repeticiones, separados por categorías (anexos 11, 12 y 13), considerando el precio de un kilogramo de papa para la primera categoría de \$ 0,35, de segunda categoría de \$ 0,16 y de tercera categoría de \$ 0,11, para la época en que se sacó a la venta.

**CUADRO 33. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO**

Tratam.	Rend. 1 cat. (kg/trat.)	Precio 1 kg	Sub total \$	Rend. 2 cat. (kg/trat.)	Precio 1 kg	Sub total \$	Rend. 3 cat. (kg/trat.)	Precio 1 kg	Sub total \$	Ingreso total \$
N1D1E1	130,75	0,35	45,76	82,25	0,16	13,16	63,50	0,11	6,99	65,91
N1D1E2	168,00	0,35	58,80	108,75	0,16	17,40	58,00	0,11	6,38	82,58
N1D2E1	165,25	0,35	57,84	98,00	0,16	15,68	44,25	0,11	4,87	78,39
N1D2E2	183,00	0,35	64,05	119,00	0,16	19,04	33,00	0,11	3,63	86,72
N2D1E1	81,50	0,35	28,53	45,25	0,16	7,24	76,75	0,11	8,44	44,21
N2D1E2	132,50	0,35	46,38	69,00	0,16	11,04	82,50	0,11	9,08	66,49
N2D2E1	129,25	0,35	45,24	71,00	0,16	11,36	72,50	0,11	7,98	64,57
N2D2E2	164,75	0,35	57,66	94,25	0,16	15,08	66,00	0,11	7,26	80,00
T	76,50	0,35	26,78	41,50	0,16	6,64	79,50	0,11	8,75	42,16

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 34), destacándose el tratamiento N1D2E2 (Nemaquill, 6,25

cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), con el mayor beneficio neto (\$ 43,20).

**CUADRO 34. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO**

Tratamientos	Ingreso total	Costo total	Beneficio neto
N1D1E1	65,91	39,37	26,53
N1D1E2	82,58	41,53	41,04
N1D2E1	78,39	40,37	38,02
N1D2E2	86,72	43,51	43,20
N2D1E1	44,21	38,79	5,42
N2D1E2	66,49	40,35	26,13
N2D2E1	64,57	39,39	25,18
N2D2E2	80,00	41,55	38,44
T	42,16	37,22	4,94

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 35), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes tratamientos dominados.

**CUADRO 35. ANÁLISIS DE DOMINANCIAS DE TRATAMIENTOS**

Tratamientos	Beneficio neto	Costo total
N1D2E2	43,20	43,52 *
N1D1E2	41,04	41,54 *
N2D2E2	38,44	41,56 -
N1D2E1	38,02	40,37 *
N1D1E1	26,53	39,38 *
N2D1E2	26,13	40,36 -
N2D2E1	25,18	39,39 -
N2D1E1	5,42	38,79 *
T	4,94	37,22 *

- Tratamientos dominados

\* Tratamientos no dominados

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 36). El tratamiento N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al aporque), que reportó los mejores resultados, registró la tasa marginal de retorno de 109,09%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

### CUADRO 36. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto	Costo total	Beneficio neto marginal	Costo total marginal	Tasa marginal de retorno (%)
N1D2E2	43,20	43,52	2,16	1,98	109,09
N1D1E2	41,04	41,54	3,03	1,17	258,55
N1D2E1	38,02	40,37	11,49	0,99	1160,35
N1D1E1	26,53	39,38	21,11	0,59	3577,97
N2D1E1	5,42	38,79	0,48	1,57	30,41
T	4,94	37,22			

#### 4.3. Verificación de hipótesis

Los resultados obtenidos de la aplicación de dos nematicidas (un biológico y un químico) en dos dosis y dos épocas de aplicación, en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*, cv. Estela, permiten aceptar la hipótesis, por cuanto el nematicida Nemaquill (N1) de origen biológico, controló mejor las poblaciones del nemátodo del género *Globodera pallida*, permitiendo el mejor crecimiento y desarrollo de las plantas en incrementar los rendimientos del cultivo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El análisis de laboratorio efectuado al inicio del ensayo, determinó que, en el suelo del lugar del ensayo se identificaron tres géneros de nemátodos: *Globodera pallida* (60 larvas en 100 cc de suelo), conocida como el nemátodo del quiste de papa, cuyo población fue alta. Otro género identificado fue *Pratylenchus sp.* (20 larvas en 100 cc de suelo), que no representa peligro para los cultivos de papa y la población de nemátodos saprófitos correspondió a nematofauna benéfica involucrada en la descomposición de la materia orgánica. La población inicial de nemátodos que causan daño al cultivo de papa (*Globodera pallida*), fue de 31 huevos y larvas por cada centímetro cúbico de suelo, cuyo nivel fue alto.

Con la utilización de Nemaquill (biológico) (N1), se consiguieron los mejores resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, como consecuencia del mejor control de las poblaciones de nemátodos; al obtenerse mayor altura de planta a los 60 días (27,82 cm), como a los 90 días (79,88 cm). Se acortaron los días a la cosecha (153,50 días) y se alcanzó el mejor rendimiento (104,48 kg/tratamiento), con el mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría (51,43%) y de segunda categoría (32,47%), por lo que es el nematicida apropiado, a más de no causar daño a la biomasa del suelo.

La aplicación de los nematicidas en la dosis alta (6,25 cc/l) (D2), produjo el mejor crecimiento en altura de planta a los 60 días (28,72 cm) y a los 90 días (79,88 cm); mayor precocidad a la cosecha (151,33 días) y el mejor rendimiento (103,35 kg/tratamiento), incrementando la productividad del cultivo con mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría (51,60%) y de segunda categoría (30,65%), por lo que es la dosis adecuada para la aplicación de los productos, menorando considerablemente las poblaciones de nemátodos del cultivo.

Aplicando los nematicidas cinco días antes de la siembra y al momento del

aporque (60 días de la siembra) (E2), se obtuvieron los resultados más relevantes, con mayor crecimiento en altura de planta a los 60 días (29,43 cm) y a los 90 días (82,15 cm), se acortaron los días a la cosecha (152,92 días) y se obtuvieron los más altos rendimientos (106,56 kg/tratamiento), con mayor porcentaje de tubérculos de primera categoría (50,45%) y de segunda categoría (30,36%), siendo la época de aplicación apropiada de los nematicidas para provocar el mejor control de las poblaciones de nemátodos.

La interacción D2E2 (6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al momento del aporque), reportó buenos resultados, especialmente en el crecimiento en altura de planta a los 60 días (31,60 cm) y en los días a la cosecha (148,67 días). La interacción N1D2 (Nemaquill, 6,25 cc/l), se destacó en altura de planta a los 90 días (81,57 cm), días a la cosecha (149,83 días) y rendimiento (107,08 kg/tratamiento). La interacción N1E2 (Nemaquill, cinco días antes de la siembra y al momento del aporque), en altura de planta a los 90 días (82,85 cm) y la interacción N1D2E2 (Nemaquill, 6,25 cc/l, cinco días antes de la siembra y al momento del aporque), en los días a la cosecha (146,67 días), en donde en general prevaleció la acción nematicida de Nemaquill, en la dosis alta y la época de aplicación (E2).

Con respecto al testigo, al no recibir aplicación de nematicidas, el crecimiento y desarrollo de las plantas fue siempre el menor, reportando los rendimientos más bajos y el mayor porcentaje de tubérculos de tercera categoría, debido básicamente al daño causado por los nemátodos, al reportar la mayor población final (329 huevos y larvas/g de suelo) con el más alto índice de multiplicación de 10,61.

La determinación de la población final de nemátodos (*Globodera pallida*), efectuado después de la cosecha, permite concluir que, la menor población de huevos y larvas en un gramo de suelo, reportó el tratamiento que recibió el nematicida Nemaquill, en dosis de 6,25 cc/l, aplicado cinco días antes de la siembra y al momento del aporque (N1D2E2), con 52 larvas y huevos/g de suelo. Así mismo, este tratamiento presentó el menor índice de multiplicación (1,68).

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento N1D2E2, que reportó los mejores resultados, registró la tasa marginal de retorno de 109,09%, por lo que se

justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

## 5.2. Recomendaciones

Para bajar considerablemente la población de nemátodos en el cultivo de papa cv. Estela, es recomendable utilizar el nematicida Nemaquill, en dosis de 6,25 cc/l y aplicar cinco días antes de la siembra y al momento del aporque, en drench, por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó en prácticamente todas las variables analizadas, consiguiéndose consecuentemente mayores rendimientos e incrementando la producción y productividad del cultivo, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

Investigar la eficacia de otros productos nematicidas de origen orgánico o biológico, combinado con manejo integrado del cultivo, utilizando prácticas como incorporación de materia orgánica, rotación de cultivos, variedades resistentes, plantas atrayentes, repelentes, o con efectos nematicidas en el cultivo de papa, ya que el nivel poblacional de nemátodos es muy alto.

Investigar que efecto producen las plantas atrayentes como el marigol, la caléndula y las plantas repelentes como la cebolla, espárrago, ajo y el efecto nematicida de la papaya en la reducción poblacional de nemátodos en el cultivo de papa y otros cultivos susceptibles.

Aplicar estrictamente al cultivo el programa nutricional, estimulantes de procesos fisiológicos, fitorreguladores hormonales y controles fitosanitarios, los mismos que ayudarán a obtener plantas vigorosas y evitar una fácil susceptibilidad a plagas y enfermedades, cambios bruscos de temperatura, induciendo a la obtención de productos de buena calidad.

Determinar el nivel de tolerancia y pérdidas de la variedad INIAP Estela frente al ataque de *Globodera pallida*.



## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. Título**

Manejo poblacional de nemátodos aplicando productos biológicos y orgánicos en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*.

#### **6.2. Fundamentación**

El cultivo de tomate riñón en nuestro país se ha incrementado considerablemente, debido a que, se ha alcanzado un mejor manejo, en condiciones climáticas creadas con la utilización de cubiertas plásticas, permitiendo al agricultor obtener mayor producción y calidad, optimizando y maximizando el espacio físico, así como, proporcionando el ambiente apropiado en donde se pueden controlar los factores ambientales; sin embargo, uno de los grandes problemas del tomate hortícola es sin duda la presencia de los nemátodos en el sistema radicular, los cuales son especialmente dañinos en cultivos bajo cubierta, al verse favorecidos entre otros aspectos, por las temperaturas idóneas a su más rápida reproducción, causando pérdidas económicas de este cultivo, a más de dejar infestados los suelos por varios años. Los nódulos que se presentan en el sistema radicular provocan alteraciones a nivel vascular en el sistema de conducción de las raíces de la planta, desmejorando el transporte de fluidos y nutrientes en ambas direcciones, lo que favorece la muerte de las raíces y la reducción del crecimiento y producción de las plantas (Rodríguez et al, 1997).

#### **6.3. Objetivos**

##### **6.3.1. General**

Aportar con investigaciones tendientes a controlar en el manejo poblacional de nemátodos que causan daño al cultivo de tomate hortícola.

### **6.3.2 Específicos**

Establecer el producto y la dosis de aplicación para disminuir la población de nemátodos en el cultivo de tomate hortícola, cultivado bajo cubierta

Analizar económicamente los tratamientos.

### **6.4. Justificación e importancia**

El uso de productos biológicos y técnicas de manejo orgánico biológico, vienen adquiriendo en la actualidad gran importancia para el desarrollo de una agricultura alternativa denominada agricultura bio-orgánica, cuya propuesta tecnológica se enmarca dentro del concepto de la agricultura sostenible, que lleva a la obtención de resultados positivos para el ambiente, la salud y nutrición humana; considerando la crisis económica y los resultados ecológicos desfavorables que ha provocado el uso irracional de la tecnología preconizada por la denominada revolución verde y concretamente de los agroquímicos; existe la gran necesidad de difundir ampliamente la buena utilización que se puede lograr con una variedad de recursos de tipo biológicos que no son utilizados por el desconocimiento de sus bondades ecológicas y económicas (Fundación Natura, 1981).

Actualmente el control de nemátodos se basa principalmente en productos químicos extremadamente tóxicos, además de onerosos; por lo que la presente investigación pretende dar una alternativa para menorar las poblaciones de nemátodos, con la utilización de productos nematicidas de carácter no tóxico, determinando las dosis adecuadas y de menor impacto ambiental, en el cultivo de tomate hortícola.

### **6.5. Propuesta**

#### **6.5.1. Factores en estudio**

##### **a. Nematicidas**

Bioway (biológico-orgánico)	<b>N1</b>
Nemaquill (biológico)	<b>N2</b>
Econem (orgánico)	<b>N3</b>

### b. Dosis

	Bioway g/m <sup>2</sup>	Nemaquill cc/l	Econem cc/m <sup>2</sup>	
Baja	500	4,75	1,0	<b>D1</b>
Media	1 000	6,25	2,0	<b>D2</b>
Alta	1 500	6,75	3,0	<b>D3</b>

### 6.5.2 Diseño experimental

Se aplicará el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3 x 3 + 1, con tres repeticiones.

### 6.5.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados, producto de la combinación de los factores en estudio, se muestran en el cuadro 37.

**CUADRO 37. TRATAMIENTOS (Propuesta)**

Tratamientos		Nematicidas	Dosis
No.	Símbdo		
1	NID1	Bioway	500 g/m <sup>2</sup>
2	NID1	Bioway	1 000 g/m <sup>2</sup>
3	NID1	Bioway	1 500 g/m <sup>2</sup>
4	NID1	Nemaquill	4,75 cc/l
5	NID1	Nemaquill	6,25 cc/l
6	NID1	Nemaquill	6,75 cc/l
7	NID1	Econem	1 cc/m <sup>2</sup>
8	NID1	Econem	2 cc/m <sup>2</sup>
9	NID1	Econem	3 cc/m <sup>2</sup>
10	T		

### 6.6 Implementación/plan de acción

### **6.6.1. Selección del área**

Se seleccionará el sitio dentro del área de la cubierta plástica para el establecimiento del ensayo, con plantas de tomate hortícola de dos meses y medio de edad, altura promedio de 55 cm, trasplantados a 0,30 m entre plantas y 1,00 m entre hileras.

### **6.6.2. Trazado de parcelas**

Se procederá a efectuar el trazado de parcelas, con las dimensiones establecidas para el ensayo.

### **6.6.3. Toma de muestras de suelo y raíces para análisis nematológico**

Al inicio del experimento, a los 40, 80 y 120 días, previo a la aplicación de los productos nematicidas, se tomaran muestras de suelo y raíces de dos plantas tomadas al azar de cada parcela, para ser enviadas a los laboratorios de Sanidad Vegetal del INIAP para el análisis nematológico.

### **6.6.4. Aplicación de productos**

La aplicación de los productos nematicidas en las dosis propuestas, se efectuará en dos ocasiones. La primera aplicación cinco días antes del trasplante, repitiendo a los 60 días de la primera aplicación.

### **6.6.5. Podas y tutoreo**

Las podas de formación al igual que el tutoreo de las plantas, se efectuaran durante todo el desarrollo del ensayo.

### **6.6.6. Fertilización de fondo**

A los 10 días del inicio del ensayo, se incorporará Ultrasol desarrollo (18-6-18-2 Mg), 6 kg en el área del ensayo, aplicado al suelo, a chorro continuo, a un costado de la planta. A los 50 días se aplicará Complesal supra (12-12-17-2 Mg), al

0,5%, en hilera, a chorro continuo, a un costado de las plantas. A los 90 días se incorporará Hidrocomplex (12-11-18-3 Mg), 6 kg en el área del ensayo, a chorro continuo, a un costado de la planta.

#### **6.6.7. Fertilización foliar**

A los 20 días del inicio del ensayo, se efectuará una aplicación al follaje Strong (aminoácidos, amonio, ácidos húmicos y fúlvicos) al 0,2%. A los 65 días se aplicará Boroliq (alta concentración de boro 115 g/l), al follaje en dosis de 0,25%.

#### **6.6.8. Riegos**

Los riegos serán gravitacionales, con la frecuencia de cada 15 días.

#### **6.6.9. Controles fitosanitarios**

Los controles fitosanitarios se efectuarán de acuerdo a la presencia de las plagas y enfermedades que se presenten en el cultivo.

#### **6.6.10. Cosecha**

Cuando los frutos alcancen la madurez comercial, con sus tres cuartas partes rojiza, se procederá a la cosecha.

#### **6.6.11. Datos a tomar**

Especies existentes en el suelo y la raíz  
Número de nódulos  
Peso de nódulos  
Número de larvas y huevos en la raíz  
Número de larvas en el suelo  
Altura de la planta  
Número de frutos por planta  
Rendimiento

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-Rahim, MF; Satour, M. 1988. Effectiveness of soil solarization in furrow irrigated egyptian soils. *Plant disease (Israel)*. 236 p.
- Agrios, G. 1993. *Fitopatología*. 2 ed. México, UTEHA. 838 p.
- Arvensis Agro. 2005. S.A. *Fabricación y comercialización de productos nutricionales y orgánicos*. Zaragoza. España. 253 p.
- Barrera, V.; Unda, J.; Ortiz, O. y Norton, G. 1998. Manejo de las principales plagas de la papa por los agricultores en la República del Ecuador. Quito, Ecuador. INIAP-CIP-IPM CRSP Virginia Tech. 10–11 p.
- Calderoni, A. 1978. *Enfermedades de la papa y su control*. Buenos Aires, Argentina. 143 p.
- Castaños, C.M. 1958. Reportes sobre los problemas que originan los nemátodos que atacan al algodón en el valle de Mexicali. In Congreso Nacional de Entomología y Fitopatología (1; 1958, México). *Memorias*. México, Agrícola Mexicana. 374 p.
- Cullen, J.C; Wilson, A.R. 1971. *Producción comercial de patatas y su almacenamiento*. Zaragoza, Acibia. 275 p.
- Crissman, C. 1990. *La papa en los sistemas de producción agropecuaria de la sierra ecuatoriana*. Quito. Ec. Fundación para el desarrollo agropecuario. 38 p.
- Christie, J.R. 1991. *Nemátodos de vegetales, su ecología y control*. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. 78 p.
- Domínguez, F. 1993. *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. 9 ed. Madrid, España, Mundi prensa. 820 p.
- Dupont De Nemours Company. 2009. *Ficha técnica Vidate*. 2 p.

Duran, S. 1990. Sucesión de cultivos y su patología. Barcelona, España. 176 p.

Ecuador. Instituto Geográfico Militar. 1991. Carta geográfica de Quero. Quito Ecuador, Esc. 1:50000 1 h.

Ecuador. Instituto Geográfico Militar. 1986. Mapa general de los suelos del Ecuador. Quito, SECS. Esc. 1:1000000. Color.

Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuarios meteorológicos de los años 2004 al 2008. Quito, Ecuador.

Egúsquiza, B.R. 2000. La papa producción transformación y comercialización, Prisma-Proyecto Prodece y Proyecto Papa Andina. Lima, Perú. 192 p.

Esquivel, A. 2009. Nemátodos como agentes patógenos (en línea). Consultado el 24 de Octubre del 2009. Disponible en <http://www.edeca.una.ac.cr/files/filo%20nematoda%20ambientales%202009.pdf>.

Franco, J.; Gonzáles, A. Los nemátodos en la producción de semilla de papa. Manual de capacitación. Fascículo no. 39. (En línea). Consultado 24 de octubre del 2009. Disponible en <http://www.cipatalo.org/materiales/tuberculos/semilla/semilla3-9.pdf>.

Fundacion Natura (EC). 1981. Informe. Quito. 6 p.

Fundación Para El Desarrollo Agropecuario. 1991. Aspectos tecnológicos del cultivo de papa en el Ecuador. Quito. 260 p.

Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Traducido del ingles por Humberto Jiménez. San José, C.R, IICA. 261 p. (Libros y materiales educativos no. 34).

Huamán, S. 1997. Botánica sistemática y morfología de la papa In Pumisacho, M y

Sherwood, S. (eds). El cultivo de la papa en el Ecuador. INIAP-CIP. Quito-Ec. 33-36 p.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2007. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-papa (PNRT-papa).

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2002. Encuesta de superficie, área sembrada y producción por muestreos de áreas. Quito, Ecuador. 113-119 p.

Macias L.; Reyes, L.; Robles, F. 2004. Guía para cultivar papa. (En línea). Consultado 10 de dic de 2005. Disponible en [www.aguscalientes.gob.mx.mexico](http://www.aguscalientes.gob.mx.mexico).

Martínez Díaz, L. 2006. Vigilancia y control de plagas. Plan de acción del nemátodo blanco de la papa (*Globodera pallida*. Stone 1973) (en línea). Consultado el 24 de Octubre del 2009. Disponible en <http://www.Plan%20de%20accion%20Globodera-%20pallida%20version%201>.

Maroto Borrego, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, Mundi Prensa. 533 p.

Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. San José. Costa Rica Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 284 p.

Merino, D. 1989. El cultivo de babaco, Madrid, España, Mundi Prensa. 86 p.

Muñoz, F.; Cruz, I. 1984. Manual del cultivo de papa. INIAP. Imp. Ideaz. Quito, Ec. p. 6.

National Academy of Sciences. 1987. Control de plagas de plantas y animales. México, Limusa. 219 p.

Nombela, G.; Andres, M.F. 1991. Manual de laboratorio-diagnóstico de hongos, bacterias y nemátodos fitopatógenos. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Dirección General de Sanidad de la Protección Agraria. Madrid. 421 p.



Parsons, D. 1996. Manual para la educación agropecuaria papas. 10 ed. México, Trillas. 54 p.

Perrin, R.; Winkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 53 p.

Pumisacho, M.; Sherwood, S. (eds). 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador. INIAP y CIP, Quito, (Ec). 229 p.

Revelo, J. 2003. Manejo integrado del nemátodo del quiste de la papa en Ecuador. Nematrópica. 105 p.

Roberts, D. 1978. Fundamentos de patología vegetal. Zaragoza. Acribia. p 67-70.

Rodríguez, R.; Tabares, J.; Medina, J. 1997. El cultivo moderno del tomate. 2 ed. Madrid, Mundi-Prensa. 254 p.

Sigagro. 2009. Elaboración, coordinación, consejo consultivo papa. En línea. Consultado 23 abril 2009. Disponible en <http://www.sigagro.com>.

Tercer Censo Agropecuario MAG SIGAGRO en coordinación con el consejo consultivo de la papa. En línea. Consultado 25 de octubre del 2009. Disponible en <http://www.siga.gov.ec/cadenas/papas/docs/reporte.htm>.

Unda J.; Jiménez, J.; Andrade, L.; Monteros, C. 2005. Sondeo de la oferta de papas nativas en Ecuador. Quito, Ecuador. 32 p.

Vademecum Agrícola del Ecuador. 2008. 4 ed. Quito, Ecuador, Edifarm. 450 p.

## **X. APÉNDICE**

## **ANEXO 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO**

**ANEXO 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO (Cont.)**

## **ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS NEMATOLÓGICO INICIAL**

**ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS NEMATOLÓGICO INICIAL  
(Cont.)**

### **ANEXO 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS NEMATOLÓGICO FINAL**

**ANEXO 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS NEMATOLÓGICO FINAL  
(Cont.)**



**ANEXO 4. ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DÍAS (cm)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	23,91	25,20	24,44	73,55	24,52
2	N1D1E2	28,54	27,84	26,77	83,15	27,72
3	N1D2E1	26,47	25,28	27,43	79,18	26,39
4	N1D2E2	33,28	32,05	32,65	97,98	32,66
5	N2D1E1	24,63	24,52	24,93	74,08	24,69
6	N2D1E2	27,15	26,94	26,32	80,41	26,80
7	N2D2E1	25,39	24,17	26,23	75,79	25,26
8	N2D2E2	30,98	31,05	29,61	91,64	30,55
9	T	22,77	21,47	18,27	62,51	20,84

**ANEXO 5. ALTURA DE PLANTA A LOS 90 DÍAS (cm)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	76,10	75,80	74,80	226,70	75,57
2	N1D1E2	80,50	81,30	80,60	242,40	80,80
3	N1D2E1	78,80	78,10	77,80	234,70	78,23
4	N1D2E2	86,40	84,60	83,70	254,70	84,90
5	N2D1E1	73,90	74,30	73,60	221,80	73,93
6	N2D1E2	80,50	81,50	80,50	242,50	80,83
7	N2D2E1	75,70	74,30	72,90	222,90	74,30
8	N2D2E2	82,40	81,70	82,10	246,20	82,07
9	T	65,90	65,70	63,10	194,70	64,90

**ANEXO 6. DÍAS A LA COSECHA**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	157,00	157,00	157,00	471,00	157,00
2	N1D1E2	157,00	157,00	158,00	472,00	157,33
3	N1D2E1	152,00	152,00	155,00	459,00	153,00
4	N1D2E2	146,00	146,00	148,00	440,00	146,67
5	N2D1E1	158,00	156,00	157,00	471,00	157,00
6	N2D1E2	157,00	156,00	158,00	471,00	157,00
7	N2D2E1	155,00	155,00	155,00	465,00	155,00
8	N2D2E2	150,00	150,00	152,00	452,00	150,67
9	T	165,00	165,00	165,00	495,00	165,00

**ANEXO 7. RENDIMIENTO (kg/tratamiento)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	85,25	98,75	92,50	276,50	92,17
2	N1D1E2	119,25	100,75	114,75	334,75	111,58
3	N1D2E1	105,00	107,25	95,25	307,50	102,50
4	N1D2E2	119,00	111,50	104,50	335,00	111,67
5	N2D1E1	75,00	67,50	61,00	203,50	67,83
6	N2D1E2	102,75	93,25	88,00	284,00	94,67
7	N2D2E1	92,25	89,50	91,00	272,75	90,92
8	N2D2E2	107,50	98,00	119,50	325,00	108,33
9	T	65,00	66,50	66,00	197,50	65,83

**ANEXO 8. PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE PRIMERA CATEGORÍA**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	43,99	49,62	47,84	141,45	47,15
2	N1D1E2	50,31	48,64	51,42	150,37	50,12
3	N1D2E1	51,67	54,31	55,38	161,36	53,79
4	N1D2E2	54,20	54,71	55,02	163,93	54,65
5	N2D1E1	43,33	40,00	36,07	119,40	39,80
6	N2D1E2	50,36	47,99	40,91	139,26	46,42
7	N2D2E1	51,22	44,69	46,15	142,07	47,36
8	N2D2E2	52,79	48,21	50,84	151,84	50,61
9	T	40,00	37,59	38,64	116,23	38,74

**ANEXO 9. PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE SEGUNDA CATEGORÍA**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	26,10	29,37	33,51	88,98	29,66
2	N1D1E2	28,51	35,73	33,77	98,01	32,67
3	N1D2E1	28,57	32,40	34,91	95,88	31,96
4	N1D2E2	34,24	35,87	36,60	106,72	35,57
5	N2D1E1	23,00	24,07	19,26	66,34	22,11
6	N2D1E2	26,28	26,01	20,17	72,45	24,15
7	N2D2E1	24,93	25,70	27,47	78,10	26,03
8	N2D2E2	28,84	29,59	28,66	87,09	29,03
9	T	21,92	21,80	19,32	63,05	21,02

**ANEXO 10. PORCENTAJE DE TUBÉRCULOS DE TERCERA CATEGORÍA**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	29,91	21,01	18,65	69,57	23,19
2	N1D1E2	21,17	15,63	14,81	51,62	17,21
3	N1D2E1	19,76	13,29	9,71	42,76	14,25
4	N1D2E2	11,55	9,42	8,37	29,35	9,78
5	N2D1E1	33,67	35,93	44,67	114,27	38,09
6	N2D1E2	23,36	26,01	38,92	88,28	29,43
7	N2D2E1	23,85	29,61	26,37	79,83	26,61
8	N2D2E2	18,37	22,19	20,50	61,07	20,36
9	T	43,00	46,84	47,10	120,72	40,24

**ANEXO 11. RENDIMIENTO PRIMERA CATEGORÍA (kg/tratamiento)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	37,50	49,00	44,25	130,75	43,58
2	N1D1E2	60,00	49,00	59,00	168,00	56,00
3	N1D2E1	54,25	58,25	52,75	165,25	55,08
4	N1D2E2	64,50	61,00	57,50	183,00	61,00
5	N2D1E1	32,50	27,00	22,00	81,50	27,17
6	N2D1E2	51,75	44,75	36,00	132,50	44,17
7	N2D2E1	47,25	40,00	42,00	129,25	43,08
8	N2D2E2	56,75	47,25	60,75	164,75	54,92
9	T	26,00	25,00	25,50	76,50	25,50

**ANEXO 12. RENDIMIENTO SEGUNDA CATEGORÍA (kg/tratamiento)**

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	N1D1E1	22,25	29,00	31,00	82,25	27,42
2	N1D1E2	34,00	36,00	38,75	108,75	36,25
3	N1D2E1	30,00	34,75	33,25	98,00	32,67
4	N1D2E2	40,75	40,00	38,25	119,00	39,67
5	N2D1E1	17,25	16,25	11,75	45,25	15,08
6	N2D1E2	27,00	24,25	17,75	69,00	23,00
7	N2D2E1	23,00	23,00	25,00	71,00	23,67
8	N2D2E2	31,00	29,00	34,25	94,25	31,42
9	T	14,25	14,50	12,75	41,50	13,83

**ANEXO 13. RENDIMIENTO TERCERA CATEGORÍA (kg/tratamiento)**

<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>			<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
<b>No.</b>	<b>Símbdo</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>		
1	N1D1E1	25,50	20,75	17,25	63,50	21,17
2	N1D1E2	25,25	15,75	17,00	58,00	19,33
3	N1D2E1	20,75	14,25	9,25	44,25	14,75
4	N1D2E2	13,75	10,50	8,75	33,00	11,00
5	N2D1E1	25,25	24,25	27,25	76,75	25,58
6	N2D1E2	24,00	24,25	34,25	82,50	27,50
7	N2D2E1	22,00	26,50	24,00	72,50	24,17
8	N2D2E2	19,75	21,75	24,50	66,00	22,00
9	T	24,75	27,00	27,75	79,50	26,50