



CENTRO UNIVERSITARIO
DE SANCTI SPÍRIUS
“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”

DEPARTAMENTO AGROPECUARIO

Trabajo de Diploma

TÍTULO: Efectividad de *Heterorhabditis indica* en el control biológico del Tetuán del Boniato (*Cylas fornicarus var. elegantulus* Sum.) en condiciones naturales

DIPLOMANTE: Raúl Plasencia Quintero

TUTOR: Ing. Manuel Rodríguez González.

Sancti Spiritus 2007
“Año 49 de la Revolución”

Resumen

Con el objetivo de definir la factibilidad del nemátodo *Heterorhabditis indica* sobre el Tetuán (*Cylas furmicarius var elegantulus* Sum), en el cultivo del boniato (*Ipomoea batata* L) en el clon CENSA 78 – 354, se realizó un experimento en condiciones de campo, en el municipio Yaguajay, provincia Sancti Spiritus. En el período comprendido entre noviembre 2006- marzo 2007. Para ello, se utilizó el diseño experimental cuadrado latino con tres variantes y nueve parcelas donde los tratamientos eran: (A: Testigo sin tratar; B: *Heterorhabditis indica* 10⁷ nemátodos/ litro y C: *Bauveria bassiana* 10¹² conidios/ litro). Se realizaron tres aplicaciones con cada biopreparado con una dosis de 2.5 l/ ha en solución acuosa en las horas más fresca del día. A los 120 días se realizó la cosecha y las tomas de las muestras, para esto tuvimos en cuenta que los tubérculos fueran de los surcos centrales de cada tratamiento para evitar el efecto de las variantes vecinas. Se evaluó el grado de daño donde el 49 % de la muestra del testigo supera el grado tres, a partir del cual el tubérculo se hace inservible para el consumo. En las parcelas tratada con *Bauveria bassiana* se reportaron el 30 %, donde se uso *Heterorhabditis indica* solo sobre pasan estos grados el cinco por ciento de la muestra. Los rendimientos alcanzados por categoría de calidad (según la norma cubana, NC 77-51: 91), en las variante donde se uso el nematodo, 95% de los tubérculos están en la categoría uno. Para el caso de *Bauveria bassiana* el 70% cumple con la categoría uno y para testigo solo el 51% esta en esta categoría. Con la utilización de la tabla de ANOVA y test de Dunca se analizaron las medias y la homogeneidad de varianza ($p \leq 0.05$), para los factores tubérculos afectados donde nos demostró que existe diferencia significativa entre las tres variantes estudiadas y para el caso de los rendimiento las dos variantes donde se utilizaron biopreparados superan al testigo y no difieren entre ellas. El uso del nematodos *Heterorhabditis indica* disminuye notablemente en presencia del Tetuán del Boniato.

Summary

With the objective of defining the feasibility of the nematode *Heterorhabditis indica* on the Tetuán (*Cylas furmicarius var elegantulus* Sum), in the cultivation of the sweet potato (*Ipomoea sweet potato* L) in the clone CENSA 78 - 354, it was carried out an experiment under field conditions, in the municipality Yaguajay, county Sancti Spiritus. In the period understood among November 2006 - March 2007. For it, the design experimental Latin square was used with three variants and nine parcels where the treatments were: (To: Witness without trying; B: *Heterorhabditis indica* 10⁷ nematodes / liter and C: *Bauveria bassiana* 10¹² conidium / liter). They were carried out three applications with each bio prepared with a dose of 2.5 l / there is in watery solution in the freshest hours in the day. To the 120 days it was carried out the crop and the takings of the samples, for this we kept in mind that the tubers were of the furrows of the central ones of each treatment to avoid the effect of the neighbouring variants. The grade of damage was evaluated where 49% of the witness's sample overcomes the grade three, starting from which the tuber becomes useless for the consumption. In the parcels tried with *Bauveria bassiana* 30% they were reported, where you use *Heterorhabditis indica* single envelope they pass these grades five percent of the sample. The yields reached by category of quality (according to the Cuban norm, NC 77-51: 91), in the variant where you use the nematode, 95% of the tubers is in the category one. For the case of *Bauveria bassiana* 70% fulfills the category one and alone witness stops 51% this in this category. With the use of the chart of ANOVA and test of Dunca the stockings and the variance homogeneity were analyzed ($p \leq 0.05$), for the factors affected tubers where it demonstrated us that significant difference exists among the three studied variants and for the case of the yield the two variants where bio prepared was used they overcome the witness and they don't differ among them. The use of the nematode *Heterorhabditis indica* it diminishes notably in presence of the Tetuán of the Sweet potato.

Índice

1. 1. Introducción.....	2
2. 1.1 Problema.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Objetivo Generales.....	3
1.4 Objetivo Especificó.....	3
2. Revisión Bibliografía.....	4
2.1 El Cultivo del Boniato.....	4
2.1.1 Características Botánicas.....	4
2.1.1.1Morfologa y taxonomía.....	5
2.1.2 Principal Plaga Insectil (Tetuán del Boniato.....	5
2.1.2.2 Control.....	9
2.2 Control Biológico.....	9
2.2.1 Hongo Entomopatógeno (<i>Bauveria bassiana</i>.....	10
2.2.1.1 Características Generales.....	11
2.2.1.2 Mecanismo de Acción del hongo de (<i>Bauveria bassiana</i>	11
2.2.1.3 Formulación y recomendaciones para su aplicación.....	13
2.2.2 Nemátodos Entomopátogenos.....	14
2.2.2.1Características Generales de los Nemátodos Entomopátogenos.....	15
2.2.2.2 Ciclo de Vida.....	17
2.2.2.3 Búsqueda y Penetración.....	18
2.2.2.4 Asociación Mutualista Nematodo vs Bacteria.....	19
2.2.2.5 Seguridad y Efectividad de aplicación.....	20

2.2.2.6 Ventajas de la aplicación de nematodos entomopatógenos.....	22
2.2.2.7 Requerimientos Ambientales.....	23
3. Materiales y Métodos.....	24
3.1 Diseño experimental.....	24
3.2 Grado de daños.....	26
3.3 Efectividad del Tratamiento.....	26
3.4 Indicadores evaluados.....	26
3.5 Procesamiento Estadístico.....	27
4. Resultado y Discusión.....	28
4.1 Precipitaciones.....	28
4.2 Grado de daños.....	29
4.3 Efectividad del Tratamiento.....	30
4.4 Indicadores evaluados.....	31
4.4.1 Rendimiento Bruto por parcela.....	31
4.4.2 Peso total (Peso de los tubérculos sanos y afectados).....	33
4.4.3 Carácter del daño.....	34
4.4.4 Valoración Económica.....	35
4.5 Análisis Estadístico.....	36
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	37
5.1 Conclusiones.....	37
5.2 Recomendaciones.....	37
6. Referencia Bibliográfica.....	38

1. Introducción

El boniato (*Ipomoea batatas*) es originario de América y constituye el séptimo cultivo alimentario en orden de importancia a nivel mundial. En Cuba se cultiva desde la época precolombina, constituyendo en la actualidad una de las viandas más importantes en la alimentación de la población. Su producción anual es de 160 mil toneladas aproximadamente. Debido a su naturaleza rústica, amplia adaptabilidad, corto ciclo y a que su material de plantación puede ser multiplicado fácilmente, el boniato se planta durante todo el año y en todas las regiones del país. Es uno de los principales cultivos alimentarios y su importancia ha crecido en los últimos años con la introducción de clones de ciclo corto y elevado rendimiento que han posibilitado su inserción en programas de rotación con otros cultivos principales, posibilitando la obtención de mayores rendimientos por área en un espacio de tiempo más corto (Morales, 1982. Pérez *et al*, 1986).

En nuestro municipio es un cultivo muy extendido, constituyendo una de las bases del programa agroalimentario. A pesar de ello los rendimientos que se obtienen son bajos y no satisfacen las necesidades de la población, esto se debe en parte a las pérdidas que ocasiona el Tetuán del boniato (*Cylas formicarius var. elegantulus*) el cual puede llegar a afectar del 60 al 100 % del rendimiento del cultivo. Otro aspecto que ha influido lo constituye la poca diversidad de clones empleada en la producción.

Entre las medidas a tomar para disminuir los daños ocasionados por el Tetuán se debe al empleo de clones precoces que acorten el ciclo de cosecha impidiendo el establecimiento total de la plaga y clones de tuberización profunda que dificultan el acceso del insecto hasta la raíz tuberosa (INIVIT, 1995). Según Alcázar y Cisnero (1999), la lucha contra las plagas y enfermedades que afectan cultivos agrícolas y forestales es un problema importante para el hombre. Tradicionalmente y aún en la actualidad, el empleo de plaguicidas químicos ha permitido de forma relativamente rápida y efectiva eliminar estos problemas. Sin embargo esta efectividad esta unida a una serie de efectos desfavorables como son entre otros: afectaciones sobre la fauna beneficiosa, contaminación ambiental y el desarrollo acelerado de resistencia de los insectos a los plaguicidas. Estudios realizados por Fernández y Vega (1997), una de las vías de reducir el empleo de plaguicidas es la introducción de los medios de control biológico. Los microorganismos constituyen un grupo importante de elementos biológicos de uso fitosanitario, debido a su diversidad, su relativamente fácil producción masiva y la posibilidad de crear epizootias, que en ocasiones logran mantener las plagas y enfermedades por debajo del umbral de daño, sin necesidad de nuevas aplicaciones, uno de los principales componentes del manejo integrado de plagas lo constituye el control biológico. Este método se refiere a la represión

de las plagas mediante parásitos predadores y patógenos. Entre los patógenos se consideran algunos hongos, bacterias, nemátodos y virus, los cuales son microorganismos que ocasionan la muerte de los insectos. El Tetuán del boniato (*Cylas formicarius var. elegantulus*) que llega a afectar más del 60 % de los tubérculos, por lo que nos dimos a la tarea de demostrar la efectividad de los medios biológicos en el control de esta plaga y en especial el nematodo entomopatógenos

A partir de 1993 comenzaba una nueva era para los agricultores cubanos y los pesticidas no formaban parte de ella. La meta era soluciones naturales. Bedding (1998), ha comprobado que los nemátodos entomopatogenos reúnen los atributos necesarios para ser buenos biocontroladores la familia *Steinernema* y *Heterorhabditis* han surgido como excelentes candidatos para controlar a insectos plaga, ya que posiblemente ellos ocupan una gran mitad entre los predadores/ parasitoides y patógenos, y han recibido considerable atención como bioinsecticidas, por la impresionante combinación única que poseen, criterios de Gaugier y Kaya, (1990). El aparato bucal no es igual al que poseen los fitonematodos, son altamente especializados debido a que tienen un hábito de vida diferente al de los nemátodos que atacan las plantas. Estas especies de nemátodos reúnen la mayoría de los atributos que debe tener un efectivo agente de control biológico: Como la presencia de un amplio rango de hospederos, la habilidad para buscar e introducir sus bacterias simbióticas dentro del cuerpo del insecto, matándolo por septicemia dentro de las 24- 48 horas, aunque según (Lebeck et al; 1983), en insectos pequeños, la mortalidad del hospedero puede ocurrir en minutos, presumiblemente por un daño mecánico. La alta variabilidad de su acción ha despertado gran interés en su uso en el control biológico como agente en el manejo integrado de plagas (Kaya *et al.*, 1993).

1.1 Problema

En el sector campesino en el municipio Yaguajay, el rendimiento del cultivo del boniato es bajo, los daños causados por el Tetuán del Boniato (*Cylas formicarius var elegantulus* Sun) inciden en más del 60% de la producción, no existiendo un método de control efectivo.

1.2 Hipótesis

El empleo del entomopatógeno *Heterorhabditis indica* como control biológico del Tetuán del Boniato (*Cylas formicarius var elegantulus* Sun) puede disminuir eficientemente los daños, tributando significativamente en el ahorro de recursos, en la protección del medio ambiente, mejorando los volúmenes de producción.

1.3 Objetivo Generales

Definir la factibilidad del empleo del nemátodo en el control del Tetuán de Boniato (*Cylas formicarius var elegantulus* Sun) en condiciones naturales del cultivo.

1.4 Objetivos Específico

- Definir la capacidad de virulencia de *Heterorhabditis indica* en el control del Tetuán de Boniato (*Cylas formicarius var elegantulus* Sun).
- Determinar y confrontar la patogenicidad y la eficiencia de los nematodos entomopatógeno de la especie *Heterorhabditis indica* y el hongo entomopatógeno *Bauveria bassiana* en contra del Tetuán del Boniato (*Cylas formicarius var elegantulus* Sun).
- Valoraciones económicas de los diferentes controles utilizados.

2. Revisión Bibliográfica

2.1 El Cultivo del Boniato (*Ipomea batatas* Lam.)

Los científicos creen que el boniato fue domesticado hace más de 5000 años. Es originario del Continente Americano precisamente de Centro América (México). Existen suficientes pruebas de que el boniato fue ampliamente distribuido a través de las rutas de migración de los pueblos indígenas de la América tropical, el boniato se consume desde tiempos inmemoriales (*Anónimo, 2004; Huamán, 2004*). El boniato (*Ipomoea batata*. Lin) es uno de los principales cultivos alimentarios del país y su importancia ha crecido en los últimos años con la introducción de clones de ciclo corto y elevado rendimiento que han posibilitado su inserción en programas de rotación con otros cultivos principales, como es el caso de la papa, posibilitando la obtención de mayores rendimientos por área en un espacio de tiempo más corto (*Morales, 1982; Pérez, 1986*). China es el mayor productor del mundo, con cerca de 90 % de la producción mundial. Por otro lado, este cultivo se siembra en más de 100 países en desarrollo, figurando entre los cinco cultivos más importantes en más de 50 de ellos (*CIP, 1991*).

Según *Barrios y Colmenares (1989)*, es un cultivo clasificado dentro del grupo de "Cultivos Tuberosos" o de "Raíces y Tubérculos", puesto que su utilización está específicamente dirigida hacia el aprovechamiento de sus raíces reservantes, que son reservorios de bio-energía en forma de carbohidratos, especialmente almidón, pero también su follaje constituye una fuente alimenticia de alto valor nutritivo, lo cual es aprovechado por algunos pueblos asiáticos. *Barrios (1985)*, plantean que el cultivo es de interés, desde el punto de vista agroalimentario tanto para el hombre como los animales domésticos.

2.1.1 Características botánicas

Según *López et al; (1995)*, es una planta potencialmente perenne debido a su propagación vegetativa. Desde el punto de vista agronómico se considera como anual. Planta dicotiledónea de consistencia herbácea, porte rastrero, y vivaz. El ciclo biológico es relativamente corto, oscila entre 3,5 - 7 meses, pero no presenta una maduración comercial definida, culinariamente es aprovechable desde que comienza el engrosamiento de las raíces aproximadamente 60 días. De naturaleza rústica, amplia, adaptabilidad de fácil multiplicación por vía vegetativa. El boniato se planta durante todo el año y en todas las regiones del país.

2.1.1.1 Morfología y Taxonomía

Reino: Vegetal

División: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneae

Orden: Tubifloras

Familia: Convolvulaceae

Género: *Ipomoea*

Especie: *batata*

Desde el punto de vista económico dentro de esta familia la única especie cultivada con destino de la alimentación es la (*Ipomoea batata* L.) de la cual existe gran número de clones. La caracterización realizada por el *INIVIT (1990)*, plantea que el tallo es rastrero también llamado rama, de longitud variable de (0,10 a 6,0 m), en dependencia del clon. Puede ser glabro (sin pelos) o pubescente (velloso). El color varía entre verde, morado o combinación de ambos. Su sistema radicular es la parte más importante de la planta, ya que constituye el objeto principal del cultivo. Las raíces son abundantes y ramificadas, produciendo unos falsos tubérculos de formas y colores variados (según el clon), azucarada y rica en almidón. Las hojas son muy numerosas, simples, alternas, insertadas aisladamente en el tallo, sin vaina, con pecíolo largo, de hasta 20 cm, y coloración y vellosoidad semejante al tallo. Limbo ligeramente muy desarrollado. Palminervias, con nervios de color verde o morado. La forma de limbo depende del clon. Presenta una inflorescencia del tipo de cima bípara, con raquis de hasta 20 cm, que se sitúan en la axila de una hoja con cuatro centímetros de diámetro por cinco de largo, el cáliz posee sépalos separados, y la corola con pétalos soldados, con figura embudiforme. Los frutos son pequeñas cápsulas redondeadas de tamaño inferior a un centímetro.

2.1.2 Principal plaga insectil Tetuán del boniato (*Cylas fornicarus* var. *elegantulus* Sum.)

En Cuba, en los últimos años se evidencia una reducción de la superficie de siembra. Los rendimientos que se obtienen son bajos y no satisfacen las necesidades de la población, esto se debe en parte a las pérdidas que ocasiona el Tetuán del boniato (*Cylas fornicarus* var. *elegantulus* Sum.) el cual puede llegar a afectar la totalidad del rendimiento del cultivo según estudios realizados por *Grillo y Pérez, (1994)*. Un estimado conservador, indica que puede causar pérdidas económicas en el orden de 5 a 97%, es el insecto plaga más devastador del cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) a escala mundial y especialmente en los trópicos, este daño no solamente ocurre en el campo, sino también en condiciones de almacenamiento. Debido a su hábito taladrador del tallo y raíces, su control químico resulta poco efectivo y costoso, siendo necesaria la evaluación de otras medidas que permitan un manejo integrado. La ubicación taxonómica según las leyes de nomenclatura es la siguiente:

Clase: Insecta.

Orden: Coleoptero

Familia: Curculionidae.

Género: *Cylas*

Especie: *Cylas fornicarus* var. *elegantulus* Sum.

Hasta el presente, es a la única que se le concede importancia económica. El adulto se alimenta de hojas, esquejes, tallos y raíces tuberosas, pero el daño de consideración lo causa la larva, abriendo galerías en todas direcciones en el tubérculo. El boniato infestado queda inutilizado para el consumo humano y animal (*MINAGRI, 2004*).

2.1.2.1 Morfología y Biología

Un ciclo vital completo requiere uno a dos meses, con 35 a 40 días siendo comunes durante los meses del invierno. Las generaciones son indistintas, y el número de las generaciones a que ocurre. El tetuán de boniato se desarrolla durante todo el año como se muestra en la (figura: 2.1) y siempre existen posibilidades de encontrar cualquiera de sus estados prácticamente todas las semanas (incuban en menos de una semana). Este insecto se alimenta de las plantas de la familia *Convolvulaceae*. Aunque se ha encontrado asociado con varios géneros, sus anfitriones primarios están en el

género *Ipomoea* (Mendoza y Gómez, 1982).

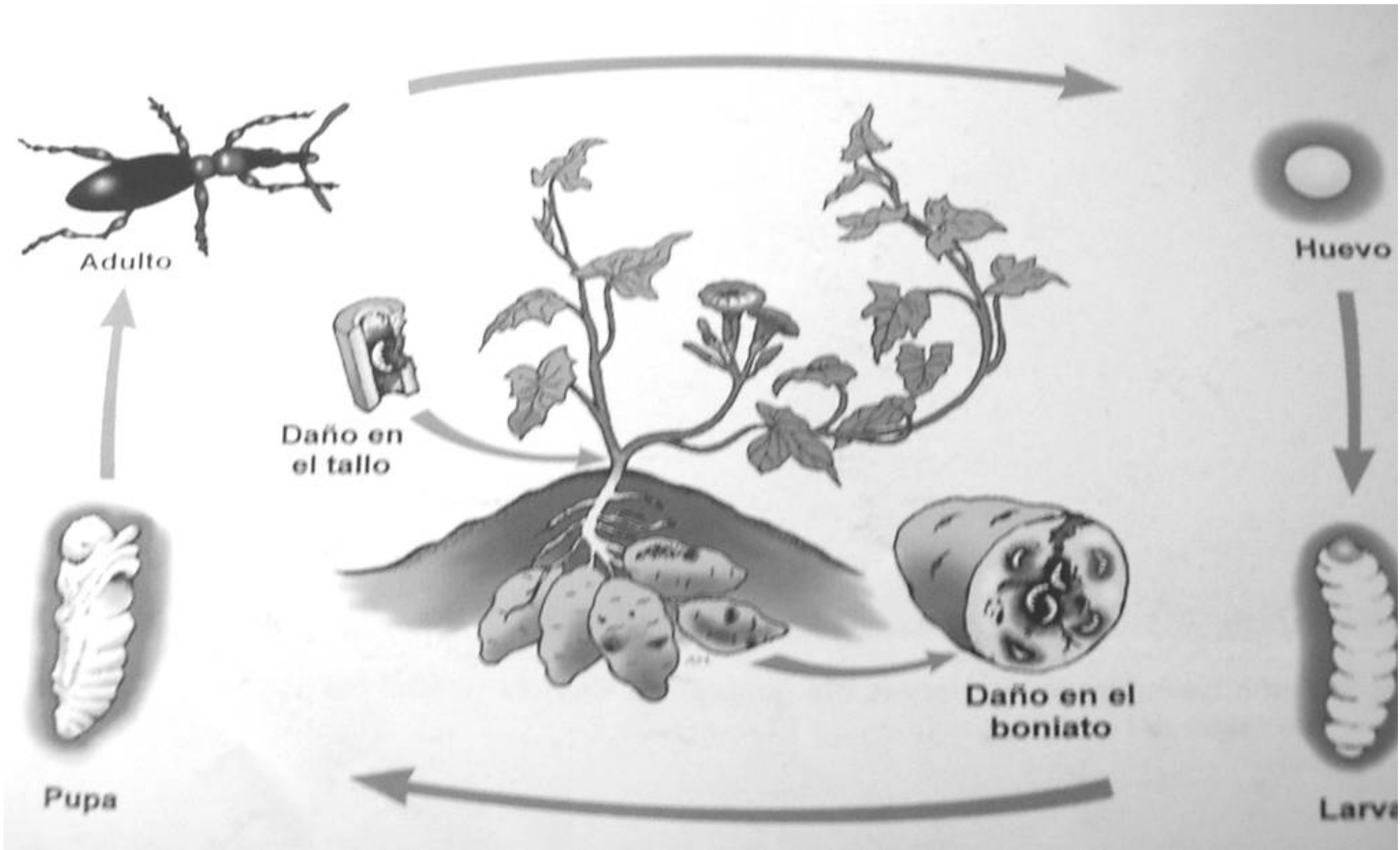


Figura: 2.1 ciclo de vida del Tetuán del Boniato

Huevo: Los huevos según observaciones de *Sorensen y Kidd (1983)*, se depositan en las cavidades pequeñas creadas por la hembra en la raíz o el vástago del cultivo. La hembra deposita un solo huevo a la vez, sellado los orificios con pequeñas partículas de la pulpa del boniato y pegadas mediante una sustancia pegajosa regurgitada por la hembra. De esta forma el huevo queda dentro de una cámara, protegido de sus enemigos naturales

potenciales y de factores ambientales adversos. La mayoría de los huevos se depositados cerca de la unión del vástago y de la raíz (tubérculo). El huevo es blanco de forma oval y cremoso en color. Su tamaño es aproximadamente de 0,7 milímetro en longitud y 0,5 milímetro en anchura. La duración de la etapa del huevo varía de cinco a seis días durante el verano a cerca de 11 a 12 días durante un tiempo más frío. Las hembras producen al parecer dos a cuatro huevos por día, de 75 a 90 huevos durante su vida de cerca de 30 días.

Crisálidas (pupa): según *Grillo y Pérez (1994)*, las pupas son de tipo libre y generalmente se encuentran al final de la galería desde donde el adulto se hace paso cuando termina le etapa pupal, las larvas cuando maduran crea un compartimiento pupal pequeño en el tubérculo o el vástago. Las crisálidas son similares al adulto en aspecto, miden cerca de 6,5 milímetros en longitud. Son inicialmente blancas, pero con tiempo esta llega a ser grisácea en color con ojos y piernas más oscuros. La duración de la etapa pupal hace un promedio de siete a diez días, pero en tiempo fresco puede ser ampliado a hasta 28 días.

Larva: Es de forma subcilíndrica, algo arqueada. Cabeza con cápsula cefálica bien definida, cuyo color marrón oscuro contrasta con la coloración blanquecina general del cuerpo; piezas bucales con mandíbulas, maxilas y labio fáciles de observar. Tórax con sus tres segmentos bien definidos, cada uno con un par de espiráculos, siendo los del meso y metatórax no muy visibles. Aunque la larva en apariencia es apoda presenta pequeños rudimentos o vestigios de patas al nivel de los tres segmentos torácicos. Abdomen con nueve segmentos, cada uno con un par de espiráculos, excepto el último. Cada espiráculo posee tres setas según (*Mendoza y Gómez, 1982*). Integumento del cuerpo con setas distribuidas sobre cada segmento, variables en número, las cuales son más numerosas en el último segmento abdominal. El daño más grave es ocasionado por las larvas, las cuales producción de fenoles y terpenoides con un olor y color característico que la hace inaceptable, en respuesta de su alimentación. Cualquier daño en la raíz comestible induce a la producción de terpenos con un olor característico que la hace inaceptable.

Adulto: El adulto puede vivir por unos ocho meses y vuelan más de 1600 m en busca de comida, emerge normalmente del sitio masticando un agujero con el exterior del tejido fino de planta, pero permanece por un período considerable y alimenta a veces dentro del tubérculo. Presenta dimorfismo sexual, el tórax es de color anaranjado, con la parte posterior incluyendo los élitros de color azul metálico oscuro. El hocico se curva levemente. Los adultos son de hábito nocturno, su mayor actividad ocurre desde las 16 - 18 horas (4:00 a 6:00 pm) en adelante, situación que ocasiona un difícil acceso a las poblaciones y al monito de este insecto (*Grillo y Pérez, 1994*). Los adultos también pueden producir daño en las raíces, pero de menor importancia. Estos también se alimentan de hojas y con preferencia sobre las raíces del cultivo, estudios realizado por (*Deen, 1990*).

2.1.2.2 Control

El INIVIT (1995), implementó un programa de Manejo Integrado para el control de esta plaga, el que permitió disminuir las poblaciones y por ende las pérdidas. En este manejo integrado están incluido el uso de los medio biológico, los principales entomopatógenos que utilizamos según González (1999), para controlar la plaga son: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Heterorhabditis* sp. Y la utilización de hormigas predatoras: *Pheidole megacephala* (F.) (Hormiga leona) y *Tetramorium guineense* (Mayr.) (Hormiga del plátano).

2.2 Control biológico como alternativa

Después de más de veinte años de desarrollo de una agricultura de altos insumos y una alta concentración de la tierra organizada en grandes empresas estatales, el estado cubano está cambiando el modelo de desarrollo agrícola, motivado por la disminución drástica de los recursos que el país obtenía,

debido a la desaparición del campo socialista, con el cual se realizaba más del 80 % del comercio, en condiciones muy ventajosas. La actual política que sigue el país y que se inicia a partir del año 1990, es la sustitución de insumos químicos por biológicos producidos en el país, el reemplazo de gran parte de los tractores por tracción animal, la descentralización de las grandes empresas estatales en cooperativas, la entrega de tierras a diferentes sectores de la población, organismos y entidades para fomentar la producción para el autoconsumo, reduciendo la dependencia de los suministros centralizados del Estado y la apertura del mercado agropecuario, entre los más importantes (*García, 1997*).

Según *Alcázar y Cisnero (1999)*, la lucha contra las plagas y enfermedades que afectan cultivos agrícolas y forestales es un problema importante para el hombre. Tradicionalmente y aún en la actualidad, el empleo de plaguicidas químicos ha permitido de forma relativamente rápida y efectiva eliminar estos problemas. Sin embargo esta efectividad esta unida a una serie de efectos desfavorables como son entre otros: afectaciones sobre la fauna beneficiosa, contaminación ambiental y el desarrollo acelerado de resistencia de los insectos a los plaguicidas. Estudios realizados por *Fernández y Vega (1997)*, una de las vías de reducción del empleo de plaguicidas es la introducción de los medios de control biológico. Los microorganismos constituyen un grupo importante de elementos biológicos de uso fitosanitario, debido a su diversidad, su relativamente fácil producción masiva y la posibilidad de crear epizootias, que en ocasiones logran mantener las plagas y enfermedades por debajo del umbral de daño, sin necesidad de nuevas aplicaciones, uno de los principales componentes del manejo integrado de plagas lo constituye el control biológico. Este método se refiere a la represión de las plagas mediante parásitos predadores y patógenos. Entre los patógenos se consideran algunos hongos, bacterias, nemátodos y virus, los cuales son microorganismos que ocasionan la muerte de los insectos.

2.2.1 Hongo Entomopatógeno (*Bauveria bassiana*)

Ciertos hongos que afectan a insectos poseen características muy especiales que les permiten sobrevivir en forma parasítica sobre insectos y en forma saprofíticas sobre material vegetativo en descomposición, observaciones realizadas por *Alcázar et. al; (1999)*. A pesar de que se conocen más de 700 especies de hongos capaces de actuar como controladores de plagas y enfermedades que afectan a diferentes cultivos, sólo unos pocos se han logrado producir y aplicar de forma estable y masiva, lo cual esta dado principalmente por el poco desarrollo tecnológico de los métodos de reproducción. Los hongos poseen características que definen muy bien sus posibilidades como biocontroladores, por su alto poder patogénico y capacidad de producir epizootias. Entre los principales hongos que presentan estas características están: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* y *Paecilomyces*.

Los hongos del género *Beauveria*, es uno de los patógenos más importantes que afectan insectos, ha sido recuperado de muchos insectos del orden Coleóptero, Lepidótera y Homóptera y probablemente ataca a todos los artrópodos. De acuerdo a la literatura existen dos especies: *Beauveria bassiana* y *Bauveria brogniartii*. La primera ha sido la más estudiada (*Jiménez, 1995*). Según *Fernández (1993)*, este hongo se reproduce en los biolaboratorios o C.R.E.E. (Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos), mediante cultivo sobre soporte sólido empleando cabecilla de arroz o bagacillo de caña, y sobre medios líquidos utilizando sub.-productos de la industria azucarera. Los productos líquidos no pueden almacenarse por más de quince días y siempre que se mantengan en refrigeración. Las formas sólidas y secas se conservan por tres meses a temperaturas entre 4-10 C⁰.

2.2.1.1 Características Generales

Beauveria bassiana es un hongo imperfecto caracterizado por la formación de micelio septado con producción de conidias de aproximadamente 0,5 a 0,8 micras de diámetro o formas de reproducción asexual, en conidióforos que nacen a partir de hifas ramificadas, cuya clasificación taxonómica puede

resumirse como sigue:

Reino: Hongo

División: Deuteromycotina

Clase Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género y especie: *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin

Deutoromycetes, es en esta clase donde se agrupan los hongos a los que no se les conoce fase sexual. De estos más de cuarenta géneros han sido identificados como entomopatógenos, y de estos uno de los más conocidos es *Beauveria*, de esta las especies más conocidas son: *B. tenella* y *B. bassiana*, esta última descrita en 1935 por Bálsamo como *Bothrytis* en incluida en el género *Beauveria* por Vuillemin en 1912. Es uno de los hongos más citados como patógenos para insectos plaga de diferentes cultivos. Presenta células conidiogenas en forma de botella con una parte basal hinchada que termina en zig-zag. Generalmente es asociado con el término Muscardina Blanca ya que el micelio y los conidios cubren el cuerpo o los espacios articulares con una capa de color blanco (Contreras, 1996).

2.2.1.2 Mecanismos de acción del hongo de *Bauveria bassiana*

Estudios realizados demuestran que este patógeno se encuentra en la naturaleza siguiendo dos posibles ciclos de desarrollo que comprenden dos fases: una patogénica y otra saprofitica. La fase saprofitita se desarrolla en desechos vegetativos y puede dar como resultado la producción de conidióforos, conidias y desarrollo micelial. Esta característica permite que el hongo pueda ser cultivado en el laboratorio utilizando técnicas de bajo costo para la producción masal. La fase de patogénesis ocurre cuando el hongo entra en contacto con el tejido vivo del huésped y la humedad en el microclima es del 85% o más. La infección parasítica de los insectos es causada el propágulo infectivo del hongo (conidia) que al cae sobre el insecto (exoesqueleto) adhiriéndose a la misma (fase de adhesión), a continuación aparece el tubo germinativo (fase de germinación) y a partir de él, se desarrolla el apresorio, una estructura celular que ejerce presión contra las capas cerosas del exoesqueleto, al mismo tiempo que libera varios tipos de enzimas proteolíticas (lipasas, quitinasas, cutinasas que producen sustancias líticas y toxinas) las cuales producen la histólisis de los tejidos ablandándolos y permitiendo entrar en forma mecánica inhibiendo los mecanismos de defensa de los insectos entre otras formas de actuar (fase de infección). Dentro del hemocele el hongo coloniza produciendo micelios y blastosporas que se dispersa en la hemolinfa, emitiendo al medio metabolitos secundarios del tipo micotóxico (beauvericina) los cuales afectan diferentes actividades fisiológicas y órganos vitales del insecto hasta producirle la parálisis y posteriormente, su muerte en un lapso variable de entre cuatro a ocho días. Finalmente el hongo concluye su ciclo al colonizar externamente al cadáver del insecto y producir y liberar al medio millones de conidias infectivas, que funcionarán como inóculo secundario para infectar a otros individuos. La dispersión de las esporas se realiza por contaminación ambiental a través del viento, la lluvia e incluso individuos enfermos al entrar en contacto con otros sanos proporcionando así una fuente de inóculo para afectar otros. Cuando el hongo es capaz de penetrar dentro del insecto e invadirlo, le provoca la muerte por micosis. Las principales vía de penetración es directa, se realiza a través de la cutícula del insecto o por aperturas naturales como son: (región bucal, el ano y las regiones intersegmentales y articulaciones), según (Zayas y Rodríguez 1992).

Estos hongos producen epizootias naturales en el campo y son un mecanismo regulador de las poblaciones de insectos en ecosistemas que hayan sido alterados. En condiciones favorables de humedad y temperatura las esporas que logran alcanzar al insecto forman un tubo germinativo, en las extremidades del tubo se dilatan las hifas formando apresorios. Las infecciones con hongos en los insectos son frecuentes y se pueden detectar con

facilidad debido al crecimiento de micelios en los cadáveres de los mismos. La muerte ocurre debido a las micotoxinas segregadas y a los daños mecánicos, luego producen sustancias bactericidas que permiten el crecimiento de hifas en el cadáver, (*Contreras 1996*).

Los insectos infectados dejan de alimentarse y realizan movimientos lentos. Pueden morir relativamente rápido, en unos cuantos días. Los cuerpos de los insectos muertos pueden ser encontrados sobre el follaje, según *Rojas (2003)*. Con apariencia variable. Pueden estar cubiertos totalmente por el micelio del hongo, o en algunas ocasiones se le observa emergiendo de las articulaciones y segmentos del cuerpo. Poco después de la muerte, el insecto se endurece, se vuelve quebradizo y se momifica. Los individuos enfermos no se alimentan, presentan debilidad y desorientación.

2.2.1.3 Formulación y recomendaciones para su aplicación

La formulación es muy importante de productos biológicos, empiece las aplicaciones en cuanto aparezca el insecto por controlar. El efecto de control puede ser percibido típicamente de cuatro a ocho días después de la primera aplicación. Las cantidades aplicadas, su frecuencia, la cobertura y el número de insectos repercuten en la rapidez con que se obtiene un buen control. Según *Hernández (2000)*, los conidios sobre las hojas expuestas a la luz solar directa pueden alcanzar una vida media de tan solo dos horas. Por tanto una formulación correcta contribuye a mejorar la viabilidad y por consiguiente la capacidad de infección del biocontrolador en cuestión. Las esporas del hongo se sedimentan después de algunas horas en reposo, por lo que se requiere agitar bien el recipiente antes de usarse. No presenta polimerización. Toxicológicamente es un producto de origen natural que utiliza un agente de control presente en forma natural en el medio. No obstante, se recomienda que al utilizarse se sigan las precauciones propias del buen manejo de agroquímicos no tóxicos. Se debe evitar la inhalación y el contacto con los ojos. Existe la posibilidad de reacciones alérgicas moderadas tanto al ingrediente activo como a los ingredientes de la formulación. El tratamiento consiste en lavar abundantemente con agua.

2.2.2 Nemátodos Entomopatógenos

Los nemátodos forman parte de un grupo variado de organismos, que virtualmente existen en cada medio ambiente del mundo incluso en el desierto, donde la mayoría de las especies han resultado ser aliados importantes en el control biológico. Estos constituyen un grupo complejo y heterogéneo. Son organismos sapróbicos, es decir, ni son saprófitos, puesto que no se alimentan por si solos de material decompuesto y ni son parásitos, pues no parasitan. Algunas especies se encuentran asociadas a insectos, en relaciones que van desde fortuitas hasta parasíticas. Estas últimas, esta presente en centenares de especies de insectos de casi todos los ordenes ocasionando diferentes efectos sobre sus hospederos, que pueden ir desde reducción en la fecundidad, esterilidad y longevidad, disminución en la actividad de vuelo, retraso en el desarrollo, cambios fisiológicos, morfológicos y de comportamiento y hasta la muerte según (*Poinar 1979*).

Bedding (1998), ha comprobado que los nemátodos de la familia *Steinernema* y *Heterorhabditis* han surgido como excelentes candidatos de biocontrol alternativo de insectos plaga, ya que posiblemente ellos ocupan una gran mitad entre los predadores/ parasitoides y patógenos, y han recibido considerable atención como bioinsecticidas, por la impresionante combinación única que poseen, criterios de *Gaugier y Kaya, (1990)*. El aparato bucal no es igual al que poseen los fitonematodos, son altamente especializados debido a que tienen un hábito de vida diferente al de los nemátodos que atacan las plantas. Estas especies de nemátodos reúnen la mayoría de los atributos que debe tener un efectivo agente de control biológico: Como la presencia de un amplio rango de hospederos, la habilidad para buscar e introducir sus bacterias simbióticas dentro del cuerpo del insecto, matándolo por septicemia dentro de las 24- 48 horas, aunque según (*Lebeck et al; 1983*), en insectos pequeños, la mortalidad del hospedero puede ocurrir en minutos,

presumiblemente por un daño mecánico. La alta variabilidad de su acción ha despertado gran interés en su uso en el control biológico como agente en el manejo integrado de plagas, llegando a reproducirse en el interior del insecto (*Kaya et al., 1993*).

2.2.2.1 Características Generales de los Nemátodos Entomopatógenos

Los nemátodos entomopatógenos se enmarcan según *ISACH; (1985)*, dentro del Phylum Nematelminthes (del griego nema, filamento y helmis, gusano); este grupo comprende un amplio número de especies muy variados en sus formas. El orden *Rhabditida* radican la mayoría de los nemátodos de vida libre. La clasificación taxonómica ofrecida por *Woodring y Kaya (1998)*, es la siguiente: de acuerdo a los principios, reglas y procedimientos del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

Phylum: *Nematoda*.

Clase: *Adenophorea*.

Subclase: *Secernentea*.

Orden: *Rhabditida*.

Suborden: *Rhabditina*.

Familias: *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*.

Subfamilia: *Rhabditoidea*.

Dentro de este orden existen ocho familias de nemátodos reconocidas como parásitos de insectos, estas son: *Allantonematidae*, *Diplogasteridae*, *Mermithidae*, *Phaenopsitylenchidae*, *Sphaerularidae*, *Tetradonematidae*, *Heterorhabditidae* y *Steinernematidae* según *Sáenz (1999)*. Las dos últimas, están relacionadas con una bacteria simbiote que mata al hospedero rápidamente, razón por la cual han despertado gran interés mundial para ser desarrolladas como biocontraladores de insectos plaga, investigaciones realizadas por *Fernández et al; (2000)*. Pero todas sus especies tienen características generales como son:

1. Tienen simetría bilateral; tres capas germinales, sin verdadera segmentación, apéndices o probóscide.
2. Los adultos tienen una longitud de uno a ocho milímetros, por lo que pueden ser observados con lupa o microscopio, mientras que la longitud de los juveniles infectivos (JIs) tanto de *Steinernema* como de *Heterorhabditis* va de un rango de 440 a 1500 micras.
3. El cuerpo es de forma cilíndrica, muy pocos son aplanados.
4. La pared del cuerpo está formada por una cutícula resistente lisa o estriada, a menudo con espinas, escamas, placas, etcétera. En la mayoría la cutícula esta sujeta a mudas durante el crecimiento o durante toda la vida. Por debajo de la cutícula hay una epidermis sinsicial o celular a la que siguen las fibras musculares.
5. Carecen de peritoneo, razón por la cual se incluyen dentro de los pseudocelomados, a menudo con espinas, escamas o placas.
6. El sistema digestivo es completo, que consiste en una boca seguida de una cavidad bucal o estoma, esófago, intestino, recto y ano.
7. No poseen órganos circulatorios ni respiratorios.
8. El sistema nervioso está formado por un anillo o por ganglios cerebroides conectados con nervios anteriores y posteriores. Órganos sensoriales desarrollados, sobre todo, los de vida libre; tienen papilas, cerdas, anfidas, fasmidas y en pocas especies hay manchas oculares.
9. El sistema reproductor está constituido por órganos tubulares, con gónadas y conductos que pueden ser dobles o sencillos; casi siempre los

sexos separados, el macho habitualmente más pequeño que la hembra.

10. El ciclo de vida puede ser sencillo o complicado, con o sin hospedero intermediario”.

Wetzel (1995), expone que dentro de los “nematodos entomopatógenos se encuentran algunos de gran importancia los cuales pueden parasitar insectos, como son los nematodos pertenecientes a los ordenes *Mermithida* y *Rhabdtida*; o pueden ser utilizados para controlar a los fitonematodos; como es el caso del orden *Mononchida*. Las características generales de estos agentes son presentar una cutícula transparente que los protege de la deshidratación, son altamente especializados debido a que tienen un hábito de vida diferente al de los nematodos que atacan las plantas. Cuando son molestados se mueven rápidamente, cuando se encuentran en medios líquidos toman una forma de "J". Las bajas temperaturas y niveles de oxígeno pueden inhibir su movimiento, incluso si son especies muy activas.

La familia Steinernematidae comprende los géneros *Neosteinerema* (*Nguyen y Smart 1994 y Steinernema, Travassos 1927. citados por Marrero (2003)*). La familia Heterorhabditidae tiene como único representante al género *Heterorhabditis* (*Poinar, 1976*). Estas dos familias constituyen nematodos entomopatógenos que se presentan en varias regiones del mundo. Las características más relevantes que han propiciado que los nematodos sean atractivos como agentes biocontroladores son las siguientes:

- a) Poseen un amplio rango de hospedantes (*Fernández 1994; Doucet y Giayetto, 1994; Stock, 2004*).
- b) Son fácilmente aplicables con los equipos estándar (*Georgis, 1990; Wight et al., 1993; Schmidt, 1998*).
- c) Es factible la selección genética (*Gaugler 1987; Glazer et al., 1997*)
- d) Son compatibles con muchos insecticidas químicos (*Zimmerman y Cranshaw, 1991; Hara y Kaya, 1993*) y con otros agentes biorreguladores.
- e) Son ambientalmente seguros tanto para plantas, vertebrados y otros organismos (*Gaugier, y Kaya 1990; Boemare et al., 1993; Ehler, 1998*).

Ellos infectan selectivamente muchos insectos y otros pequeños artrópodos, son inocuos al hombre, a los mamíferos y a las plantas. La relativa rapidez con que causan la muerte a los insectos hospedantes (24-48 horas) y la alta variabilidad de su acción ha despertado gran interés (*Gaugler, 2003*).

2.2.2.2 Ciclo de Vida

Tanto la familia Steinernematidae como Heterorhabditidae tienen un ciclo de vida similar y simple que incluye el huevo, cuatro fases juveniles: J_1 , J_2 , J_3 y J_4 (separadas por mudas) y el adulto. La fase infectiva es el estado juvenil J_3 , el cual posee la región cefálica con armadura, a manera de diente dorsolateral o subventral y tiene células vivas de su bacteria simbiote en el intestino, llevándola de hospedante a hospedante. Esta extracutícula le confiere una gran importancia en la resistencia a las condiciones medio ambientales desfavorables, aunque la fisiología de estos J_3 le confiere resistencia. Ellos pueden ser efectivamente producidos y almacenados por largos periodos (*Woodring y Kaya, 1988*).

Los J_3 son los únicos de vida libre (fuera del hospedante) (*Woodring y Kaya, 1988*). Ellos contienen reservas de energías en carbohidratos, no se alimentan y pueden sobrevivir cuando las condiciones son favorables (humedad, temperatura apropiada y oxígeno disponible). Los (J_3) miden de 400 a 1500 micras dependiendo del largo de las especies.

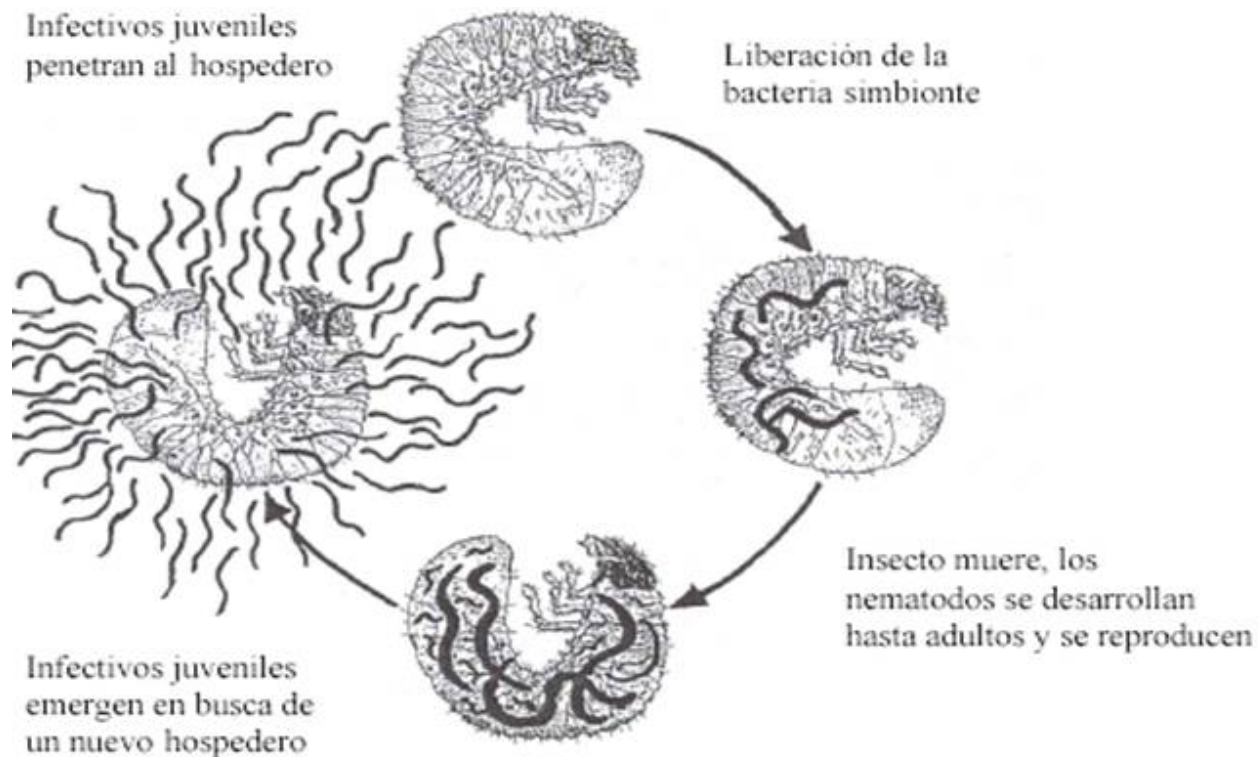


Figura: 2.2 Ciclo de vida de los nemátodos entomopatógenos según (Ehlers, 2001)

2.2.2.3 Búsqueda y Penetración

Estos nemátodos poseen dos estrategias básicas para encontrar al hospedante (Kaya y Gaugler, 1993; Lewis et al., 1993). Algunas especies manifiestan el tipo de “espera pasiva” (ambusher) en la que los individuos permanecen cerca o en la superficie del suelo e infectan a los insectos móviles que se alimentan en la interfase del suelo y los que tienen una estrategia de “búsqueda activa” (cruiser) como ocurre en especies del género *Heterorhadtis* que tienden a ser muy móviles y responden a las emanaciones químicas de los hospedantes, infectando fundamentalmente a los insectos menos móviles.

El tercer estadio juvenil es el infectivo, que puede localizar el hospedante y entrar a través de las aberturas naturales del cuerpo del hospedante, boca, ano o espiráculos, por otras aberturas y cutícula de la membrana intersegmental más suave (Bedding y Molyneaux, 1982); citados por Woodring y Kaya, (1988), para luego atravesar las paredes internas y pasar al homocelo, donde comienza a liberar las bacterias, que se multiplica repetidamente y entra al insecto como se muestra en la (Fig:1). Los inmaduros ingieren las células bacterianas y los tejidos semidegradado del hospedante, para luego desarrollar en estados infectivos. Dentro del hospedante pueden producirse dos o tres generaciones en dependencia de las reservas de alimento y luego emergen los juveniles infectivos en búsqueda de nuevos hospedantes. El ciclo de vida (de la infección a la salida de los juveniles) es de 7-10 días en

Steinernema y 12-15 días para *Heterorhabditis*, investigaciones realizadas por *Lemire, (1996)*

2.2.2.4 Asociación Mutualista Nemátodo vs. Bacteria.

La relación de estas especies de nemátodos con las bacterias es un clásico mutualismo porque el nemátodo no se puede reproducir dentro del hospedante sin la acción de la bacteria, y esta no puede penetrar a la hemolinfa del insecto para reproducirse y causar la infección si el nemátodo no la transporta ya que se ha demostrado que no es patógena cuando se ingiere directamente. Los nemátodos retienen a las bacterias y son capaces de seleccionarlas entre otras bacterias que como extranjeras pueden estar en el hospedante. Estas bacterias mutualistas tienen la capacidad de inhibir a las demás y al sistema inmune del insecto, facilitando así la reproducción de los nemátodos, ellos posibilitan que la protección de la bacteria, no solo ambiental sino incluso, es capaz de destruir el sistema inmune del insecto con la producción de toxinas extracelulares garantizando de esta forma el desarrollo bacteriano (*Boemare et al; 1993*). Además facilita el transporte de la bacteria desde un cadáver a otro organismo hospedante.

Las bacterias asociadas no forman esporas y por tanto no poseen un estado resistente al ambiente esto lo confirma el hecho de que nunca han sido encontradas en ningún otro lugar a excepción del interior de los nemátodos o dentro de los insectos afectados (*Akhurst, 1990*), siendo incapaz de sobrevivir en el agua o en el suelo.

De estas bacterias se ha reconocido una especie asociada a Steinermatidos (*Xenorhabdus*) y otra a Heterorhabdítidos (*Photorhabdus*). El género *Photorhabdus* son Enterobacterias en forma de bacilos grandes, Gram. Negativas, peritricos con flagelos grandes y muy móviles, altamente patógenos de una gran diversidad de insectos, con catalasa positiva, con anaerobiosis facultativas, que no tienen estadios resistentes ambientales; sorprendentemente nunca se ha aislado de la tierra ni se encuentran en la naturaleza libre, sino solamente en los nemátodos o insectos hospedantes. La mayoría de las cepas producen colonias pigmentadas de color rojo, rosa o amarillo (*Bergey's, 1986* y ampliado por *Fisher-le Saux et al.; 1998*).

2.2.2.5 Seguridad y Efectividad de aplicación

Los nemátodos entomopatogénicos y su simbionte son seguros al ambiente y no muestran evidencia de patogenicidad a los mamíferos (*Ehlers 1998*), además de lo que ha sido publicado en la literatura científica, han sido conducidas pruebas de seguridad por el Instituto Pasteur y compañías comerciales. Ningún atributo de los nemátodos pudo ser identificado como prohibitivo para el uso en el biocontrol (*Parkman et al.; 1992* citado por *Ehlers, 1998*). Todas las evidencias científicas disponibles apoyan a la conclusión los nemátodos entomopatógenos son seguros para el entorno, así como también la producción y el personal de aplicación como se muestra en la tabla: 1, para el pueblo en general y para los consumidores de los productos agrícolas tratados. Sólo un poco de los riesgos muy remotos pudiera ser identificado (*Ehlers, 1998*).

Este bipreparado es compatibles con algunos insecticidas organoclorados, carbámicos y organofosforados en solución acuosa (*Kaya, 1990*). Ciertos funguicidas, acaricidas, insecticidas y herbicidas no afectan o tiene poco efecto sobre los infectivos juveniles, potencialmente es factible su aplicación combinada, como lo demuestran los resultados de *Rovesti et al. (1989)*; *Zimmerman y Cranshaw (1990)*; *Desagro (2000)* y *Head et al. (2000)*. En cuanto a los medios biológicos *Kaya (1990)* descubrieron que el *Bacillus thuringiensis* (Bt) también puede ser combinado con los nemátodos entomopatógenos, ellos observaron que los infectivos juveniles de *Steinernema carpocapsae* penetraron igualmente insectos infectados por Bt que los sanos, pero que los

primeros murieron más rápido. Las estrategias de conservación para los nemátodos entomopatógenos han sido pobremente desarrolladas. Se recomienda no realizar riegos luego de la aplicación, ya que esto lavaría a los juveniles en el suelo, llevándolos hacia partes más profundas. Las poblaciones nativas son significativamente prevalentes.

Tabla 1. Posibles riesgos en la salud humana como fueron identificados por un grupo de expertos.

Aspectos		Producción y aplicación personal	Pueblo en general
Toxicidad		1	0
Alergia		2	0
Infestividad	Nemátodos	0	0
	Bacterias	1	0
Carcinogénico		0	0
Teratogénico		0	0
Alimentación		0	0
Patogenicidad de cepas foráneas		?	?

Leyenda: Escala: 0= no hay riesgo; 1= riesgo remoto; 2= riesgo leve; 3= moderado; 4= riesgo elevado; 5= muy elevado.

Todas las evidencias científicas disponibles apoyan a la conclusión de que los nematodos entomopatógenos (NEPs) son seguros para el entorno, así como también la producción y el personal de aplicación, para el público en general y para los consumidores de los productos agrícolas tratados con el biopreparado. Solo un poco potencial de los riesgos muy remotos pudieran ser identificados. Por tanto se recomendó que los NEPs no deban estar sujetos a ningún tipo de registros.

2.2.2.6 Ventajas de la aplicación de nemátodos entomopatógenos

El empleo de nemátodos entomopatógenos ha ido en incremento como se ha podido apreciar en los epígrafes anteriores, se han referido a sus ventajas y modo de comercialización e incluso de sus riesgos al ambiente. No obstante estas bondades podemos citar que comparados con los siguientes medios biológicos presenta las siguientes ventajas

1. Pueden ser empleados en organopónicos y campos medianos. Su método de aplicación permite que se puedan utilizar mochilas de aspersión, las cuales pueden ser utilizadas por los pequeños agricultores.
2. No contaminan el ambiente ni dañan la salud humana, buscan a su hospedante por la capacidad de movilidad lo cual es una ventaja considerable con respecto a los medios biológicos.
3. Evitan que las plantas sean dañadas por las plagas durante un amplio período. Ya que controlan más de 100 especies de insectos; demostrando que están especializados en la lucha contra las plagas que atacan los cultivos.
4. Los Virus: Se necesita de su reproducción "in vivo", no se pueden utilizar medios de cultivos "in vitro", pues no se obtendrían producciones de los mismos, aunque su efectividad es alta, sobretodo en los Polyhedros. (Aquino y Ayala 1996).
5. Las Bacterias: Si bien se producen muy fácilmente en las tecnologías de puntas, su acción es por ingestión o contacto Álvarez, (1997) y

Pérez et al.; (1997) y no busca al hospedante sino que al asperjarse debe el hospedante entrar en contacto con ella e ingerirla.

6. Los Hongos: Es muy similar al caso de las bacterias, pero su acción es por contacto (Álvarez 1997). Esto hace que las esporas de los mismos de no clocarse en la cutícula del hospedante mueren y pierde su acción o germina fuera del hospedante y por tanto no realiza el efecto de bioplaguicida que se pretende.

2.2.5. Requerimientos ambientales

Como otros agentes de control biológico, los nemátodos son susceptibles a muchos factores adversos al ser seres vivos que requieren de condiciones específicas para ser efectivos. La luz ultravioleta (UV) es otro factor atener en cuanta. Generalmente, la exposición a la luz UV de la radiación solar, es considerada como el factor abiótico más destructivo, que afecta la persistencia de los nemátodos y otros entomopatógenos (*Ignoffo y Hostetter, 1977*). Esta exposición a la luz UV, también puede causar algunos efectos sobre la bacteria simbiótica asociada al nemátodo. Ninguna de las especies de los nemátodos entomopatógenos es resistente a la desecación rápida, sin embargo, la desecación tan rápida de las partes aéreas de las plantas, se considera la razón primaria del inadecuado control de algunas especies.

También se ha detectado que a bajas temperaturas puede ocurrir la infección sin un subsiguiente desarrollo e igualmente a estas temperaturas pueden ser menos activos y requerir mayor tiempo para encontrar el hospedante. Asimismo es conocido que la temperatura es otro de los factores abióticos de mayor efecto sobre los nemátodos. Inciden en la supervivencia, infectividad, patogenicidad y desarrollo. Este efecto varia con la raza, especie y tiempo de exposición (*Maggiorani y Gudiño, 2001*). La textura es otro de los factores abióticos de interés ya que afectan la movilidad y persistencia. Siendo las texturas arenosas y francas las más favorables. En los suelos arcillosos, el pequeño diámetro de sus poros y la reducción de la aireación constituyen los aspectos de mayor influencia

3. Materiales y Métodos

El trabajo se realizó durante el período comprendido desde 2006 – 2007 en la finca de Extensionismo “Plan Turquino Bamburanao”, ubicada en la zona de Morales, en un área del sector estatal del municipio de Yaguajay, provincia Sancti Spíritus. En el mismo se realizaron aplicaciones de nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis indica*) y el hongo entomopatógeno (*Bauveria bassiana*) contra la plaga Tetuán del Boniato (*Cylas furmicarius* var. *elegantulus* Sum.) (Coleóptero-Curculionidae), en el cultivo del Boniato (*Ipomea batata*, L.), sobre un suelo Pardo con Carbonato con un tiempo de reposo para el cultivo de siete meses, con respecto a la campaña anterior, utilizando el clon CEMSA 78 - 354. Estos biopreparados se compraron: el nemátodo en el C.R.E.E. (Centro de Reproducción de Entomófago y Entomopatógeno) perteneciente a la Empresa Azucarera Uruguay, a un costo de un peso el millón de parásitos/ litros. El hongo entomopatógeno en el C.R.E.E. de la Empresa Pecuaria Venegas en solución acuosa, a un costo de 0.50 peso/ litro (10^{12} conidios/ litro)

3.1 Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue cuadrado latino (Figura: 3.1) con tres tratamientos y parcelas experimentales de 30 m^2 (3×10^{-4} ha) siendo el área total del experimento 420 m^2 (42×10^{-4} ha). Cada parcela cuenta con 5 surcos distanciados $0.90 \times 0.30 \text{ m}$. Entre cada bloque se dejó un borde correspondiente de un metro para evitar el efecto de variantes vecinas. La siembra se efectuó 29/11/2006 de forma manual.

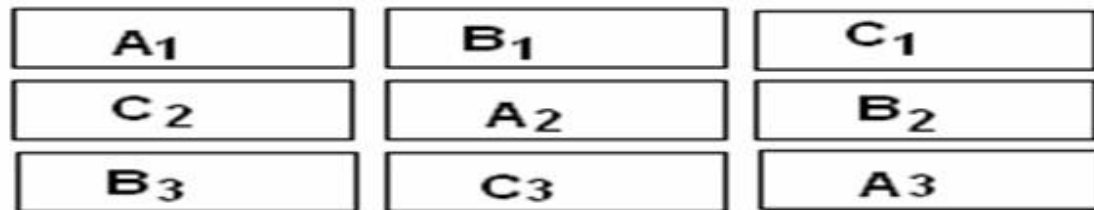


Figura: 3.1 Representación esquemática del diseño experimental

Leyenda

A: Testigo sin aplicación.

B: 10^7 nematodos / L de solución.

C: *Bauveria bassiana* (10^{12} conidio/ litro)

La cantidad de plantas por parcelas fue calculada de acuerdo a la fórmula

$$\#P = \left(\frac{L \times W}{DN \times DC} \right)$$

Leyenda

#P = Número de plantas / parcelas.

#P = 1134 planta / área experimental.

DN = Distancia de narigón (entre plantas).

DC = Distancia de camellón (entre surcos).

Se realizaron tres aplicaciones de ambos biopreparados en solución acuosa con mochilas MATABY de 16 L de capacidad. Para el caso del nemátodo la concentración utilizada fue de 10^7 nematodo/ litro y una dosis de aplicación de 2.5 l/ha. Con un intervalo de aplicación de siete días. Para el caso de la *Bauveria bassiana* se hicieron tres aplicaciones a un intervalo de diez días fueron también sobre el follaje y una dosis de aplicación de 1l/ha, a una concentración de 10^{12} conidios/ litro. Estas aplicaciones fueron en las horas más frescas del día a partir de las 5.00 pm

La primera aplicación se realizó a los 40 días de sembrado el cultivo cuando los niveles de infestación superaron los índices establecidos en la Metodología de Señalización del Tetuán en el Cultivo de Boniato según Mendoza y Gómez, (1982). Las observaciones se iniciaron a partir de las (4:00 pm) ya que por los hábitos del insecto es la hora que sale en busca de alimentos. El estado adulto es el único visible. La forma de muestreo utilizado fue

con la utilización de un marco de madera de un metro cuadrado y su distribución en diagonal en cada parcela. Tres muestreos por parcela y un total de 9 por tratamiento, el intervalo entre muestreos fue de 10 días.

1. Antes de los 45 días de edad del cultivo, cuando se detectó 1 tetuán promedio por punto de muestreo.
2. Después de los 45 días de edad se detectan más de 3 tetuanes promedios por puntos.

3.2 Grado de daño

Para obtener el grado de daños en % se utilizó la fórmula y la escala del carácter de los daños recomendada por Thowsend y Heuberguer, (1963). Se seleccionaron 20 tubérculos al azar por parcela y un total de 60 por tratamiento. Las muestras fueron tomadas de los surcos centrales de cada parcela para evitar el efecto de variantes vecinas.

$$\% \text{ de Daños} = [(n \times b) / (6 \times 100)] \times 100.$$

Leyenda

Donde: n: Grados; b: # de tubérculos con el mismo grado.

Escala de grados para evaluar los daños.

<u>Grados</u>	<u>Descripción</u>
0	Tubérculos sanos.
1	Numerosas galerías no pasan de la epidermis.
2	Pocas galerías en el exterior que no pasan de la epidermis.
3	Pocas galerías en le exterior y solo de 1-3 profundizan 0,5-1,5 cm.
4	Numerosas galerías que profundizan la masa.
5	Numerosas galerías exteriores y solo 1-2 profundizan la masa.
6	Varias galerías que profundizan e inactivan el tubérculo.

3.3 Efecto del tratamiento

El efecto del tratamiento se calculó por la metodología de Abott (1925), citado en (CIBA – GEYGY, 1981). Para una (n = 20) por parcela y 60 por tratamiento.

$$ET = Pa / Pt \times 100.$$

Leyenda: ET: Efecto de los tratamientos (% de afectación).

Pa: Peso de tubérculos afectados.

Pt: Peso total.

3.4 Indicadores evaluados

La cosecha se realizó a los 120 días de plantado el cultivo, considerando una superficie evaluable de 18,06 m² por parcela. Los indicadores evaluados fueron:

- Rendimiento bruto por tratamiento.
- Peso de tubérculos sanos por tratamiento.
- Peso de tubérculos con síntomas de afectación por tratamiento.

- Peso total (peso de tubérculos sanos y afectados).
- Carácter del daño según las normas cubanas (NC 77 –51: 91) representas en la tabla: 3.1 Se seleccionaron 20 tubérculos al azar por parcela y un total de 60 por tratamiento.
- Para dichas evaluaciones se tubo en cuenta la norma (NC 70-26: 82) los tubérculos para ser muestreados deben tener como mínimo 80g para considerarse de consumo, no rabizas.

Categorías	
1	2
Tubérculos libres de pudriciones, en su madurez técnica pudiendo presentar grietas producidas durante su desarrollo.	
a) Se admiten un cinco por ciento de tubérculos con daños superficiales producidos por el Tetuán que no afecten la masa para hacer comido. b) Dos por ciento de daños severos. c) Pueden presentarse diez por ciento de tubérculos dañados por otras plagas que no limiten su consumo.	d) Se admite diez por ciento de tubérculos con daños superficiales producidos por Tetuán que no afecten la masa. e) Cinco por ciento con daños severos. f) Pueden estar todos los tubérculos afectados que no limiten su consumo.

Tabla: 3.1 Características de la calidad por categoría según los aspectos externos (NC77–51: 91)

3.5 Procesamiento Estadístico

Los resultados referentes a los rendimientos y la producción de tubérculos sanos y afectados fueron procesados estadísticamente por el paquete estadístico SPSS versión 8.0 para el Windows.

Se utilizó la tabla de ANOVA y se aplicó una Test de Duncan para la homogeneidad de varianza

- Análisis de tipo promedio y variación para variables

descritas.

- Análisis de varianza.
- Prueba de contraste en el caso de que la interacción simple se significativa.
- Prueba de homogeneidad.

4. Resultados de Discusión

Según criterios de Pons *et al.*; (2000), hasta el presente no se ha logrado obtener variedades resistentes al de Tetuán del boniato (*Cylas furmecarius var elegantulus* Sum), lo que sí se ha podido comprobar es que, algunas características de los clones permiten una mayor o menor incidencia de la plaga. Entre ellos se consideran más importante la profundidad de tuberización y la precocidad. A mayor profundidad, menor infestación. Los clones que tuberizan superficialmente son extremadamente vulnerables a las infestaciones. Clones como INIVIT B-88, Yabú-8 y CEMSA 78-326, tuberizan a profundidades mayores de ocho centímetros. En cambio el clon CEMSA 78-354 el cual se utilizó en el experimento, tuberiza superficialmente (dos centímetros) y se producen fácilmente grietas en la superficie del suelo que permiten el acceso del insecto directamente hasta los mismos boniatos en crecimiento para poner sus huevos.

La precocidad es otro factor, generalmente el inicio de la acción dañina del Tetuán ocurre al final del período de establecimiento e inicio del período de desarrollo (50 – 60 días) estando en relación directa con el ciclo del clon y el nivel de incidencia. A medida que mayor es el ciclo, mayores son los daños y a la inversa. Esto significa que cada clon posee un período de tiempo diferente desde la presencia del insecto en la planta hasta la cosecha. Para nuestro caso CEMSA 78-354 el ciclo vulnerable ante la plaga es de 60 - 80 días ya que este clon se cosecha a los 120 días. Por lógica, la precocidad es un elemento importante en la lucha contra el Tetuán ya que su corto ciclo significa un “escape” a la plaga. El clon utilizado no es de los más precoces es de los que el periodo de vulnerabilidad es más largo. Según criterios de Castellón (2001), existe más del 55% de probabilidades que este clon sea afectado por esta plaga.

4.1 Precipitaciones

Según investigaciones realizadas por Mendoza y Gómez, (1982) y Castellón (2001), demuestran que la lluvia y el riego son factores que incide negativamente en el desarrollo de las poblaciones del Tetuán del boniato, a partir de los 60 días del desarrollo del cultivo, el agua no incide directamente en los rendimientos, pero sí en disminuir las pérdidas por Tetuán por el efecto que tiene el agua en el cierre de las grietas, estas tienen su mayor desarrollo entre los 80-90 días. Este período suele ser coincidente con altas poblaciones de insectos. Es muy conveniente disponer de riego o de precipitaciones regularmente, en esos momentos para reducir el acceso directo de los insectos hasta las raíces tuberosas y evitar pérdidas considerables. Los campos no regados y donde no ocurren precipitaciones regulares en este periodo tienen 4-5 veces más daños que los campos donde no esta presente el riego ni las lluvias. Como se muestra en la figura: 4.1 la incidencia de la lluvia fue ligeramente escasa durante el desarrollo del experimento, reportándose solo en los meses de Diciembre y Enero precipitaciones relativamente baja respecto a la media histórica de la zona. En esta etapa de mayor vulnerabilidad, la pluviometría fue baja, con solo algunas precipitaciones muy esporádicas lo que provoco que el suelo se agrietara y permitiera la entrada de la plaga.



Figura: 4.1 Comportamiento de las precipitaciones durante el periodo del experimento

4.2 Grado de daño

El grado de daño como se muestra en la tabla: 4.1 siguiendo la metodología de Thowsend y Heuberguer (1963), los daños causados por el Tetuán manifiestan distintos grados de afectaciones en la calidad del producto. Se observan los mayores daños en el testigo donde el 49 % de la muestra supera el grado tres, a partir del cual el tubérculo se hace inservible para el consumo por las lecciones de la plaga. En las parcelas tratada con *Bauveria bassiana* se reportaron el 30 % de la muestra se encuentran a partir del grado tres. En el caso de *Heterorhabditis indica* solo sobre pasa este grado el cinco por ciento de los tubérculos demostrando que el producto puede reducir las perdidas causadas por la plaga en este importante cultivo.

Tabla: 4.1 Por ciento de tubérculos afectados según el carácter del daño (n= 20 tubérculos/ parcelas).

Grados	Tratamientos		
	%		
	A	B	C
0	0.0	0.0	0.0
1	1.3	2.3	1.8
2	2.6	3.0	3.0
3	5.0	1.0	1.5
4	5.3	0.6	2.6
5	5.8	0.0	4.1
6	4.0	0.0	1.0

4.3 Efectividad del tratamiento

En la tabla: 4.3 se ilustra, el índice de afectación de la plaga para una (n = 20 tubérculos / parcela), en las parcelas tratadas con el nematodo, el por ciento de tubérculos afectados no sobre pasa al cinco por ciento mientras que en el testigo asciende al 49% de la muestra. En la figura: 4.2 se aprecia con claridad el por ciento de tubérculos no dañados lo que demuestra que el efecto más positivo se presento en las variantes tratadas con *Heterorhabditis indica*.

Tabla: 4.3 Efecto del tratamiento según el por ciento de afectación

Tratamiento	Peso promedio de los tubérculos afectados (kg)	Peso total promedio de los tubérculos (kg)	Efecto del tratamiento (% afectación)
A	3.0	6.1	49.0
B	0.3	6.3	5.0
C	1.8	6.0	30.0

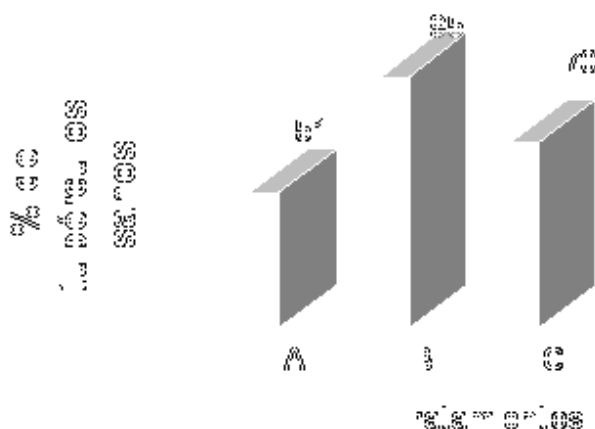


Figura: 4.2 Por ciento tubérculos sanos de la muestra.

4.4 Indicadores Evaluados

4.4.1 Rendimiento bruto por parcela

Los rendimientos alcanzados por categoría de calidad (según la norma cubana, NC 77-51: 91), como se representan en la tabla: 4.3 ponen de manifiesto que el efecto favorable de los tratamientos donde se uso el nemátodos *Heterorhabditis indica* al compararlo con el tratamiento testigo y con el otro biopreparado *Bauveria bassiana*. Los rendimientos se comportan de la siguiente forma para la categoría uno. La variante en la que se uso *Heterorhabditis indica* el 95 % de los tubérculos están en la categoría uno y solo el cinco por ciento de la muestra esta fuera de norma, mientras que en

las parcelas que se uso la *Bauveria bassiana* el 70% cumple con la categoría uno. En el testigo el 51% de los tubérculos pertenecían a la categoría uno y el 49 % esta fuera de norma. Por los resultados arrojados por esta tabla podemos afirmar que las parcelas tratadas con ambos biopreparados superan el testigo y que donde se uso el nemátodos los resultados fueron más favorables. Estadísticamente de acuerdo la homogeneidad de varianza de los tratamientos estudiado todos difieren entre sí.

Tabla: 4.4 Rendimientos por tratamientos según las categorías de la calidad.

Tratamientos	Total (Kg)	Rendimiento por categorías (Kg)		
		1	2	Fuera norma
A	184 c	95	31	58
B	209 a	199	7	3
C	199 a	156	10	33

Como podemos apreciar en la figura: 4.3 la producción bruta oscila entre los 34,0 y 38,0 t/ ha en los tres casos aunque en el tratamiento donde se utilizó los nemátodos la producción bruta fue mayor, pero donde se puede apreciar la diferencia es la producción neta que en el caso del tratamiento donde se aplicó *Heterorhabditis indica* los resultados son muy superiores, con una diferencia entre la producción bruta y la neta de 1,3 %. Mientras para el testigo es de 33% y para el caso donde se uso el otro biopreparado es de 26.7 % como se muestra en la tabla: 4.5. Para el testigo las pérdidas según las (NC 70-26:82), los tubérculos afectados, representan el 49.0% y para las parcelas donde se aplico el biopreparado de *Bauveria bassiana* las pérdidas son del 30.0%.

Tabla: 4.5 Producción total t/ ha.

Tratamiento	Producción bruta t / ha	Producción neta t / ha
A	34,6	23,2
B	38,5	38,0
C	36,7	30,6

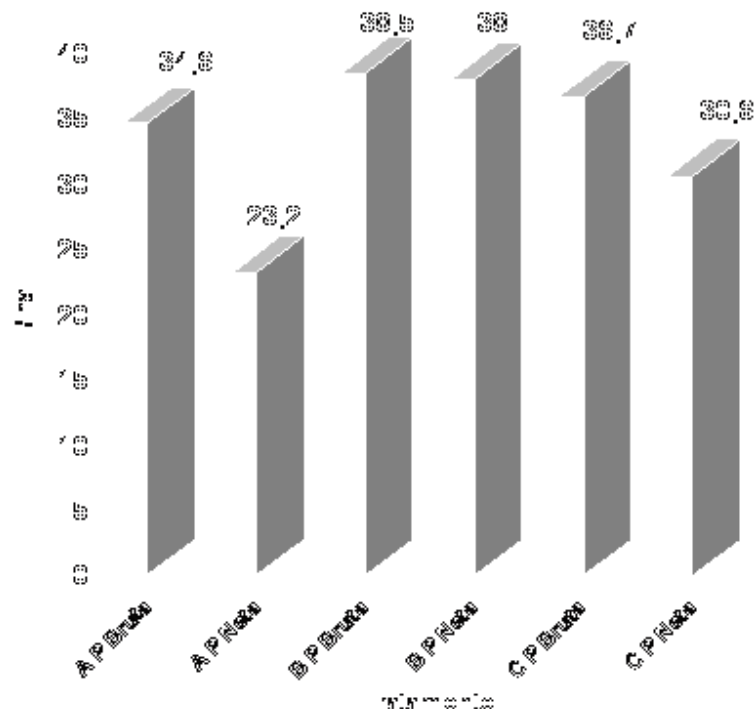


Figura: 4.3 Producción del área experimental

4.4.2 Peso total (peso de tubérculos sanos y afectados)

En la tabla: 4.6 se muestran los rendimientos obtenidos por parcelas observándose que en las parcelas donde se usó el nemátodo el porcentaje de producción sana supera el 98% de los rendimientos, urge destacar en este caso que el peso de los tubérculos en las parcelas tratadas con nematodos están en un rango de 120 gramos cada uno. Mientras que las parcelas donde se usó el otro biopreparado el peso promedio fue de 105 gramos para el testigo la producción sana es inferior del 70.0%, y el peso de los tubérculos están en un rango de los 100 gramos cada uno, por lo que se puede inferir que el mayor porcentaje de afectación corresponden a el también. Según estudios realizados por especialista del la ETTP del municipio en el sector campesino en campañas anteriores los daños han sobrepasado el 60% de los rendimientos y en la totalidad de las áreas que se usó el clon CENSA 78 – 354 se registraron incidencias severas de la plaga. Según Castellón (2001), el tiempo de reposo del área para el cultivo del boniato cuanto hay afectación del Tetuán es como mínimo de un año y medio.

Tabla: 4.6 Rendimientos totales obtenidos por parcelas experimentales

Tratamientos	Rendimiento (Kg) Bruto			Producción Sana %	% de Afectados
	Total	Sanos	Afectados		
A	184.0 c	126.0	58.0 c	68	32
B	209.0 a	206.0	3.0 a	98	2
C	199.0 a	166.0	33.0 b	83	17

4.4.3 Carácter del daño

En esta Tabla: 4.7 muestra que los carácter del daño no fue el mismo en todos los tratamientos para una (n = 20 tubérculos / parcelas) y un total de 60 por tratamientos, puede notarse que donde se uso el biopreparado de nemátodo, el daño es mayormente superficial registrándose el 98% de los tubérculos entre el grado cero y el tres. Para las parcelas tratadas con *B. bassiana* el 83 % de los tubérculos evaluados están entre cero y tres respectivamente, el caso del testigo sin tratar, solo el 68% esta entre los grados antes mencionados como se manifiesta en la figura: 4.4. De los 60 tubérculos valorados para el caso del testigo 19 superan el grado tres lo que lo hacen tubérculos de poca afectación por la población y su comercialización.

Tabla: 4.7 Caracterización y frecuencia del daño en los tubérculos (n = 60 tubérculos)

Carácter del daño	Grados	% total de tubérculo	Tratamiento (cantidad de tubérculos evaluados)		
			A	B	C
Tubérculos sanos	0	43.0	15	36	27
Pocas galerías en el exterior que no pasan la epidermis.	1	18.0	8	14	11
Numerosas galerías en el exterior no pasan la epidermis.	2	14.0	8	8	9
Pocas galerías en el exterior y solo 1- 3 profundizan (0,5 – 1,5 cm).	3	8.0	10	1	3
Numerosas galerías que profundizan en la masa.	4	7.0	8	1	4
Numerosas galerías en el exterior y solo profundizan 1– 2 en la masa.	5	7.0	7	0	5
Numerosas galerías que profundizan e inutilizan el tubérculo.	6	3.0	4	0	1

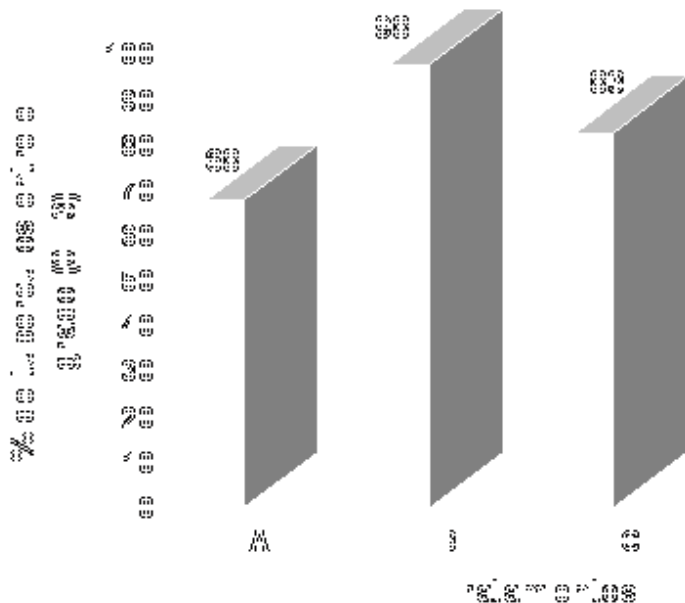


Figura: 4.4 Por ciento de tubérculos entre el grado (0 – 3) según la norma (NC 70-26: 82)

4.4.4 Valoración Económica

La valoración económica se realizó para una hectárea de cada una de las variantes.

Actualmente producir en nuestro país un litro concentración 10^{12} conidos de *Beauveria bassiana* tiene un costo de \$0.50 donde para cada hectárea de terreno se necesita de diez litro, por lo que costaría \$5.00 producir la cantidad de producto necesaria para poder aplicar a una hectárea de terreno, a lo cual si le sumamos el salario de un día de trabajo al obrero (\$8.50) que va a realizar la aplicación en el terreno nos daría un costo total de \$13.50 (sin contar el gasto por el transporte).

Sin embargo, para producir nemátodos entomopatógenos necesitamos de larvas de *Galleria mellonella*, las cuales tienen un costo de tres centavos y por cada larva se pueden obtener hasta 100 000 nemátodos partiendo de 250 nemátodos con los cuales se inocularon la larva de *Galleria mellonella*; para obtener la concentración deseada necesitamos de diez larvas, que al multiplicar por el precio de cada larva tenemos un valor de \$0.30, a lo que si le sumamos el jornal de un obrero, nos daría un costo de \$8.80.

En todos estos cálculos se ha descontado el gasto por el transporte ya que este gasto puede ser el mismo para cada producto. Los biopreparados que se utilizaron en experimento se compraron en los CREE perteneciente a la Empresa Azucarera “Uruguay” y Empresa Pecuaria “Venegas”.

4.5 Análisis Estadístico

Una vez concluidos el experimento, se realizó un análisis de estadístico, sus resultados se exponen en la tabla: 4.8 para el caso de los tubérculos afectados y para los rendimiento se muestra el valor de la (F y Sig.) en ella encontramos que existe diferencia altamente significativa entre la variantes estudiada ($p \leq 0.05$), para el caso de los tubérculos afectados y sanos no existe dependencia entre los

tratamiento es decir todos difieren entre si. En cuanto a los rendimiento existe diferencia significativa entre la variante pero en cuanto a la homogeneidad los tratamientos donde se usaron los biopreparados no difieren.

Tabla: 4.8 Cuadro análisis de varianza

Tratamiento	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence	Tub Afectados		Rendtos	
					F	Sig.	F	Sig.
A	.8667 c	.0577	.0333	.7232	23,16	,002	16,30	,004
B	.1600 a	.1386	.0800	-.1842				
C	.4533 b	.1626	.0939	.0495				
Total	.4933	.3268	.1089	.2422				

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- ✓ Las poblaciones del Tetuán del boniato *Cylas furmicariss var. elegantulus* S. (Coleóptero-Curculionidae) disminuye notablemente en presencia de los nemátodos entomopatógenos.
- ✓ En las parcelas tratada con el nematodos *Heterorhabditis indica* los rendimiento fueron superiores y el carácter del daño de los tubérculos fue más favorable con respecto a las otras variantes estudiadas
- ✓ El empleo de nemátodos entomopátogenos constituye una alternativa biológica en el control de *Cylas furmicariss var. elegantulus* que no tiene efecto negativo sobre el entorno y es económicamente viable.
- ✓ Con la utilización de *Heterorhabditis indica* se garantiza que el producto llegue al mercado con mejores características para su comercialización.
- ✓ Los nemátodos entomopatógenos no requieren de equipos especiales para su aplicación, son compatibles con todos los métodos de aplicación.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Incluir el empleo de nemátodos entomopátogenos en la estrategia de lucha contra *Cylas furmicariss var. elegantulus* S. (Coleóptero-Curculionidae)
- ✓ Establecer esta línea de control biológico en la provincia para el cultivo del boniato y otros.

- ✓ Al incluir el nematodo en el manejo integrado del cultivo los tubérculo ganara en valor comercial
- ✓ Aplicar el nematodo preferiblemente en las horas más frescas del día para evitar las perdidas por deshidratación del parásito.
- ✓ Continuar este trabajo con vista a profundizar el estudio de este control biológico de otras plagas de importancia agrícola.

6. Referencia Bibliografica

Abbot, S.: Method of Compaction the Effectiveness of Insectides. J. Econ, Entom. 18: 265-267. 1925.

Akhurst, R.: Bacterial symbionts of entomopathogenic nematodes- the power behind the throne, pp. 127-135. In R. Bedding, R. Akhurst y H. Kaya (eds.), Nematodes and the biological control of insect pests. East Melbourne, Victoria, Australia. 1990.

Alcázar, J.; Cisneros, F.: (CIP). Asi vive el gorgojo de los Andes. Lima (Peru). Centro Internacional de la Papa (CIP). Programa de Manejo Integrado de Plagas. 2 p. Hoja Divulgativa (CIP). Programa de MIP. no. 4. REP.15122. (AN=62433). 1999.

Alcázar, J.; Raman K.; Torres E. y Yabar E.: Beauveria sp.: Hongo amigo del agricultor. Rev. MEDIO AMBIENTE. N. 45. P.44-46. Lima, Perú. [citado 3 de noviembre 2006]. Disponible en Internet: <http://www.cipotato.org/library/index.htm>. 1999.

Alvareaz, J.: Introducción, evaluación, multiplicación y diseminación de híbridos de FHIA en Cuba, Infomusa, Volumen 6. No 2, diciembre. 1997.

An, M.; Pratley, J. y Haig, T.: Allelopathy: From Concept to Reality. <http://me.csu.edu.au/agronomic/papers/314/.Html>. 2000.

Anónimo.:Camote Centro de origen. (En línea) Dirección URL: http://www.uc.cl/sw_educ/hortalizas/html/camote/centro_origen_camote . (Consultado: noviembre, 2004)

Aquino A.; Ayala, J.: Metodología para el aislamiento de virus entomopatógenos a partir de muestras de suelo. XI Forum de ciencia y técnica IV Encuentro científico – técnico de bioplaguicidas EXPOCREE, INISAV, 15-16 octubre, Ciudad Habana. 1996.

Arteaga, E; Fernández, T. y Vázquez T.: Los nemátodos entomopatógenos. Situación actual y perspectivas. III Simposio Internacional de Zoología. Ciudad de La Habana, 1994.

Barrios, J. y Colmenares, R.: Potencialidad de la batata (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) como forraje verde. Revista de la Facultad de Agronomía. Raíces y Tubérculos II. Alcance 38: pp75-83, 1989.

Barrios, J.: Prueba comparativa de clones experimentales de batata (*Ipomoea batatas* (L) versus variedades establecidas. Revista de la Facultad de Agronomía. Raíces y Tubérculos II. Alcance 33: pp257-268. 1985.

Bedding, R. y Molyneux, A.: Penetración of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (*Heterorhabditidae*: Nematoda). *Nematologica* 28: 354-359. 1982.

Bergey's, M.: *Systematic Bacteriology* vol. I Edit. William & Willking, London, G. B. 1586 pp. 1986.

Boemare, N.E., Boyer-Giglio, M.H., Thaler, J.O., Akhurst, R.J. y Brehélin, M. Lysogeny and bacteriocinogenic in *Xenorhabdus* spp., bacteria associated with entomopathogenic nematodes. *Appl. Environ. Microbiol.* 58: 3032-3037. 1993.

Boemare, N; Akhurst, R. y Mourant, R.: DNA relatedness between *Xenorhabdus* spp. (*Enterobacteriaceae*), symbiotic bacteria of the

entomopathogenic nematodes, and a proposal to transfer *Xenorhabdus luminescens* to a new genus, *Photorhabdus* gen. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 43, 249-255. 1993.

Castellano L.: Efectividad de los nemátodos entomopatógenos *Heterorhabditis bacteriophora* (HC1) y *Steinenema* sp (Sc1) en el control de insectos del orden de Homoptera (pulgones, cocidos y mosca blanca), en condiciones de laboratorio. *Rev. Cub. Centro Agrícola.* No. (1): 25-30. 2000.

Castellano L; González J.; Miladys Jacobino F. Efectividad del aislamiento HI-24 de *Heterorhabditis* sp, en el control biológico del pulgón negro del plátano (*Pentalonia nigronervosa* Cql. (Homoptera: Aphididae)), en condiciones de laboratorio. *Rev. Cub. Centro Agrícola.* No. (3): 19-21. 2000.g Suiza. 1981.

Castellón María del Carmen.: Programa Tetuán del Boniato. INIVIT. Curso de Formación de Facilitadores en Control Biológico de Plagas. 2001 CIP/AVRDC/IBGRI.: Descriptores de la batata. Descriptors for sweetpotato. Descripteurs pour la patate douce. Huamán, Z. (ed). International Board for Plant Genetic Resources. Rome. Italy. pp134. 1991.

Contreras, R.: Evaluación de Trampas de Pseudotallos y formulaciones de *Beauveria bassiana* en el combate del Picudo del plátano en Costa Rica. CATIE, Turrialba 1996.

Deen, O.: Observations of flight of the sweet potato weevil. *Luosiana Agricultural Experimental Station Bull.* 323: 40-43. 1990.

Desagro.: Curacrom 4-D. Productos y servicios: Protección Vegetal. En Sitio Web: www.desagro.com/oldsite/productos_y_servicios/proteccion_vegetal/main.htm. 2000.

Doucet, M.; y Giayetto, A.: Gama de huéspedes y especificidad en *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (*Heterorhabditidae*: Nematoda). *Nematol. Medit.* 22: 171-178. 1994.

Ehlers R.: Entomopathogenic nematodes. –Save biocontrol agents for sustainable systems. *Rev. Phitoprotection* 79 (suppl.): 94-103. 1998.

Ehlers, R.: Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection. *Applied Microbiological Biotechnology* 56:623-633. 2001.

Fernández E; Eva A. y Pérez M.: Utilización de los nematodos entomopatógenos en el control de plagas agrícolas. Laboratorio de Nematología INISAV, Calle 110 y 5ta B # 514 Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. 2000.

Fernández O. y Vega L.: Microorganismos en el control fitosanitario en cuba: tecnologías de producción. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal

(INISAV). Extraído de: III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica – ACAO. Universidad Central de Las Villas, Villa Clara, Cuba 14 al 16 de mayo de 1997.

Fernández O.: Tecnologías para la producción de biopesticidas a base de hongos entomopatógenos y su control de la calidad. INISAV, Playa, Ciudad de la Habana. Cuba. 1993.

Fernández, E; Arteaga, E. y Vázquez, T.: Los nemátodos entomopatógenos. Situación actual y perspectivas. III Simposio Internacional de Zoología. Ciudad de La Habana, 1994.

Fisher-le Saux Marion, H. Mauléon, P. Constant, B. Brunel and N. Boemare. PCR- Ribotyping of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* isolates from the Caribbean Region in relation to the taxonomy and geography distribution of their nematodes hosts. *Rev. Applied Environmental Microbiology* 64(11). Nov. P 4246-4254. 1998.

García, R. T.: Cuba, en busca de la sostenibilidad de su agricultura. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. Tablero No. 56. Cuba. Septiembre 1997.

Gauquier, R. y Kaya, H.: Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC Press, Boca Raton, Fla. 1990.

- Gaugler, R.: Ecological considerations in the biological control of soil-inhabiting insects pests with entomopathogenic nematodes. *Agr. Ecosyst. Environ.* 24(1-3): 351-360. 1988.
- Gaugler R.: Nemátodos Entomopátogenos Steirnermatidae y Heterorhabditidae. Department of Entomology, Rutgers University, New Jersey. <http://www.greennem.com>. 2003.
- Georgis, R. y Poinar, G.: Nematodes as bioinsecticides in turf and ornamentals. Pp. 477-489. In: A.R. Leslie and U.S. EPA, eds. *Handbook of integrated pest management for turf and ornamentals*. Boca Raton, FL, CRC Press. 1994.
- Glazer, I., Klein, M.; Navon, A. y Nakache, Y.: Comparison of efficacy of entomopathogenic nematodes combined with antidesiccants applied by canopy sprays against three cotton pests (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Econ. Entomol.* 85:1636-1641. 1992.
- Grewal, P. y Georgis, R.: Entomopathogenic nematodes. In: *Methods Biotechnol. Vol. 5: Bipesticides: Uses and Delivery*. Pp: 15, 271- (F.R. Hall and J.J. Menn, Eds.). Humana Press Inc., Totowa, NJ. 299. . 1999.
- Grillo, H. y Pérez, G.: Nueva técnica para el combate de *Cylas Fornicarius* (Fab) en el cultivo del boniato. *Centro Agrícola* 21(3): 10-14. 1994.
- Hara, A. y Kaya, H.: Entomopathogenic nematodes for biological control of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Dipt.: Agromyzidae). *Entomophaga* 38:359-369. 1993.
- Head, J. y Walters, A. y Langton, S.: The compatibility of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, and chemical insecticides for the control of the South American leafminer, *Liriomyza huidobrensis*. *Biocontrol.* 45(3): 345-353. 2000.
- Hernández R.: *Beauveria bassiana* (Bals) Para el control del insecto *Triatoma dimidiata* (adultos). Instituto Nacional de Aprendizaje. La Chinchilla, Cartago. 2000.
- Huamán, Z.: Sweetpotato Germplasm Management. Botany, origin, evolution and biodiversity of the sweetpotato. Centro Internacional de la Papa. 11p (En línea) Dirección URL: <http://www.cipotato.org> (Consultado: noviembre, 2004).
- Ignoffo, C.; y Hostetter, D.: Environmental stability of microbial insecticides. Symposium Entomology Society American Minneapolis. MN. Misdelan Publication Entomology Society American 10. p 1 – 80 .1977.
- INIVIT.: No dejes que el Tetuan destruya tus boniatos. (Plegable).1995.
- INIVIT.: Recomendaciones para la multiplicación de propágulos de viandas tropicales. p. 45. 1990.
- ISCAH. Manuales de Zoología para Pecuaria, Veterinaria y Sanidad Vegetal. T. I, Colectivo de Autores, MES, La Habana, p 163. 1985.
- Jiménez R.: Experiencias cubanas en la utilización de biopesticidas para el control de plagas agrícolas. Mimeografiado. Centro Internacional de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. 20 pp. 1995.
- Kaya, H. y Gaugler, R.: Entomopathogenic nematodes. *Ann. Rev. Entomol.* 38: 181-206. 1993.
- Kaya, H. y Thurston, G.: Soil microorganisms affecting entomopathogenic nematodes, Pp. in R.A. Bedding R.J. Akhurst y H.K. Kaya, eds. *Nematodes and the Biological Control of Insect Pests*. Australia, CSIRO Publications. 1993.
- Kaya, H.: Soils ecology. Pp. 93-111 in R. Gaugler y H.K. Kaya, eds. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press. Boca Raton, FL. 1990
- Kaya, H.; Bedding, R. y Akhurst, R.: An overview of insect parasitic nematodes. Pp 1-10. In R.A. Bedding R.J. Akhurst y H.K. Kaya, eds. *Nematodes and the biological control of insect pest*. East Melbourne, Australia, CSIRO Publications. 1993.
- Kaya, H; Bedding, R. y Akhurst, R.: An overview of insect parasitic nematodes. Pp 1-10. In R.A. Bedding R.J. Akhurst and H.K. Kaya, eds.

- Nematodes and the biological control of insect pest. East Melbourne, Australia, CSIRO Publications. 1993.
- Klein, M.: Efficacy against soil-inhabiting insects pest. In: Entomopathogenic nematodes in biological control. Pp. 195-214. (Gaugler, R. y Kaya, H.K., Eds). CRC Press, Boca Raton, FL. 1990.
- Lebeck, L.; Gaugler, R.; Kaya, H.; Hara, A.; y Jhoson, M.: Host stage suitability of the leafminer *Liriomyza trifolii* nematode *Steinenema carpocapsae*. *Journal of invertebrate pathology*, 62, pp 58 – 63, 1983.
- Lemire, S.: Lethal and sublethal effects of the entomogenous nematode *Steinernema carpocapsae* on the coccinellid *Harmonia oxiridis*. *Proceedings of Third Int. Nemat Congress, Guadeloupe 1996*.
- Lewis, E.; Gaugler, R. y Harrison, R.: Response of cruiser and ambusher entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae*) to host volatile cues. *Can. J. Zool.* 71:765-769. 1993.
- López, M. Vázquez, E. y López, R.: *Raíces y Tubérculo*. 2da Ed. Editorial Pueblo y Revolución. Ciudad de la Habana. 1995.
- Maggiorani, A y Gudiño, S.: *Heterorhabditis bacteriophora* Nemátodos Entomopátogenos de larvas de Coleóptero. Información SANINET. Investigadores de FONAIAP. Quito, Ecuador. 2001. <http://www.wormsway.com/>
- Marrero, P.: *Nematodos Entomopatógenos (Heterorhabditis spp.) para el control de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith), Plutella xylostella (Linnaeus.) y Heliothis virescens (Fabricius)*. Tesis presentada para aspirar al título de Master en Ciencias en Agricultura Sostenible. CIAP. 54p. 2003.
- Mendoza F. y Gómez J.: *Principales Insectos que Atacan a las Plantas Económicas de Cuba*. 1ra Ed. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. Cap. 21, pp 179-184, 1982.
- MINAGRI.: *Instructivo técnico del cultivo del boniato (Ipomoea batata L.) INIVIT (Instituto de Investigaciones De Viandas Tropicales)*. 2004.
- Morales, A.: Reporte del comportamiento de tres clones precoces de Boniato. *Cienc. Tec. Agric. Viandas Tropicales*. sup. sep. pag. 67-75. 1982.
- Mracek, Z. y Webster, J.: Survey of *Heterorhabditidae* and *Steinernematidae* (*Rhabditida*, *Nematoda*) in Western Canada. *J. Nematol.* 25(4): 710-717. 1993.
- Neostenernema longicurvicauda* n. sp. (*Rhabditida: Steinernematidae*), a parasitic of the termite *Reticulitermis flavipes* (Koller). *J. Nematol.* 26(2): 162-174. 1994.
- Parkman, J; Thurston, G. y Gaugler, R.: *Proceedings of the beneficial nematode panel*, pp. 173-176. In R. Charudattan and H.W. Browning (eds.), *Regulation and guidelines: Critical issues in biological control*. Proc. USDA/CSRS national workshop. Inst. Food Agricult. Sci. Univ. Fla. Gainesville, Fla. USA. 1992.
- Pérez J.; Martínez E., Machado F. y Prado R.: *Utilización de Nemátodos Entomopátogenos en la Lucha Contra el Cogollero del Tabaco*. *Rev. Cub. Centro Agrícola*. 27(3) 23-25, 2000.
- Pérez, P.: Resultado preliminar sobre el comportamiento de cuatro clones de boniato (*Ipomoea batata*) en la empresa de cultivos Varios "Valle del Yabú". *Cienc. Tec. Agric. Viandas Tropicales* 9(2): 83-91. CIDA. 1986.
- Poinar, G. y Thomas, G.: Significance of *Acromobacter nematophilus* Poinar and Thomas (*Achromobacteriaceae: Eubacteriales*) in the development of the nematode, DD136 (*Neoaplectana* sp.: *Steinernematidae*). *Parasitol.* 56, 385-390. 1966.
- Poinar, G.: *Nematodes for biological control of insects*. CRC Inc. Boca Raton, Florida, Estados Unidos. 277p. 1979.
- Poinar, G.: *Biology and taxonomy*. Pp 23-61. En *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. R. Gaugler, H. K. Kaya (Eds). CRC Press. Boca Raton-Ann Arbor-Boston. 1990.

- Poinar, G.: Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. In: Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. Pp. 23-61. R. Gaugler y H.K. Kaya, Eds. CRC Press. Boca Raton, Fla. 1990.
- Pons Carmen C.; González, Dely L.; Molina, M.; Castellón María del Carmen y Morales, L.: "SICIT: una herramienta de gestión para la tecnología del Control Integrado del Tetuán del boniato". INIVIT. Villa Clara, Cuba. 2000.
- Rojas, T.: Hongos entomopatógenos: aliados del agricultor. En: CENIAP HOY No. 2, mayo-agosto 2003. ISSN: 1690-4117. Maracay, Aragua, Venezuela. URL: [citado 5 de noviembre 2006]. Disponible en Internet: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n2/texto/trojas.htm. 2003.
- Rovesti, L; Heinzpeter; E.; Tagliente F. y Deseo, K.: Compatibility of pesticides with the entomopathogenic nematode Heterorhabditis bacteriophora Poinar (Nematoda: Heterorhabditidae). Nematologica 34(4): 462-476.1989
- Sáenz, A. y Luque, J. E.: Cuantificación invasiva de Steinernema feltiae cepa Villapinzón en Tecia solanivora y Clavipalpus ursinus en: Resúmenes XXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. 28-30 de julio de 1999. Santafé de Bogotá. pp 56. 1999.
- Sorensen, K. y Kidd, K.: The sweet potato weevil. Vegetables, Insect note 38. Agric. Ext. Ser. U.S.A. pp 4. (Mecanografiado). 1983.
- Thowsend, G. y Heuberguer, J.: Methods for stimation looses caused by diseases in fungicides experiments. Plant Disease Report. 27, pp 340- 343. 1963.
- Timper, P.; Kaya, H. y Gaugler, R.: Dispersal of the entomogenous nematode Steinernema feltiae (Rhabditida: Steinernematidae) by infected adults insects. Environ. Entomol. 17, 546-550. 1988.
- Torres, G; Ortega; J.; Alcazar; T.; Ames y Palomino, L.: Control Biológico del Gorgojo de los Andes Premnotripes spp. Con Beauveria brongniartii. Guía de Investigación. Centro de Internacional de la Papa (CIP). 43 p. 1993.
- Wetzel T.: Integrieter Pflanzenschutz und Agrookosysteme. pp 248. 1995.
- Woodring, J. y Kaya, H.: Steinernematid and Heterorhabditis Nematodes: A handbook of Biology and Techiques. Soutern Coop Series Bull. 331:1– 30. 1998.
- Woodring, L. y Kaya H.: Stenernema and Heterorhabditis nematodes: A hand handbook of biology and Techniques. Souterncoopserves Bull (331): pp1-30 1988.
- Zayas, E. y Rodríguez M.: Aplicación de biopreparados a base de Beauveria bassiana como medidas preventivas contra escolítidos del genero Ips sobre trozas de Pinus caribaea Morelet. Informe final de experimento. Camagüey IIF. 1992.
- Zimmeman, R.; y Cranshaw, W.: Comapatibility of thee entomogenous nematodes (Rhabditid) in aqueous solutions of pesticides used in turfgrass maintenance. J. Econ. Entomol. 83(1): 97-100. 1990.