

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Evaluación de la efectividad de nemátodos entomopatógenos para el Control biológico del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache), (Coleoptera:Curculionidae), San Gabriel, Provincia del Carchi

AUTORA: Aura Mercedes Chacón Chausá

DIRECTOR: Ing. Agr. Guillermo Cevallos

El Ángel - Carchi - Ecuador

2 011

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

Evaluación de la efectividad de nemátodos entomopatógenos para el Control biológico del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache), (Coleoptera:Curculionidae), San Gabriel, Provincia del Carchi.

ING. AGRÓNOMO
JORGE GUERRERO NOBOA
PRESIDENTE

ING. AGRÓNOMO
FRANKLIN CARDENAS SANDOVAL
VOCAL PRINCIPAL

ING. AGRÓNOMO
RAUL AREVALO VALLEJO
VOCAL SUPLENTE

AUTORÍA

DEL CONTENIDO E INFORMACIÓN DE LA PRESENTE TESIS SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

f.-----

Aura Mercedes Chacón Chausá

C.I. 1709317216

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios por darme la fuerza necesaria para culminar esta carrera.

A mi familia por darme ese cariño y calor humano; por el apoyo para conseguir mis sueños.

A mis maestros por compartir sus conocimientos y por su esfuerzo de contribuir a la sociedad con profesionales de calidad.

A mis compañeros por su amistad sincera, durante los años de estudio.

AURA MERCEDES CHACON

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por las facilidades técnicas, científicas y logísticas para el desarrollo del trabajo de investigación.

Al Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación en calidad de becaria y brindarme las facilidades técnicas para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica, por brindar la oportunidad de realizar mis estudios universitarios.

A la Unidad Técnica del Carchi- INIAP por el apoyo para el desarrollo del tema de investigación.

Al Ing. Guillermo Cevallos Director de tesis, quien con su experiencia en investigación en el área en Entomología y su calidad humana oriento la presente investigación.

Al Ing. Jovanny Suquillo Responsable de la Unidad Técnica - Carchi, quien con su versada experiencia en el área de control biológico guió el desarrollo del trabajo de investigación y por su apoyo en el análisis estadístico.

Ing. Patricio Gallegos M. Sc., quien con su entendido conocimiento en especies plaga de la papa, y control con nemátodos entomopatógenos orientó en el diseño de esta investigación.

Al Agr. Carlos Sevillano Técnico de la Unidad Carchi, por su apoyo logístico en la recolección de la plaga en campo.

A la Sra. Marcia Oña, por su ayuda en la reproducción de nemátodos entomopatógenos en el laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina.

AURA MERCEDES CHACÓN

ÍNDICE

CAPÍTULOS	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 CONTROL BIOLÓGICO	4
2.2 NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS	4
2.2.1 BIOLOGÍA Y HÁBITOS	5
2.2.2 MODO DE ACCIÓN.....	6
2.2.3 CICLO DE VIDA	6
2.2.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS.....	7
2.2.5 CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS ENTRE <i>Steinernema</i> y <i>Heterorhabditis</i>	8
2.2.6 ESTUDIOS REALIZADOS	9
2.3 GUSANO BLANCO DE LA PAPA	10
2.3.1 BIOLOGÍA	10
2.3.2 ETAPAS Y HABITOS DEL CICLO BIOLÓGICO	10
2.3.3 DAÑOS	12
2.3.4 MÉTODOS DE CONTROL	12
2.3.5 GÉNEROS DE PREMNOTRYPES	13
2.3.6 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE PREMNOTRYPES VORAX.....	14
2.4 PAPA	14
2.4.1 ORIGEN E IMPORTANCIA	14
2.4.2 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA	15
2.4.3 ZONAS DE PRODUCCIÓN	15
2.5 SOLARIZACIÓN DEL SUELO	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	19
3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	19

3.3	MATERIAL EXPERIMENTAL	19
3.3.1	CEPAS DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS	19
3.3.2	LABORATORIO	21
3.3.2.1	CRÍA DE GUSANO BLANCO	21
3.3.2.2	MATERIALES UTILIZADOS.....	21
3.4	FACTORES EN ESTUDIO	22
3.5	TRATAMIENTOS	22
3.6	CARACTERÍSTICAS DE LOS TRATAMIENTOS	24
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL	24
3.8	ANÁLISIS DE VARIANZA	25
3.9	ANÁLISIS FUNCIONAL	25
3.10	MANEJO DEL EXPERIMENTO	26
3.10.1	COSECHA DE NEMATODOS	27
3.10.2	CONTEO DE NEMATODOS	27
3.10.3	PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE LARVAS DE P. VORAX	28
3.10.4	PRUEBA DE PERSISTENCIA DE NEMATODOS EN CAMPO	28
3.10.5	CAPACIDAD DE PENETRACIÓN DE LARVAS DE I INSTAR DE P. VORAX	29
3.10.6	SOLARIZACIÓN DE SUELO	29
3.11	VARIABLES EVALUADAS	30
4.	RESULTADOS	31
4.1	EFICIENCIA DE NEPs EN EL CONTROL DE P. VORAX EN PAPA EN CONDICIONES DE INVERNADERO	31
4.2	EFICIENCIA DE NEPs EN EL CONTROL DE P. VORAX EN PAPA EN CONDICIONES DE CAMPO	34
4.2.1	SITIO CON LIBERACIÓN DE NEPs	34
4.2.2.	SITIO SIN LIBERACIÓN DE NEPs	37
4.3	PERSISTENCIA DE NEPs EN CAMPO	40
5.	DISCUSIÓN	41
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
7.	RESUMEN	45

8. SUMMARY.....	47
9.LITERATURA CITADA	49
APÉNDICE.....	53

1. INTRODUCCIÓN

En la zona andina del Ecuador, el cultivo de la papa está en manos de pequeños agricultores con parcelas inferiores a 5 ha. El área cosechada de la papa en nuestro país es de 52 000 ha, la producción total es 355 000 Tm y el rendimiento promedio de 6.8 Tm/ha. (FAOSTAT, 2008). El 90 % de la producción se concentra en altitudes comprendida entre 2 500 y 3 700 msnm en las provincias de Carchi, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha y Chimborazo. En el caso de la provincia del Carchi, se reportan 8 970 ha cosechadas, con una producción de 108 490 Tm. y un rendimiento de 12.1 Tm/ha (SICA, 2005).

La producción de papa se ha desarrollado comercialmente, especialmente en la parte nororiental de la provincia del Carchi, para satisfacer la creciente demanda de la población urbana, la papa a pesar de esta orientación de mercado continúa siendo un cultivo de pequeños productores agrícolas.

Uno de los principales problemas que afectan al cultivo de papa, a nivel nacional es el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), cuyas larvas se alimentan de los tubérculos haciendo galerías y reduciendo el valor comercial de la cosecha e incrementando los costos de producción. En el Carchi el daño ocasionado por este insecto ha inducido al agricultor a realizar hasta 14 aplicaciones para su control.

Para reducir el ataque de las larvas de gusano blanco, los insecticidas de mayor uso por los agricultores son los insecticidas organofosforados, estos productos generan efectos negativos en el comportamiento neuroconductual y cerebral de los agricultores y sus familias. Las intoxicaciones en el Carchi por plaguicidas son la segunda causa de muerte tanto para hombres como para mujeres.

Además ocasionan otros serios problemas como: contaminación ambiental, apareamiento de plagas secundarias como la mosca minadora (*Lyriomiza*),

resistencia a los insecticidas y disminución de la meso fauna útil y enemigos naturales de la plaga.

Para el control del gusano blanco la utilización de nemátodos entomopatógenos (NEPs), se perfila como una alternativa de control biológico, teniendo en cuenta que los nematodos son habitantes naturales del suelo y tienen la capacidad de causar la muerte a gran número de insectos pudiéndose constituir en un insecticida biológico.

Los nemátodos entomopatógenos son de reciente uso en la agricultura en comparación con otros métodos de control biológico. Su uso y aplicación en el control de insectos-plaga es poco común, debido, en gran parte, al desconocimiento que se tiene de los mismos.

Investigaciones realizadas sobre la prospección de NEPs en Ecuador determinaron su presencia en las principales zonas productoras de papa. De los aislamientos obtenidos se obtienen mortalidades superiores al 90 % en larvas de *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), y una mortalidad de hasta el 68 % en larvas de quinto instar de *P. vorax*. (Hernández, 2006; INIAP, 2006).

La presente investigación se desarrolló en dos fases: campo e invernadero. Para ello se evaluaron nueve cepas de nemátodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* colectados en Carchi, Cotopaxi y Tungurahua.

Con estos antecedentes, se justifica la ejecución de la presente investigación, considerando que sus resultados permitirán establecer conocimientos válidos, para implementar el control biológico y disminuir el uso de plaguicidas.

Bajo las consideraciones mencionadas se establecieron los siguientes objetivos:

1.- Evaluar la efectividad de nemátodos entomopatógenos NEPs para el control de larvas de *P. vorax* en papa.

2.- Determinar el efecto de nueve aislamientos de NEPs en la mortalidad de larvas de *P. vorax* de primer instar en invernadero y campo.

3.- Evaluar la persistencia de NEPs en campo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Control Biológico

Trujillo (1992) manifiesta, que el control biológico consiste en reducir las plagas o mitigar sus efectos, por medio de enemigos naturales. En cuanto a insectos, consiste en reprimir el ataque de los insectos plaga a través de insectos benéficos que existen en la naturaleza en forma natural para mantener el equilibrio de la flora y fauna. Los intentos de controlar plagas utilizando controladores biológicos datan del siglo pasado. Esta tendencia ha sido estimulada porque los plaguicidas químicos no solucionan todos los problemas entomológicos. Además, las consecuencias de resistencia de los insectos a los pesticidas, la contaminación ambiental en gran escala y los altos costos en los productos químicos estimulan la búsqueda de soluciones mediante el estudio del comportamiento de controladores biológicos.

La patología de insectos, es la ciencia que estudia las enfermedades de los insectos, utilizándolas para el control de insectos-plaga o con el objetivo de controlarlas si éstas ocurren en insectos útiles. Los insectos pueden ser atacados por virus, bacterias, hongos, protozoarios y nemátodos entomopatógenos.

2.2. Nemátodos Entomopatógenos

En Estados Unidos y Europa se reportan casos exitosos de control biológico mediante el uso de NEPs tanto en plagas foliares, tales como minadores de hoja (Diptera: Agromizidae) y trips (Thysanoptera: Thripidae), así como también en plagas que se desarrollan o tiene contacto con el suelo.

En la Sierra Central del Perú se encontró una cepa de NEPs del género *Heterorhabditis* parasitando larvas de *Premnotrypes suturicallus* (Coleóptera: Curculionidae), que fue altamente patogénica en condiciones de laboratorio e

invernadero. Evaluada en campo, con infestaciones controladas, se redujo el daño de los tubérculos en 81,6 %. Con infestación natural el daño se redujo en 41%. Con una aplicación de insecticida para controlar adultos y una aplicación de NEPs para controlar larvas se redujo el daño en un 98 % (Alcázar *et al.*, 2007).

Arteaga, *et al.*(1994) expresan, que los nemátodos entomopatógenos, están siendo usados para controlar plagas en cultivos de alto valor comercial y podrán ser usados muy pronto a gran escala en programas de manejo integrado, o en pequeñas plantaciones comerciales, granjas y sistemas de agricultura sustentable. La manera de cómo estos nemátodos ejercen el control se parece más a la acción de un insecticida químico que al de un biológico.

Existen especies de nemátodos entomopatógenos de vida libre, marinas y de suelo, sin embargo el número de especies que parasitan a otros insectos es un grupo muy pequeño en comparación al número de especies del filo Nematoda.

2.2.1. Biología y hábitos

Rosales y Suárez, (1998) expresa, que los NEPs son efectivos contra varias especies de insectos plagas entre las que se cuentan varios trozadores, gusanos barrenadores de tallos. Especies de nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema* guardan una asociación con la bacteria del género *Xenorhabdus*; mientras que del género *Heterorhabditis* tienen relación con la bacteria del género *Photorhabdus*. Esta simbiosis que es de tipo mutualista, se caracteriza por la protección que el nemátodo le da a la bacteria tanto de las condiciones externas, como de los mecanismos inmunológicos de defensa del insecto, al ubicarse en su tracto digestivo. Además, el nemátodo le sirve a la bacteria como medio de transporte. La bacteria en contribución a esta asociación, provee de nutrientes esenciales al nemátodo y evita invasiones secundarias de otros microorganismos, las cuales interfieren con su desarrollo y reproducción.

El estado infectivo es el tercer instar juvenil (IJ3) que vive libre en el suelo. Los juveniles de la mayoría de las especies tienen un tamaño de 500-800

micrómetros y llevan la bacteria simbiótica en su intestino. Los juveniles buscan activamente los insectos que atacan al ser atraídos por el dióxido de carbono y otros productos de su excreción. Los juveniles entran en el huésped a través de uno de sus orificios naturales, como la boca, ano o espiráculos. En el caso de control de dípteros, se profundizan hasta 90 cm del sitio donde han sido aplicados, buscando activamente todos los estados de larvas y pupas, hasta parasitarlos y matarlos.

2.2.2. Modo de acción

El nemátodo penetra en el hemocelo del insecto hospedante y libera su simbionte. Luego se inicia una batalla entre el sistema inmunológico del insecto y el nemátodo entomopatógeno invasor así como con los otros microorganismos que entran en el hemocelo a través del orificio hecho por el nemátodo. El nemátodo excreta metabolitos que suprimen el sistema inmunológico de su hospedante, permitiendo que el simbionte se desarrolle. Esta bacteria excreta toxinas que matan el insecto en uno ó dos días y produce antibióticos que inhiben y matan otros microorganismos invasores del hemocelo. En la mayoría de los casos los simbioses colonizan todo el cadáver del insecto y los nemátodos empiezan a desarrollarse y alimentarse de la bacteria. Después de dos a tres semanas está lleno de nemátodos provenientes de dos a tres generaciones. Una larva normal de un insecto puede producir cerca de 100 000 juveniles cada uno llevando en su interior la bacteria simbiótica.

2.2.3. Ciclo de vida

Según Kaya y Gaugler (1993); (citados por Garzón *et al.*, 1996), el ciclo de vida de los nematodos entomopatógenos, consta de huevo, cuatro estadios infectivos juveniles (IJ₁) y el adulto. El tercer estadio (IJ₃) conserva la cutícula del segundo estadio y lleva la bacteria en su tracto digestivo. Una vez que el nematodo encuentra a un huésped penetra a través de las aberturas naturales del insecto como boca, ano y espiráculos, para insertarse en el hemocelo. La bacteria sale del intestino del nemátodo y pasa a la hemolinfa, se multiplica y mata al

insecto hospedante por septicemia. Los nemátodos se alimentan de la bacteria y del tejido descompuesto, posteriormente emergen a través de la epidermis del insecto como IJ3.

García del Pino (1994) manifiesta, que a temperatura ambiente el ciclo biológico de la mayor parte de los *steinernemátidos*, desde la infección a la emergencia de nuevas formas infectivas, varía de 7 – 10 días y de 12 – 15 días para los *heterorhabdítidos*.

2.2.4 Clasificación Taxonómica de Nemátodos Entomopatógenos: *Steinernema Y Heterorhabditis*

Según Chitwood, 1937.

Filo:	Nematoda	
Clase:	Secernentea	
Orden:	Rhabditida	
Sub Orden:	Rhabditina	
Súper familia:	Rhabditoidea	
Familia:	<i>Steinernematidae</i>	<i>Heterorhabditidae</i>
Género Tipo:	<i>Steinernema</i>	<i>Heterorhabditis</i>
Especie Tipo:	<i>Steinernema glaseri</i>	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>

Kaya (1993) indica que las familias *Heterorhabditidae* y *Steinernematidae* son usadas principalmente en cultivos agrícolas en aquellos insectos que poseen un estadio susceptible en el suelo o en la superficie del mismo, como el gorgojo negro del vino: *Otiorhynchus sulcatus* (Coleóptera: *Curculionidae*), el gorgojo de la raíz de los cítricos: *Pachnaeus litus* (Coleóptera: *Curculionidae*) , el cortador negro: *Agrotisipsilon* Hufnagel (Lepidóptera: *Noctuidae*), el cortador de las gramíneas: *Papapediasis teterrella* (Lepidóptera) y en insectos que ocurren en hábitat crípticos, especialmente las especies taladradoras o perforadoras.

2.2.5. Tabla 1. Características diferenciadoras entre *Steinernema* y *Heterorhabditis*

Características	<i>Steinernema</i>	<i>Heterorhabditis</i>
Retención de la cutícula del segundo estadio larvario	La pierden fácilmente	Buena retención
Cutícula del segundo estadio visible alrededor del estadio infectivo	Fácil de ver al estar holgadamente alrededor de la forma infectiva	Muy ajustada alrededor de la forma infectiva, difícil de ver
Modo de infección de las formas infectivas	A través de las aberturas naturales(boca , ano y espiráculos	A través de las aberturas naturales y atravesando el tegumento
Localización de las bacterias en las formas infectivas	Primeramente en una porción ventricular del intestino	Primeramente por todo el intestino
Luminiscencia de la bacteria simbiótica	No	Si
Coloración de los insectos infectados	Ocre, beige o negro	Rojo, naranja o púrpura
Desarrollo de las formas infectivas en adultos	Machos o hembras	Hembras hermafroditas
Reproducción	Sexual todas las generaciones	Hermafrodita la primera generación y sexual las siguientes generaciones
Presencia de bursa en los machos	No	Si

Alves (1986), señala algunas ventajas que poseen estos nemátodos parásitos de insectos, ellas son:

- Resisten a químicos usados en la agricultura, pudiendo ser aprovechados en programas de control integrado.
- Poseen efecto sinérgico con otros agentes entomopatógenos, pudiendo aumentar la eficiencia y la economía del método.
- En muchos casos, superan a otros patógenos en los índices de mortalidad que provocan.
- Tienen la capacidad de movilizarse en el ambiente y de buscar a su hospedero, si es necesario.
- No causan daño a las plantas ni a los mamíferos
- Muchas veces se reproducen sin la presencia de machos.

- Pueden ser aplicados en pastos, por no ser nocivos a los animales de cría.

Sciolo (2007), manifiesta que en la década de 1930 comenzaron los primeros programas de utilización de nemátodos entomopatógenos como insecticidas biológicos para el control de larvas de escarabeidos que se desarrollan en el suelo.

2.2.6 Estudios realizados

Según Wright *et al.*,(1988), y Villani y Wright (1988), trabajos realizados en campo muestran que *Steinernema glaseri* y *Heterorhabditis bacteriophora*, pueden alcanzar niveles aceptables de control de *Premnotrypes japonica*. Sin embargo la eficacia de cada especie de nemátodos puede variar debido a: utilización de diferentes cepas, técnicas de aplicación, susceptibilidad de la especie de insecto, parámetros ambientales o por la metodología empleada en la cría y almacenamiento de nemátodos.

García (1994) indica, que para el control de *Acrolepiopsis sectella.*, en campo, en cultivo de espárrago, con una aplicación de *Steinernema feltiae*, a una concentración de 35.000 nemátodos por planta se obtuvo el 70,5 % de reducción de la plaga en relación al testigo (sin ningún tratamiento).

En un cultivo de pimiento bajo invernadero para control de trips se instalaron dos tratamientos, uno con productos químicos convencionales, mientras que en el otro sólo se aplicó el nemátodo entomopatógeno *S. feltiae* foliarmente, a unas dosis crecientes que partían de 50 mil nemátodos por ha hasta 200 mil /ha. El resultado fue que la población de trips no resultó ser significativamente mayor en la parcela de los organismos que en la de los productos químicos convencionales, es más, en la mayor parte de los muestreos realizados la población de la plaga era menor.

Arteaga *et al.* (1994) señala, que las mejores intervenciones en el control de plagas son las efectuadas contra larvas jóvenes ya que son más sensibles y están

iniciando su acción fitófaga. *Steinernema feltidae* es muy activo a temperaturas de 15 – 20 °C, mientras que por debajo de los 10 °C o por encima de los 30 °C pierde eficacia. La dosis de empleo va desde los 300 000 a los 600 000 individuos/m² o de 25 000 a 100 000 por maceta. *Heterorhabditis bacteriophora* soporta climas tropicales, la temperatura ideal del suelo para obtener una mayor eficacia va desde los 18 °C a 22 °C, con temperaturas mínimas de 13 °C y máxima de 30 °C. La dosis recomendada va desde los 200 000 a 400 000 individuos/m² o de 25 000 a 40 000 por planta.

2.3. Gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache)

2.3.1. Biología

Gallegos *et al.*, (1997) manifiestan, que la producción de papa es afectada por enfermedades e insectos plaga, destacándose el gusano blanco como la plaga más dañina en la mayoría de las provincias paperas de Ecuador. La larva al alimentarse daña los tubérculos en campo, haciendo galerías que afectan la calidad del producto. En las provincias de Cañar, Carchi, Chimborazo y Cotopaxi, los niveles de pérdida del valor comercial de los tubérculos afectados oscilan entre 20 y 50 %.

Torres *et al.*, (1993) indican, que la duración del ciclo biológico, de huevo hasta adulto en promedio es de 134 días. En Ecuador y Colombia, el insecto presenta más de una generación por año.

2.3.2. Etapas y hábitos del ciclo biológico

Murillo *et al.*, (1979) sostienen, que los huevos son cilíndricos, ligeramente ovalados con una longitud de 1.7 mm y un diámetro de 0.50 mm. Recién ovipositados están cubiertos por una sustancia mucilaginosa, son de color blanco brillante, pero a medida que se desarrollan se tornan de color ámbar opaco. La duración de esta fase es de 35 días.

Las larvas son de color blanco - cremoso, con cabeza pigmentada y muy bien diferenciada. Tienen cinco estados larvales. En el último estado miden de 11 a 14 mm, y tienen el cuerpo en forma de "C", subcilíndrico y carnoso. Los segmentos abdominales medios son de mayor diámetro que los torácicos y los caudales. Carecen de patas verdaderas y en reemplazo tienen unos abultamientos provistos de setas". La fase larval dura 38 días y el estado de prepupa 18 días. Recién emergidas llegan fácilmente a los estolones y raíces de las plantas de papa y tubérculos en formación, los orificios de entrada son muy difíciles de localizar ya que estos se manifiestan tenuemente por pequeños puntos negros. Penetran en los tubérculos y se alimentan. Con el movimiento, golpes y rozamiento de los tubérculos durante la cosecha, transporte y almacenamiento de la papa, las larvas abandonan su hábitat y caen al suelo.

Las pupas son de color blanco. Son de tipo libre y miden 8.2 mm de largo por 4.9 mm de ancho. Al salir del tubérculo la larva ha completado su desarrollo. Penetra en el suelo y durante un tiempo promedio de 20 días en estado de prepupa, forma su celda pupal y empupa su período de vida que oscila entre 16 y 32 días.

Gallegos *et al.* (1997) expresan, que el adulto antes de salir de la celda pupal, permanece un tiempo dentro de ella de acuerdo a condiciones ambientales, mientras transcurre el proceso de melanización y madurez fisiológica. El cual pasa de un color amarillo oscuro al pardo oscuro normal, rompe el cocón pupal con las mandíbulas (desgastándolas) para salir a la superficie y dirigirse hacia los cultivos de papa atraído por la solanina de plantas jóvenes. Durante la noche sube a las ramas de la papa para alimentarse de las hojas comiendo los bordes en forma de semiluna o los tallos haciendo una pequeña roedura. Miden aproximadamente 7 mm de largo y 4 mm de ancho. El cuerpo puede tomar la tonalidad del suelo donde se encuentra, haciendo difícil su detección. La hembra es ligeramente más grande que el macho y de aspecto redondeado, con una línea amarilla a lo largo de la parte superior del abdomen. La hembra deposita sus huevos dentro de tallos

secos de gramíneas, tales como trigo, cebada, avena, kikuyo. Los adultos sobreviven de 130 a 280 días con alimento.

Oyarzun *et al.* (2002) indica, que los insectos se pueden observar a partir de la preparación del suelo, hasta los 45 días después de la emergencia del cultivo y en el período entre los 30 a 90 días después de la cosecha. En suelos sin remoción, la presencia de adultos no es evidente, ya que emergen a la superficie en diferente tiempo. En caso de remoción del suelo el adulto se presenta en forma mayoritaria. En un estudio realizado por Niño *et al.* (2004), corroboraron estos resultados, encontrando una sincronización con el ciclo biológico del insecto, la fenología del cultivo y las precipitaciones de la zona.

2.3.3. Daños

Alcázar y Cisneros (1999) sostienen, que esta plaga ocasiona graves daños a los tubérculos en campo, que pueden llegar en algunos casos al 100% de la cosecha. El daño es realizado por la larva, cuando estas barrenan el tubérculo haciendo túneles característicos en los que deposita sus excrementos. Cuando las larvas abandonan el tubérculo hacen agujeros circulares por donde salen a empupar. Los adultos son de hábitos nocturnos y se alimentan de las hojas, causando daños en los bordes en forma de una media luna.

Los mismos autores sostienen, que las pérdidas están representadas no solo por el deterioro de los tubérculos, la reducción de su valor comercial y los ingresos de los agricultores, sino que además los tubérculos no pueden ser utilizados como semilla, dando como resultado altas pérdidas en la rentabilidad del cultivo. La presencia de esta plaga incrementa los costos de producción por el uso de insecticidas.

Barrera *et al.* (2004), indican que el costo de pesticidas utilizado para el control de esta plaga representan el 17 % de la producción total en el cultivo, después de los fertilizantes.

2.3.4. Métodos de control

Según Oyarzun *et al.* (2002), el momento más oportuno para la eliminación de los adultos empieza 30 días antes y termina 30 días después de la siembra. En este lapso se recomienda un período de campo limpio (sin residuos de plantas). Este control se puede realizar en forma directa mediante el uso de trampas, colocándolas como sitios de refugio diurno del insecto.

Las plantas cebo, son más efectivas que las trampas, y consiste en trasplantar plantas de papa alrededor de la parcela, las cuales son tratadas con insecticidas. Las plantas cebo atraen hasta diez veces más la cantidad de adultos que las trampas.

Gallegos *et al.* (1997) recomiendan, implementar varias medidas de control de acuerdo con la biología y el comportamiento del gusano blanco; entre las estrategias que se destacan están: una cosecha completa, rotación de cultivos, período de campo limpio, empleo de trampas con insecticida, uso de plantas cebo, control en los bordes del cultivo, apoyo de control químico general, control dentro del cultivo de rotación y control de focos de infestación.

2.3.5. Género *Premnotrypes* y su distribución geográfica

Tabla 2. Género *Premnotrypes* presentes en la Región andina Según CONSAVE (Organización Regional de Protección Fitosanitaria)

<i>P. vorax</i> (Hustache)	Colombia, Venezuela, Ecuador.
<i>P. solani</i> Pierce	Perú
<i>P. solanivorax</i> Heller	Perú
<i>P. fractirostris</i> Marshall	Perú
<i>P. sanfordi</i> Pierce	Perú
<i>P. sischkai</i> Kuschel	Bolivia
<i>P. latitorax</i> (Pierce)	Perú, Bolivia, Chile, Ecuador y Noreste de Argentina
<i>P. suturicallus</i> Kuschel	Perú
<i>P. piercei</i> Alcalá	Perú
<i>P. solaniperda</i> Kuschel	Perú y Bolivia
<i>P. clivosus</i> Kuschel	Bolivia
<i>P. pusillus</i> Kuschel	Perú

2.3.6. Clasificación taxonómica de *Premnotrypes vorax*. Según Alvarado 1996.

Orden: Coleóptero
Sub-orden: Poliphaga
Familia: Curculionidae
Sub-familia: Otiorrhynchinae
Género: *Premnotrypes*
Especie: *vorax*

2.4. Papa (*Solanum tuberosum* L.)

2.4.1. Origen e Importancia

Pumisacho y Sherwood (2002) indican que, la papa es originaria de las tierras altas de los Andes de América del Sur. Su domesticación se realizó en los alrededores del lago Titicaca, cerca de la frontera entre Perú y Bolivia. Se conoce que el consumo de este tubérculo, se ha realizado por más de 8 000 años. En Europa y América del Norte, la papa fue introducida durante los siglos XVI y XVII,

respectivamente, dispersándose vertiginosamente a través de los continentes, pasando de una curiosidad botánica a ser un alimento básico, de alto valor energético.

El género *Solanum* presenta una gran diversidad genética, pero solo ocho especies de las 2 000 conocidas son comestibles y cultivadas. Se conoce alrededor de 5 000 cultivares, de los cuales menos de 500 se cultivan en los Andes, y de éstos 30 son utilizados en Ecuador, correspondiendo las variedades INIAP - Gabriela y Superchola, más de la mitad del área sembrada.

La papa representa el cultivo de mayor valor económico (\$ 16,5 billones), de la producción de raíces y tubérculos a nivel mundial. A pesar de que América Latina es el centro de origen de este tubérculo, solo se cultivan alrededor de 1.1 millones de hectáreas de papa por año, de los cuales en Ecuador se cultivan 49 719 ha (Barrera *et al.*, 1998).

La calidad y cantidad de las sustancias nutritivas varían según la variedad y condiciones de campo. El contenido de agua en un tubérculo fresco varía entre 63 % y 87 %, hidratos de carbono entre 13 % y 30 %, proteínas de 0.7 a 4.6 %, grasas entre 0.02 % y 0.96 % y cenizas de 0.44 % a 1.9 %.

2.4.2 Morfología

Alcázar y Cisneros (1999) expresan, que la papa pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta herbácea anual dicotiledónea. Sus raíces son muy ramificadas, finas y largas, dependiendo del suelo en que se desarrolla.

El tallo es grueso, fuerte, anguloso, con una altura que varía entre 0.5 y 1 m, se origina en las yemas del tubérculo. Las hojas son imparipinadas. Los tallos subterráneos o estolones son relativamente cortos, que se convierten en su extremidad en tubérculos. El fruto es una baya redondeada de color verde, que se

vuelve amarilla al madurar. Aunque la papa puede multiplicarse por semillas y por esquejes, en la práctica, la multiplicación es siempre vegetativa, haciéndose por medio de los tubérculos, los que producen brotes en las yemas u "ojos".

2.4.3 Zonas de producción

El cultivo de la papa en Ecuador, se distribuye en tres zonas geográficas: norte, centro y sur. Su desarrollo se establece en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45 % de pendiente y en un rango de altitud de 2 400 a 3 800 m.s.n.m, en los pisos interandinos y subandinos, con temperaturas que van desde los 6 °C hasta 15 °C. El tipo de suelo predominante es el volcánico con alto contenido en aluminio activo.

SICA (2005), las provincias de Carchi e Imbabura, registran la mayor producción de papa por área a nivel nacional, con un rendimiento promedio de 21.7 Tm/ha. En Carchi se produce el 40 % de la cosecha anual del país, a pesar de presentar solo un 25 % de superficie nacional dedicada al cultivo (15 000 ha). Las zonas de producción de papa en esta provincia, se distribuyen a lo largo de las cordilleras Oriental y Occidental, entre los 2 800 hasta los 3 200 m.s.n.m., con temperaturas que varían desde los 11.8 °C a 12.1 °C. El promedio de precipitación oscila entre 900 y 950 mm al año. En general, los agricultores de esta zona siembran todo el año, debido a la distribución homogénea de las lluvias. El destino de la producción es para consumo interno y para exportación a Colombia.

En la zona Centro, la provincia de Chimborazo registra la mayor superficie dedicada al cultivo a nivel nacional, y con rendimientos de 11 Tm/ha. Esta provincia presenta fuertes variaciones de altitud, las que van desde los 2 200 a 3 600 m.s.n.m., con temperaturas medias que varían desde los 6 °C a 15 °C y, con una precipitación anual entre 250 a 2000 mm.

En la zona Sur (provincia de Cañar), la producción de papa es baja (8 a 10 Tm/ha) debido a la escasa precipitación, por lo que el cultivo se establece de forma temporal y en asociación con maíz, arveja, fréjol, lenteja, haba, chocho, lechuga, zanahoria, remolacha, coliflor, cebolla, entre otros.

Debido a los nuevos patrones de consumo de bienes alimenticios, la incursión de la mujer en el sector laboral, la influencia de costumbres y cambios de hábitos de vida, han hecho que la demanda de agro industriales y consumidores tienda a utilizar más papa procesada, lo que ha ocasionando un cambio en los cultivos hacia variedades que permiten la agro-industrialización, como son: la Superchola, Capiro, INIAP-María, INIAP-Fripapa, INIAP-Santa Catalina y yema de huevo.

El destino de la producción es para consumo interno y para exportación a Colombia

2.5. Solarización del suelo

Newhall (1955) y Baker (1962) sostienen, que antes de que hubiera una disponibilidad general de plaguicidas a fines de la década de 1940, la desinfección del suelo por medio del calor, el vapor o el agua caliente era una práctica muy conocida para controlar las plagas del suelo.

La solarización del suelo es un proceso hidrotérmico que tiene lugar en el suelo húmedo el que es cubierto por una película plástica y expuesto a la luz solar. El proceso del calentamiento solar del suelo es conocido como solarización del suelo y abarca un complejo de cambios físicos, químicos y biológicos del mismo asociados con el calentamiento solar y tiene valor como una alternativa al uso de ciertos productos químicos para la agricultura.

Cuando se comenzaron a usar las coberturas de plástico el polietileno fue considerado ideal para el calentamiento solar en razón de que es básicamente transparente a la radiación solar, extendiéndose hasta el extremo infrarrojo, pero

menos transparente a la radiación terrestre reduciendo el escape de calor del suelo.

De Vay (1990) indica, que la eficiencia de la solarización del suelo para controlar las plagas es función de las relaciones entre el tiempo y la temperatura. Al aumentar la temperatura se requiere menos tiempo para alcanzar una combinación letal. Por ejemplo, a 37 °C, la temperatura letal de exposición (LD₉₀ para muchos hongos mesófilos) puede requerir de dos a cuatro semanas, mientras que a 47 °C entre una y seis horas de exposición.

Las temperaturas que comúnmente se alcanzan con la solarización del suelo oscilan entre 35-60 °C, dependiendo de la profundidad del mismo; por ejemplo, llegan a más de 45 °C en la capa de los 15 cm superiores del suelo.

Stapleton (1981) sostiene, que la declinación térmica de los organismos del suelo durante el proceso de solarización depende de la humedad y de la temperatura del suelo y del tiempo de exposición, los cuales están inversamente relacionados. La humedad del suelo es una variable crítica en todo el proceso de solarización del suelo. La humedad hace que los organismos sean más sensibles al calor; además, la transferencia de calor a las semillas de las malezas es incrementada por la humedad. Dado que la solarización es un proceso hidrotérmico y que su éxito depende de la humedad disponible para una mayor transferencia de calor, el calor máximo que alcanzan los suelos se incrementa con el aumento de la humedad de los mismos.

Mahrer (1979) manifiesta, que la solarización del suelo también presenta limitaciones y dificultades. Puede ser usada solo en ciertas épocas y en climas cálidos y el suelo tiene que estar libre de cultivos durante el período de solarización. Puede ser menos efectiva en regiones templadas o frías y podría ser más costoso y su aplicabilidad está limitada a ciertos sistemas, por ejemplo, huertos de hortalizas y frutales y no es aplicable en cultivos en grandes extensiones, de secano o en ambientes áridos o semiáridos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

La presente investigación se estableció desde el mes de febrero del 2009 hasta mayo del 2010, en las instalaciones del colegio agropecuario Jorge Martínez Acosta de la ciudad de San Gabriel, cantón Montúfar, provincia del Carchi, ubicado entre las coordenadas 00° 37' de latitud norte y 77° 55' de longitud oeste; a 3 000 m.s.n.m.

3.2. Características climáticas

La climatología de la zona está caracterizada por medias anuales de 12 °C de temperatura, 1 500 mm de precipitación, 1520 horas/sol de heliofanía y 69 % de humedad relativa¹.

3.3. Material Experimental

3.3.1 Cepas de Nemátodos Entomopatógenos

Las cepas de NEPs que se utilizaron en esta investigación fueron colectados por la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en las principales provincias paperas del Ecuador como son: Carchi, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua. Se tomaron 375 muestras de suelo: 111 en la provincia del Carchi, 129 en Chimborazo, 110 en Cotopaxi y 7 muestras en Tungurahua.

De las muestras de suelo se aislaron 28 poblaciones de nematodos entomopatógenos correspondientes seis a Carchi (cuatro en sistemas de cultivos de papa – pasto, uno en cultivo de papa en rotación y uno en vegetación natural), en Chimborazo ocho aislamientos (tres en sistemas de cultivo papa – pasto, dos en papa en rotación, dos en almacenamiento y uno en vegetación natural).

^{1/} Datos tomados del Anuario Meteorológico. INAMHI (2006)

En Cotopaxi se encontraron diez aislamientos (cinco en sistemas de papa en rotación, dos en almacenamiento, dos en frutales y uno en vegetación natural). En Tungurahua se aislaron cuatro (dos en frutales y dos en cultivos de papa en rotación).

Estas 28 poblaciones de nemátodos fueron sometidas a pruebas de patogenicidad, seleccionándose once aislamientos que presentaron mortalidades superiores al 90% en larvas de VIII instar de *Galleria mellonella*. De los cuales nueve pertenecían a muestras colectadas en cultivos de papa y dos a pastos.

Al realizar la multiplicación de los nueve aislamientos colectados en cultivos de papa, no se obtuvo progenie de la cepa Cc 01, procedente de la provincia del Carchi, cantón Bolívar, comunidad de Cuesaca, por lo que esta investigación se realizó con ocho aislamientos.

La dosis letal media (DL₅₀) de NEPs utilizada fue de 3.2 IJs/larva de V instar de *P. vorax*.

Cuadro1. Aislamientos utilizados

Código de muestras	Origen	Género de NEPs
Cc 03	Provincia del Carchi, cantón Bolívar, comunidad Cuesaca.	<i>Heterorhabditis</i>
Cb 13	Provincia del Carchi, Cantón Montúfar, comunidad Monteverde.	<i>Steinernema</i>
Ch 06	Provincia del Carchi, Cantón Montúfar, comunidad Chután Bajo.	<i>Steinernema</i>
Ch 07	Provincia del Carchi, Cantón Montúfar, comunidad Chután Bajo.	<i>Steinernema</i>
H 01 G	Provincia de Chimborazo, cantón Chambo, comunidad Guayabamba.	<i>Steinernema</i>
H 03 R	Provincia de Chimborazo, cantón Guamote, comunidad Rayoloma.	<i>Steinernema</i>
H 04 D	Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, comunidad La Delicia.	<i>Steinernema</i>
Ct 13	Provincia de Cotopaxi, en la comunidad la Hoya.	<i>Heterorhabditis</i>

3.3.2. Laboratorio

3.3.2.1 Cría de gusano blanco (*P. vorax* H)

El método de cría masiva de *P. vorax* se realizó en base a las experiencias modificadas en el Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y tomadas inicialmente del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú. Para iniciar con la cría del insecto, se colectaron adultos en lotes preparados de segunda siembra de papa, utilizando trampas que consisten en colocar sobre el suelo ramas o rodajas de papa y cubrir con cartón. Los insectos colectados se depositaron en recipientes plásticos conteniendo una capa de suelo húmedo de 3 cm. de grosor con ramas frescas y rodajas de papa para alimento y pajitas de gramíneas, para receptar las oviposiciones. Cada 2 días se recolectaban los huevos, colocándolos en tarinas plásticas. La incubación de las oviposiciones duró de 30 a 32 días.

3.3.2.2. Materiales utilizados

Cámaras para la cría de *P. vorax*

Huevos de *P. vorax*

Tubérculos de papa de la variedad INIAP Fripapa

Discos de cartulina

Tela tul

Pincel No.0

Agua destilada

Suelo estéril

Bandejas plásticas

Lupa

Estereoscopio

Micro pipeta

Placas Petri

Palas plástica y metálica

Macetas plásticas

Tarinas plásticas

Vasos de precipitación

Papel filtro

Alcohol antiséptico e industrial

Mechero

Algodón

Guantes quirúrgicos

Equipos de oficina.

3.4. Factores en estudio

Los factores estudiados:

- Aislamientos de NEPs

3.5. Tratamiento.

Cuadro 2. Tratamientos para determinar la mortalidad de larvas de primer instar de *P. vorax* en invernadero.

Tratamiento	Código de cepas	Descripción (Género)	Origen	Dosis IJ3/cm ²
T1	Cc 03	<i>Heterorhabditis</i>	Carchi	100
T2	Cb 13	<i>Steinernema</i>	Carchi	100
T3	H 03R	<i>Steinernema</i>	Chimborazo	100
T4	Ch 07	<i>Steinernema</i>	Carchi	100
T5	Ct 13	<i>Heterorhabditis</i>	Cotopaxi	100
T6	Ch 06	<i>Steinernema</i>	Carchi	100
T7	H 01G	<i>Steinernema</i>	Chimborazo	100
T8	H 04D	<i>Steinernema</i>	Chimborazo	100
T9	Testigo			

En campo

Los tratamientos fueron:

Cuadro 3. Tratamientos para determinar la mortalidad de larvas de primer instar de *P. vorax* en campo.

Tratamiento	Código	Descripción (Género)	Origen	Dosis IJ3/cm ²
T1	Cc 03	<i>Heterorhabditis</i>	Carchi	100
T2	Cb 13	<i>Steinernema</i>	Carchi	100
T3	H 03R	<i>Steinernema</i>	Chimborazo	100
T4	Ch 07	<i>Steinernema</i>	Carchi	100
T5	Ct 13	<i>Heterorhabditis</i>	Cotopaxi	100
T6	Ch 06	<i>Steinernema</i>	Carchi	100
T7	H 01G	<i>Steinernema</i>	Chimborazo	100
T8	H 04D	<i>Steinernema</i>	Chimborazo	100
T9	Testigo 1	Testigo sin NEPs con infestación de <i>P. vorax</i>		
T10	Testigo 2	Testigo absoluto		

3.6. Características de los tratamientos

En invernadero

La Unidad Experimental (UE) consistió en una maceta conteniendo un 1 kg de tierra esterilizada, cinco tubérculos de papa de reciente cosecha, nemátodos a una dosis de 100 IJ3/cm² y 20 huevos de *P. vorax* a punto de eclosionar, en el orden indicado en la Figura 1.

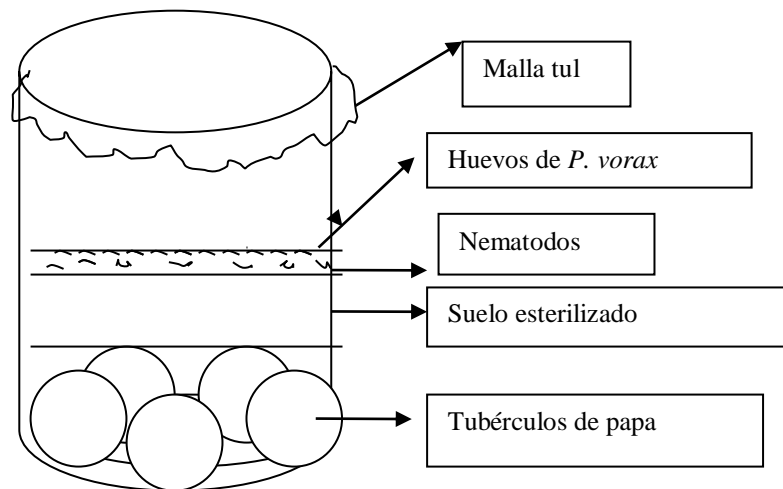


Figura1. Esquema de la maceta utilizada en el ensayo en invernadero.

En campo

La unidad experimental estuvo constituida por tres sitios con cinco tubérculos cada uno, siendo en el sitio central en el que se aplicó los nemátodos. El área de la unidad experimental es de 1,20 m. de largo x 1,20 m. de ancho. La distancia entre sitios: 0.40m

3.7. Diseño Experimental

En invernadero

Se utilizó el diseño experimental denominado “Completamente al Azar” (DCA), con cinco repeticiones.

En campo

Se utilizó el diseño de “Bloque completos al Azar” (DBCA), con cinco repeticiones por tratamiento y dos testigos (Testigo 1 con aplicación de huevos de *P. vorax* y Testigo 2 con infestación natural).

3.8. Análisis de Varianza

En invernadero

Fuente de variación	GL	SC	Cm	F. calculada
Total	44			
Tratamientos	8			
Repeticiones	4			
Error Experimental	32			

CV=

En campo

Fuente de variación	GL	SC	Cm	F. calculada
Total	54			
Tratamientos	9			
Repeticiones	4			
Error Experimental	36			

CV=

3.9 Análisis Funcional

Todas las variables se evaluaron y fueron sometidas al análisis de varianza y para establecer la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

Se realizó la transformación raíz cuadrada debido a que se utilizaron conteos de larvas de *P. vorax* en los que se obtuvo valores de cero.

3.10 Manejo del Experimento

En invernadero

En el laboratorio de la Unidad Técnica de INIAP – Carchi se desarrolló la cría de *P. vorax* para la provisión de huevos y larvas. Se construyó un invernadero para las pruebas de evaluación de aislamientos de NEPs.

En macetas de 30 cm de altura x 20 cm de diámetro se colocó cinco tubérculos de reciente cosecha de un peso entre 60 y 70 gramos; luego se agregó una capa de suelo esterilizado de aproximadamente 5 cm de grosor; sobre este suelo se aplicó los NEPs a una dosis de 100 IJ3, con una rociadora manual a continuación se liberó 20 huevos de *P. vorax* a punto de eclosionar, cada maceta fue cubierta con tela tul y se mantuvo la humedad a capacidad de campo.

La temperatura se registró diariamente alcanzando una temperatura promedio de 25 °C.

En campo

En surcos de 23 m de largo por 1.2 m de ancho se colocó cinco tubérculos (de 60 a 70 g) de reciente cosecha por sitio; separados cada tres sitios por una distancia de un metro posteriormente se cubrió los tubérculos con una capa de suelo de aproximadamente 10 cm de grosor; sobre este suelo se aplicó los NEPs con una rociadora manual, a continuación se colocaron 20 huevos de *P. vorax*, cerca de eclosionar, es decir a los 29 días de ovipositados. La precipitación promedio fue de 350 mm, con temperaturas máxima media de 18 °C y mínima media de 7.8 °C.

3.10.1 Cosecha de nemátodos

Para obtener la producción de nemátodos se utilizó la metodología propuesta por Dutkyet *al.* (1964); citados por Stock y Bonifassi (1994) misma que consistió en colocar un milímetro de la dilución de IJs a una concentración de 200 nemátodos/ml sobre un disco de papel filtro Whatman N° 1 de 9 cm de diámetro, dispuesto dentro de una placa Petri, seguidamente se colocaron 10 larvas de *G. Mellonella* de último instar sobre el papel filtro; con la finalidad de establecer una proporción de 20 nemátodos/larva ya que según Woodring y Kaya (1988; citados por Stock y Bonifassi, (1994), esta metodología resulta óptima para la obtención de una abundante progenie y evita la contaminación con bacterias saprofitas. Esta infestación se la realizó con cada una de las cepas de nemátodos.

A continuación la placa Petri se colocó dentro de una funda plástica de color negro y se incubó a 20°C. Después de ocho días de realizada la infección las larvas parasitadas se colocaron en trampas White (Kaya y Stock, 1997) (White, 1927; citado por Stock, 1992). La trampa White consistió de una tarina plástica de medio litro de capacidad, la cual se llenó con 20 ml de agua destilada y en cuyo interior se dispuso de una placa Petri de 90 mm de diámetro, conteniendo un disco de papel filtro humedecido, sobre el cual se colocaron las larvas de *G. mellonella*.

La extracción de los nemátodos se realizó durante cuatro días después de la emergencia de los juveniles (IJs) al agua de la trampa. De acuerdo al hidrotropismo positivo que poseen los juveniles y adultos de nemátodos, estos salen de su hospedante y migran hacia el agua (Stock, 1992).

La emergencia de los IJs varía de acuerdo a la especie del nemátodo: para *Steinernema* de 8 a 10 días después de la infección y para *Heterorhabditis* de 14 a 15 días después de la infección (Kaya y Stock 1997 y; Alcázar y Kaya, 2003). De las nueve cepas inoculadas y colocadas en trampa White, de la cepa CC01, no se obtuvo progenie por dos ocasiones por lo que se procede a eliminarla y probar ocho cepas.

3.10.2. Conteo de nemátodos

Para el conteo de los nemátodos se utilizó el método de dilución volumétrica (Kayay Stock, 1997; Alcázar y Cañedo, 2003). Este método consiste en colocar 100 ul (microlitros) de la suspensión inicial en una placa Petri rayada o dividida, para realizar el conteo directo de los nemátodos. Este procedimiento se repitió tres veces.

La concentración de nematodos se determinó mediante la siguiente formula:

$$S = \frac{N \times 1 \times (X + 1)}{M}$$

Dónde:

N = Número promedio de nemátodos registrados en cada muestra.

M = Número de ml de cada muestra tomada.

X + 1 = Dilución.

S = Concentración (nemátodos/ml) en la suspensión.

3.10.3. Pruebas de patogenicidad en larvas de *P. vorax*

Para la prueba de patogenicidad se colocó tres mililitros de la dilución de IJs a una concentración de 50 nemátodos/ml sobre un disco de papel filtro colocado dentro de una placa Petri, sobre el cual se colocaron cinco larvas de V instar de *P. vorax*. Con esta concentración obtenemos una dosis de tres nemátodos por larva de *P. vorax*, dosis utilizada por Hernández(2006). Esta prueba se realizó con cada una de las ocho cepas utilizadas. Posteriormente las placas Petri se incubaron a 20°C, después de ocho a 14 días según la especie del nemátodo se colocaron en trampas White para verificar la salida de nematodos.

3.10.4. Prueba de persistencia de nematodos en campo

Esta prueba se la realizó después de haber evaluado el ensayo en campo. Para ello se tomaron muestras de 200 gramos de suelo de cada una de las unidades experimentales del sitio donde fueron liberados los nemátodos a los 30,60 y 90 días y se colocaron en tarinas plásticas. Seguidamente en cada una de las muestras se colocaron tres larvas de *P.vorax* de V instar, se taparon y se mantuvieron en reposo por siete días a una temperatura de 19°C. La evaluación se realizó registrando larvas vivas y muertas, tomando en cuenta los síntomas producidos por cada una de las especies de nemátodos en estudio.

Posteriormente cada cadáver se lavó con agua destilada y se recuperaron los nemátodos en trampas White (Kaya y Stock, 1997) (White, 1927; citado por Stock, 1992). La trampa consistió de una tarina plástica de 250 cm³ de capacidad se lleno con 20 ml de agua destilada y en cuyo interior se dispuso de una placa Petri de 90 mm de diámetro, conteniendo un disco de papel filtro humedecido. Sobre el papel filtro de esta placa se colocaron las larvas de *P.vorax* que presentaron sintomatología por nemátodos o larvas sospechosas, y se incubaron a 20°C por dos semanas.

3.10.5. Capacidad de penetración de larvas de primer instar de *P. vorax*

Para evaluar la capacidad de penetración en el suelo de larvas de *P.vorax* de primer instar, se colocó en recipientes plásticos 3 tubérculos de papa de reciente cosecha, a continuación en cada recipiente se colocó capas de suelo con una humedad a capacidad de campo de 5, 10 y 15 cm, seguidamente se colocaron 10 larvas de primer instar y se taparon los recipientes con tela tul. A los 5, 8 y 12 días se evaluaron los tubérculos para determinar el tiempo y la profundidad de ingreso de las larvas.

3.10.6. Solarización de suelo

Para la solarización de suelo se utilizó cobertura de plástico de polietileno de 4 metros de largo por 1.5 m de ancho, el plástico se lo fijó a estacas de madera y sus bordes a una altura de 10 cm. Se colocó una capa de suelo de aproximadamente 5 cm de grosor. El suelo utilizado estaba libre de maleza, homogéneamente mullido y con una humedad a capacidad de campo. Se colocó plástico transparente manteniendo una distancia de 4 a 5 cm entre el suelo y la cobertura. Este proceso fue de 20 días, tiempo en el cual el suelo fue removido constantemente y controlada su humedad. La temperatura se registró diariamente con un termómetro digital, obteniéndose un promedio del suelo de 37°C.

3.11 Variables Evaluadas

En invernadero y campo

3.11.1. Daño de tubérculos. A los 40 días de la instalación de los ensayos se registró el número de tubérculos con daño, en los cinco tubérculos de cada unidad experimental, considerando tubérculos dañados los que presentaron galerías y orificios de entrada o salida de la larva, expresados en porcentaje.

3.11.2. Intensidad de daño. En los tubérculos con daño se determinó su intensidad, para lo cual se seccionaron en 4 partes iguales y en cada una se estimó el área afectada por las larvas. La suma de las 4 partes es el valor estimado de daño que se expresa en porcentaje.

3.11.3. Número de larvas sanas. En cada unidad experimental (tubérculos y suelo) se localizaron las larvas de *P. vorax*; considerándose larvas sanas aquellas que no presentaron síntomas de infestación de NEPs.

3.11.4. Número de larvas enfermas. En cada unidad experimental se localizaron las larvas de *P. vorax* con síntomas de infestación de NEPs.

4. RESULTADOS

4.1 En condiciones de invernadero

Porcentaje de daño de tubérculos

De acuerdo al análisis de variancia se detectó diferencias significativas ($P>0.01$) entre tratamientos para la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa (cuadro 4). En los tratamientos donde se liberó nemátodos, los tubérculos de papas no evidenciaron daños por larvas de gusano blanco, obteniendo valores de cero, en tanto que en el testigo los tubérculos alcanzaron daños del 96%. Esto significa que los NEPs fueron efectivos en el control de larvas. Además, no se observa diferencias significativas ($P>0.05$) entre cepas de nemátodos entomopatógenos

Cuadro 4. Valores promedios de la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa, con aplicación de NEPs en invernadero, San Gabriel-Carchi 2010.

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Tubérculos con daño (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T9	Testigo sin aplicación de NEPs y con aplicación de <i>P. vorax</i>		96.00	a**
Promedio			10.67	
C.V. (%)			9.13	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico los valores reales se transformaron a arcoseno.

C.V. = Coeficiente de variación ** = Altamente Significativo

Intensidad de daño de tubérculos

Los valores promedios de la variable Intensidad de daño de tubérculos se muestran en el Cuadro 5. El análisis de variancia reportó diferencias significativas ($P>0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 10.48%.

La intensidad de daño del testigo alcanzó el 64.2%, mientras que los tratamientos con liberación de NEPs no presentaron daño.

Cuadro 5. Valores promedios de la variable intensidad de daño de tubérculos de papa con aplicación de NEPs. San Gabriel-Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Intensidad de daño de tubérculos (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T9	Testigo sin aplicación de NEPs y con aplicación de <i>P. vorax</i>		64.20	a**
Promedio			7.1	
C.V. (%)			10.48	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Número de larvas sanas

Los valores promedios de la variable número de larvas sanas de *P.vorax*, se presentan el cuadro 6. El análisis de variancia reportó diferencias significativas ($P>0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 13.53 %.

En los tratamientos con liberación de nemátodos no se evidenció presencia de larvas sanas de gusano blanco, mientras que el testigo presentó un 9.40 % de larvas sanas de *P. vorax*. Esto significa que todas las cepas de NEPs, tanto del género *Heterorhabditis* como *Steinernema* fueron efectivos en el control de larvas, dado a que no se observa diferencias significativas ($P>0.05$) entre cepas de nemátodos entomopatógenos.

Cuadro 6. Valores promedios de la variable número de larvas sanas de *P. vorax* con aplicación de NEPs. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Número de larvas sanas de <i>P. vorax</i> (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T9	Testigo sin aplicación de NEPs y con aplicación de <i>P. vorax</i>		9.40	a**
Promedio			1.04	
C.V. (%)			13.53	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Número de larvas enfermas

No se encuentra larvas enfermas de *P. vorax* en ningún tratamiento.

4.2. En condiciones de campo.

4.2.1 Sitio con liberación de NEPs

Porcentaje de daño

En el Cuadro 7, se presentan los valores promedios de la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa, del sitio con liberación de NEPs. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística ($P>0.01$) para tratamientos.

Para esta variable en los tratamientos donde se liberó NEPs, no se evidencia daños por larvas de gusano blanco, mientras que en el testigo con infestación de huevos de *P. vorax* se presenta un 88 % de tubérculos con daño; y en el testigo con infestación natural se encuentra un 16 % de daño. Los resultados indican que todas las cepas de NEPs, tanto del género *Heterorhabditis* como *Steinernema* fueron efectivos en el control de larvas de *P. vorax*

Cuadro 7. Valores promedios del porcentaje de daño de tubérculos de papa. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Daño de tubérculos (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	c
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	c
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T9	Testigo 1		88.00	a**
T10	Testigo 2		16.00	b
Promedio			1.04	
C.V. (%)			13.53	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Intensidad de daño

Los valores promedios de la variable Intensidad de daño de tubérculos se muestran en el Cuadro 8. El análisis de variancia reportó diferencias significativas ($P>0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 28.78 %.

La intensidad de daño del testigo con infestación de huevos de *P. vorax*. de gusano alcanzó el 13.40 %, mientras que el testigo con infestación natural presenta un daño del 1.48%. Los tratamientos con liberación de NEPs no presentaron daño.

Cuadro 8. Valores promedios de la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Intensidad de daño de tubérculos (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	c
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	c
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T9	Testigo 1		13.40	a**
T10	Testigo 2		1.48	b
Promedio			1.48	
C.V. (%)			28.78	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia.

Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Número de larvas sanas de *P. vorax*.

Los valores promedios de la variable número de larvas sanas de *P. vorax*, se presentan en el cuadro 9. El análisis de variancia reportó diferencias

significativas ($P>0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de de 28.41 %.

En los tratamientos con liberación de nematodos no se evidenció presencia de larvas sanas de gusano blanco, mientras que el testigo con infestación de huevos de *P. vorax*, presentó un 13.40 % de larvas sanas, y el testigo con infestación natural 1.48 % de larvas sanas de *P. vorax*. Esto significa que todas las cepas de NEPs, tanto del género *Heterorhabditis* como *Steinernema* fueron efectivos en el control de larvas, ya que no se observa diferencias significativas ($P>0.05$) entre cepas de nemátodos entomopatógenos.

Cuadro 9. Valores promedios de la variable Número de larvas sanas de *P. vorax* a la infestación de NEPs. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Número de larvas sanas de <i>P. vorax</i> (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	c
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	c
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	c
T9	Testigo 1		13.40	a**
T10	Testigo 2		1.40	b
Promedio			1.48	
C.V. (%)			28.41	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Número de larvas enfermas

No se encuentra larvas enfermas de *P. vorax* en ningún tratamiento.

4.2.2. Sitio sin liberación de NEPs

Porcentaje de daño

En el Cuadro 10, se presentan los valores promedios de la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa, de los sitios sin liberación de NEPs. El análisis de variancia presenta alta significancia estadística ($P>0.01$) para tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 42.49 %.

Los resultados indican que en los sitios sin liberación de NEPs existen tubérculos con daño que no superan el 20 %, en comparación con el testigo 1 cuyos valores muestran un 88 % de daño. Lo que significa que los NEPs se movilizaron de un sitio a otro.

Cuadro 10. Valores promedios de la variable Porcentaje de daño de tubérculos de papa por larvas de *P. vorax* sin infestación de NEPs. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Daño de tubérculos (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	10.00	c
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	6.00	c
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	14.00	c
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	10.00	c
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	18.00	c
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	2.00	c
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	20.00	c
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	6.00	c
T9	Testigo 1		88.00	a**
T10	Testigo 2		20.00	b
Promedio			19.40	
C.V. (%)			42.49	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia.

Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Intensidad de daño

Los valores promedios de la variable Intensidad de daño de tubérculos se muestran en el Cuadro 11. El análisis de variancia reportó diferencias altamente significativas ($P > 0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 38.62 %.

La intensidad de daño de tubérculos de los sitios sin infestación de NEPs, no superan el 6 % comparados con el testigo 1 que alcanza el 57.30 %.

Cuadro 11. Valores promedios de la variable Porcentaje de daño de tubérculos de papa por larvas de *P. vorax* sin infestación de NEPs. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Intensidad de daño de tubérculos (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	2.00	c
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.60	c
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	5.90	c
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	2.60	c
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	1.44	c
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.30	c
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	3.70	c
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.70	c
T9	Testigo 1		57.30	a**
T10	Testigo 2		8.10	b
Promedio			8.26	
C.V. (%)			38.62	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Número de larvas sanas

Los valores promedios de la variable número de larvas sanas de *P. vorax*, se presentan el cuadro 12. El análisis de variancia reportó diferencias

significativas ($P>0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 23.89 %.

Realizada la prueba de Tukey al 5 %, establece la presencia de dos rangos bien definidos, con un promedio general de 1.72 larvas sanas, En los tratamientos T1 al T8, los porcentajes de larvas sanas son menores de 1%, mientras que en el testigo con infestación de huevos de *P. vorax*, encontramos un 14.30%.

Cuadro 12. Valores promedios de la variable Número de larvas sanas de *P. vorax* sin infestación de NEPs. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Número de larvas sanas (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	1.00	b
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.30	b
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.40	b
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.50	b
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T9	Testigo 1		14.30	a**
T10	Testigo 2		1.60	b
Promedio			1.72	
C.V. (%)			23.89	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia. Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

Número de larvas enfermas

Los valores promedios de la variable número de larvas enfermas de *P. vorax*, se presentan el cuadro 13. El análisis de variancia no reporta diferencias ($P>0.01$) entre tratamientos; siendo el coeficiente de variación de 24.34 %.

Cuadro 13. Valores promedios de la variable Número de larvas enfermas de *P. vorax* sin infestación de NEPs. San Gabriel -Carchi, 2010

Tratamientos	Cepas NEPs	Género	Número de larvas enfermas (%)	Rango
T1	CC 03	<i>Heterorhabditis</i>	0.00	b
T2	CB 13	<i>Steinernema</i>	0.00	b
T3	H0 3R	<i>Steinernema</i>	0.50	b
T4	CH 07	<i>Steinernema</i>	0.20	b
T5	CT 13	<i>Heterorhabditis</i>	0.50	b
T6	CH 06	<i>Steinernema</i>	0.10	b
T7	H0 1G	<i>Steinernema</i>	0.60	b
T8	H0 4D	<i>Steinernema</i>	0.10	b
T9	Testigo 1		0.00	a**
T10	Testigo 2		0.00	b
Promedio			0.20	
C.V. (%)			24.34	

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey al 5% de significancia.

Para el análisis estadístico, los valores reales se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$.

C.V. = Coeficiente de variación

** = Altamente Significativo

4.3. Persistencia de NEPs en campo

En las muestras de suelo colectadas a los 30, 60 y 90 días después de la evaluación del ensayo en campo, se colocaron tres larvas de V instar de *P. vorax* por muestra de suelo. La Figura 2, indica un 100% de persistencia de los NEPs en las muestras colectadas a los treinta días; baja el nivel de persistencia a los 60 y a los 90 días no existe NEPs de ninguno de los aislamientos.

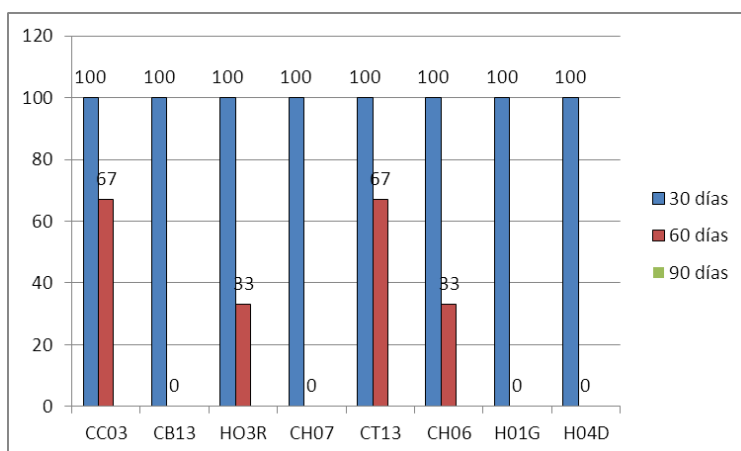


Figura 2. Valores promedios de larvas de *P. vorax* infestadas con NEPs en ensayo de campo

5. DISCUSIÓN

En la presente investigación en que se evaluó la efectividad nemátodos entomopatógenos para el control biológico del gusano blanco de la papa, se determinó que todas las cepas de estos microorganismos utilizadas son efectivas para el control de larvas de gusano blanco, tanto en condiciones controladas (invernadero) como en campo, si se mantiene la humedad a capacidad de campo.

En invernadero se encontró que todas las cepas de NEPs del género *Steinernema* y *Heterorhabditis* utilizadas en este ensayo controlaron en un 100 %, ya que no se encontraron larvas sanas ni enfermas de *P. vorax*, ni tubérculos con daño. Por lo que se podría afirmar que los NEPs controlaron a las larvas de *P. vorax* en los primeros días de su eclosión. Un factor determinante en esta eficacia puede ser las condiciones climáticas controladas tanto de humedad del suelo y temperatura, lo que confirma lo manifestado por Gaugler, (1981) y Kaya, (1993) quienes sostienen que la efectividad y persistencia de nemátodos entomopatógenos depende principalmente de las condiciones favorables como potencial de humedad del suelo y temperatura.

En campo, en el sitio donde se liberó NEPs al igual que en invernadero no se obtienen tubérculos con daño, ni se encuentran larvas sanas ni enfermas, comparando con el Testigo 1 en el cual se infestó con huevos de *P. vorax*, se encontró 88 % de daño, 13.40 % de intensidad de daño de tubérculos, y 13,4 % de larva sanas. Esto corrobora lo señalado por Morton (2009) en un estudio realizado sobre: Evaluación de la eficacia de los nemátodos entomopatógenos contra la larva neonata de *Capnodiste nebrionis*, cuyas cepas de nemátodos utilizadas en este ensayo fueron: *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. arenarium* y una *Heterorhabditis bacteriophora*, obteniendo mortalidades de 60 – 91 % en *Steinernema* y 96–100 %, en *Heterorhabditis*.

En los sitios aledaños al sitio de liberación de NEPs, encontramos que los porcentajes de daño son iguales e inferiores al testigo con infestación natural, mientras que los valores del testigo con infestación inducida llegan a un 88 %, en la intensidad de daño, encontramos porcentajes realmente bajos comparados con el testigo 1, en la variable número de larvas sanas los valores encontrados son bajos y hasta cero, el porcentaje de larvas enfermas es igualmente bajo, es decir que los daños provocados por las larvas son iniciales, hasta cuando los NEPs se movilizaron a estos sitios. Esto concuerda con Sáenz y Olivares, 2 008 al evaluar la movilidad y velocidad de nematodos entomopatógenos en una plantación de palma de aceite, cuatro niveles de humedad los nematodos se desplazaron 20.46 cm con humedad de 25.67 %, es decir, un suelo a capacidad de campo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalizada la presente investigación experimental en base al análisis e interpretación estadística de los resultados se delinear las siguientes conclusiones.

1. Los nemátodos entomopatógenos de origen ecuatoriano del género *Steinernema* y *Heterorhabditis* utilizados en esta investigación son efectivas para el control de larvas neonatas de *P. vorax* en papa.
2. La capacidad de movilidad de las cepas de nematodos entomopatógenos controló las larvas de *P. vorax* del sitio aledaño, es decir que alcanzó un desplazamiento de 40 cm.
3. La dosis empleada de 100IJs/cm² fue la apropiada para el control de 20 larvas de *P. vorax* de primer instar.
4. Las mayoría de variables evaluadas en invernadero y campo presentaron diferencias significativas ($P > 0.01$) entre tratamientos. Únicamente en la variable número de larvas enfermas sin infestación de NEPs no existen diferencias significativas.
5. Las ocho cepas de nematodos entomopatógenos persistieron menos de 130 días después de ser aplicados.

Analizadas las conclusiones se recomienda:

1. Utilizar nematodos entomopatógenos para el control de gusano blanco de la papa, como un método de control biológico, asociado con técnicas MIP.
2. Realizar investigaciones con el uso de NEPs en campo en época de sequía para evaluar su en esta época.

3. Realizar investigaciones en la producción comercial de nemátodos entomopatógenos con un manejo fácil y adecuado para su utilización por el agricultor.
4. Evaluar la efectividad de nematodos entomopatógenos para el control de otros tipos de plagas.

7. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Colegio Agropecuario Jorge Martínez Acosta de la ciudad de San Gabriel, Cantón Montufar, Provincia del Carchi, tenía como finalidad: Evaluar la efectividad de NEPs para el control de larvas de *P. vorax*; determinar el efecto de ocho aislamientos de NEPs en la mortalidad de larvas de *P. vorax* de primer instar en invernadero y campo y evaluar la persistencia de NEPs en campo.

En el laboratorio del INIAP – Carchi se implementó la cría de *P. vorax* para las pruebas de penetración y los ensayos de invernadero y campo.

En invernadero se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una maceta conteniendo cinco tubérculos de papa, 10 cm., de suelo estéril, 20 huevos de *P. vorax* por eclosionar y nematodos entomopatógenos a una dosis de 100IJ3/cm². En este ensayo se incluyó un testigo en el que se infestó con huevos de *P. vorax*, y no se colocó NEPS.

En campo se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco repeticiones. La unidad experimental fue de 1.20 m. de largo por 1.20 m de ancho; cada unidad experimental estuvo dividida en tres sitios de 40 cm. En el sitio central se colocaron los nematodos entomopatógenos, con la finalidad de evaluar el desplazamiento hacia los sitios aledaños. Este ensayo contó con dos testigos: Testigo 1 con infestación de huevos de *P. vorax*, y el Testigo 2 con infestación natural.

En los dos ensayos de invernadero y campo se probaron ocho cepas de nematodos entomopatógenos, dos del género *Heterorhabditis* y seis del género *Steinernema*; estas cepas fueron colectadas en las tres provincias paperas del Ecuador. Carchi, Chimborazo y Cotopaxi por la Estación Experimentas Santa

Catalina del INIAP.

Se evaluaron la variable: porcentaje de daño de tubérculos, intensidad de daño de tubérculos, número de larvas sanas y número de larvas enfermas. Todas las variables fueron sometidas al análisis de variancia, aplicando la prueba de Tukey al nivel 0.05 de significancia para determinar la diferencia entre las medias de los factores en estudio.

Según los resultados se encontró que todas las cepas probadas en este estudio son efectivas para el control de *P. vorax* en papa. La capacidad de movilidad de los nematodos entomopatógenos, controlaron las larvas de *P. vorax* del sitio aledaño debido a que tuvieron un desplazamiento de 40 cm. La dosis estudiada (100 IJ3/cm²) fue la apropiada para controlar 20 larvas de *P. vorax* de primer instar. La persistencia de nematodos entomopatógenos en campo no superó los 130 días.

8. SUMMARY

This research was conducted at the College of Agriculture Jorge Martinez Acosta of the city of San Gabriel, Canton Montúfar, Carchi province. Was to assess the effectiveness of NEPs to control larvae of *P. vorax*; determine the effect of eight isolates of NEPs in the mortality of larvae of *P. vorax* first instar greenhouse and field and evaluate the persistence of NEPs in the field.

In the laboratory of INIAP - Carchi farming was implemented *P. vorax* for penetration tests and greenhouse and field trials.

In the greenhouse we used the Completely Randomized Design (CRD) with five repetitions. The experimental unit consisted of one pot containing five potato tubers, 10 cm of sterile soil, 20 *P.vorax* for hatching eggs and nematodes, at a dose of 100IJ3/cm². In this trial included a witness who was infested with eggs of *P. vorax*, and not placed NEPS.

In the field, the used Design Randomized Complete Block (RCBD) with five repetitions. The experimental unit was 1.20 m. long by 1.20 m wide, each experimental unit was divided into three sites 40 cm. In the central site nematodes were placed, in order to assess the shift to neighboring sites. This experiment consisted of two witnesses: Witness 1 with egg infestation *P. vorax*, and the Witness 2 with natural infestation.

In both greenhouse and field trials tested eight strains of entomopathogenic nematodes, two of the genus *Heterorhabditis* and *Steinernema* genus six, these strains were collected in the three provinces of Ecuador mumps. Carchi, Chimborazo and Cotopaxi in the Santa Catalina Station INIAP you experience.

Variable were evaluated percentage of damaged tubers, tuber damage intensity,

number of healthy larvae and number of diseased larvae. All variables were subjected to analysis of variance, using Tukey test at 0.05 level of significance to determine the difference between the means of the factors studied. According to the results found that all strains tested in this study are effective for controlling *P. vorax* pope. The ability of entomopathogenic nematodes mobility, controlled the larvae of *P. vorax* adjacent site because they had a displacement of 40 cm. The dose studied (100 IJ3/cm²) was inadequate to control 20 larvae of *P. vorax* first instar. The persistence of entomopathogenic nematodes in the field did not exceed 130 days.

9. LITERATURA CITADA

1. Arteaga, E., Fernández, E. y Vásquez, T. 1994. Los nemátodos entomopatógenos. Situación actual y perspectivas. III Simposio Internacional de Zoología. La Habana, Cuba.
2. Alcázar, J. y Cisneros, F. 1999. Taxonomy and Bionomics of the Andean Potato Weevil Complex: *Premnotrypes* sp. And related Genera. Impacto a Changing World. Program Repor 1997/98. Lima, Perú. 141 – 152.
3. Alcazar, J. 2003. Experiments for Peru with *Heterorhabditis* species. Perú. Centro Internacional de la Papa (mimeografiado).
4. Alcázar, J. y Cañedo, V. 2003. Control biológico de plagas (mimeógrafo).
5. Alves, S. 1986. Control Microbiano de insectos. Sao Paulo, Manole, 407 p.
6. Barrera, V., Escudero, L., Norton, G., y Alwang, J. 2004. Encontrando salidas para reducir los costos y la exposición a plaguicidas en los productores de papa: Experiencia de la intervención en la provincia del Carchi, Ecuador. INIAP, IPM-CRSP, CROPLIFE, FAO. Quito, Ecuador. 122 pp.
7. Chitwood, B. 1937. An. Introduction to nematology Monumental printing Co., Baltimore, Maryland.
8. DeVay, J.J. 1990. Historical review and principles of soil solarization. En: DeVay, J.E., Stapleton, J.J. & Elmore, C.L., eds. *Proc. of the First Int. Conference on Soil Solarization*, Amman, Jordan, 19-25 February 1990. FAO Plant Protection and Production Paper No. 109. Rome, 1991.

9. FAOSTAT; ATLAS MUNDIAL DE LA PAPA; WORLD POTATO CONGRESS; ARGENPAPA; INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, (2008). Disponible: http://www.potato2008.org/es/mundo/america_latina.html FAO 2008.
10. Gallegos, P., Avalos, G. y Castillo, C. 1997. El Gusano Blanco de la Papa en Ecuador: Comportamiento y Control. Quito, Ecuador. INIAP. p. 35.
11. García del Pino, F. 1994. Los Nematodos Entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) presentes en Cataluña y su utilización para el control biológico de insectos. España.
12. Hernández, P. 2006. Colección, patogenicidad y caracterización ecológica de nematodos parásitos de insectos en gusano blanco (*Premnotrypes vorax*. Hustache) en Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército, INIAP.
13. Rosales, L. y Suárez, Z. 1998. Nematodos entomopatógenos como posibles agentes de control del gorgojo del plátano *Cosmopolitas sordidus* (Germar 1824) (Coleoptera: Curculionidae). En: Bol. Entomol. Venezuela. Vol. 13 (2). 123 – 140.
14. Kaya, H., y Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. Annu. Rev. Entomol. 38, p:181–206.
15. Kaya, H. y Stock, P. 1997. Techniques in insects nematology. 281 - 324. Manual of techniques in insects pathology. Academic Press, San Diego. USA.
16. Morton, J. 2009. Los nematodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) para el control del gusano cabezudo, *Capnodistenebrionis* (Coleoptera: Buprestidae). Universidad Autónoma de

Barcelona, España.

17. Murillo, L., Calvache, H. y ZENNER, I. El Cultivo de la papa, plagas de la papa y su control. ICA, Pasto, 1979.
18. Mahrer, Y. 1979. prediction of soil temperature of a soil mulched with transparent polyethylene. *J. Appl. Meteorol.* 18: 1263-1267.
19. Newhall, A.G. 1955. Soil disinfestations of soil by heat, hot water, flooding and fumigation. *Botanical Review* 21: 189-233.
20. Oyarzun, P., Espinosa, P., Forbes, G. y Reinoso, I. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Quito, Ec, INIAP/CIP. 229 p
21. PUMISACHO y SHERWOOD. (2002). El cultivo de la papa en el Ecuador. INIAP, CIP. Ecuador, pp. 150
22. Sáenz, A. y Olivares, W. 2008. Capacidad de búsqueda de nematodos entomopatógenos. Bogotá, Colombia.
23. SICA, (Servicio de Información y Censo Agropecuario. EC). 2005. Ecuador: superficie, producción y rendimiento de papa. Disponible en: (www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/produccion.htm.) 2008-11-4.
24. SCIELO 2007. <http://www.scielo.org.co/scielo/htm>.
25. Stapleton, J.J. 1981. *Population dynamics of soil-borne bacteria and fungi as influenced by soil solarization with emphasis on (UY) Agrobacterium spp.* University of California, Davis, Estados Unidos de América. (Tesis M.Sc.)
26. Stock, P. y Bonifassi, E. 1994. Producción de Nemátodos Entomopatógenos. Universidad Nacional de la Plata. La Plata, Argentina. 237 – 240.

27. Trujillo, A. J. 1992. Metodologías para el desarrollo de programas de control biológico. pp. 75-85. In: Leyva V. J. e Ibarra R. J. (eds.), III Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB, A. C.). Del 5 al 7 de octubre, Cuautitlán, México.
28. Wright, R., Villani, M., Agudelo. S. 1988. *Steinernematid* and *Heterorhabditid* nematodes for control of larval european chafers and japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in potted yew. *Journal of Economic Entomology* 81 (1): 152-157.
29. Woodring, J.L. y H.K. Kaya. 1988. *Steinernematis* and *Heterorhabditis* Nematodes: A Hanbook of Techniques. Southern Cooperative. Series Bulletin 331, Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville

A P É N D I C E

INVESTIGACION DE INVERNADERO

Análisis de variancia para la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Cal.	F. Tabular
Total	44	41280.000			
Tratamientos	8	40960.000	5120.000	576.00**	0.0000
Error	36	320.000	8.889		
C.V. (%)	27.95				

Análisis de variancia para la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa. (Datos transformados).San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	44	369.522			
Tratamientos	8	368.636	46.079	1870.839	0.0000
Error	36	0.887	0.025		
C.V. (%)	9.13				

Valores promedios de la variable Porcentaje de daño de tubérculos de papa, con infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (Nº)	Valores transformados (Vx+0.5)
T1	0.00 b	0.71
T2	0.00 b	0.71
T3	0.00 b	0.71
T4	0.00 b	0.71
T5	0.00 b	0.71
T6	0.00 b	0.71
T7	0.00 b	0.71
T8	0.00 b	0.71
T9	96.00 a	9.81

Variable: Intensidad de daño

Análisis de variancia para la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	44	18553.200			
Tratamientos	8	18318.400	2289.800	351.077**	0.0000
Error	36	234.800	6.522		

C.V. (%) 35.80

Análisis de variancia para la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa.(Datos transformados). San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	44	239.394			
Tratamientos	8	238.478	29.810	1172.285**	0.0000
Error	36	0.915	0.025		

C.V. (%) 10.48

Valores promedios de la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa con infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (Nº)	Valores transformados (Vx+0.5)
T1	0.000	0.71
T2	0.000	0.71
T3	0.000	0.71
T4	0.000	0.71
T5	0.000	0.71
T6	0.000	0.71
T7	0.000	0.71
T8	0.000	0.71
T9	64.200	8.03

Variable: Número de larvas sanas

Análisis de variancia para la variable número de larvas sanas de *P. vorax* a la infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010.

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	44	415.911			
Tratamientos	8	392.711	49.089	76.172**	0.000
Error	36	23.200	0.644		
C.V. (%)	76.86				

Análisis de variancia para la variable número de larvas sanas de *P. vorax* a la infestación de NEPs. (Datos transformados).San Gabriel Carchi, 2010.

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	44	26.641			
Tratamientos	8	26.013	3.252	186.470**	0.0000
Error	36	0.628	0.017		
C.V. (%)	13.53				

Valores promedios de la variable número de larvas sanas de *P. vorax* con infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (Nº)	Valores transformados (Vx+0.5)
T1	0.000	0.71
T2	0.000	0.71
T3	0.000	0.71
T4	0.000	0.71
T5	0.000	0.71
T6	0.000	0.71
T7	0.000	0.71
T8	0.000	0.71
T9	9.400	3.13

INVESTIGACION EN CAMPO

SITIO CON LIBERACIÓN DE NEPs

Variable. Porcentaje de daño de tubérculos de papa

Análisis de variancia para la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	36192.00			
Repeticiones	4	192.00	48.000	1.23	0.3165
Tratamientos	9	34592.00	3843.556	98.27**	0.0000
Error	36	1408.00	39.111		

Promedio	10.400
----------	--------

C.V. (%)	60.13%
----------	--------

Análisis de variancia para la variable porcentaje de daño de tubérculos de papa. (Datos transformados). San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	375.41			
Repeticiones	4	3.20	0.801	1.20	0.3259
Tratamientos	9	348.25	38.695	58.16**	0.0000
Error	36	23.95	0.665		

Promedio	1.84
----------	------

C.V. (%)	44.29
----------	-------

Valores promedios del porcentaje de daño de tubérculos de papa. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales	Valores transformados
--------------	----------------	-----------------------

	(%)	(Vx+0.5)
T1	0.000 c	0.71
T2	0.000 c	0.71
T3	0.000 c	0.71
T4	0.000 c	0.71
T5	0.000 c	0.71
T6	0.000 c	0.71
T7	0.000 c	0.71
T8	0.000 c	0.71
T9	88.000 a	9.39
T10	16.000 b	3.37

Variable: Intensidad de daño de tubérculos de papa

Análisis de variancia para la variable intensidad de daño de tubérculos. de papa. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L..	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	910.09			
Repeticiones	4	6.85	1.713	0.59	0.6746
Tratamientos	9	798.04	88.672	30.35**	0.0000
Error	36	105.20	2.922		
Promedio	1.49				
C.V. (%)	114.88				

Análisis de variancia para la variable intensidad de daño de tubérculos de papa. (Datos transformados). San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	42.92			
Repeticiones	4	0.14	0.036	0.39	0.8168
Tratamientos	9	39.40	4.378	46.78**	0.0000
Error	36	3.37	0.094		
Promedio	1.06				
C.V. (%)	28.78				

Valores promedios de la variable intensidad de daño de tubérculos de papa. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales	Valores transformados
--------------	----------------	-----------------------

	(%)	(Vx+0.5)
T1	0.000 b	0.71
T2	0.000 b	0.71
T3	0.000 b	0.71
T4	0.000 b	0.71
T5	0.000 b	0.71
T6	0.000 b	0.71
T7	0.000 b	0.71
T8	0.000 b	0.71
T9	13.400 a	3.67
T10	1.480 b	1.29

Variable: Número de larvas sanas de *Premnotrypes vorax*

Análisis de variancia para la variable número de larvas sanas de *P. vorax* con infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	930.48			
Repeticiones	4	13.48	3.370	1.02	0.41
Tratamientos	9	798.08	88.676	26.84**	0.00
Error	36	118.92	3.303		
Promedio	1.48				
C.V. (%)	122.80				

Análisis de variancia para la variable número de larvas sanas de *P. vorax* con infestación de NEPs (Datos transformados). San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	42.74			
Repeticiones	4	0.38	0.095	1.04	0.3979
Tratamientos	9	39.09	4.343	47.82**	0.0000
Error	36	3.27	0.091		
Promedio	1.06				
C.V. (%)	28.41				

Valores promedios de la variable número de larvas sanas de *P. vorax* a la infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (Nº)	Valores transformados ($\sqrt{x+0.5}$)
T1	0.000 b	0.71
T2	0.000 b	0.71
T3	0.000 b	0.71
T4	0.000 b	0.71
T5	0.000 b	0.71
T6	0.000 b	0.71
T7	0.000 b	0.71
T8	0.000 b	0.71
T9	13.400 a	3.66
T10	1.400 b	1.29

SITIO SIN LIBERACIÓN DE NEPs (Sitio 1 y 3)

Variable: Porcentaje de daño

Análisis de variancia para la variable Porcentaje de daño de tubérculos de papa por larvas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	32882.00			
Repeticiones	4	852.00	213.000	1.85	0.1409
Tratamientos	9	27882.00	3098.000	26.89**	0.0000
Error	36	4148.00	115.222		
Promedios	19.4				
C.V.(%)		55.33			

Análisis de variancia para la variable Porcentaje de daño de tubérculos de papa por larvas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. (Datos transformados).San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	333.68			
Repeticiones	4	15.37	3.843	1.61	0.1931
Tratamientos	9	232.33	25.815	10.81	0.0000
Error	36	85.97	2.388		
Promedios	3.64				

C.V. (%) 42.49

Valores promedios de la variable Porcentaje de daño de tubérculos de papa por larvas de *P.vorax*. sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (Nº)	Valores transformados (Vx+0.5)
T1	10.000	2.74
T2	6.000	2.23
T3	14.000	3.45
T4	10.000	2.74
T5	18.000	3.76
T6	2.000	1.21
T7	20.000	4.47
T8	6.000	1.98
T9	88.000	9.37
T10	20.000	4.41

Variable: Intensidad de daño

Análisis de variancia para la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa por larvas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	15581.26			
Repeticiones	4	57.03	14.257	0.27	0.8937
Tratamientos	9	13641.18	1515.687	28.98**	0.0000
Error	36	1883.04	52.307		

Promedios	8.26
-----------	------

C.V. (%) 87.52

Análisis de variancia para la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa por larvas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. (Datos transformados).San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	205.27			
Repeticiones	4	2.90	0.725	1.04	0.3984
Tratamientos	9	177.36	19.706	28.36**	0.0000
Error	36	25.02	0.695		

Promedios	2.16
-----------	------

C.V. (%)	38.62
----------	-------

Valores promedios de la variable Intensidad de daño de tubérculos de papa por larvas de *P.vorax*. sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (%)	Valores transformados (Vx+0.5)
T1	2.000	1.44
T2	0.600	1.01
T3	5.900	2.10
T4	2.600	1.53
T5	1.440	1.23
T6	0.300	0.85
T7	3.700	2.01
T8	0.700	1.02
T9	57.300	7.53
T10	8.100	2.87

Variable: Numero de larvas sanas de *Premnotrypes vorax*

Análisis de variancia para la variable número de larvas sanas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	F. Tabular
Total	49	976.08			
Repeticiones	4	7.53	1.883	0.86	0.4963
Tratamientos	9	889.88	98.876	45.25**	0.0000
Error	36	78.67	2.185		

Promedio	1.72
----------	------

C.V. (%)	85.95
----------	-------

Análisis de variancia para la variable número de larvas sanas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. (Datos transformados).San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculado	F. Tabular
--------	------	-------------------	------------------	--------------	------------

Total	49	44.48			
Repeticiones	4	0.25	0.062	0.82	0.5205
Tratamientos	9	41.50	4.611	60.73 **	0.0000
Error	36	2.73	0.076		

Promedio 1.15

C.V. (%) 23.89

Valores promedios de la variable Número de larvas sanas de *P. vorax* sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (%)	Valores transformados (Vx+0.5)
--------------	--------------------	--------------------------------

T1	0.100	0.76
T2	0.300	0.87
T3	0.400	0.88
T4	0.000	0.71
T5	0.500	0.94
T6	0.000	0.71
T7	0.000	0.71
T8	0.000	0.71
T9	14.300	3.81
T10	1.600	1.00

Variable: Numero de larvas enfermas de *Premnotrypes vorax*

Análisis de variancia para la variable número de larvas enfermas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
--------	------	-------------------	------------------	------------	--------------

Total	49	10.00			
Repeticiones	4	0.35	0.087	0.45	0.7740
Tratamientos	9	2.60	0.289	1.48n.s.	0.1945
Error	36	7.05	0.196		

Promedios 0.20

C.V. (%) 221.27

Análisis de variancia para la variable número de larvas enfermas de *P vorax*. sin infestación de NEPs. (Datos transformados).San Gabriel Carchi, 2010

F de V	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Tabular	F. Calculado
Total	49	2.14			
Repeticiones	4	0.06	0.014	0.36	0.8341
Tratamientos	9	0.68	0.076	1.95n.s.	0.0763
Error	36	1.40	0.039		
Promedios	0.81				
C.V. (%)	24.34				

Valores promedios de la variable Número de larvas enfermas de *P. vorax* sin infestación de NEPs. San Gabriel Carchi, 2010

Tratamientos	Valores reales (%)	Valores transformados (Vx+0.5)
T1	0.000	0.71
T2	0.000	0.71
T3	0.500	0.97
T4	0.200	0.82
T5	0.500	0.91
T6	0.100	0.77
T7	0.600	1.04
T8	0.100	0.77
T9	0.000	0.71
T10	0.000	0.71