



CIENCIAS AGRARIAS

Universidad de Cienfuegos
“Carlos Rafael Rodríguez”

Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Título

Evaluación de factores físicos, químicos, biológicos y sociales de la Finca Cafetalera “Florencio Orozco”, para el establecimiento de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar cepa Hc1.

Autor: Liván Romero Gallardo

Tutor: MSc. Oraime Hernández Enríquez



Cumanayagua

“Año 52 de la Revolución”

AGRADECIMIENTOS

A la Revolución, que por su firmeza en sus programas de enseñanza, me permitió ingresar en la Sede Universitaria Municipal de Cumanayagua, para cursar estudios de nivel superior. Claustro de profesores, que me formó durante estos 6 años. A mi tutor *MSc. Oraime Hernández Enríquez, y su esposa, por su paciencia, entrega y dedicación en la elaboración del trabajo de diploma.* Al Ing. Yuniel Reyes *por su apoyo incondicional en la realización de esta investigación.* A mi profesora *Laida Toledo por su colaboración en la revisión de este documento.* A mi padre *por facilitarme su finca como escenario para este trabajo.* A todos aquellos que de una forma u otra me brindaron su ayuda desinteresada.

Gracias a todos.

DEDICATORIA

A mi esposa y mi hija por su paciencia y perseverancia para que yo no dejara de estudiar, dándome apoyo y ánimo durante estos años.

SINTESIS

El presente trabajo fue realizado en la Finca cafetalera "Florencio Orozco" perteneciente a la CCS "Oscar Salas", enclavada en la zona de "San Blas", Municipio de Cumanayagua, Provincia Cienfuegos, a una altura de 50 - 100 metros sobre el nivel del mar, sobre un suelo ferralítico rojo lixiviado. Con el objetivo de evaluar algunos factores socio-económicos, físicos, químicos y biológicos, para la introducción y establecimiento del Nematodo Entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (cepa HC1) para el control de *Hypothenemus hampei* Ferrari. Se obtuvo que de las especies de arvenses, las más promisorias son *Petiveria alliacea*, *Desmodium axillare* (Sw.) DC y *Urena lobata* L. De los árboles sombreadores predomina la *Samanea saman* (Jacq.) Benth. Los análisis de laboratorio mostraron, que el Índice de Plasticidad, el pH y el contenido de Materia Orgánica en el suelo, son los factores que afectarán el buen establecimiento, infectabilidad y movilidad de *H. bacteriophora* Poinar Cepa HC1, para las condiciones de esta área.

Palabras claves: suelo, socio-económicos, físicos, químicos, biológicos,
Nematodo Entomopatógeno *Heterorhabditis*

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
1. INTRODUCCION.....	1
Antecedentes.....	1
Justificación del estudio.....	2
Problema de Investigación.....	2
Objetivo General.....	3
Hipótesis de la Investigación.....	3
Diseño metodológico de la investigación.....	4
Beneficios esperados.....	7
Limites del alcance de la investigación.....	7
2. DESARROLLO.....	8
2.1 Relación entre las características físicas, químicas de los suelos, flora arvense y árboles sombreadores con los.NEP.....	8
2.1.1 Valoración del contexto Local, Nacional y Mundial.....	34
2.1.2 Estado Actual del conocimiento del Problema de Investigación.....	36
2.1.3 Carencia que se quiere llenar con la investigación.....	37
2.2 Resultados y Discusión.....	38
3. CONCLUSIONES.....	54
4. RECOMENDACIONES.....	55
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
6. Anexos	

“No hay Agricultura sin Instrucción”

José Martí

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cafeto es considerado uno de los cultivos agrícolas más importante del mundo destinándose alrededor de 55 billones de dólares anualmente a su producción Cintrón y Grillo (2005). Entre las plagas más comunes reportadas a nivel mundial para este cultivo son: *Perileucoptera coffella* Silvestre, *Coccus viridis* Green, *Apate monachus* Fabricius y más recientemente la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*), endémica de África Central considerada como la más importante y devastadora del cultivo del café a nivel mundial, la cual ha ocasionado pérdidas de consideración a los pequeños y grandes productores (Col. Aut., 2007). El daño fundamental que produce consiste en que perfora y destruye las cerezas, afectando tanto los rendimientos como la calidad del fruto agrícola. Dicha afectación no solo se presenta en el campo sino que persiste durante los procesos de beneficios y almacenamiento de los granos. Según Camilo y Col. (2003) este insecto puede reducir las cosechas en más de un 50%, al disminuir la conversión de café uva a café pergamino.

Muchas son las alternativas de control de *H. hampei* Ferrari en este cultivo, el que es enfocado a través de un manejo integrado, constituyendo una solución económica y ecológicamente positiva por el impacto que se realiza en los ecosistemas de montañas. Los principales estudios para su control han sido encaminados fundamentalmente a la utilización de *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuills (Cintrón y Grillo, 2005) y, *Metharizium anisopliae* (Zimm.) Zare & Gams (Samuel y Col., 2002), y al manejo agrotécnico con: el saneamiento, el uso de trampas con atrayentes y las trampas de colores.

En la actualidad para su control, se evalúan y ejecutan programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), que poseen como componentes: el control agrotécnico o cultural, el uso de agentes de control biológico, así como utilización de trampas con atrayentes.

Durante las dos últimas décadas se ha incrementado el interés en el control biológico de insectos utilizando la liberación masiva de entomonemátodos de las Familias

Steinernematidae y Heterorhabditidae principalmente. Georgis y Hom, (1992) ; Ricci y Col., (1996), los que van dirigidos, fundamentalmente, hacia los granos infestados de la planta, sin embargo, las bayas infestadas que caen al suelo se enmascaran en la hojarasca y escapan de la acción de estos agentes convirtiéndose en reservorios de la plaga. Sánchez (2002)

Países como Cuba, Venezuela, México y Costa Rica han estudiado y desarrollado cepas de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar para el control biológico de *H. hampei* Ferrari en el cultivo del café así como de otras especies de insectos que atacan otros cultivos. (Sánchez (2002). Señalando Glazer (2002), que el ambiente o hábitat natural de los nemátodos entomopatógenos (el suelo) es muy difícil, debido a la complejidad de sus componentes químico, físico y biológico.

1.2 Justificación del estudio

El uso extensivo de los plaguicidas químicos ha conllevado a la aparición de la insectoresistencia y al desequilibrio en poblaciones de insectos beneficiosos, así como a un deterioro en la calidad del ambiente. Todo ello ha inducido a un incremento de la demanda de alternativas de control selectivo de plagas, principalmente con el uso de medios biológicos, al cual no escapa el cultivo del café con la introducción de bacterias, hongos y nematodos para el combate de la broca del café.

1.3 Problema de Investigación

¿Cómo podrán influir los factores físico, químicos, biológicos y sociales en el establecimiento del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (cepa HC1) para el control de *Hypothenemus hampei* Ferrari?

Se expresa en forma de una o varias preguntas de investigación. Debe contener la delimitación espacial y temporal correspondiente. Los términos incluidos deben tener los referentes empíricos adecuados. Este incluye dos o más términos y la unidad de observación pertinente.

1.4 Objetivo General

Evaluar factores físicos, químicos, biológicos y sociales de la finca cafetalera “Florencio Orozco” perteneciente a la CCS “Oscar Salas”, para la introducción y establecimiento del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (cepa HC1) para el control de *Hypothenemus hampei* Ferrari.

1.4.1 Objetivos específicos

- Caracterizar los factores físicos y químicos de los suelos, flora arvense y árboles sombreadores de la Finca “Florencio Orozco”.
- Determinar el grado de conocimiento y aceptación de productores y dirigentes de la CCS “Oscar Salas” para la introducción de *H. bacteriophora* Poinar (cepa HC1) en el programa de Manejo Integrado de la Broca del café.
- Determinar los factores que pueden interferir en el establecimiento, movilidad y persistencia de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (cepa HC1) en la Finca “Florencio Orozco”.

1.5 Hipótesis de la Investigación

Si se realiza una caracterización detallada de las áreas experimentales donde será establecida la cepa de nemátodos entomopatógenos así como la determinación del grado de aceptación de los productores de la zona para su introducción **entonces** se podrá determinar la posible efectividad y persistencia de los mismos en el suelo, para la regulación de las poblaciones *H. hampei*.

1.6 Diseño Metodológico de la Investigación

El trabajo fue realizado en la Finca “Florencio Orozco”, perteneciente a la CCS “Oscar Salas”, de la EA Cumanayagua, enclavada en la zona de “San Blas”, Municipio de Cumanayagua, Provincia Cienfuegos, a una altura de 50 - 100 metros sobre el nivel del mar, sobre un suelo ferralítico rojo lixiviado.

Aplicación de las encuestas.

Para dar cumplimiento a los objetivos, el trabajo fue realizado en dos etapas, en la primera se aplicó una encuesta (Anexo 1) a los productores y directivos de la CCS, sobre el impacto socioeconómico que ha tenido la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en cada finca, así como el grado de conocimientos respecto al uso de nemátodos entomopatógenos para el control de plagas y la aceptación para su introducción en el programa de manejo Integrado de la broca.

Para la aplicación de las encuestas se utilizó la confeccionada por especialistas del Laboratorio de Nematología del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y de la Facultad Agropecuaria de Montañas del Escambray (FAME). Para la misma se tomó una muestra de 10 productores y dos directivos de un total de 31, para un 31%.

La encuesta contaba de cuatro partes fundamentales:

- La primera dirigida a realizar una breve caracterización de las fincas, con un total de 12 preguntas (9 cerradas y 3 abiertas).
- La segunda a evaluar el grado de conocimiento de productores y directivos sobre *H. hampei* Ferrari., y las formas de control utilizadas en su finca o área, con un total de 22 preguntas cerradas.
- La tercera dirigida a evaluar el conocimiento sobre el Manejo Integrado de Plagas (MIP), implementación y diversificación en su finca con un total de 10 preguntas cerradas.
- La cuarta, para evaluar el conocimiento de las diferentes formas de control de la broca, las que más se utilizan, así como del interés de campesinos y directivos

en la introducción de los nemátodos entomopatógenos (NEP) para el Manejo Integrado de la Broca (MIB) en la provincia de Cienfuegos con un total de 10 preguntas cerradas.

Caracterización de las áreas

En la segunda etapa fue realizado el trabajo de campo, consistente en: la toma de muestras de suelo para los análisis de laboratorios y caracterizar la flora espontánea y árboles sombreadores del área experimental

La variedad de café predominante en el área seleccionada para los experimentos es: la variedad Robusta aunque se puede encontrar además, algunas plantas aisladas de las variedades Catimor y Villalobo.

El área experimental es de 2,6 ha donde se tomaron las muestras de suelo, utilizando la metodología planteada por Cairo (2000) para los análisis físicos y químicos de suelo.

Para la identificación de las muestras, fueron utilizados recortes de papel blanco, lápiz y pequeños alambres finos, tomándose la siguiente información en cada muestra:

- Empresa a que pertenece
- Unidad básica
- # del campo
- # de la muestra
- Profundidad de la cual se realizo la muestra
- Fecha

Para la toma de muestra se utilizó un pico, una coa y bolsas de polietileno de 14x24 cm. Como envase de las muestras para los análisis químicos, y cajas de madera para los análisis físicos.

En la identificación de las especies de plantas arvenses, fue utilizada la metodología de los pasos de García y Trujillo (1968) y para los árboles sombreadores la expuesta por Labrada (1992). En el caso de aquellas plantas por identificar, fueron llevadas al Laboratorio de Botánica de la Facultad Agropecuaria de Montañas del Escambray, para su posterior identificación.

Análisis de Laboratorio.

Los análisis de las muestras fueron realizados en el Laboratorio de la Estación Experimental de Suelos y Fertilizantes de Barajagua, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos, perteneciente al Instituto de Suelo (MINAGRI).

Análisis químicos

Para la determinación de los elementos, el fósforo y el potasio fueron obtenidos según la norma ramal N° 837 del MINAGRI, el fósforo (P_2O_5) se determinó colorimétricamente por el método del metavanadato de amonio; y el potasio (K_2O) por fotometría de llama, ambos por la metodología de Samuels (1969); citado por Cairo (2000). La determinación de las formas móviles de fósforo y potasio se obtuvieron por el método de Oniani.

La Materia Orgánica (M.O) fue determinada por el método de Wualkle y Black citados por Cairo (2000), utilizando bicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado.

El pH en agua (pH H_2O) y en cloruro de potasio (pH KCl), se determinaron por el método del potenciómetro, en relación suelo - solución 1:2.5; según Hesse (1971); citado por Cairo (2000).

Análisis físicos

Para la realización de los análisis físicos de las muestras se obtuvo para los Agregados Estables (A.E): el método de Henin y Col., citados por Cairo (2000). El Límite Inferior de Plasticidad: (LIP) utilizando la metodología de los rollitos de Atterberg y el Límite Superior de Plasticidad (LSP) por el método del cono de balancín de Vasilieve. El índice de Plasticidad (IP) fue determinado mediante la fórmula planteada por Cairo, (2000), donde: **IP = LSP – LIP**

En el Anexo 2 se aprecian las clasificaciones establecidas por Mesa y Col. (1984), citados por Cairo y Fundora (1994) para la interpretación de las propiedades químicas y físicas de los suelos.

1.7 Beneficios esperados

Determinando los factores físicos, químicos, biológicos y sociales de la finca cafetalera "Florencio Orozco" perteneciente a la CCS "Oscar Salas" que puedan afectar el establecimiento del NEP para poder realizar una mejor aplicación de H bacteriophora para su persistencia e infectabilidad en las regulaciones de plagas como H hampei.

1.8 Límites del alcance de la investigación

El presente trabajo podrá extenderse a otras fincas o áreas cafetaleras de la CCS "Oscar salas" siempre y cuando presente características similares al área experimental donde se evaluaron los factores que pueden influir en la introducción y establecimiento del nematodo entomopatógeno Heterorhabditis bacteriophora Poinar cepa(HC1)

2 DESARROLLO

2.1 Relación entre las características físicas, químicas de los suelos, flora arvense y árboles sombreadores con los NEP

Métodos tradicionales de la investigación científica

Bajo este título se plantean los métodos empíricos y teóricos más generales que pueden ser utilizados en el PIC según lo expuesto por Notario (1999). Los métodos empíricos de investigación pretenden estudiar las características fundamentales y las relaciones esenciales del objeto que son accesibles a la percepción sensorial. En general se emplean en la investigación tradicional en un primer momento durante la etapa de acumulación de la información empírica en forma de datos, hechos, testimonios, etc., y finalmente en el proceso de comprobación de la hipótesis.

Este mismo autor plantea que por su parte, los métodos teóricos de investigación se aplican durante el proceso de explicación, predicción, interpretación y/o comprensión de la esencia del objeto cumpliendo una función epistemológica. Posibilitan la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados, revelan las relaciones esenciales del objeto de investigación no observables directamente ni reflejados sensorialmente y participan en la etapa de asimilación de hechos, fenómenos y procesos así como en la construcción del modelo y la hipótesis de la investigación.

Como puede comprenderse, durante el PIC coexisten varios métodos de investigación aunque pueden delimitarse tres momentos fundamentales: el primero y el tercero eminentemente empíricos, de recopilación de información y comprobación y el segundo esencialmente teórico, de asimilación y explicación.

Entre los métodos empíricos serán expuestos las encuestas, las mediciones y los experimentos. Entre los métodos teóricos serán explicados el método histórico y los métodos lógicos.

Las encuestas

La encuesta es un método empírico de investigación que permite obtener información sobre fenómenos y procesos mediante un contacto directo del investigador.

Se utilizan fundamentalmente tres técnicas para la obtención de información en el método de encuestas:

(a) La observación científica.

(b) La entrevista.

(c) El cuestionario.

En todo caso, al aplicar el método de encuestas deben atenderse los siguientes aspectos:

- * Deben poseer un diseño adecuado para garantizar la calidad de la información ya que el investigador percibe directamente los objetos y fenómenos y los somete a una elaboración racional.
- * Debe prestarse especial atención al aspecto situacional en cuanto a tiempo, forma, lugar, etc. De modo que la información recopilada sea fiable.
- * En caso de comunicación encuestador-encuestado debe cuidarse que la encuesta debe ser “traducida” al lenguaje de la conciencia habitual de los encuestados.

LA OBSERVACIÓN CIENTÍFICA.

La observación científica, Hernández (2004), consiste en una percepción del objeto de investigación con un objetivo consciente y sirve para determinar la aceptación de un grupo de personas respecto a: su profesor, conflictos familiares, eventos masivos, aceptación de un producto, actuar de un presidente o director, etc., y según Notario (1999) es un procedimiento que puede ser aplicado en disímiles ciencias pero debe cumplir con los siguientes rasgos:

- ⇒ Objetividad. Debe reflejar el objeto de estudio, sus propiedades y relaciones. Este es un concepto polémico por cuanto en las investigaciones en las

ciencias naturales el sujeto cognoscente debe tomar distancia del objeto cognoscible para librarlo de todo subjetivismo. Sin embargo en la investigación cualitativa se establece una relación interpersonal a nivel psicológico, social, cultural y hasta físico de modo que tanto el sujeto como el objeto se transforman mutuamente.

⇒ Validez. Mediante la observación científica se debe recoger información de todas las variables del modelo o hipótesis de investigación.

⇒ Confiabilidad. La observación debe ser ejecutada de modo idéntico independientemente del observador en función de un diseño preciso y claro.

La observación científica permite estudiar un objeto, proceso o fenómeno de modo directo, tal y como este se manifiesta externamente. Puede aplicarse utilizando una de las siguientes formas:

- ◆ Observación simple: Es la realizada por un observador calificado, con un objetivo consciente, pero con cierta espontaneidad y sin formar parte de un diseño complejo y sistemático.
- ◆ Observación sistemática: Conjunto de observaciones reiteradas según un plan o programa que garantice la mayor objetividad.
- ◆ Observación participativa: El observador pasa a formar parte del grupo, proceso o fenómeno observado durante el tiempo que dure la observación. Es un procedimiento típico de la investigación cualitativa.
- ◆ Observación no participativa: El observador no forma parte del grupo observado.
- ◆ Observación abierta: Cuando los sujetos que van a ser observados lo conocen de antemano con lo cual pudieran modificar su conducta aunque ello no afecte, o en ocasiones convenga, a los objetivos de la observación.
- ◆ Observación encubierta: La observación se realiza sin el conocimiento de los sujetos que serán observados por lo que también se denomina cerrada o

secreta. En ella se persigue que el grupo mantenga su conducta habitual de modo que se garantice la objetividad de la información recopilada.

La observación científica debe ser diseñada precisando un programa para su ejecución así como una guía que establezca los aspectos a observar, factores de influencia, medios a emplear, momento, lugar y otros aspectos que contribuyan al cumplimiento del objetivo de la observación. En esencia la guía debe establecer qué observar, cómo, cuándo, por qué y para qué.

Los resultados de la observación deben ser registrados de modo que puedan extraerse conclusiones que permitan explicar, interpretar o comprender lo observado. Como ocurre en general, esta técnica se aplica regularmente combinada con otros métodos empíricos y teóricos de investigación.

LA ENTREVISTA Y EL CUESTIONARIO

Según Hernández (2004) en general la entrevista y el cuestionario pueden ser estudiados de conjunto pues ambas constituyen técnicas del método de encuestas que se basan en la comunicación entre el investigador y los sujetos encuestados. Se diferencian en que, mientras la entrevista es una interacción verbal, el cuestionario es una interacción escrita.

La selección de una u otra técnica depende de múltiples factores entre los que merecen citarse la relación cuantitativa entre los investigadores y la cantidad de personas a encuestar, los medios disponibles, el nivel cultural de los encuestados, los objetivos propuestos, los requerimientos de la encuesta, la necesidad de anonimato, etc.

En general la entrevista requiere mayor habilidad y entrenamiento por parte del investigador que el cuestionario. Sin embargo, en este último se posibilita encuestar un mayor número de individuos en un menor tiempo relativo.

Es cierto que la entrevista es una interacción más personal y profunda pero en general permite abordar un menor número de aspectos que el cuestionario.

Por su parte el cuestionario permite un mayor grado de uniformidad lo cual facilita la interpretación y procesamiento de la información obtenida. Además,

ofrece mayor libertad y confianza al emitir opiniones llegando hasta el anonimato.

Sin embargo, las respuestas recogidas en una entrevista pueden ser aclaradas y corregidas para evitar diversidad de interpretaciones lo cual no es posible en un cuestionario.

Las entrevistas pueden clasificarse en:

No estandarizada. La guía de esta entrevista posee un carácter más general y orientador requiriendo una mayor experiencia y habilidad del entrevistador. Ofrece mayor confianza al entrevistado el cual puede expresarse con una mayor libertad. Se obtiene un mejor clima para eliminar las diferencias individuales.

No obstante por tratarse de una interacción aparentemente informal, se corre el riesgo de pasar por alto elementos importantes, o de alejarse del objetivo propuesto si no se conduce hábilmente. Por otra parte, en general se invierte un mayor tiempo y además el investigador puede ser más vulnerable a los puntos de vista del entrevistado.

Estandarizada. En su forma no se diferencia de un cuestionario pues en su guía las preguntas aparecen prefijadas.

No hay dudas de que este tipo de entrevista se ejecuta en un tiempo más breve y es más fácil de procesar. Sin embargo la conversación es menos ágil y la confianza entre el entrevistador y el entrevistado puede no alcanzarse llegando en ocasiones a coartar las opiniones de este último.

Semi-estandarizada. En este tipo de entrevista se preparan preguntas pre-establecidas pero se buscan aclaraciones y profundizaciones así como es permitido tratar asuntos vinculados con el objetivo aunque no aparezcan en la guía de la entrevista si se considera de valor.

La entrevista semi-estandarizada logra un mejor balance de los defectos y virtudes de los dos tipos anteriores.

En cualquier caso, existen un conjunto de reglas generales para el entrevistador, las cuales se resumen a continuación:

- ✓ Debe intentar obtener toda la información posible.
- ✓ Escuchar de manera amistosa, interesada, atenta y en el mejor clima de confianza.
- ✓ Debe saber escuchar interviniendo sólo para ayudar a esclarecer, estimular, disipar recelos en el entrevistado.
- ✓ No discutir ni polemizar con el entrevistado.
- ✓ No aconsejar ni tratar de imponer su voluntad o criterio.

Por su parte, los cuestionarios se clasifican en:

Por correos.

Grupales.

En cualquier caso, el cuestionario debe comenzarse con una solicitud de cooperación y veracidad dirigida a los encuestados. No debe ser excesivamente extenso innecesariamente. Debe aplicarse en el lugar y momento apropiados para lograr la mayor colaboración. El lenguaje utilizado debe ser adecuado en correspondencia con el nivel intelectual de los encuestados. Por último, debe tenerse en cuenta que en esta técnica no existen posibilidades de aclaraciones o profundizaciones posteriores por lo que su diseño deberá ser extremadamente cuidadoso y considerar todas las variantes posibles.

Lo mismo en una entrevista que en un cuestionario se deben emplear preguntas diversas.

Las preguntas pueden ser clasificadas en función de diferentes aspectos. Así, en dependencia de su objetivo se clasifican en:

- ⇒ Esenciales. Se relacionan directamente con el problema, la hipótesis y el objetivo de la investigación. Constituyen el centro de la entrevista o el cuestionario y por lo tanto son inevitables y en general son mayoritarias.

⇒ Funcionales. Acompañan a las preguntas esenciales con el fin de precisar o esclarecer algunos aspectos de interés. Estas preguntas funcionales pueden presentarse como:

- ◆ Funcional-psicológicas. También denominadas preguntas de tránsito, las cuales tienen el propósito de ir introduciendo al encuestado de modo paulatino en el tema principal. Son de especial importancia en asuntos traumáticos, sensibles o difíciles de abordar.
- ◆ Filtro. Pretenden evaluar si el encuestado se encuentra bien ubicado en el grupo objeto de estudio de modo que se pueda apreciar el valor de sus respuestas.
- ◆ De control. Su propósito consiste en verificar la veracidad de respuestas anteriores mediante contrastación de su coherencia.

No es posible fundamentar reglas invariables para la combinación de distintos tipos de preguntas en una entrevista o cuestionario. En esencia ello depende de la experiencia y la habilidad del investigador y de un detallado trabajo de diseño de las preguntas previas a su aplicación.

Por su naturaleza, las preguntas pueden clasificarse en:

- ⇒ De hechos. Relacionadas con hechos y datos concretos.
- ⇒ Censales. Dirigidas a realizar clasificaciones o agrupaciones.
- ⇒ De acción. Vinculadas a actos realizados, sucesos o episodios.
- ⇒ De intención u opinión. Relacionadas con los propósitos, decisiones, proyectos, deseos, juicios, valoraciones, críticas, etc. de los encuestados.

Por último, se clasifican las preguntas por la forma en que se formulan.

- ⇒ Cerradas. Son aquellas que incluyen las posibles respuestas que pueden ser seleccionadas por el encuestado. Por ello debe cuidarse que en este tipo de preguntas se incluyan la totalidad de las respuestas que puede ofrecer algún individuo ya que de lo contrario se crearía un conflicto. A su vez, las preguntas cerradas pueden sub-clasificarse en:

- × Bivalentes. Con sólo dos posibles respuestas, las cuales son por supuesto excluyentes y antónimos.
 - × Con alternativas excluyentes. Se ofrecen varias respuestas posibles pero que se rechazan mutuamente de modo que el encuestado solo tiene la posibilidad de seleccionar una de ellas.
 - × De varias respuestas. También conocidas como “tipo cafetería” o de “autoservicio” ya que se ofrecen un conjunto de respuestas posibles pero el individuo puede seleccionar varias dado que no son excluyentes.
- ⇒ Abiertas. En estas preguntas el encuestado no recibe respuestas preconcebidas sino que expone libremente sus consideraciones e informaciones. Naturalmente estas preguntas ofrecen más libertades pero son más difíciles de interpretar y procesar.
- ⇒ Semi-cerradas. Ofrecen respuestas prediseñadas pero siempre se posibilita emitir una no contenida en la guía o también permite aclaraciones y profundizaciones así como abstenciones. Reúnen por tanto los aspectos positivos de los tipos anteriores de preguntas minimizando los negativos.

Para la formulación de cualquier tipo de pregunta se recomienda que las mismas cumplan las siguientes cualidades:

- ▲ Claras
- ▲ Comprensibles
- ▲ Singulares
- ▲ Positivas
- ▲ No ambiguas
- ▲ No tendenciosas
- ▲ Que no exijan mucho esfuerzo de memoria.
- ▲ Ordenadas psicológicamente.
- ▲ Que no constituyan un conflicto para el sujeto.

- ▲ Organizadas de lo simple a lo complejo.
- ▲ Variadas.

Como en la práctica no es posible aplicar las diferentes técnicas de encuestas a un número ilimitado de sujetos se hace necesario realizar una selección de los mismos.

En los métodos de investigación cualitativa se tiende al estudio de lo singular, de lo particular, por lo que es frecuente el estudio de casos sin pretensiones de generalización. Sin embargo, en la investigación cualitativa se requiere diseñar estadísticamente la muestra lo cual no es objeto de tratamiento en el presente material. La selección de la muestra previamente diseñada puede realizarse mediante:

- a) Muestreo aleatorio simple. Empleando una tabla de números aleatorios o preparando pequeñas tarjetas con los nombres de los posibles encuestados e introduciéndolos en una bolsa o caja de la cual se extraen al azar.
- b) Muestreo estratificado. En el cual la población se divide con arreglo a características relevantes sometiéndose a estudio una porción de cada estrato o grupo.
- c) Muestreo intencional. En el que el investigador selecciona los sujetos que serán encuestados de acuerdo con sus características y a su criterio sin emplear procedimientos probabilísticos.

No obstante, puede ocurrir que la muestra posea una dimensión excesivamente grande para que realmente sea representativa estadísticamente de la población a investigar. En esos casos, la entrevista o cuestionario deben ser muy cuidadosamente diseñados pues resultaría muy negativo que se aplique a una muestra grande y posteriormente se descubra alguna insuficiencia en su preparación con la consiguiente afectación en tiempo y en recursos.

Para evitar esta posibilidad, se aconseja realizar un pre-test o prueba previa, la cual consiste en una pequeña muestra preliminar (aproximadamente 30 individuos) a la cual se le aplica la encuesta con el fin de ajustarla.

Sus objetivos son:

- ◇ Obtener elementos complementarios sobre el problema.
- ◇ Reformular la hipótesis.
- ◇ Introducir nuevos indicadores.
- ◇ Rediseñar preguntas.

En el pre-test se evalúan los siguientes aspectos:

- ➔ En el cuestionario o plan de la entrevista.
 - ◆ Reacción en el encuestado.
 - ◆ Hora, día y lugar adecuados.
 - ◆ Orden de las preguntas.
 - ◆ Motivación.
 - ◆ Extensión.
- ➔ En las preguntas.
 - ◆ Si es necesaria.
 - ◆ Si es clara y precisa.
 - ◆ Si deben agregarse.
 - ◆ Si hay suficientes respuestas alternativas.
 - ◆ Si hay espacio suficiente para responder las preguntas abiertas.

Debe señalarse que después de aplicar la prueba previa y de rediseñar la encuesta si fuese necesario, ésta se aplica a la muestra total determinada previamente pero en ella no se incluyen los individuos seleccionados para el pre-test.

Análisis de suelos

El conocimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos es un aspecto de gran importancia para todo productor agrícola, ya que de las mismas dependen el buen crecimiento y desarrollo de los cultivos así como la cantidad y calidad de sus cosechas (Ávila, 1991). Este mismo autor plantea que se ha demostrado que dichos análisis constituyen una excelente guía para el uso racional de los fertilizantes, sin embargo, no debe olvidarse que en la producción de cultivos, intervienen un conjunto de factores de gran importancia como: *clima, variedades, control fitosanitario, manejo general* y otras, que pueden limitar el desarrollo adecuado de una planta si no se encuentra en el grado óptimo requerido.

Características químicas de los suelos

Según (Ávila 1991) el análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes ya que es una fuente de información vital para el manejo de suelos el cual permite:

- Clasificar los suelos en grupos afines.
- Predecir las probabilidades de obtener respuesta positiva a la aplicación de elementos nutritivos.
- Ayudar en la evaluación de la fertilidad del suelo.
- Determinar las condiciones específicas del suelo que pueden ser mejoradas.

Características físicas de los suelos

Las partículas del suelo no se encuentran aisladas, forman agregados estructurales que se llaman "Terrones", estos agregados (o terrones) por repetición dan el suelo. Los agregados están formados por partículas individuales (minerales, materia orgánica y huecos) que le confieren al suelo una determinada estructura. Se habla de estructura como una propiedad y es más bien un estado, ya que cuando el suelo está seco, se agrieta y se manifiesta la

estructura, pero si está húmedo, el suelo se vuelve masivo, la estructura no se manifiesta. (Cairo 2000.)

Características microbiológicas de los suelos.

El número total de microorganismos en el suelo, su composición y actividad, están sujetos a diferentes variaciones geográficas. Existe siempre una regularidad conectada estrechamente con las condiciones geográfico-ecológicas, que determinan la existencia de los microorganismos. De primera importancia resulta la cantidad y composición de sustancias orgánicas en los suelos, ya que constituyen la base de la nutrición de los microorganismos; así como los regímenes hídricos y térmicos del suelo, que ejercen una influencia muy fuerte en su actividad vital (Cairo, 2000).

Nemátodos Entomopatógenos (NEP).

Los nemátodos entomopatógenos de los géneros *Heterorhabditis* y *Steinernema* aparecen en todos los suelos naturales y agrícolas del mundo, ampliamente utilizados en el control biológico de plagas de insectos, principalmente del suelo (Hominick, 2002).

Según Rodríguez y Col. (2008) son animales muy abundantes en el planeta, organismos no segmentados y generalmente tienen forma de gusano, muchos son parásitos de animales, plantas y el hombre pero existen otros que son parásitos o patógenos de insectos. Los Nemátodos entomopátogenos (NEP) ejercen acción sobre diferentes insectos y estas especies son reproducidas y comercializadas como agentes de control biológico.

Los NEP son organismo esencialmente acuáticos, por lo cual necesitan al menos una pequeña película de agua en el suelo o sobre las plantas donde se aplican, estos, siendo muy sensibles a las altas temperaturas, la incidencia directa del sol y a otros microorganismos del suelo. (Rodríguez y Col. 2008.).

Los NEP como enemigos naturales.

Los Nemátodos entomopatógenos de los géneros *Heterorhabditis* y *Steinernema* (*Rhabditida: Heterorhabditidae* y *Steinernematidae*) aparecen en todos los suelos naturales y agrícolas del mundo Hominick, (2002) y se utilizan para control biológico de plagas de insectos, principalmente de insectos que viven en el suelo.

Los NEP, son utilizados principalmente, como agentes inundativos con el objetivo de obtener la supresión inmediata de plagas. (Gaugler, (1988); citado por Georgis y Manweiler, (1994)). La asociación parasítica de varias especies de Nemátodos de las familias *Mermithidae*, *Allantonematidae*, *Phaenopsitylenchidae*, *Sphaerulariidae*, *Tetradonematidae*, *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, han sido objeto de atención en no pocas investigaciones dirigidas a evaluar su uso como herramienta de control biológico. Las especies pertenecientes a estas dos últimas familias de Nemátodos (*Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*), han resultado ser las de mayor potencial, pues además de matar su “blanco”, durante las primeras 48 horas luego de infección, mantienen una relación simbiótica de carácter mutualista con una bacteria, que en términos generales es la principal responsable de la efectividad del patógeno (Smith, (1996).

Los nemátodos de las Familias *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae*, conocidos como nemátodos entomopatógenos (NEP), son agentes de control biológico de amplia utilización a escala mundial, existiendo numerosos productos comerciales en Europa, Japón y Estados Unidos de América. El estadio infectivo de los nemátodos, es el juvenil infectivo (JI), ya que estos poseen una bacteria en su tracto digestivo y la acción conjunta del nematodo con la bacteria es la responsable de causar la muerte al insecto. Estos penetran dentro del insecto generalmente a través de los orificios naturales que estos poseen (boca, ano y espiráculos), pero algunos también pueden rasgar zonas del cuerpo de los insectos y penetrar. Rodríguez y Col. (2008.)

Hominick (2002) y Smith, (1996), plantean que teniendo en cuenta que estos organismos constituyen agentes muy efectivos en el manejo de plagas del café (*Coffea arabica* L.), boniato (*Ipomoea batatas*), maíz (*Zea mays*), col de repollo (*Brassica oleracea*) y otros cultivos económicos, es que se relacionan algunas cualidades o ventajas de los NEP para ser utilizados como agentes de control biológico en el control de plagas.

Los nemátodos poseen características que los hacen especialmente adecuados como agentes de control biológico, tales como: la búsqueda de su capacidad de acogida (Sánchez, 2002), especificidad de las cepas (Jackson y Brooks 1989), compatibilidad con equipo de pulverización de la agricultura convencional (Wright y Col. 2005), la compatibilidad con la mayoría de los plaguicidas químicos y biológicos Nishimatsu y Jackson (1998) y la aplicación de técnicas de producción comercial Ehlers (2001).

Entre sus cualidades puede señalarse que:

- Poseen una amplia gama de hospedantes, incluyendo insectos que habitan ambientes protegidos (criptas, túneles) y el suelo Doucet y Giayetto (1994); Sánchez (2002).
- Son ambientalmente seguros para plantas, vertebrados y otros organismos Georgis y Poinar, (1991); Boemare (2002); Ehlers (2001).
- Dependiendo de las condiciones económicas, pueden ser producidos en diferentes escalas mediante métodos de reproducción *in vivo* e *in vitro* (fermentación líquida y sólida) Ehlers, (2001); Shapiro y Gaugler, (2002); Johnigk y Col., (2004).
- Los estadios infectivos (J1 ó J₃) pueden ser almacenados, manteniendo su capacidad infectiva Stock y Camino, (1996)
- El registro de los productos es requerido en pocos países Ehlers, (2001).
- Fácilmente aplicables con los equipos estándar Wright y Col., (2005); Smith, (1996); Lara y López-Núñez, (2005).

- Compatibles con muchos insecticidas químicos (Rovesti y Deseo, 1990) y (1991); (Zimmerman y Cranshaw, 1991); Sánchez (2002) y con otros agentes biorreguladores. Gothama y Col., (1995); (Koppenhöfer y Grewal, 2005); (Sánchez y Rodríguez, 2002)
- Es factible la selección y/o mejoramiento genético (Gaugler, (1987); (Glazer y Col., 1997), citados por (Sánchez, 2002).

Además de estos rasgos positivos, hay otros factores que restringen el uso de los NEP, tales como las altas temperaturas, la desecación y susceptibilidad a las radiaciones Ultra Violetas (UV), Glazer, (2002). También son incluidas sus altas comparaciones con alternativas químicas Grewal y Peters, (2005). Por tanto, los NEP deben ser aplicados en la madrugada en un alto volumen de agua, estando entre el 40% y el 80% de los rociados porque los NEP pueden morir durante las primeras horas después de la aplicación Smits, (1996). Por tanto, para una eficaz aplicación se necesitan métodos para maximizar la eficacia de los NEP en el campo donde se deben de realizar la aplicación específicamente en las etapas más susceptibles que estén en desarrollo de los insectos (Wright y Col. 2005). Esto se complica por el hecho de que múltiples etapas de la RGC puede ocurrir simultáneamente en el campo Toepfer y Kuhlmann (2006).

Por su parte (Rodríguez y Col. 2008), plantean que como limitantes se pueden señalar que se necesitan aplicaciones múltiples y altas dosis (0.1 a 1 millón de JI. m^{-2}), señalando Doucet y Giayetto, (1994) que los tratamientos efectuados en campo muestran que los nemátodos entomopatógenos, una vez introducidos no se establecen de manera permanente en una agro biocenosis, por lo que se deben realizar aplicaciones periódicas de forma masiva sobre los insectos a controlar

Según Hominick (2002), estos Nemátodos son tan atractivos para ser utilizados y desarrollados comercialmente como bioinsecticidas porque diferentes especies han podido ser explotadas, formuladas y aplicadas de forma económica, en el control de numerosos insectos plaga. Estos mismos autores plantean que la única vía libre parasitaria es la etapa de Juvenil Infectivo (IJ), cuyo objetivo es

persistir en el suelo hasta que pueda localizar e infectar un huésped adecuado. Después de penetrar en el cuerpo del anfitrión, la especie de bacteria asociada simbióticamente al nematodo, actúan sobre el sistema inmune del insecto y provocando la muerte del mismo en un corto período de tiempo (24 y 48 horas).

Especie *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar)

El nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar), es un habitante natural del suelo que parasita varias especies de insectos. La infección se produce a través de los orificios naturales del insecto, como la boca, espiráculos, o el ano (Woodring y Kaya, 1988). El nematodo libera su bacteria simbiótica *Photorhabdus spp*, la cual provoca una rápida y letal septicemia. Esto permite el crecimiento y la reproducción de los nemátodos de una o más generaciones.

Debido a su eficacia letal, *H. bacteriophora* Poinar, puede convertirse en un importante factor de regulación de varias poblaciones de insectos cuyas larvas co-existen en el suelo. Esto incluye varias especies de larvas de mosca de la fruta (Díptera, Tephritidae), cuya susceptibilidad a la infección por nemátodos ha sido demostrado anteriormente por autores como (Lindegren y Vail, 1986); (Lindegren y Col., 1990); (Toledo y Col., 2006), citados por Rodríguez y Col. (2008).

Los JI de *H. bacteriophora* Poinar se ha mostrado su patogenicidad en experimentos realizados por (García y Col. 2007) en condiciones de laboratorio contra diferentes plagas, donde los estadios larvales de *Spodoptera frugiperda* S y A, *Diaphania hyalinata* Cramer y *Manduca sexta jamaicensis* Buter presentaron un 100 % de mortalidad a las 48 horas.

En la actualidad su uso se extiende al manejo de la broca del café (*H. hampei* Ferrari) por los resultados positivos de las investigaciones realizadas en este aspecto (Sánchez, 2002).

Relación del suelo con los NEP.

Al igual que todos los organismos, las condiciones del medio ambiente es una limitante para la supervivencia, la reproducción y el crecimiento de los nemátodos. Estos organismos han desarrollado una amplia gama de mecanismos para superar estas limitantes y poder interactuar con las condiciones del medio ambiente y el suelo. Ya que el organismo permite una reducción de la actividad metabólica y una reducción de la tasa de envejecimiento. Smith, (1996).

Los nemátodos de ambos géneros son ubicuos en su distribución y han sido recobrados en suelo de todas las regiones del mundo excepto la Antártica (Kaya y Gaugler, 1993), habitando suelos naturales y agrícolas, señalando Glazer (2002), que el ambiente o hábitat natural de los nemátodos entomopatógenos (suelo) es muy difícil, debido a la complejidad de sus componentes químico, físico y biológico. No obstante, los nemátodos son capaces de sobrevivir en ambientes extremos. Su acción en los suelos agrícolas está muy relacionada con las características de los mismos, señalándose que su supervivencia es mayor en suelos “cubiertos” que en suelos desnudos, lo que sin dudas posee relación con la textura, composición y humedad del suelo (Barbercheck, 2005). Con relación a la supervivencia de los JI se sabe que ellos no se alimentan, pueden vivir durante semanas de sus reservas almacenadas y durante meses debido a su entrada en un estado cercano a la anhidrobiosis. El intervalo de tiempo que los JI pueden supervivir en el suelo en ausencia de hospedantes depende de muchos factores como la temperatura, humedad, enemigos naturales y tipo de suelo (Smart, 1995).

Los Nemátodos que viven en el suelo se pueden exponer a determinadas temperatura bajo cero en lugares templado, Ártico y sub-regiones árticas, y en otros lugares de gran altitud. Smith, (1996).

Relación del tipo de suelo con los NEP.

Estudios realizados por Koppenhöfer y Kaya (1995), demostraron el efecto del tipo de suelo sobre el desempeño de los nemátodos entomopatógenos

Steinernema scarabaei Poinar, *S. glaseri* Poinar, *Heterorhabditis zealandica* Poinar, y *H. bacteriophora* Poinar. Se realizaron dos experimentos, el primero, en condiciones de laboratorio, consistió en la utilización de suelos limosos con arena, arcilla arenosa, arcilla, marga de limo, marga de arcilla, arena ácidas y una gran mezcla orgánica; el segundo fue un experimento en condiciones de invernaderos con los mismos tipos de suelos. Para la realización de los mismos fueron utilizados insectos de *Anómala orientalis*, *Popillia japónica* Newman., en su tercer estadio, con la finalidad de determinar la infectividad por la exposición a los nemátodos, en el establecimiento de los nematodos en sus hospedantes y la mortalidad larval. Los estudios arrojaron como resultados que la infectividad, tanto en los experimentos de laboratorio y de invernadero, de *H. bacteriophora* y *H. zealandica* fue el más alto en todas las mezclas, mostrando los valores más bajos la arena ácida. En el caso de la *S. glaseri*, la infectividad fue significativamente menor en suelos de arena ácida que en arcillosos en el experimento de laboratorio, no comportándose de igual manera al realizar experimentos en invernaderos cuyos resultados no difieren entre ambos suelos.

Relación entre las características físicas de los suelos y los NEP.

Los NEP sobreviven mejor en suelos arenosos o loam arenosos que en los suelos arcillosos (Smart, 1995).

Koppenhöfer y Fuzy (2006), señalan que las generalizaciones en cuanto al comportamiento de los nemátodos en diferentes tipos de suelo deben ser hechas cuidadosamente, pues el efecto de parámetros como textura de suelo, pH y materia orgánica puede variar con la especie de nematodo. Estos autores reafirmaron que el factor más importante es la humedad porque los nemátodos son organismos esencialmente acuáticos y necesitan una película de agua para una efectiva propulsión, ya que los JI en el suelo se mueven a través de una película de agua que cubre los espacios intersticiales. Si dicha película se reduce mucho (en suelos secos) o los espacios intersticiales están completamente llenos de agua (suelos saturados con agua), el movimiento de los nemátodos es restringido.

La humedad del suelo está estrechamente ligada a la textura del suelo, otro factor muy importante, ya que el tamaño de las partículas de suelo y el contenido de materia orgánica en los suelos influye fuertemente en la disponibilidad de agua en los mismos. La movilidad de los nemátodos generalmente decrece cuando los poros del suelo son más pequeños, donde particularmente la combinación de poros pequeños con altos niveles de humedad en el suelo, podrán limitar los niveles de oxígeno y con ello la actividad y supervivencia de los JI que son organismos aeróbicos, resumiendo que, consecuentemente, la eficacia de los nemátodos contra insectos de suelo podría disminuir en suelos de textura fina.

Relación entre las características químicas de los suelos y los NEP.

Glazer (2002)), plantea que dado que los nemátodos son organismos aeróbicos, la baja disponibilidad de oxígeno en el suelo puede reducir su posibilidad de supervivencia. Otros como (Kaya, 1990), se refieren a que el oxígeno puede constituir una limitación del efecto de los NEP en los suelos con alto contenido de arcilla o materia orgánica.

Estudios realizados por Barrio (2004), obtuvo bajos grados de parasitismo (2.29 por ciento y 2.89 por ciento) con las especies de NEP *Heterorhabditis spp* y *Diplogasteritus spp* sobre *Phyllophaga spp*, en suelos de textura franco arenosa, con materia orgánica 4.75% y pH 5.91 (Medianamente ácido), en este sentido, Kung y Col. (1990) señalan que la especie de nematodo *H. bacteriophora* Poinar, logra sus mejor supervivencia e infectabilidad en suelos con pH entre 6,6 y 8,0.

Por su parte Koppenhöfer y Fuzy (2006) obtuvieron como resultado al comparar la infectividad de *H. bacteriophora* Poinar y *H. zealandica* Poinar, el primero fue mayor en todos los experimentos realizados (suelos limosos con arena, arcilla arenosa, arcilla, marga de limo, marga de arcilla, arena ácida y una gran mezcla orgánica), excepto en la arena ácida donde mostró los valores más bajos. A su vez, Giayetto y Cichón (2006) detectaron una mayor presencia de *H. bacteriophora* Poinar en suelos mayormente arenosos, con pH ligeramente

alcalinos y con contenidos de materia orgánica entre 3,7- 4,5. Estos resultados son similares a los encontrados por García (1996) al estudiar los tipos de suelos donde predomina la mayor cantidad de NEP en Cataluña, España.

Giayetto y Cichón (2006) plantean que los contenidos óptimos de materia orgánica para el desarrollo de estos microorganismos, son los que oscilan entre 3,7 y 4,5. Además, Lewis y Col., (1993), plantearon que el efecto de la materia orgánica sobre la infección de los NEP, parece variar entre las diferentes especies.

La materia orgánica hace que las partículas pequeñas se aglutinen en agregados más grandes, lo que implica que existan unos poros mayores de lo que cabría esperar por el simple análisis granulométrico, y por lo tanto una mayor permeabilidad y oxigenación del suelo. En este sentido, tanto los trabajos realizados por Hara y Col. (1991) en Hawai y los realizados por Griffin y Downes (1991) en Irlanda, citados por García (1996), afirman que la presencia de nemátodos heterorhabditidos esta exclusivamente restringida a suelos arenosos en las proximidades del mar. Este último autor confirma en parte esta teoría, al obtener varias cepas de *Heterorhabditis* en las proximidades de la costa, en suelos mayormente arenosos.

En este sentido, Koppenhöfer y Fuzy (2006) señalaron que las liberaciones o aplicaciones en cuanto al comportamiento de los nemátodos en diferentes tipos de suelo deben ser hechas cuidadosamente, pues el efecto de parámetros como textura de suelo, pH y materia orgánica puede variar con la especie de nematodo. Saenz y Olivares (2008), corroboran que estos factores influyen en el fracaso o el éxito de estos agentes de control, durante la prueba en condiciones de campo.

Relación entre las características microbiológicas de los suelos y los NEP.

Se ha planteado que los enemigos naturales juegan un importante papel en la ecología de las poblaciones de todos los organismos, pues son reducidos por

bacterias, hongos, ácaros, nemátodos predadores, tartígrados y otros organismos de suelo, señalándose que la supervivencia es mejor en suelos esterilizados que en los no estériles y que los ácaros parecen ser especialmente voraces alimentándose de NEP (Epsky y Col., 1988), citados por (Smart 1995). Al respecto, (Glazer, 2002), señaló que, como las aplicaciones de estos organismos son inundativas, se espera que persistan en el suelo, al menos 3 semanas, para ejercer su acción biorreguladora. De esa forma, el uso de cepas con mayor capacidad de supervivencia, incrementará la eficiencia de los nemátodos aplicados en el campo.

Sin embargo Wilson y Gaugler (2004), encontraron que a los 7 días posteriores a las aplicaciones, se produjo una brusca disminución en el número de *Galleria mellonella* Linnaeus, parasitadas por NEP y hallaron que la pobre persistencia de los NEP en el suelo estuvo positivamente correlacionada con el número de ácaros y colémbolos en los tratamientos donde los nemátodos fueron aplicados superficialmente y no así en aquellos donde la aplicación fue sub-superficial. Con relación a este aspecto, (Epsky y Col., 1988) citados por Wilson y Gaugler, (2004), demostraron en experimentos de laboratorio que estos organismos poseen acción predatora sobre los nemátodos y que ello tiene influencia sobre la persistencia. Los NEP no son tolerantes a las condiciones de falta de humedad o a la exposición directa a la luz solar.

Relación entre las arvenses y árboles sombreadores con los NEP.

Las raíces de las plantas también afectan el comportamiento por su adicción a la complejidad de la estructura del suelo y por producir CO₂ y exudados que pueden afectar a los nemátodos y sus insectos hospedantes (Choo y Kaya, 1991); (Boff y Col., 2001).

Con relación a la influencia de la planta en la relación NEP-insecto, (Rasmann y Col. 2005) identificaron la emisión de un compuesto por parte de las plantas de maíz hacia el suelo como una señal de las plantas, el (*E*)- β -caryofileno, que atrae fuertemente a los NEP. Cuando las raíces de este cultivo fueron afectadas por las larvas del escarabajo *Diabrotica virgifera* LeConte, en condiciones de

laboratorio y campo, la atracción de los nemátodos hacia la plaga fue 5 veces mayor en las variedades de maíz productoras del (*E*)- β -caryofileno, que en aquellas variedades que no lo producen. La habilidad de los JI para penetrar dentro del hospedante es un paso esencial en su ciclo de vida, sin embargo la probabilidad de que esto ocurra exitosamente en condiciones naturales es baja (Gaugler y Col., 1990), lo que puede ser otra de las razones para que sean necesarias las aplicaciones de grandes cantidades de nemátodos para lograr el éxito en campo. Los nemátodos pueden entrar a los insectos hospedantes a través de la cutícula, la pared del tracto digestivo vía ano y boca o a través de la cutícula traqueal vía espiráculos (Lewis y Col., 2006).

Especies de arvenses como *Tradescantia zebrina* Bosse, *Desmodium axillare* L., Y la *Urena lobata* L. fueron reportadas como arvenses que predominan en áreas cafetaleras de Topes de Collantes (Álvarez (2000), Esta última arvense tiene como característica particular que presenta raíz pivotante, alcanzando el mayor desarrollo de raíces en los primeros cuarenta centímetros (40 cm) de suelo, área donde el cultivo del café desarrolla el 80 % de las suyas, provocando una competencia con el cultivo por agua, luz, espacio vital y nutrientes, y desarrollándose además, un gran número de raíces en ruedo de la planta lugar donde se aplican los NEP. Este es un aspecto negativo para el establecimiento, movilidad y persistencia de *H. bacteriophora*, teniendo en cuenta lo expuesto por Choo y Kaya, (1991) y Boff y Col., (2001), los que infieren que las raíces de las plantas también afectan el comportamiento de los NEP, por su adicción a la complejidad de la estructura del suelo y por producir CO₂ y exudados que pueden afectar a estos y sus insectos hospedantes. Otros autores como Liang y Col. (1989) y García (1996), coinciden que la relación entre la textura y otros factores, tales como: contenido de agua en el suelo, contenido de materia orgánica, composición de las especies de plantas y la producción vegetal, pueden afectar considerablemente el buen desarrollo y supervivencia de los NEP.

En el caso de la *Tradescantia zebrina* Bosse, siendo una de las plantas recomendada por Caro (1996) para el cultivo como cobertura viva, proporcionando condiciones favorables de humedad en el suelo y realiza un sellado rápido de las áreas. Como inconveniente, esta especie ha sido reportada por Grillo (1996), citado por Caro, (1996) como hospedera de *Pseudococcus* sp., “Chinche harinosa del café”, importante plaga de este cultivo. La otra de las arvenses presentes en las áreas fue la especie nativa, *Desmodium axillare*, recomendada por Álvarez (2000), como cobertura noble a manejar con la cual se obtienen mejores resultados en el control de arvenses al compararlo con otras formas de control (chapea y guataquea), sin tener en cuenta los demás beneficios que esta especie aporta al suelo. Ambas arvenses no producen efectos negativos sobre el establecimiento de los NEP, pues desarrollan sus raíces en los primeros cinco centímetros (5 cm.) de suelo.

Se hace necesario hacer referencia a lo expuesto por Rodríguez y Col. (2008), los que alegan que tanto el tipo de sombra como las arvenses en áreas cafetaleras no influyen directamente sobre el establecimiento e infectabilidad de los NEP, pero que las mismas pueden influir sobre los factores abióticos extrínsecos e intrínsecos de los agroecosistemas (Temperatura, humedad del aire y el suelo, contenidos de materia orgánica, reciclado de nutrientes, exposición a los enemigos naturales, desecación, entre otros).

Factores que afectan la dispersión, supervivencia, infectividad y reciclado de los NEP en el suelo.

Factores externos

Los eventos asociados a la dispersión, supervivencia, infección y reproducción dentro de los insectos hospedantes son complejos y reciben la influencia de factores bióticos y abióticos. (Sánchez, 2002).

Según Lewis (2000), en numerosas ocasiones, la insatisfacción de algunos usuarios con los tratamientos a los cultivos con NEP es el resultado de su falta de conocimiento acerca de su biología, ecología, requerimientos de almacenamiento y de las condiciones propicias para las aplicaciones. De

acuerdo con este autor, cuando los NEP son formulados, empacados y vendidos como insecticidas microbiales, a menudo se olvida el hecho de que son organismos vivos y de que existe un requerimiento estricto de que los nemátodos estén vivos cuando se efectúen las aplicaciones, por lo que recomienda que los profesionales que atienden el “mercado” de los NEP posean conocimientos básicos de la biología y ecología de los mismos, de modo que puedan hacer un análisis caso a caso de su uso en campo. En Cuba, se ha constatado que la falla en aplicaciones con NEP ha estado relacionada, en no pocos casos, con la aplicación al cultivo de nemátodos muertos, que han sido transportados y manipulados de manera inadecuada (Sánchez, 2004).

Cuando los NEP se aplican al suelo, es necesario haber efectuado riegos antes de su aplicación, se plantea que los riegos posteriores a las aplicaciones de NEP pueden ser útiles pero hay que tener en cuenta que se pueden “lavar” los mismos, este elemento es especialmente importante en las aplicaciones contra plagas foliares, de igual modo, para evitar el impacto negativo de la luz UV, las aplicaciones de nemátodos deben hacerse al final del día, dando tiempo a los nemátodos de moverse cuando los niveles de luz son bajos (Lewis, 2000).

Con relación a la dispersión, se plantea que en los ecosistemas, los JI de los NEP se dispersan vertical y horizontalmente de forma pasiva y activa. Pasivamente se pueden dispersar por la lluvia, vientos, partículas de suelo, el hombre y los insectos, mientras que la dispersión activa (movimiento propio de los nemátodos) se mide en centímetros, la pasiva puede medirse en kilómetros (Smart, 1995).

La habilidad de los JI para dispersarse y persistir en el ambiente hasta que localice al hospedante es crucial para el éxito de las aplicaciones de NEP para el manejo de plagas y para la supervivencia de NEP que ocurren naturalmente. La movilidad y persistencia pueden estar influenciadas por numerosos factores intrínsecos (características de comportamiento, fisiología y genética de la especie) y factores extrínsecos abióticos (temperatura, humedad y textura del

suelo, humedad relativa y radiaciones UV) y bióticos (antibiosis, competencia y enemigos naturales) (Koppenhöfer y Fuzy, 2006).

La temperatura es un factor crítico para el éxito de los nemátodos entomopatógenos para el control biológico de insectos. Algunas especies de nemátodos y sus bacterias simbióticas están adaptadas a temperaturas frescas, proporcionando a los productores del hemisferio norte la posibilidad de utilizar al inicio de la primavera a especies como *H. marelatus* Poinar o *H. megidis* Poinar, mientras que otras especies están adaptadas a temperaturas más cálidas como *H. bacteriophora* Poinar (Berry, 2000).

Mecanismos de ataque de los NEP

Estos nemátodos poseen dos estrategias básicas para encontrar al hospedante (Kaya y Gaugler, 1993); (Lewis y Col., 1993), la primera es conocida como “espera pasiva” o 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 la segunda estrategia se conoce como “búsqueda activa” o “cruiser”, ejemplo de ella es *H. bacteriophora* Poinar que tiende a ser un NEP muy móvil y responde a las emanaciones químicas de los hospedantes, infectando fundamentalmente a los insectos menos móviles. Ambas estrategias no son mutuamente excluyentes, de ahí que se puedan presentar en un individuo particular dentro de una misma población, en dependencia de las variaciones en el tiempo.

Según Hominick (2002), los “cruiser” poseen alta probabilidad de infectar hospedantes en criptas o galerías, ya que son más sedentarias, mientras que los “ambusher” son más efectivos contra plagas que poseen movimiento activo. Estos autores acotan que ambas estrategias constituyen los extremos de una continua cadena de estrategias de búsqueda.

Dentro de los sitios de penetración de los NEP a los insectos está a través de las membranas intersegmentales. La penetración a través del tegumento ha mostrado ser la ruta principal de entrada para *S. feltiae* (Peters y Ehlers, 1994) citados por (Lewis y Col., 2006).

Otro puerto de entrada al adulto artrópodo son las aperturas de las gónadas, esta es la entrada principal de los nemátodos en las garrapatas (Samish y Glazer, 1992) citados por (Lewis y Col., 2006). Una vez que los JI están dentro del insecto, su movimiento a través de las paredes de la tráquea o intestinos está relacionada con las características del nematodo, pues hay evidencias de que sus secreciones están involucradas en la penetración, por lo menos en las especies de *Steinernema spp.* (Lewis y Col., 2006).

1. Al penetrar al hemocelio o hemocele del insecto, los JI encuentran la respuesta del sistema inmune del insecto hospedante. Según (Lewis y Col. 2006), los nemátodos pueden ser atrapados dentro de células o en cápsulas no celulares de melanina, que se forman rápidamente. Según (Downs y Peter, 2002), citados por (Lewis y Col. 2006), la encapsulación de nemátodos entomopatógenos ha sido informada en *Orthoptera*, *Coleoptera*, *Diptera* y *Lepidoptera*. Según estos últimos autores, la ocurrencia o no de la encapsulación depende de la combinación particular de nematodo-insecto y que existen evidencias de que los nemátodos no son encapsulados por los hospedantes similares a los insectos a los que aparecen naturalmente asociados.

Los nemátodos pueden resistir la encapsulación en insectos evitando su reconocimiento (evasión), “agobiando” al sistema inmunológico por infecciones múltiples y rompiendo la encapsulación (tolerancia), o suprimiendo activamente la respuesta de encapsulación (supresión) (Downs y Peters, (2002), citados por Lewis y Col., 2006).

2.1.1 Valoración del contexto local, nacional y mundial

Contexto Mundial

Situación mundial de los entomonemátodos

Durante las dos últimas décadas se ha incrementado el interés en el control biológico de insectos utilizando la liberación de masiva entomonemátodos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae principalmente. El conocimiento de su biología, hospedantes insectiles (> 200 especies susceptibles), Epidemiología y los avances significativos en su producción a gran escala, formulación y métodos de aplicación, satisfacen criterios esenciales para el control biológico aumentativo lo que los hace factible su uso en el control de ciertas plagas (Georgis y Hom, 1992. Varias compañías en el mundo, han invertido considerables recursos económicos en su producción comercial, pues consideran los entomonemátodos muy promisorios en el control de insectos plaga. Esta tendencia se puede explicar por el aumento de normas legislativas dirigidas a reducir el uso de plaguicidas, estrategia que brinda como alternativa el empleo de productos más amigables con el medio ambiente (Hominick y Collins, 1997). En América Latina desde hace 20 años, esta herramienta de control de insectos (principalmente las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae), se considera con gran potencial para implementar diferentes programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) Georgis y Hom, 1992).

Como cualquier otro sistema de producción masiva de biológicos, la de entomonemátodos se ha orientado a minimizar esfuerzos y reducir costos. Entre las técnicas exitosas implementadas, se encuentra el cultivo monoaxénico en líquido; éste garantiza una producción constante del patógeno, manteniendo tanto el inóculo como el sustrato estables por lo que se reducen los costos (Friedman, 1990). Actualmente, existen más de 90 empresas que producen y/o distribuyen nematodos para el control de insectos en diferentes campos como

Agricultura, Medicina y Veterinaria. Los desarrollos en producción y distribución los lidera Estados Unidos con el 68% del total de empresas, seguido por Canadá

e Inglaterra con 10% y 3% respectivamente. En Latinoamérica se destaca Costa Rica, Chile, Cuba, Brasil, Bolivia y México; en Europa, Alemania, Dinamarca, Holanda, Italia, República Checa, Suiza y Suecia; en Asia, Japón (no se incluyen registros de India y China), y Australia².

Una vez superados los inconvenientes en cuanto a estabilidad de producción, otro aspecto en el que las compañías productoras de nematodos han hecho altas inversiones económicas, es en el desarrollo de formulaciones, y sus resultados han redundado especialmente en la prolongación de la viabilidad en el almacenamiento, facilidad de aplicación, aumento de persistencia en el campo incrementando por ende su efectividad en el control de la plaga, a la cual son dirigidas. Hoy, en el mercado se encuentran formulaciones desarrolladas con diferentes inertes, como alginato, arcilla, poliacrilamida, geles, vermiculita entre otros, y variedad de presentaciones sólidas, semisólidas y líquidas (Georgis y Hom, 1992).

Contexto Nacional

Uso de los nematodos entomopatógenos en Cuba para el manejo de plagas.

En Cuba, los primeros estudios acerca de nematodos entomopatógenos fueron conducidos por Montes, 1978 citada por Sánchez (2002). Ya en la década de los 80s se reconoce el trabajo de Arteaga *et al.*, en el manejo del picudo verde azul de los cítricos (*Pachnaeus litus*) (todos citados por Sánchez (2002)). En la década de los años 90, el colectivo de Nematología del CENSA, comenzó a incursionar en la prospección, desarrollo y uso de los nematodos entomopatógenos para el manejo de plagas, siendo seleccionada la cepa HC1 de *H. bacteriophora* por sus excelentes cualidades como agente de control biológico, Sánchez, 2002. Esta cepa ha sido utilizada con éxito en el manejo de

plagas como Tetuán, *Diaphania* spp., en cucurbitáceas, chinches harinosas, entre otras plagas. La reproducción de nematodos entomopatógenos en Cuba se ejecuta en los CREE, utilizando exclusivamente el método *in vivo*, en esta forma se utiliza a los insectos como pequeños reactores biológicos. A escala mundial, los laboratorios o empresas que la ejecutan de esta forma, emplean generalmente larvas del último instar de *Galleria mellonella*, lepidóptero conocido como polilla de la cera o de los apiarios, debido a su disponibilidad comercial (Woodring y Kaya, 1988). En Cuba, se emplea también este insecto, pues constituye el hospedante de sustitución para *Lixophaga diatraea* en la producción de los CREE del Ministerio del Azúcar, establecimientos donde mayormente se producen los NEPs en nuestro país.

Los nematodos entomopatógenos (NEPs), podrían constituirse en una alternativa biológica a incluirse en el programa del manejo integrado de la broca del fruto del café, teniendo en cuenta que Rodríguez *et al.* (1997) en estudios preliminares en Cuba, demostraron las potencialidades de *Heterorhabditis bacteriophora* cepa HC1 como agente de control biológico para el *Hypothenemus hampei* Ferrari y su compatibilidad con *Beauveria bassiana* y Thiodan, agentes que se emplean en combate de este insecto.

2.1.2 Estado actual del conocimiento del problema de investigación

Como el medio natural de los nematodos entomopatógenos es el suelo, hay un gran número de estudios sobre la utilización de los nematodos entomopatógenos contra plagas de insectos en las que al menos una fase de su ciclo ocurren en el. Grewal y Peters (2005). Pero en la actualidad los nematodos entomopatógenos también se utilizan con éxito contra insectos que se desarrollan en otros hábitats, como las hojas de las plantas, hábitats crípticos

como el interior de raíces, ramas o troncos de plantas. Kaya (1990), e incluso contra plagas del entorno humano y veterinario. Glazer (2002).

Los nematodos entomopatógenos difieren en eficacia dependiendo, entre otros factores, de la especie o aislado y de la susceptibilidad del insecto hospedador. Glazer (2002) Factores abióticos (como textura y humedad del suelo, temperatura, aireación, exudados de las raíces de las plantas, etc.) y bióticos (como densidad de hospedadores, tamaño del hospedador, competencia inter- e – intra-específica, enemigos naturales, etc.) también afectan la eficacia de los nematodos entomopatógenos. Koppenhöfer, A. y Kaya, H. K. (1995).

2.1.3 Carencia que se quiere llenar con la investigación

El uso de nematodos entomopatógenos (NE) para el control de la broca del café, en frutos que caen al suelo después de la cosecha y que usualmente quedan cubiertos por hojarasca y que escapan de la acción de otros agentes de control, pueden ser una herramienta efectiva de control para esta plaga. El pH, el contenido de Materia Orgánica, y el contenido de humedad en el suelo son factores limitantes para la actividad de NE expuestos al ambiente Poinar (1990). Con el presente trabajo nos proponemos determinar los factores físicos, químicos, biológicos y sociales del área experimental que pueden afectar el buen establecimiento de *Heterorhabditis bacteriophora* cepa HC1 en el control del *Hypothenemus hampei* Ferrari, y de esta forma poder evaluar las posibles estrategias para una exitosa introducción del mismo.

2.2 Resultados y Discusión

Caracterización de las áreas.

Al aplicar la encuesta a los productores y directivos de la CCS, siguiendo las indicaciones y opiniones de los especialistas de cuarentena de la ETPP del municipio arrojaron como resultado, que en cuanto a la caracterización de las áreas se pudo constatar que presentan como características generales: que la edad promedio de los cafetales oscila entre los 20-25 años de edad, con malas atenciones culturales en cuanto a: podas de saneamiento, regulación de sombra, de fertilización, pues no aplican alternativas como es el caso del compost a partir de los residuos sólidos del proceso de despulpe del café y la falta de aplicación de los resultados de la tecnología, corroborando lo planteado por Simón (2005) el que alega que uno de los principales problemas de la agricultura cubana es la falta de introducción de resultados de la tecnología.

Las principales especies y variedades que se explotan son *Coffea arabica* L. variedades Caturra amarillo y rojo y Catimor (en las zonas más altas) y de *Coffea canephora* var. Robusta en las zonas más bajas.

Referente a *H. hampei* Ferrari.

Cuando se investiga sobre la broca del café (*H. hampei* Ferrari) el 100% de los entrevistados plantea conocer a la misma y que apareció en su área entre los años 2000 y 2003, corroborando lo planteado por la Comisión Nacional del Plan Turquino- Manatí (2003) sobre la llegada de la misma a la zona.

Formas de Control.

Saneamiento.

En la tabla 1 se muestran los resultados de las encuestas sobre las labores de saneamiento reconocida por el 100% de los entrevistados como una de las formas eficaces de control de la broca, las que realizan de forma frecuente, usando además trampas con atrayentes. Este tipo de labor es reconocida por el 90% de los productores como la principal medida de control contra el *H. hampei*, causando un impacto favorable en la disminución de los índices de infestación, a pesar de ser la que mayor fuerza de trabajo requiere, mayor tiempo de

dedicación al cultivo y los mayores costos. El 100 % de los encuestados manifiesta que no se requiere de mucho conocimiento para su realización con calidad, no se requiere recursos adicionales y no tiene complejidad según los propios productores.

El 30% de los productores recibe ayuda externa para su realización de las actividades culturales y el 70% lo hace ayudado por su familia. El total de los productores manifiesta su interés en elevar su preparación en lo que se refiere a saneamiento y control agrotécnico de la broca.

Tabla 1. Uso y conocimiento sobre el Saneamiento en la CCS “Oscar Salas”, Cumanayagua, Cienfuegos.

U/B	R											
	e											
	s											
	p											
	u											
	e											
	s											
	t											
	a											
	s											
		Es efectivo para el manejo de la broca ...										
		Incorre en muchos gastos para hacerlo ...										
	Requiere mucha mano de obra para ello ...											
	Se necesita mucho conocimiento para hacerlo ...											
	No impacta en la salud del hombre y el ambiente ...											
	Le gusta usarlo más ...											
	Los productos los compra fácilmente ...											
	Tiene los conocimientos para hacerlo bien ...											
	Su uso hizo que disminuyera la broca en su finca ...											
	Quiero saber más acerca de ...											
CCS Oscar Salas	si	100	0	100	0	5	90	5	100	90	100	
	no	0	100	0	100	95	10	90	0	10	0	
	no se	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	

El 10 % de los productores no reconoce esta actividad como posible causa de disminución de los índices de broca en sus fincas, esto pudo estar dado por una mala realización de la labor o por estar cerca de áreas abandonadas fuentes de inóculo de *H. hampei* Ferrari.

***Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuills**

Respecto al uso de la *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuills el 100 % de los encuestados consideran que la utilización del mismo es efectiva en el control de

la broca y que fue uno de los responsables que disminuyera los índices de infestación en la última cosecha en su finca.

Del total de encuestados, el 40 % plantea que apareció de forma natural en su finca, mientras que el 60 % lo aplicó, obteniendo la cepa del CREE “La Sierrita”, “Cumanayagua” y de “Caunao” y el 55 % del total apareció de forma natural y además aplicó para mejorar su efectividad, corroborando lo planteado por Nava *et, al.* (2005) al evaluar cepas de varios hongos para el control de la broca alcanzando sus mejores resultados cuando aumenta la concentración de *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuills a $9,47 \times 10^6$ conidios/ml.

La *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuills es la segunda forma de control reconocida por los productores y directivos, ya que en los últimos tiempos la dirección del MINAGRIC y Sanidad Vegetal, se han dado a la tarea de orientar la aplicación de medios biológicos con vistas a incrementar el control de *H. hampei* Ferrari., ejemplo de ello lo confirman los Lineamientos del programa de defensa contra la broca del café para el año 2007, los que plantean “**Potenciar la producción de *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuills (cepas autóctonas) a partir de los CREE que funcionan vinculados a las Empresas Cafetaleras**”. Este lineamiento justifica los estudios de Cintrón y Grillo (2005) los que han realizado trabajos de prueba con cepas autóctonas en las áreas cafetaleras de la provincia de Villa Clara y los del INISAV el cual llevó a cabo desde el 2004- 2007 el proyecto ramal PROMOBROCU, encaminado a crear áreas demostrativas de cómo manejar la broca ecológicamente utilizando diferentes formas de control sin llegar a aplicar el Thiodan.

Productos químicos.

En la tabla 2 se muestran los resultados referente al uso de Productos Químicos para la erradicación y control de *H. hampei* Ferrari, constatando que el 80 % de los encuestados manifiesta haber aplicado al menos una vez el Thiodan, producto altamente nocivo a los agroecosistemas y al hombre, incluido en el grupo de la “Docena Sucia” por la Red de Acción de Plaguicidas en 1985, pero

siempre aplicado por personal capacitado y autorizado por la dirección de Salud Pública y la EA, evaluando como buena su efectividad sobre *H. hampei* Ferrari.

Tabla 2. Uso y conocimiento sobre los productos químicos en la CCS “Oscar Salas”, Cumanayagua, Cienfuegos.

U/B	Respuestas	Es efectivo para el manejo de la broca ...	Incurrir en muchos gastos para hacerlo ...	Requiere mucha mano de obra para ello ...	Se necesita mucho conocimiento para hacerlo ...	No impacta en la salud del hombre y el ambiente ...	Le gusta usarlo más ...	Los productos los compra fácilmente ...	Tiene los conocimientos para hacerlo bien ...	Su uso hizo que disminuyera la broca en su finca ...	Quiero saber más acerca de ...
		si	no	si	no	si	no	si	no	si	no
CCS Oscar Salas	si	80	10	0	80	90	0	10	20	70	100
	no	0	70	100	20	10	100	90	80	10	0
	no se	20	20	0	0	0	0	0	0	20	0

Además de lo planteado anteriormente, en la tabla anterior se observa que el 100 % coinciden en no gustarles utilizar el producto químico como única alternativa para el control de la plaga, pues el 95% manifiesta conocer los efectos negativos de los mismos sobre la salud humana, los animales y el medio ambiente.

Manejo Integrado de Plagas (MIP).

En la tabla 3 se muestran los resultados referentes al conocimiento e implementación de estrategias de MIP, específicamente sobre la broca del café. Para este caso solo el 80 % de los productores reconocen este aspecto, no comportándose de igual manera con los directivos donde el 100 % conoce el término y lo sabe desarrollar en la práctica, lo cual refiere cierto “divorcio” entre los directivos y productores, la retroalimentación de la información no fluye de la mejor manera entre ambos, aspecto este señalado por Jarquín y Nava (2005) al realizar un trabajo similar en Chiapas, México, cuyos resultados estuvieron afectados por esta problemática. También González (2008) plantea esta misma situación en la producción agrícola de Nicaragua, al existir falta de comunicación entre Cooperativas de productores y centros como el Instituto Nacional de Tecnologías Agrícolas.

Tabla 3. Uso y implementación del MIP en la CCS “Oscar Salas”, Cumanayagua, provincia de Cienfuegos

U/B	R	Es efectivo para el manejo de la broca ...	Incurrir en muchos gastos para hacerlo ...	Requiere mucha mano de obra para ello ...	Se necesita mucho conocimiento para hacerlo ...	No impacta en la salud del hombre y el ambiente ...	Le gusta usarlo más ...	Los productos los compra fácilmente ...	Tiene los conocimientos para hacerlo bien ...	Su uso hizo que disminuyera la broca en su finca ...	Quiero saber más acerca de ...
	es p u e s t a s										
CCS Oscar Salas	Si	90	0	10	10	5	40	5	80	80	100
	No	0	90	80	80	95	50	90	10	10	0
	no se	10	10	10	10	0	10	5	10	10	0

En nuestro país se han logrado resultados positivos en la implementación de algunos MIP como son el caso del MIP del Tetuán del boniato (*C. formicarius* Fabricius var. *elegantulus*), la primavera de la yuca (*Erinnyis ello* L.), la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome), entre otras, pero los esfuerzos por llegar a cada productor y a cada cultivo hacen que esta labor requiera de personal calificado con amplio conocimiento y esfuerzos de las entidades comprometidas.

Con respecto al MIP, se observan además elementos que muestran la falta de dominio real del término, pues los productores realizan las diferentes actividades de una estrategia, sin embargo asocian el MIP con el saneamiento, sin considerar que todas las formas de control de manera armónica conforman al mismo.

Se debe señalar que del total de productores que plantean conocer que es el MIP y que lo utiliza en área o finca, solo el 20% de ellos reconocen haberlo extendido a otros cultivos, esto indica que por un lado los productores o no conocen realmente lo que es el MIP, o no están involucrados en el proceso de implementación de las estrategias de MIP, aspecto señalado por Jarquin y Nava (2005) los que manifiestan "... que hacer funcionar estrategias de MIP, independientemente del cultivo y de su problema en particular, no es tarea fácil, siempre y cuando los productores no se encuentren involucrados en el proceso".

Nemátodos Entomopatógenos.

Acerca de los Nemátodos Entomopatógenos (NEP) no se ha trabajado en función de capacitar a los productores con vistas a introducir los mismos dentro del programa de Manejo Integrado de la Broca (MIB), pues de 10 productores entrevistados el 100% no reconocen quienes son, la importancia de los mismos, el impacto sobre las plagas agrícolas, de su posible utilización en el control de otros organismos plagas como la polilla de la col (*Plutella xylostella* L.), Tetuán del boniato (*Cylas formicarius* Fabricius var. *elegantulus*), entre otros. Estudios realizados por Rodríguez *et, al.* (2008) exponen resultados satisfactorios en el control de palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith), chinche harinosa en la piña (*Dismicoccus brevipes* Coskerell) y sobre broca del café (*H. hampei*. Ferrari), cultivos que se desarrollan en la actualidad en los agroecosistemas de montaña.

Árboles de sombra

En las áreas cafetaleras de la finca "Florencio Orozco", situada en "San Blas", los árboles sombreadores que predominan son: Algarroba (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill), Guamo (*Inga vera* Lin.), Yamagua (*Guarea guidonia* L.), Búcaro (*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O. F. Cook) corroborando lo señalado por Abril y Col. (1995) y MINAGRI (2006) los que recomiendan estas especies para ser utilizadas como árboles sombreadores en el cultivo del café en Cuba.

Los criterios emitidos por la FAO (1997) son que los árboles sombreadores mejoran los contenidos de materia orgánica en el suelo, reducen la lixiviación y mejoran las propiedades físicas, especies de árboles reconocidas por Reyes (2006) como grandes aportadores de materia orgánica en los suelos cafetaleros de Topes de Collantes, los que mejoran considerablemente los indicadores de calidad de los mismos, factores que según Portillo-Aguilar y Col. (1999), citados por Sáenz y Olivares (2008), influyen en el fracaso o el éxito de los nemátodos entomopatógenos, además Lewis y Col. (1993) y Koppenhöfer y Fuzy (2006), señalan que las liberaciones o aplicaciones de nemátodos en diferentes tipos de suelo deben ser hechas cuidadosamente, pues el efecto de parámetros como textura de suelo, pH y materia orgánica puede variar la infectabilidad, movilidad y establecimiento de los NEP.

Arvenses.

Al realizar los muestreos al área, fueron encontradas un total de 34 especies de 17 familias, siendo las especies más promisorias y representativas las que aparecen en la tabla 4.

Tabla 4. Arvenses más promisorias encontradas en la Finca “Florencio Orozco”, Municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos.

Nombre científico	Nombre Vulgar	Familia
<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse	Cucaracha	Conmeliaceae
<i>Urena lobata</i> L	Malva blanca	Malvaceae
<i>Achyranthes aspera</i> L. var. <i>Indica</i>	Rabo de gato	Amaranthaceae
<i>Petiveria alliacea</i> Lin	Anamú	Phytoloccaceae
<i>Blechum pyramidatum</i> (Lam.) Urb	Mazorquilla	Acantaceae
<i>Panicum glutinosum</i> Sw.	Pega pega	Poaceae
<i>Pseudolephantopus spicatus</i> (Juss.) Benth	Lengua de vaca	Asteraceae
<i>Mikania cordifolia</i> (L. f.) Willd.	Bejuco guaco	Asteraceae
<i>Desmodium axillare</i> (Sw.) DC	Amor seco	papilionaceae

Este trabajo se corrobora con los estudios realizados por Acuña (1974), Álvarez (2000) y Hernández (2007) los que reportan estas especies como plantas arvenses o “malezas” del café y el cacao en la Región Central de Cuba.

Es necesario destacar que entre las especies más promisorias y representadas, se encontró a *U. lobata* L., reportada por Álvarez (2000) y Hernández (2007) como una de las arvenses que causa mayores problemas al cultivo del café, al estar ampliamente distribuida y presente en todas las áreas muestreadas por ellos, reportada además por el Centro de Plantas Invasoras y Acuáticas de la Universidad de la Florida (2003) citado por Hernández (2007), como una de las arvenses más ampliamente distribuida a nivel mundial, reportada en casi la totalidad de los estados de Estados Unidos, países de América Central e Insular.

Esta especie tiene como característica particular que presenta raíz pivotante, alcanzando el mayor desarrollo de sus raíces en los primeros cuarenta centímetros (40 cm.) de suelo, área donde el cultivo del café desarrolla el 80 % de las suyas, provocando una competencia con el cultivo por agua, luz, espacio vital y nutrientes, y desarrollándose además, un gran número de raíces en ruedo de la planta (Lugar donde se aplican los NEP), aspecto negativo para el establecimiento, movilidad y persistencia de *H. bacteriophora*, teniendo en cuenta lo expuesto por Choo y Kaya, (1991) y Boff y Col., (2001), los que infieren que las raíces de las plantas también afectan el comportamiento de los NEP, por su adicción a la complejidad de la estructura del suelo y por producir CO₂ y exudados que pueden afectar a estos y sus insectos hospedantes. Otros como Liang y Col. (1989) coinciden que la relación entre el contenido de agua en el suelo, contenido de materia orgánica, composición de las especies de plantas y la producción vegetal, pueden afectar considerablemente el buen desarrollo y supervivencia de los NEP.

Se hace necesario hacer referencia a lo expuesto por Rodríguez y Col. (2008), los que alegan que tanto el tipo de sombra como las arvenses en áreas cafetaleras no influyen directamente sobre el establecimiento e infectabilidad de los NEP, pero que las mismas pueden influir sobre los factores abióticos extrínsecos e intrínsecos de los agroecosistemas (Temperatura, humedad del aire y el suelo, contenidos de materia orgánica, reciclado de nutrientes, exposición a los enemigos naturales, desecación, entre otros).

Análisis químicos de suelos.

Del análisis Químico del suelo, realizado en el área se obtuvo como resultados los que representamos en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del Análisis Químico de suelos en la Finca “Florencio Orozco”, Municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos.

Indicadores	Valor	Clasificación
pH(H ₂ O)	5,8	Medianamente ácido
pH (KCl)	4,9	Medianamente ácido
Materia orgánica (%)	2,53	Bajo
P ₂ O ₅ (mg.100 g ⁻¹)	6,3	Mediano

En la Tabla anterior se aprecian los valores de pH en agua y en Cloruro de Potasio (KCl), alcanzando valores de 5,8 (Medianamente ácido), y 4,9 (Medianamente ácido), resultados que pueden afectar la persistencia, establecimiento e infectividad de los NEP en nuestras áreas de acuerdo a lo planteado por Kung y Col. (1990) señalando que la especie *H. bacteriophora* Poinar, logra sus mejor supervivencia e infectabilidad en suelos con pH entre 6,6 y 8,0, así mismo Barrio (2004), obtuvo bajos grados de parasitismo (2.29 por ciento y 2.89 por ciento) con las especies de NEP *Heterorhabditis spp* y *Diplogasteritus spp* sobre *Phyllophaga spp*, en suelos de textura franco arenosa, con materia orgánica 4.75% y pH 5.91 (Medianamente ácido) muy similares a los obtenidos en este trabajo. Por otra parte, los estudios realizados por Koppenhöfer y Fuzy (2006) arrojaron como resultados que al comparar la infectividad de *H. bacteriophora* Poinar y *H. zealandica* Poinar, el primero obtuvo el mayor por ciento de infectividad en todos los experimentos realizados (suelos limosos con arena, arcilla arenosa, arcilla, marga de limo, marga de arcilla, arena ácida y una gran mezcla orgánica), excepto en el que se utilizó arena ácida, mostrando los valores más bajos, Estos resultados corroboran los alcanzados por Giayetto y Cichón (2006) los que detectaron mayor presencia de

H. bacteriophora Poinar en suelos mayormente arenosos, con pH ligeramente alcalinos y con contenidos de materia orgánica entre 3,7- 4,5.

Los contenidos de materia orgánica presente en el suelo fue de 2,53 (Bajo), este resultado está por debajo de los obtenidos por Giayetto y Cichón (2006) los que plantean como contenidos óptimos de materia orgánica para el desarrollo de estos microorganismos, los que oscilan entre 3,7 y 4,5. El contenido de Materia orgánica que presenta nuestra área, pudiera influir negativamente en el desarrollo, establecimiento e infección de la cepa de NEP a aplicar. Además, Lewis y Col., (1993), plantearon que el efecto de la materia orgánica sobre la infección de los NEP, varía entre las diferentes especies de estos.

En este sentido, Koppenhöfer y Fuzy (2006) señalaron que las liberaciones o aplicaciones en cuanto al comportamiento de los nemátodos en diferentes tipos de suelo deben ser hechas cuidadosamente, pues el efecto de parámetros como textura de suelo, pH y materia orgánica puede variar con la especie de nematodo. Portillo-Aguilar y Col. (1999) citados por Sáenz y Olivares (2008), corroboran que estos factores influyen en el fracaso o el éxito de estos agentes de control, durante pruebas realizadas en condiciones de campo.

Características Físicas del suelo.

Al ser analizadas las características físicas de los suelos (Tabla 6), el índice de plasticidad es de 15,336 (medianamente plástico), factor que puede afectar considerablemente el establecimiento de *H. bacteriophora* Poinar, ya que autores como Hominick (2002) se refirieron a que los nemátodos no pueden excavar, ni nadar, moviéndose a través del suelo ó utilizando la tensión superficial que se produce en la película húmeda alrededor de las partículas del suelo, otros autores como Rodríguez y Col. (2008.), plantean que los NEP son organismos esencialmente acuáticos, necesitando al menos una pequeña película de agua en el suelo o sobre las plantas donde se aplican.

La especie de NEP a introducir (*H. bacteriophora* Poinar), según Kaya y Gaugler, (1993) y Lewis y Col., (1993), es una de las especies conocidas por

“Cruiser” o de “búsqueda activa”, que tiende a ser muy móvil, infectando, fundamentalmente, a los insectos menos móviles como lo es la especie *Hypothenemus hampei* Ferrari.

Tabla 6. Resultados del Análisis Físico de suelos en la Finca “Florencio Orozco”, Municipio Cumanayagua, Provincia Cienfuegos.

<u>Indicadores</u>	<u>Valores</u>
Límite Superior (% H.b.s.s)	44.97
Límite Inferior (% H.b.s.s)	29.634
Índice de plasticidad	15.336

Es necesario señalar que al aumentar la plasticidad disminuye la porosidad del suelo por estar más unidas sus partículas entre sí, lo que puede afectar la movilidad e infectividad de los NEP, a lo que Wallace (1971), planteó que la interacción entre el tipo de suelo, la humedad y la aireación afecta la movilidad de los nemátodos y la energía que consume. Los suelos arcillosos presentan un tamaño de poro pequeño y altos contenidos de humedad, dando lugar a un ambiente de baja aireación para los nemátodos. Corroborando lo anteriormente planteado, Evans y Perry, (1976), citados por Glazer (2002), refirieron que los nemátodos son organismos aeróbicos y que la baja disponibilidad de oxígeno en el suelo reduce su posibilidad de supervivencia, otros como Kaya, (1990), plantean que el oxígeno puede constituir una limitante del efecto de los NEP en los suelos con alto contenido de arcilla o materia orgánica.

En estudios realizados por Choo y Kaya (1991) para comprobar la hipótesis de Wallace, (1971), observaron mayor infectividad de *H. bacteriophora* Poinar en una mezcla de suelo de arena / limo / arcilla, demostrando así que la

supervivencia de los nemátodos se ve afectada por la interacción del tipo de suelo, humedad y la aireación. Otros como Kung y Col., (1990) plantean que el oxígeno puede convertirse en un factor limitante en los suelos altamente orgánicos, y los bajo niveles de oxígeno puede ser perjudicial para la supervivencia de nemátodos y otros organismos vivos del suelo, refiriendo además, que los pequeño poros del suelo, en combinación con el Límite Superior de Plasticidad, limitan los niveles de oxígeno y con ello la actividad de supervivencia de los NEP.

Kaya, (1990) y Portillo y Col., (1999) citados por Sáenz y Olivares (2008), plantean los suelos con mayor proporción de arenas, permiten el fácil desplazamiento de los juveniles infectivos (JI) hacia el hospedero, siendo más rápido en suelos franco -arenoso que en suelo franco – arcilloso, sin embargo, Duncan y Col. (1996), demostraron que los NEP pueden avanzar con mayor rapidez a través de columnas de suelo de menor diámetro, al parecer porque se mueven a lo largo de la interfaz entre el contenido de suelo y la pared de sus partículas.

Poinar (1990), se refiere a que los factores más importantes que influyen en la sobrevivencia de los nemátodos en el suelo, se encuentran la temperatura y el contenido de humedad del suelo. Así mismo Sáenz y Olivares (2008) obtuvieron una alta movilidad de JI en diferentes humedades de suelo, cuyos puntos de máxima movilidad lo lograron a las 72,79 horas después de la aplicación, los que se desplazaron 20,46 cm desde el punto de aplicación hasta donde fueron localizados, con humedad de 25,67%, es decir, a capacidad de campo, permitiéndoles a los JI nictar con facilidad, desplazarse vertical y horizontalmente, observando una reducción en el número de JI cuando los porcentajes de humedad son altos (+ 45%) o no se establecen en humedades bajas (- 15%).

Kung y Col. (1990) y Barbercheck (2005) afirman que una humedad relativa superior al 90% y el rocío, a pesar de favorecer la supervivencia e infección de los JI, pueden favorecer fenómenos de quiescencia. Estos mismos autores

opinan, que la presencia y supervivencia de los entomopatógenos en el suelo depende en gran medida de las condiciones ambientales estables del medio, incluyendo la continua, o al menos regular, presencia de insectos hospederos, por ello tendrán más nemátodos aquellos suelos que no están sometidos a un cultivo intensivo.

3 CONCLUSIONES

Después de ser analizados los resultados del trabajo, se arriban a las siguientes conclusiones:

1. Existe un alto por ciento de desconocimiento en los productores del Manejo Integrado de Plagas, reconociendo el alto impacto negativo de los productos químicos sobre el hombre, los animales y el medio ambiente.
2. El 100% de los productores desconocen de la importancia, uso y ventajas que proporciona *H. bacteriophora* Poinar en el control de plagas de insectos, no comportándose de igual manera en los directivos entrevistados, manifestando además necesidad de capacitación en estos y otros temas.
3. La arvense *U. lobata* L. pudiera afectar el desarrollo de *H. bacteriophora* Poinar, siendo *I. vera* L. el árbol sombreador que mejor pudiera estimular el establecimiento y persistencia de este bioagente.
4. El Índice de Plasticidad, el pH y el contenido de Materia Orgánica de la finca "Florencio Orozco" de la CCS "Oscar Salas", EA de Cumanayagua, son factores cuyos valores pudieran afectar el establecimiento, movilidad e infectividad del nematodo entomopatógeno *H. bacteriophora* Poinar cepa HC1.

4 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y a las conclusiones arribadas, recomendamos:

1. Diseñar un programa de capacitación a productores sobre los temas: Nemátodos Entomopatógenos y Manejo Integrado de Plagas.
2. Evaluar el comportamiento de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar cepa HC1, para las condiciones de la finca experimental “Florencio Orozco”.
3. Realizar los estudios de prospección de posibles cepas autóctonas de nemátodos entomopatógenos, para el establecimiento y control de plagas agrícolas locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, J. (1974). Plantas indeseables de los cultivos cubanos. La Habana: Instituto de Investigaciones Tropicales, ACC.
- Ávila, O. (1991) Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos. Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica
- Álvarez, R. (2000). Estudio de la flora arvense, sus diásporas y agentes patógenos en las zonas cafetaleras de Cuba. Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Facultad Agropecuaria de Montañas del Escambray. Universidad Central "Martha Abreu" de las Villas. 63 p.
- Barbercheck, M. E. (2005). Effect of host condition and soil texture on host finding by the entomogenous nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* (Rhabditida: Heterorhabditidae) and *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae). *Environmental Entomology* 20 (2): p 582-589.
- Berry, R. E. (2000). Control of Root Weevils in Nursery Crops with Entomopathogenic Nematodes. Pp. 21- 28 En *Proceedings of BENEFICIAL NEMATODE WORKSHOP. Application in Greenhouse, Nursery, and Small-Fruit Operations*. P. W. Gothro (Ed.). INTEGRATED PLANT PROTECTION CENTER IPPC Publication 900, September 7, 2000 North Willamette Research and Extension Center Aurora, Oregon, USA.
- Boemare, N. (2002). Biology, Taxonomy and systematic of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*. Pp 35-56 En *Entomopathogenic Nematology*. R. Gaugler (Ed.). CABI Publishing.
- Boff, M. I., Zoon, F. C., Smits, P. H., (2001). Orientation of *Heterorhabditis megidis* to insect hosts and plant roots in a Y-tube sand olfactometer. *Entomol. Exp. Appl.* 98, 329–337.
- Abril, P.; Dietes, T. y Van Elzakker, B. (1995). Principios y prácticas de la agricultura orgánica en el trópico. San José, Costa Rica: Fundación Güilombé.
- Cairo, P. (1982). Relaciones entre la materia orgánica y las propiedades

- estructurales de los suelos. *Centro Agrícola*, 9 (2), 12-15.
- Cairo, P. (1995). *La fertilidad física del suelo y la agricultura orgánica en el trópico. Curso de Postgrado 7 - 18 de agosto*. Santa Clara, Cuba: UCLV.
- Cairo, P. y Fundora, O. (1994). *Edafología*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Cairo, P. (2000). Alternativas para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña. *Rev. Agricultura Orgánica*. 14 (2). p 23-25.
- Caro, P. (1996). *Métodos de lucha contra malezas en Coffea Arabica L. en las provincias Orientales y Centrales de Cuba*. Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Martha Abreu" de las Villas. Santa Clara.
- Camilo, J. E; Olivares, F. F. y Jiménez, H. A. (2003) Fenología y reproducción de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) durante el desarrollo del fruto. *Revista: Agronomía Mesoamericana* 14(1): 59-63. Santo Domingo, República Dominicana.
- Cintrón, B. y Grillo, H. (2005) Ecología de la broca del café (*Hyphotenemus hampei* Ferrari) (*Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae*) en la localidad de Jibacoa (Manicaragua, Villa Clara) durante el desarrollo del fruto del café. Libro de Resúmenes del: III Simposio Internacional de Café y Cacao. Cubacafé 05. 98 pp.
- Colectivo de Autores. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Edit. Blume, Barcelona, España. 346 p.
- Choo y Kaya, (1981) Capacidad de búsqueda del nematodo entomopatógeno *Steinernema* sp. (Rhabditida: Steinernematidae) *Revista Colombiana de Entomología*. 3 :(1). p 31-37.
- Doucet, M. A. y A. Giayetto. (1994). Gama de huéspedes y especificidad en *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematol. Medit.* 22: 171-178.
- Duncan, L. W., Dunn, D. C. & McCoy, C. W. (1996). Spatial patterns of entomopathogenic nematodes in microcosms: implications for laboratory experiments. *Journal of Nematology* 28, 252-258.
- Ehlers, R. U (2001) Mass production of entomopathogenic nematodes for plant

- protection. *Appl Microbiol Biotechnol* 56:623–633.
- Epsky, N.D.; Walter, D.E.; Capinera, J.L., 1988: Potentia role of nematophagous microarthropods as biotic mortality factors of entomogenous nematodes. *J. Econ. Entomol.* 81, 821–825.
- Evans, A.A.F. & Perry, R.N. (1976) Survival strategies in nematodes, in *The Organization of Nematodes* (CROLLN.A., Ed.) Academic Press, London, pp. 383±401.
- FAO. (1997). *La acacia y sus servicios en la protección ambiental*. Tomado 15 de marzo, 2004, de <http://www.fao.org/docrep/V5360E/v5360e08.htm>.
- Friedman, M. J. 1990. Commercial production and development. pp. 153-172. En *Entomopathogenic nematodes in biological control*. R. Gaugler; H. K. Kaya (Eds.). CRC Press. Boca Raton- Ann Arbor- Boston.
- García, M., Ya rila Rodríguez, Dale Cabrera, Lucila Gómez y Mayra G. Rodríguez (2007). *Producción de Nemátodos entomopatógenos en el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria para la Montaña en Cuba*. *Rev. Protección Vegetal*. Vol. 22 No. 2. p 131-133.
- García del Pino, F., and Palomo, A. (1996), 'Natural Occurrence of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Spanish Soils', *Journal of Invertebrate Pathology*, 68, 84–90.
- Gaugler, R., Campbell, J. F. y McGuire, T. R. (1990). Fitness of a genetically improved entomopathogenic nematode. *Journal of Invertebrate Pathology* 56, 106-116.
- Gaugler, R. 1987. Entomogenous nematodes and their prospects for genetic improvement. Pp. 457-484. En *Biotechnology in Invertebrate Pathology and Cells Culture*. K. Maramorosch (Ed.). New York. Academic Press.
- Gaugler, R. 1988. Ecological considerations in the biological control of soil-inhabiting insects pest with entomopathogenic nematodes. *Agric. Ecosyst.*

- Environ. 24: 351-360.
- Glazer, I. (2002). Evaluation of entomopathogenic nematodes for the control of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Biocontrol Sci. Techn.* 10: p 157 – 164.
- Glazer, I.; L. Salame; D. Segal. 1997. Genetic enhancement of nematicide resistance in entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Sci. Technol.* 7(4): 499-512.
- Giayetto, A. L., Cichón, L. I. (2006). Distribución, gama de huéspedes y especificidad de cinco poblaciones de *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae) del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina. *RIA*, 35 (2): p 163-183.
- Grewal P S y Peters A (2005) Formulation and quality. In: *Nematodes as biocontrol agents*. CABI Publishing, Wallingford, pp 79–90.
- Georgis, R. y A. Hom, (1992). Introduction of entomopathogenic nematode products into latinamerica and the caribbean. *Nematropica* (Estados Unidos) 22 (1): p 81-98.
- Georgis R. y Manweiler S. A. (1994) Entomopathogenic nematodes: a developing biological control technology, in *Agricultural Zoology Reviews* (Evans K., Ed.) Intercept, Andover, pp. 63-94
- Georgis, R. y Poinar Jr., G. O. (1991). Vertical migration of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Heterorhabditis heliothidis* (Nematoda: Heterorhabditidae) in sandy loam soil of Nematology. 15: 652-654.
- Gilmore SK, Potter DA (1993) Potential role of Collembola as biotic mortality agents for entomopathogenic nematodes. *Pedobiologia*37:30–38.
- González C. O. 1996 “Determinación del Potencial Depredador y Parasitario del controlador Biológico *Cephalonomia stephanoderis* Betrem. (Himenóptera Bethyridae) para suprimir a la Broca del Café *Hypothenemus hampei* Ferrari diferentes densidades “Tesis para optar al Título de Ingeniero Agrónomo presentada a la UNA, UNAH, Catacamas, Olancho, Honduras.

- Gothama, A.; P. P. Sikorowski; G. W. Lawrence. (1995). Interactive effects of *Steinernema carpocapsae* and *Spodoptera exigua* nuclear polyhedrosis virus on *Spodoptera exigua* larvae. *J. Invert. Path* 66(3): p 270-276.
- Griffin, C.; M. J. Downes. 1991. Low temperature activity of *Heterorhabditis* sp.(Nematoda: Heterorhabditidae). *Nematologica* 37: 83-91.
- Hara, A. H; J. E. Lindegren; H. K. Kaya. 1981. Monoxenic mass production of the entomogenous nematode, *Neaplectana carpocapsae* Weiser, on dog food/agar medium. USDA/SEA, Advances in Agricultural Technology, Western Series-16, Oakland, CA. 8 pp.
- Hernández, O. (2007). *Insectos defoliadores de arvenses en áreas cafetaleras de la Región Central de Cuba. Posibles agentes biocontrol.* Tesis en Opción al Grado Académico de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Ávila. 69 p.
- Hernández Sampier, R. (2004). Metodología de la Investigación. Editorial Félix Varela. Ciudad de la Habana. Cuba. Tomo 2. Pág. 287-342.
- Hominick, W. M., (2002). Biogeography. Entomopathogenic Nematology. CABI Publishing, Wallingford, UK, p 115 – 144.
- Hominick, W. M.; S. A. Collins. 1997. Applications of ecological information for practical use of insect pathogenic nematodes. pp 73-82. En BCPC Symposium Proc. No 68. Microbial Insecticides: Novelty or Necessity?
- Jackson J. J., Brooks M. (1989). Susceptibility and immune response of western corn rootworm larvae (Coleoptera: Chrysomelidae) to the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae). *J Econ Entomol* 82: p 1073–1077.
- Johnigk, S. A.; F. Ecke; M. Poehling; R. U. Ehlers. (2004). Liquid culture mass production of biocontrol nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Rhabditida): improved timing of dauer juvenile inoculation. *Appl Microbiol Biotechnol* 64: p 651–658.

- Kaya, H. K., (1990). Soil ecology the Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press
- Kaya, H. K., Gaugler, R. (1996). Effects of microbial and other antagonistic organism and competition on entomopathogenic nematodes. *Biocontr. Sci. Technol.* 6, p 333–345.
- Koppenhöfer, A. y Kaya, H. K. (1995). Infectivity of entomopathogenic nematodes (*Rhabditidae: Steinernematidae*) at different soil depths and moistures. *J. Invertebr. Pathol.* 65, 193–199.
- Koppenhöfer, A. M. y Fuzy, E. M. (2006). Effect of white grub developmental stage on susceptibility to entomopathogenic nematodes of Economic Entomology 97 (6): 1842-1849.
- Koppenhofer, A. M.; P. S. Grewal (2005): Compatibility and interactions with agrochemicals and other biocontrol agents. Pp. 363-381 En *Nematodes as Biocontrol Agents*. P. S. Grewal; R. U. Ehlers; D. I. Shapiro-Ilan (Eds.) CabInternational.
- Kung, S.-P., Gaugler, R., Kaya, H.K., (1990). Effects of soil temperature, moisture, and relative humidity on entomopathogenic nematode persistence. *J. Invertebr. Pathol.* 57, 242–249.
- Labrada (1992). Weed Management a component of IPM. *Proceedings, International Workshop "Weed Management of Asia and Pacific Region"*, IAST (Taegu, Korea) FAO; Special supplement 7, 5- 14.
- Lara, C. y López, J.C. (2005). Evaluación de diferentes equipos de aspersión para la aplicación de Nemátodos entomopatógenos. *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)*. 31 (1): 1 – 4.
- Lewis, E. E., (2000). Behavioral Ecology. Entomopathogenic Nematology. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 205–224.
- Lewis, E. E., Gaugler, R., Harrison, R. (1993). Response of cruiser and ambusher entomopathogenic nematodes (*Steinernematidae*) to host volatile cues. *Can. J. Zool.* 71, 765–769.

- Lewis, E. E.; J. Campbell; Christine Griffin; H. Kaya; Arne Peters. (2006). Behavioral ecology of entomopathogenic nematodes. *Biological Control* 38: 66–79.
- Liang, Y. M., Hazlett, D.L. & Lauenroth, W.K. (1989). Biomass dynamics and water use efficiencies of plant communities in the shortgrass steppe. *Oecologia* 80, 148-153.
- Lindegren, J. E, y P. V. Vail. (1986). Susceptibility of Mediterranean fruit fly, melon fly and oriental fruit fly (Diptera: *Tephritidae*) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* in laboratory tests. *Environment. Entomology*. 15: p 465–468.
- MINAGRI. (2006). Instructivo técnico del café, cacao y forestales en las zona montañosas. Comisión Nacional de Plan Turquino. Folleto. 57 p.
- Montes, M. 1978. Informe sobre un nematodo del género *Neoaplectana* como enemigo natural de las larvas del picudo verde-azul *Pachnaeus litus* (Coleoptera: Curculionidae). *Cienc. Tec. Agric. Cítrico y otros Frutales* 1(3): 43-45.
- Nishimatsu, T. y Jackson JJ (1998) Interaction of insecticide, entomopathogenic nematodes, and larvae of the westernjji corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ Entomol* 91:410–418.
- Notario de la Torre, A. (1999). Apuntes para Un Compendio sobre Metodología de Investigación Científica. Universidad de Pinar del Río. Cuba. pág 45-51.
- Poinar, G. O. (1990). Taxonomy and biology of *Sterneinema* and *Heterohabditis*. In Gaugler, R; Kaya, HR. *Entomopathogenic nematodes in biological control*, Boca Raton, Florida, US, CRC. p. 23-60.
- Portillo-Aguilar, C., Villani, M.G, Tauber, M.J.Tauber, C.A. & Nyrop, J.P (1999). Entomopathogenic nematode (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernemati.

- Rasmann, S.; T. G. Köllner; J. Degenhardt; I. Hiltbold; S. Toepfer, U. Kuhlmann; J. Gershenzon; T. C. J. Turlings. (2005): Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. *Nature* 434, 732-737.
- Reyes, A. (2006). Indicadores de la calidad del suelo, en áreas de producción de Topes de Collantes. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas .FAME. 98 p.
- Rodríguez, I.; Mayra G. Rodríguez, Lourdes Sánchez, María A. Martínez. 1997. Efectividad de Heterorhabditis bacteriophora (Rhabditidae: Heteroderidae) sobre Chinchas Harinosas del Cafeto (Homoptera: Pseudococcidae). *Rev. Protección Veg.* 12(2):119-122.
- Rodríguez, M, L. Carolina Rosales; R. Enrique; Lucila Gómez; E. González; Belkis Pereira; Zoraida Suárez. (2008). Nemátodos entomopatógenos y su uso como agentes de control biológico para el manejo de plagas agrarias. En: CD informativo de Nemátodos entomopatógenos. ISBN978-959-7125-39-6
- Rovesti, L. y K. V. Deseo. (1990). Compatibility of chemical pesticides with the entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* Weiser and *Steinernema feltiae* Filipjev (Nematoda: Steinernematidae). *Nematologica* 36: p 237-245.
- Ricci, M., Glazer, I., Campbell, J.F., Gaugler, R. (1996). Comparison of bioassays to measure virulence of different entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology*. p 235-245.
- Sáenz, A. y W. Olivares (2008). Capacidad de búsqueda del nematodo entomopatógeno *Steinernema* sp. *Revista Colombiana de Entomología*. 34 (1). p 51-56.
- Samish, M., Glazer, I., 1992. Infectivity of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) to female ticks of *Boophilus annulatus* (Arachnida: Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 29, 614–618.
- Samuels, r. i., r. c. Pereira and c. a. t. Gava. (2002). Infection of the CoVee Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) by Brazilian Isolates of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). SHORT COMMUNICATION en *Biocontrol*

Science and Technology 12, 631± 635.

- Sánchez, L. (2002). *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar. hc1. Estrategia de desarrollo como agente de control biológico de plagas insectiles. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. CENSA. 157 p.
- Sánchez, Lourdes; R. Enrique; Lucila Gómez; Dayamí Martín; María A. Martínez; Dulce M. Soler; B. Peteira; Moraima Suris; L. (2002): Desarrollo y uso de *Heterorhabditis bacteriophora* cepa HC1 en el manejo de plagas en Cuba. Pp. 29-30 En XXXVI Annual Meeting of Organization of Nematologists of Tropical America. Puerto Vallarta, México. (Program and Abstracts).
- Sánchez, Lourdes; Mayra G. Rodríguez. 2008. Potencialidades de *Heterorhabditis bacteriophora* Milstead y Poinar cepa HC1 para el manejo de *Hypothenemus hampei* Ferr. II. Compatibilidad con *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y Endosulfan. *Rev. Protección Veg.* 23 (1) (En prensa).
- Shapiro, D. y R Gaugler. (2002). Production technology for entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 28: 137 –146.
- Smith, P., (1996). Post-application persistence of entomopathogenic nematodes. *Biocontr. Sci. Technol.* 6, 379–387.
- Smart C. (1995). Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects *Journal of Nematology* 27 (4S): 529-534.
- Stock, P. y N. B. Camino. (1996). Nemátodos entomopatógenos. Pp. 105- 118 En *Microorganismos Patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga*. R. E. Lecuona (Ed.). Talleres Gráficos Mariano Mas, Buenos Aires. Argentina.
- Toepfer S. y Kuhlmann U. (2006) Constructing life-tables for the invasive alien maize pest *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe. *J Appl Entomol.* 130(4):193–205.
- Toledo, J.; M. A. Rasgado; J. E. Ibarra; A. Gómez; P. Liedo; T. Williams. 2006. Infection of *Anastrepha ludens* following soil applications of *Heterorhabditis*

- bacteriophora in a mango orchard. *Entomologic Experimentalis et Applicata* 119: 155–162.
- Wallace, H. R. (1971). Movement of eelworms. *Ann. Appl. Biol.* 46, 74–85.
- Wilson, M. y Gaugler, R. (2004). Factors limiting short term persistence of entomopathogenic nematodes. *J Appl Entomol* 128: p 250–253.
- Woodring J. L. y H. K. Kaya. (1988). *Steinernematid and Heterorhabditid Nematodes: A Handbook of Biology and Techniques*. Arkansas Agricultural Experiment Station . Southern Cooperative Series, Bulletin. 331 p .
- Wright R. J., Witowski J. F., Echtenkamp G, R. Georgis (2005). Efficacy and persistence of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditidae: Steinernematidae) applied through a center pivot irrigation system against larval corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ Entomol.* 86(5): p 1348 – 1354.
- Zimmerman, R. J.; y W. S. Cranshaw. (1991). Short-term movement of *Neoaplectana* spp. (Rhabditida: Steinernematidae) and *Heterorhabditis* strain "HP-88" (Rhabditida: Heterorhabditidae) through turfgrass. *J. Econ. Entomol.* 84(3): p 875-878.

8

Anexo 1.



CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA

LABORATORIO DE NEMATOLOGÍA AGRÍCOLA

Encuesta socio económico. Proyecto broca – Nematodos entomopatógenos.

La aplicación exitosa de un programa de MIP depende en gran medida del conocimiento que posean los actores sociales involucrados en el manejo, de ahí la importancia de que el equipo del proyecto - MES: “**Capacitación para el desarrollo y uso de nematodos entomopatógenos en el manejo de la Broca del café: Bases para perfeccionar el manejo de la plaga en zonas montañosas**” que ejecuta el CENSA con la colaboración de la FAME conozca elementos del manejo de broca en sus predios. Agradecemos de antemano sus criterios y sugerencias.

Nombre: _____ (sólo si desea declararlo)

Finca o área: _____ (Nombre) Extensión: _____ cab. o
_____ ha

Pertenece a: UBPC _____, CPA _____,
Empresa _____, usufructuario ____.

Sexo: ____ Nivel de escolaridad: Prim ____, Secund ____, Preunivers ____ Tec.
Medio ____ Univers _____ Cargo o función que desempeña: _____

Especie y var. de cafeto que posee:

C. arabica ____ var. _____

C. canephora: ____ var _____

Distancia de plantación: _____ X _____ mt

Edad promedio del cafetal: _____ años. Tipo de suelo: _____ Altura sobre el nivel del mar: _____ mts.

Acercas de la sombra del cafetal: mencione las especies de plantas y el valoraci3n _____ del sombreo. _____

____. Sombreo alto o excesivo _____ sombreo medio _____ sombreo bajo _____ sin sombra _____

Rendimientos promedio: _____ (subraye la unidad q/cab o T/ha) antes de llegar la broca.

Rendimientos promedio: _____ (subraye la unidad q/cab o T/ha) a partir de la llegada de la broca (2000)

Precio de venta del caf3 cereza sano (2007) _____

Precio de venta del caf3 cereza brocado (2007) _____

¿Posee producci3n de alimentos en su finca? Si _____ NO _____ Cuales

Hortalizas	
Viandas	
Frutales	
Granos	
Animales	

Principales plagas que afectan los cultivos de alimentos en su finca:

Colocar el nombre del cultivo, dos puntos y relacionar las plagas. _____

BROCA DEL CAFÉ. La conoce? Si ___ No _____

¿Cuándo apareció en su finca? _____ Año.

Índice de infestación en esta cosecha _____. Lo determinó Usted: ____, Tec. De la entidad productiva. ____ETPP ____, Otro ____ ¿Quién? _____

¿Aplica control para la broca? Si ___ No _____. ¿De qué tipo?

Químico ____ Producto _____ Dosis ____ Frecuencia de aplicación _____ costo del producto _____ pesos. ¿Cómo considera la efectividad del producto químico sobre la plaga? Buena ___ regular ___ baja ___ nula ___

¿Usa medios de protección? No ___ Si ___ guantes ___ ropa impermeable ___ máscara ___ espejuelos _____. ¿Conoce el término de carencia de ese producto? si ___ no ___. ¿Ha escuchado acerca del impacto de los plaguicidas químicos en el ambiente y la salud de usted y su familia? Si ___ no ___

¿El producto lo almacena para usarlo varias veces? no ___ Si ___, lo almaceno en: dentro de mi casa ___. En un cuarto anexo a la casa para ese solo fin ___. En un cuarto anexo a la casa donde tengo alimentos, semillas y otros productos varios. _____. En un cuarto anexo a la casa que tengo para la semilla y como almacén de piezas ___. En un almacén de la unidad productiva _____.

Biológico. **Avispita** _____ Frecuencia _____

Hongo: aparece natural: _____. Nosotros lo aplicamos ___ con una Frecuencia _____ y Dosis _____. ¿LO suministra? él CREE _____. Lo aplica al ruedo? ___ o al árbol? ___ a ambos _____

¿Realiza usted el saneamiento de su área? si ___ no _____. ¿Usa las Trampas? Si ___ no ___ (de alcohol ___ o de qué? _____)

Otro método de control ¿Cual? _____

Desea recibir información adicional de broca? Si _____ no _____

A través de: Material impreso para leer____, Conferencias____-Programa de radio____video____otro____Cual?_____

¿Conoce los Nematodos entomopatógenos? Si____ No_____

¿Son Plaga__ o Controles biológicos_____?

¿A través de quien usted recibió la información? ETPP_____, LAPROSAVE_____, CREE (nombre) _____ Empresa____, Extensionista_____ Otra fuente__ ¿Cual?_____ ¿los ha utilizado usted? no__ Si__ ¿para qué los emplea? Para el control de: Broca__ plagas de col__ maíz__ tomate__ boniato__ otras__ Cúales_____

Desea recibir información adicional de los nematodos entomopatógenos? Si____ no

A través de: Material impreso para leer____, Conferencias____-Programa de radio____video____otro____Cual?_____

Beauveria bassiana. ¿La conoce?. Si____ No_____

¿Es una Plaga_____ o un agente de control biológico_____?

¿Reconoce usted su presencia en la finca? Si__ no____ ¿Como se manifiesta? Por la presencia de un algodón en los granos brocados. Si__ no____. ¿Cuando abrimos los granos brocados vemos la broca inmóvil y con un algodón blanco? Si__ no _____

¿En qué zona de la finca ha observado la presencia de *Beauveria*? _zona más alta () zona más baja () mas húmeda () mas sombra ()

Recibió información de cómo hacer la aplicación?_____. ¿Quien la ofreció?_____

Desea recibir información adicional de *Beauveria*? Si____ no _____

A través de: Material impreso para leer____, Conferencias____-Programa de radio____video____otro____Cual?_____

Estado de las plantaciones en la finca (predio):

Mantiene cobertura sobre el suelo? No__ Si__, con Plantas de_____ y _____.

Hace podas sistemáticas? No__ Si_____ o Nunca hemos podado_____

El cafetal está "enyerbado"? Si__ No_____, nosotros mantenemos el cafetal con bajo nivel de malezas.

Acerca del MIP en cafeto. ¿Conoce que es el MIP? Si__ No_____ Si su respuesta es afirmativa.....El MIP es para usted: Uso de control químico ____, Control biológico_____, Uso de medidas agrotécnicas_____, Combinación de varios métodos de control_____,

¿Usa MIP en su finca? Si__ No_____

¿Para _____ cuales _____ plagas _____ y cultivos? _____

¿Recibió capacitación para su labor en el cafeto en el año 2007? no__ Si__

¿Cuántas?_____, a través de: Curso__ taller__ conferencia__ video ____ parcela demostrativa____ radio local ____ televisión local____ periódico ____ otro__ cuál?_____

Las ofrecieron: FAME__ INISAV__ ANAP__ ACTAF__ Otra institución ¿cuál?_____

¿ACERCA DE LA PRODUCCIÓN?

¿Considera rentable su producción actual de café? SI____; NO ____

¿Ha pensado cambiar de actividad? NO____ SI____ Por Razones Económicas____ por otras razones_____

¿Cuenta con los insumos necesarios para conducir adecuadamente el cultivo? SI____; NO_____

¿Tiene suficientes obreros para atender el cultivo? SI _____ NO____. ¿Le ayuda su familia en la atención del café? Si__ no__ ¿lo ha hecho siempre? Si__ No__, lo hacen después de la llegada de la broca__ para las labores de:

¿Recibe apoyo en personal para saneamiento? Si___ no___

¿Cuántas horas diarias dedica a la atención del cafeto? ___horas durante ___días de la semana.

El arribo de la broca a esta zona, se tradujo en el aumento del número de horas que dedica a atender el cultivo? Si___ no___

Considera usted....? Coloque una cruz para sí.....dejar casilla en blanco para no..... Colocar un guión (-) si la respuesta es no se

	saneamiento	Uso del hongo	Uso del producto químico	Aplicación del MIP
Es efectivo para el manejo de la broca				
Incurrir en muchos gastos para hacerlo				
Requiere mucha mano de obra para ello....				

Se necesita mucho conocimiento para hacerlo				
No impacta en la salud del hombre y el ambiente				
Le gusta usarlo más				
Los productos...los compra fácilmente				
Tiene los conocimientos para hacerlo bien				
Su uso hizo que disminuyera la broca en mi finca....				
Quiero saber más acerca de...				

Por su valiosa colaboración, Muchas Gracias

Anexo 2. Clasificaciones establecidas por Mesa y Col. (1984), citados por Cairo y Fundora (1994), para la interpretación de las propiedades químicas y físicas de suelo.

Clasificación de los valores de pH.

Valores de pH (H ₂ O)	Valores de pH (KCl)	Clasificación
< 5,0	< 3,5	Muy ácido
5,0 – 5,5	3,5 – 4,5	Ácido
5,6 – 6,0	4,6 – 5,5	Medianamente ácido
6,1 – 6,5	5,6 – 6,0	Ligeramente ácido
6,6 – 7,8	6,1 – 7,0	Neutro
7,8 – 8,0	7,1 – 8,0	Ligeramente alcalino
8,1 – 8,5	8,1 – 8,5	Medianamente alcalino
> 8,6	> 8,6	Alcalino

Clasificación de los valores de Y_1 .

Acidez hidrolítica Y_1 en $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$	
Valores de acidez	Clasificación
< 1,00	Baja
1,00 – 1,99	Media
2,00 – 3,99	Alta
> 3,99	Muy alta

Clasificación de los valores de Y_2 .

Y_2 y Al (cmb.) ($\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$)	Clasificación
< 1,00	Baja
1,00 – 2,00	Media
> 2,00	Alta

Clasificación de los valores de P_2O_5 y K_2O .

P_2O_5 ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	K_2O($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	Clasificación
< 6	< 8	Bajo
6 – 11	8 – 16	Mediano
> 11	> 16	Alto

Clasificación de los valores del factor estructura y agregados estables.

Factor de Estructura (%)		Agregados estables (%)	
80 – 100	Excelente	> 70	Excelente
65 – 80	Bueno	55 – 70	Bueno
55 – 65	Regular	40 – 55	Satisfactorio
< 55	Mal	20 – 40	Regular
		< 20	Malo

Clasificación de los valores del I.P.

Índice de Plasticidad (%)	
> 20	Plástico
12 - 20	Medianamente plástico
< 12	Poco plástico

Clasificación del valor T.

Valor T (cmol(+).kg⁻¹)	
< 10	Muy Bajo
10 – 20	Bajo
20 – 30	Mediano
30 – 40	Alto
>40	Muy Alto

Clasificación de la Materia Orgánica.

Materia Orgánica (%)	
Valores	Clasificación
> 1, 5	Muy bajo
1,5 – 3,0	Bajo
3,1 – 5,0	Mediano
> 5,0	Alto