



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

Facultad de Química y Farmacia

**PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DE MEDIOS BIOLÓGICOS
PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**Tesis en opción al título de Master en Ingeniería en
Saneamiento Ambiental.**

AUTORA: ING. DAILYS ACOSTA SOLARES

TUTORA: DRA JOSEFINA JOVER DE LA PRIDA

Santa Clara. 2011

"Año 53 del Triunfo de la Revolución"

“La agricultura sustentable es un modelo de organización social y económica basado en una visión participativa y equitativa de desarrollo que reconoce al ambiente y los recursos naturales como fundamentos de la actividad económica. La agricultura es sustentable cuando es ecológicamente adecuada, económicamente viable, socialmente justa...”¹



¹ Tratado de las ONG's sobre agricultura sustentable

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el estudio de la producción y su posterior aplicación de los medios biológicos, (*beauveria*, *verticillium*, *trichogramma* y enemigos naturales), para evaluar su comportamiento e incidencias contra las plagas en cultivos importantes, para lograr una agricultura sostenible. Se utilizaron diferentes fuentes de información disponibles, así como métodos empíricos tales como: la observación científica, la revisión de documentos y el criterio de expertos que permitieron profundizar en la estrategia fitosanitaria aplicada en los diferentes cultivos a través de los manejos integrados de plagas.

Se utilizó además el análisis bioestadístico con los resultados de 28 Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) lo que permitió establecer comparaciones de diferentes medio biológicos utilizados en el periodo 2008-2010. Se propone una aplicación de medios biológicos para lograr una agricultura sostenible representando para nuestro municipio Encrucijada de la Provincia de Villa Clara la sustitución de gran parte de los productos químicos , todo lo cual representa un mejoramiento en los niveles de toxicidad ambiental así como en el ahorro de divisa de dicha empresa.

SUMMARY

In the present work it was made the study of the production and later application of the biological means, (beauveria, verticillium, trichogramma and natural enemies), to evaluate its behavior and incidences against plagues in important, in order to achieve a sustainable agriculture. Different available sources of information were used, as well as empirical methods such as: the scientific observation, the review of documents and the experts' criterion that allowed the deep study of the depth phytosanitary strategy applied in the different cultivations through the integrated handling of plagues. The biostatistical analysis was used also with the results of 28 Entomofagues and Entomopatógenos Reproducción Centers (EERC) which allowed to establish comparisons of the different biological means used in the period 2008-2010. It propose an application of biological means to achieve a sustainable agriculture representing for the Province of Villa Clara the substitution of a great part of the chemical products, which means an improvement in the environmental toxicity level as well as the saving of dollars of this Province.



Agradecimientos

- ✍ A mis hijos que me impulsan a pedir cada día más de mi misma.*
- ✍ A mi esposo por toda su paciencia y dedicación y por hacer este triunfo también suyo.*
- ✍ A mi madre por todo su apoyo.*
- ✍ A todos aquellos que de una forma u otra han contribuido a la realización exitosa del presente trabajo.*

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1 Afectaciones provocadas por plagas y enfermedades.	5
1.2 Los controles biológicos.	6
1.3 Formas de actuar de los diferentes medios biológicos.	8
1.4 Características y modo de acción de los principales medios biológicos.	8
1.5. Integración de los medios biológicos en los manejos integrados de plagas.	17
1.6 Seguridad Biológica.....	21
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.	24
2.1. Desglose de los CREE.	24
2.2. Estructuras y características de las instalaciones.....	26
2.3. Materias primas y sustratos utilizados por forma de producción.....	29
2.4 Método de reproducción de cada medio biológico.....	30
2.5 Metodología para la producción de hongos entomopatógenos. (Beauveria, Verticillium). Método inglés (FAO).	33
2.6. Controles de calidad a realizar en cada organismo: (Norma Cubana 72-02).....	35
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1 Comportamiento Histórico de los Niveles de Producción por medios biológicos y años.....	37
3.2 Comportamiento por medios biológicos.....	40
3.3 Resultados o comportamientos de la calidad de los medios biológicos.....	42
3.4 Comportamiento de la bioseguridad en los CREE en el período 2008 – 2010.	45
3.5 Impactos que ha tenido la creación de la red de centros de reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos y las producciones de los diferentes medios biológicos en la Provincia.....	46
3.6 Inserción de los medios biológicos en el manejo integrado de plagas. (MIP)	47
3.7 Justificación económica con el uso de los medios biológicos	56
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA	61

INTRODUCCIÓN

La Declaración de Río sobre “Medio Ambiente y Desarrollo,” en su principio primero y tercero, plantea, que los seres humanos ocupan el centro de las inquietudes por un Desarrollo Sostenible y tiene derecho a una vida sana y productiva, en armonía con la naturaleza .El derecho al desarrollo debe cumplirse de forma que se satisfagan equitativamente y las necesidades de desarrollo y medio ambiente de la generación presente y futura (FAO, 2011).

La Agricultura Sustentable resulta una respuesta reciente a la preocupación por la degradación de los recursos naturales y se asocia a tecnologías de avanzada donde se combinan los métodos tradicionales de conservación del medio y el equilibrio biológico, con las técnicas modernas, utilizando equipos de alta tecnología y semillas certificadas haciéndose énfasis en la recuperación de los suelos y la diversificación de las plantas realizando el control de plagas y enfermedades por medios naturales y remplazando en lo más posible los suministros externos que se pueden obtener cerca de Granja.(García, 2000).

Después del auge de la utilización de los tóxicos agrícolas en los años 50, la aparición de las resistencias de los organismos nocivos y los brotes de nuevas plagas y enfermedades motivaron que se comenzara a abandonar la agricultura de tendencia reduccionista para ir a un primer paso hacia una mayor utilización de organismos parásitos, depredadores o patógenos, con el fin de mantener sus poblaciones a niveles que no causaran daños económicos, lo que constituía la llamada definición clásica del control biológico y en el cual, dicho sea de paso la mayoría de los agricultores no se confiaban con algunos resultados espectaculares y un número tal vez mayor de fracasos. A partir de la década del 60 se fueron desarrollando cada vez más las técnicas biológicas y con ellas el pensamiento de los investigadores, agricultores y empresarios, que comenzaron a percatarse de que la coexistencia pacífica con las plagas era una estrategia mejor que la guerra a muerte (Castineiras.2001).

La incorporación de los nuevos conceptos de “Lucha Integrada” y “Manejo Integrado de Plagas”. La llamada definición clásica del “control biológico “, comenzó a ser demasiado estrecha y en la actualidad ella comprende no solamente el uso de Entomopatógenos,

sino también el de sustancias derivadas de organismos vivos, tales como toxinas, atrayentes, repelentes y antialimentarios, o el manejo genético de poblaciones de fitófagos (Mansilla 2001).

Fue en el siglo pasado cuando Rasi en 1935 demostró que el agente causal de una de las enfermedades del gusano de seda era un hongo y surge la idea de emplear microorganismos en la lucha contra insectos plagas. Metchnikoff un científico ruso empleo en 1879 el hongo *Metarhizium* para el control del Escarabajo del trigo. Ya en este siglo el investigador japonés Iwata, aisló por primera vez una bacteria entomopatógena cristalífera y la llamó *Bacillus* de la enfermedad de Gotto.

Posteriormente fue aislada (1911) otra bacteria cristalífera por Berliner de larvas de anagasta, traídas de Thuringia, Alemania, Berliner la describió y nombró *Bacillus thuringiensis*.

No obstante, estos descubrimientos permitieron la posibilidad de aplicar preparados microbiológicos en grandes extensiones y solo pudo concretarse durante la segunda guerra mundial. Por estos años se produjo el primer preparado a base de *Bacillus thuringiensis*.

Desde el colapso de las relaciones comerciales con el bloque soviético, Cuba ha estado sufriendo una transformación sustancial de sus sistemas de producción agrícolas y de innovación tecnológica. Las condiciones impuestas por la caída sorpresiva de las importaciones de alimentos, petróleo y productos agroquímicos, así como por el embargo norteamericano, enfrentan a Cuba un desafío histórico: el desarrollo de una vía endógena hacia la autosuficiencia alimentaria y la producción sostenible, basada en el reemplazo de tecnologías importadas por insumos locales, por lo que el país está adoptando la transformación de un sistema convencional de manejo de plagas y malezas, en sistema orgánico de manejo a un nivel casi nacional.

Se ha activado una red de “Centros de reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos” (CREE) para la reproducción y distribución masiva de hongos, bacterias y enemigos naturales para las diferentes plagas en cooperativas, fincas estatales y pequeñas propiedades particulares.

A pesar de todos los esfuerzos que se han llevado a cabo a lo largo de 50 años de revolución todavía resultan insuficientes las acciones que se llevan a cabo para la preservación del medio ambiente.

Específicamente en el caso del manejo integrado de plagas y enfermedades, donde se aprecian en el país un grupo de problemas ambientales que se presentan de manera generalizada en toda la provincia.

En el caso del municipio de Encrucijada de la provincia de Villa Clara debido a razones climáticas y prácticas agrícolas deficientes se han ido acumulando un grupo de problemas en la agricultura que afectan en cierta medida la productividad y conservación del suelo y del medio ambiente.

Aunque se han realizado estudios al respecto dirigidos por varias instancias municipales, provinciales y nacionales con respecto al manejo integrado de plagas de este municipio, los cuales en su mayoría se han referido a problemas de tipo productivo sin que se haya estudiado a profundidad la situación ambiental que presentan los mismos así como las causas que los originan, por lo que:

El Problema científico En el municipio de Encrucijada de la provincia de Villa Clara debido a prácticas agrícolas deficientes y el uso de agroquímicos se ha afectado la productividad de varios cultivos fundamentales por lo que ésta investigación constituye la sustitución de agroquímicos que se han utilizado para el control del manejo de plagas y malezas, por medios biológicos para lograr una agricultura sostenible y compatible con el medio ambiente.

Hipótesis: Es factible, desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, la aplicación de alternativas para el manejo y control de plagas y enfermedades en la agricultura, utilizando medios biológicos.

Objetivo general: Proponer una estrategia fitosanitaria para cada cultivo utilizando el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades.

Objetivos específicos:

- ✍ Realizar un análisis de la producción y aplicación de Medios Biológicos durante los últimos 3 años en la provincia de Villa Clara.
- ✍ Valorar los mejores resultados alcanzados en la calidad de los medios biológicos, obteniendo una mayor eficiencia técnica de los mismos.

- ✍ Evaluar la disminución de los costos y de la contaminación ambiental de los principales tratamientos fitosanitarios con el empleo de los Entomopatógenos_y Entomófagos.

CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Afectaciones provocadas por plagas y enfermedades.

La actividad antigua agrícola del hombre a través de los siglos ha alterado los sistemas de policultivos a los del tipo monocultivos, reduciendo la estabilidad y la diversidad de estos sistemas, intensificando la aparición de las nuevas plagas en los sistemas de monocultivos. El hombre sigue alterando los pocos sistemas de policultivo existentes en el planeta, reduciendo la diversidad al mínimo posible, a la vez disminuyendo la complejidad y la estabilidad de las comunidades y al mismo tiempo aumentando la susceptibilidad del sistema a plagas y enfermedades (Badii y col.2000).

En la naturaleza en realidad no existen las plagas, solamente hay poblaciones haciendo todo lo posible por mejorar sus éxitos evolutivos, es decir; optimizar las estrategias adaptativas para mejorar la sobrevivencia y reproducción. El uso irracional de los agroquímicos ha ocasionado contaminaciones ambientales (aire, agua y suelo) especialmente a partir de la segunda guerra mundial con el nacimiento de los plaguicidas de origen orgánico sintético. Otra desventaja debido al uso no inteligente de los productos, ha sido la ruptura de la biodiversidad de los ecosistemas, la destrucción de la fauna benéfica, la presencia de residuos tóxicos en los alimentos, el desarrollo de fenómenos de resistencia de las plagas a los plaguicidas. (Badii y col.1996).

Según (DECAP, 1997, la aparición de las plagas en los cultivos se originan desde que el hombre comienza a cultivar las plantas, ya que con su acción provoca la ruptura del equilibrio natural existente. El monocultivo (pérdida de la biodiversidad), la degradación del suelo, la deforestación, la quema de cubierta vegetal, el uso de la maquinaria pesada, el empleo discriminados, por citar algunos ejemplos, son prácticas inadecuadas que el hombre ha desarrollado a través del tiempo y que ha propiciado la aparición y propagación de las plagas.

El incremento significativo de fitopatógenos, sus afectaciones graves y la efectividad contra los tratamientos químicos de consecuencia negativas sobre el medio ambiente, ha priorizado la introducción de la lucha biológica y técnicas culturales contra especies dañinas a los cultivos.

En este contexto es preciso definir un primer concepto para un programa de MIP. ¿Qué es la plaga?, se define como: “Cualquier organismo que ha determinado un nivel de población o inóculos; compite y puede causar daños económicos sobre otras especies animal o vegetal cultivadas en cualquiera de las etapas del crecimiento, desarrollo, producción o manejo posterior” (López, 1999).

Según (Caballero, 1985) Plaga: son organismos nocivos, cuyos daños producen pérdida económicas mayores que el costo de los programas que se desarrollan para su control, en otras palabras, para que un fitófago sea considerado como plaga, el daño económico que produciría deberá ser mayor que el gasto a incurrir para su control.

1.2 Los controles biológicos.

En la naturaleza se pueden encontrar diferentes microorganismos patógenos, considerado así por su capacidad de enfermar y/o producir la muerte a los insectos pertenecientes a diversos grupos biológicos (hongos, bacterias, nemátodos y virus) todos ellos microscópicos imposible de observar a simple vista los cuales se denominan Entomopatógenos, siendo los más utilizados: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma* sp, entre las más usadas también encontramos algunos insectos beneficiosos que no dañan los cultivos y se alimentan o parasitan insectos- plagas, los cuales se le conocen con el nombre de Entomófagos entre ellos tenemos:

Cotorritas, Hormigas Leonas, *Trichogramma* sp, *Crysopas* sp, Apanteles.

(DECAP. 1999- INSV, 2001).

El control biológico es una alternativa ecológicamente mucho más sana, donde se reproducen artificialmente y se emplean organismos vivos llamados controladores que regulan el accionar y hasta el tamaño de las poblaciones de insectos-plagas en el medio de una tecnología de control que se ha desarrollado a partir del conocimiento del modo que se interrelaciona en las comunidades de plantas y animales con la naturaleza (Restrepo, 2000 y CITMA, 2001).

El control biológico con parasitoide y en especial con el hongo entomopatógeno *Beauveria Bassiana*, constituye un medio promisorio de control, teniendo en cuenta que los insectos del orden Coleóptero son conocidos por sus susceptibilidad al ataque del

hongo, así mismo ofrece una alternativa al uso de los plaguicidas químicos que afectan la salud humana y animal (Vélez, 2000).

La diferencia de los insecticidas químicos, los cuales crean una dependencia en su uso ofreciendo únicamente soluciones momentáneas o temporales, el control biológico puede ser más perdurable y aún permanente ya que contribuyen a la restitución del equilibrio natural del ecosistema presentando como beneficio adicional el no causar daño o complicaciones a la salud de productores, agricultores, consumidores y en los animales en general. La restauración del equilibrio natural en los agroecosistemas, unido a la biodiversidad y al manejo adecuado de los cultivos; no solo controla las plagas, sino ayudan también a conservar la energía, mejora la fertilidad del suelo, minimiza los riesgos y reduce a largo plazo la dependencia de recursos externos al huerto o parcela del productor (Bernal , 1994).

El control biológico con parasitoides y en especial con el hongo Entomopatógeno *Beauvería bassiana* ,constituye un medio promisorio de control, teniendo en cuenta que los insectos del orden Coleóptera son conocidos por su susceptibilidad al ataque del hongos, así mismo ofrece una alternativa al uso de las plaguicidas químicos que afectan la salud humana y animal (Vélez, 2000).

En las últimas décadas se ha incrementado el interés por el uso del control biológico debido fundamentalmente a los problemas asociados con la aplicación extensiva de los insecticidas químicos, tales como: inducción de resistencia, resurgencia de plagas más virulentas, daños a organismos biorreguladores y contaminación ambiental (López 1992).

En término general, si un microorganismo patógeno se desea utilizar como agente de control debe poseer los siguientes atributos: alta patogenicidad, es decir capacidad para invadir y dañar los tejidos y órganos de su hospedero, alta eficiencia en la transmisión, habilidad de persistencia en el ambiente (esporas de bacterias, hongos y protozoarios y los cuerpos poliédricos de virus) y por último que sean fáciles de reproducir y almacenar manteniendo su viabilidad y su virulencia en el hospedero. Estos hongos Entomopatógenos se formulan por métodos de fermentación estáticos, sobre sustratos con altos contenidos de nitrógenos orgánicos, y luciendo una mayor

formación de biomasas (micelio, blastóporas y conidios) sobre medios inerte de arroz (Kolmans, 2001).

1.3 Formas de actuar de los diferentes medios biológicos.

Los medios biológicos Entomopátogenos pueden controlar los insectos a través de dos formas fundamentales por ingestión y por contacto: Por ingestión, es el control que se logra cuando las larvas de los insectos-plagas, ingieren parte de la planta tratada o fumigada con medios biológicos, lográndose paralizar su sistema digestivo por efecto de una toxina que produce la bacteria. Por contacto, se produce el control cuando las esporas de los hongos, se pegan a la superficie del cuerpo de los insectos, emitiendo su tubo germinativo que penetra a través de las articulaciones o cutículas, e invaden el interior del mismo enfermando los órganos con sustancias tóxicas ocasionándole la muerte (DECAP, 1999).

Los controladores naturales o insectos benéficos son aquellos que no dañan a los cultivos pero si se consideran depredadores por alimentarse de los insectos - plagas o parasitan sus huevos y larvas; evitando que se reproduzca o incremente sus poblaciones basta causar daños en los cultivos que sobrepasan el umbral económico (Oxfam, 2000).

Es frecuente un comportamiento superior de los parásitos como controles biológicos, dado el hecho que sus requerimientos alimenticios, le permita mantener un balance con sus huéspedes o densidades más bajas de población de huéspedes, que las que son inherentes posibles en la relación predador-presa .La habilidad de búsqueda de un parásito está compuesta de varias habilidades o cualidades tanto física como psicológica que son muy exclusiva y difíciles de medir: su poder de movimiento, percepción, sobrevivencia, agresividad y persistencia (Caballero, 2000).

1.4 Características y modo de acción de los principales medios biológicos.

1.4.1 Entomopatógenos.

1.4.1.1 Bacillus thuringiensis.

Desde la descripción original en 1915, han sido descritas alrededor de 35 variedades pertenecientes a 30 serotipos. Ellos pueden ser identificados serológicamente en comparación de anticuerpo de proteínas flageladas, el “H-antígeno”, es la bacteria Entomopatógena de mayor importancia, encontrándose en el orden Eubacteriales, específicamente en la familia Bacillaceae y en el género *Bacillus* tiene el mayor potencial por su producción de esporas (Badii, 2001).

Esta bacteria. fue descrita en 1915 por Berliner en Alemania como una bacteria formadora de esporas, aisladas de larvas enfermas de la polilla de la harina conocida como: *Ephestia kuhniella* y se dio cuenta que la capa aislada de estos insectos no parecen perder su virulencia por mucho tiempo, aún cuando crezcan continuamente en un medio de cultivo artificial, Hannay (1953- 1956), examinando las esporulaciones de un número de bacterias aeróbicas vio cristales en forma de diamantes en preparaciones de cultivos esporulados de *Bacillus thuringiensis* y los identificó entonces: como cuerpos parasporales. El referido autor sugirió que los cristales pudieron estar asociados con la formación de una sustancia tóxica que induce la septicemia en larvas de insectos (Badii ,1999).

Carrera, (1999) plantea que una de las especies más utilizadas en el control biológico es *Bacillus Thuringiensis*. Esta es una bacteria gram positiva, presente en el suelo, agua y la superficie del planeta que produce inclusiones proteicas cristalinas parasporales con actividad tóxica, contra un gran número de plagas agrícolas. Las inclusiones proteicas cristalinas contienen una o más endotoxinas que varían en composición aminoacídica, talla y especificidad plaguicida, lo que va a determinar el espectro de actividad de cada cepa. Su formación depende de la estructura secundaria de la proteína, de la energía de los enlaces de disulfuro y de la presencia de proteínas cristalizadora.

Desde 1992 se ha valorado una cepa de *Bacillus thuringiensis* del cepario del INISAV, (LBT-13) sobre un grupo de ácaros fitófagos como son *Poliphagotarsonemus latus*, *Phyllocopiruta oleivora* y *Tetranychus tumidus*, con los cuales se han obtenido resultados muy promisorios en ensayos de laboratorio y campo. Esto está dado por la acción acaricida muy relacionada con la producción de beta-exotoxina. Otra característica a señalar es que el intervalo que media entra la aplicación y la mortalidad

de la plaga ocurre a largo plazo así como su amplio espectro de toxicidad que abarca a diversos ordenes de insectos como: Orthóptero, Coleóptera, Lepidóptera y Díptera, también se a reportado su acción sobre ácaros y nemátodos (Marqués, 2000).

Para cualquier medio de cultivo resulta necesario que las fuentes de carbono y nitrógeno esta debidamente balanceadas de forma tal que se empleen las cantidades que requiera el microorganismo para su desarrollo; ya que el exceso o déficit puede perjudicar el crecimiento microbiano (Cansé, 1965; Dulmage y Shodes, 1999; Singer. 1981). En el caso de cultivos líquidos estáticos, el consumo de nutrientes, al igual que en los cultivos sólidos, se limita a los nutrientes que están en contacto directo con las células en crecimiento. Si la bacteria requiere oxígeno para su desarrollo como es el caso del *Bacillus thuringiensis*, solo utilizando los nutrientes cercanos a la superficie (aproximadamente entre 0,5-1cm de espesor), por lo cual el empleo de medios muy ricos no incrementa la posibilidad de crecimiento y sí la aparición de contaminantes indeseables (Fernández ,1990).

Las producciones de *Bacillus thuringiensis* en Cuba siempre se han realizado sobre la base de tecnología que utilizan para el desarrollo de la bacteria el sustrato en medio líquido, tanto en la técnica artesanal como industrial; si bien esta tecnología se adapta perfectamente a las condiciones tanto de personal técnico como de las instalaciones que se emplean, hay que señalar que su desventaja, fundamental radica en que no se obtienen con ella titulaciones altas y estables, lo cual determina en la calidad del producto final, los títulos alcanzados por esta tecnología no sobrepasan en lo artesanal 1-2 esporas /ml y en lo industrial 1-2 10^9 esporas/ml.

Para lograr un producto a base de *Bacillus thuringiensis* con estabilidad y alta titulación es a partir de un sustrato sólido enriquecido con un grupo de microelementos (Hall, 1999).

Según Sarmiento (1991) el modo de acción del *Bacillus thuringiensis* está en dependencia del insecto, donde encontramos, del tipo I, cuando aparecen posterior a los 5-10 minutos de la ingestión de la toxina una parálisis del intestino medio, a las 6-7 horas una parálisis de todo el cuerpo, con un incremento del pH de la sangre. Del tipo II, los insectos no sufren un incremento del pH, pero hay parálisis del intestino y mueren a los 2-4 días con una parálisis general. Del tipo III la muerte se debe sólo por una

bacteriosis provocada por la germinación de las esporas y la invasión de la bacteria al insecto.

Los productos fitosanitarios a partir de diferentes cepas de la bacteria (*Bacillus thuringiensis*) representan más del 90% de todos los biopesticidas que se comercializan actualmente a nivel mundial. Estos productos se presentan actualmente como sólidos en forma de polvos secos, polvos humedecibles y granulados, también como formulado fluido. En Cuba se trabaja con las cepas: 3, 13, 21, 24 y 26 (Fernández, 2001).

1.4.1.2 *Verticillium Lecanii*.

Según (Bravo y González, 1999) *Verticillium Lecanii* se comprende dentro de *Cephalosporium*, En general hongos de moho con portadores sencillos de esporas unicelulares. Este hongo es patógeno en insectos y a veces también en ácaros. Es conocido como parásito de uredinales (hongo de la raya) y se confirmó en las semillas de diferentes plantas.

Como cualquier organismo, los hongos están limitados por factores bióticos o abióticos siendo estos últimos muy importantes para *Verticillium Lecanii* principalmente la temperatura, la humedad relativa y la iluminación (Ignoffo, 1999).

Este hongo es más o menos específico y altamente patógeno a los insectos chupadores, como el caso de *Aphydos* sp y *Bemisia Tabaci*. Este entomopatógeno es un hongo *Hyphomycetes*, que se reproduce asexualmente por esporas denominadas conidios ubicados en los extremos de los conidióforos erectos, llevando fiálides colocadas de una manera verticilar característica sobre el micelio aéreo. Dichos conidios son dispersos por el aire, agua, lluvias, insectos vivos y ácaros (Cavallazii, 2001).

Entre los enemigos naturales con efectividad frente a cóccidos, mosca blanca y roya encontramos con *Verticillium lecani* y resulta de gran interés el estudio de varios factores para comprender la biología del hongo (Bravo, 1999).

1.4.1.3 *Paecilomyces Lilacinus*.

Pertenece a la clase Deuteromycotina, orden Moniliales, teniendo como característica de recubrir los insectos con un crecimiento micelial blanco; está registrado en un amplio

rango de insectos hospederos, incluidos larvas y pupas de lepidópteros, dípteros, homópteras, coleópteros, himenópteras y arachuida (Becerra, 1995).

El hongo *Paecilomyces Lilacinus*: es saprófito y oportunistas, habitante de suelos y ambientes diferentes; controlador biológico de los nemátodos, *Meloidogyne incógnita*, así mismo, ha mostrado ser mi controlador eficaz del nemátodo de la papa *Globodera rostochiensis* y de otras especies de nemátodos fitoparásitos como *Pratylenchus sp.*, *Helicotylenchus* y *Rotylenchulus sp.* (Aranzazu ,1999).

El biopreparado que se emplea actualmente es sólido y utiliza como sustrato cabecilla de arroz, obteniéndose títulos de 10^9 esporas/ml. Tiene una duración de dos meses aproximadamente y es conservado a temperaturas de $4-10^0$ C. La dosis recomendada está dada por el cultivo en cuestión (café 5-10g/bolsa y en transplante 50g, en guayaba. 50g/ bolsa y100g en hoyo, en plátano 150g/ por plantón y vitroplanta 40g/ bolsa y100g en plantaciones establecidas (Draguiche, 1999).

Este hongo produce sustancias tóxicas (ácido acético) con actividad nematicida, eficaz contra especies parásitas de las plantas. La función de esta sustancia que se produce abundantemente durante el crecimiento del hongo, inhibe el movimiento de los nemátodos juveniles, reduciendo su eclosión de un 78.5 a 83.4 %; sobre todo del género *Meloidogyne incógnita* (Gómez al, 2000 y Carrera, 2001).

1.4.1.4 Características del hongo *Beauveria bassiana*.

La característica fundamental de este hongo es la presencia de conidios de forma oval, conidióforos, micelios cortos y ramificados, blastosporas de mayor tamaño y forma ovalada reproduciéndose a partir de cepas del tipo: LBb-1, Bibisav-1, controladoras de *Cosmopolites sordidus*, *Diatraea sacharalis* y *Çylofornicarius* (Fernández, 1999).

La forma de actuar de este hongo se produce al germinar los conidios del mismo sobre la retícula del insecto, el tubo germinativo penetra a través del integumento del mismo por fuerza mecánica siempre que exista en el ambiente suficiente carbono y nitrógeno para mantener el crecimiento de las hifas y prevenir la autólisis. Al introducir el tubo germinativo dentro del insecto comienza a asimilar las sustancias nutritivas que se encuentran en la hemolinfa, las hifas se rompen y forman células levaduriformes, conocidas por blastosporas, que germinan dando lugar a hifas que a su vez se rompen

continuando el ciclo hasta que la hemolinfa se ha agotado y el insecto aparece momificado (Sarmiento , 1999).

Los estudios biológicos de la *Beauveria bassiana* realizado por (Grillo, 2001), en condiciones controladas demostraron que existen dos fases bien definidas en el ciclo de reproducción de este hongo, la primera de crecimiento vegetativo y la segunda es de esporulación y requerimientos ambientales son distintos en ambas fases, para lograr un crecimiento y esporulación alto y rápido durante la fase de crecimiento micelial se requiere una alta humedad relativa ambiental, que de ser excesiva no le será favorable al medio .La temperatura óptima para la velocidad de crecimiento micelial está entre los 26-28⁰C el crecimiento es independiente a la luz. Por el contrario, la esporulación, requiere de una baja humedad ambiental, temperatura alrededor de 30⁰C y especialmente una alta luminosidad, en estas condiciones se obtiene la máxima esporulación del hongo a los seis días.

1.4.1.5 *Trichoderma sp.*

El hongo *Trichoderma sp.*, es uno de los organismos más estudiados como agente de biocontrol de enfermedades de plantas. Por su amplia distribución este hongo se puede aislar de tejidos vegetales en descomposición, de las cuales se obtienen los monosacáridos que necesita para satisfacer sus requerimientos energéticos. En CENICAFE, sobre estudios realizados in vitro, se determinó el efecto antagonista que ejerce sobre micelio, esporas, y estructura de resistencia de hongos fitopatógenos que habitan en el suelo como: *Rhizoctonia s* y *Fusarium sp.* (Aranzazu, 1999).

Las colonias de *Trichoderma sp* se desarrollan rápidamente formando una masa blanca de micelios vegetativos en la superficie del sustrato haciéndose compacta al esporular a temperaturas que oscilan entre 20 y 25 ⁰C. La respuesta de un hongo a la temperatura se basa en la cinética enzimática, ésta expresa un crecimiento exponencial conforme a la temperatura aumentada hacia un óptimo como resultado de la mayor actividad de las enzimas y luego a una brusca caída de la actividad a causa de la difusión de las mismas (Jalil, R, 2001).

Las posibilidades del uso de este antagonista está en dependencia de la cepa utilizada y el cultivo, hoy se trabajan con tres fundamentalmente: A-53(tabaco), A-34 (hortalizas),

TS-3 (vegetales y frijoles). Con tratamiento a la semilla (Peletización), a las posturas, viveros y plantaciones entre 1-15 días de germinado. Su proceso se ha desarrollado de dos formas: líquido y sólido, obteniéndose en ambos casos un excelente control sobre: *Phytophthora sp*, *Pythium*, *Rhizoctonia sp*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium sp*. (LPSV, 1999).

En estudios realizados durante varios años en el Centro de Investigaciones Agropecuaria de la Universidad Central de Las Villas, con colaboración del Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LPSV) y la Empresa Cultivos Varios: El Yabú se comprobó la eficiencia de diferentes cepas de *Trichoderma sp*, en un sistema de lucha integrada para el control de: *Alternaria Solani*, *Rhizoctonia Solani*, *Phytophthora nicotinae* (variedad parasítica), *Sclerotium rolfsii* y *Pythium sp*. (Andréu, 1994). La producción de este biopreparado utilizando sobres de papel viene a resolver en estos años las encarecidas técnicas que se seguían, que llevaban un mayor gasto de energía en la esterilización, lavado de frascos y bandejas, gastos de detergente, además de gastos significativos en salarios por la cantidad de personal, no solo para la elaboración de los biopreparados, sino para el proceso de cosecha. Por otra parte los ciclos de producción podrán extenderse, y consigo la aparición de contaminantes, los cuales hacen inservible el biopreparado (Heredia, 1999).

A causa de la situación por la que aún está atravesando nuestro país económicamente y en la lucha por la protección del medio ambiente, los suelos y al uso desmedido de los productos químicos, fue que se escogió un producto biológico, de fácil producción con un mínimo de recursos y con características muy importantes:

Trichoderma sp: Se agrupa taxonómicamente en la clase Deuteromycetes. subclase Hyphomycetes, orden Moniliales y familia Moniliaceae, tiene como característica la formación de fialosporas que se forman endógenamente dentro de las Fialides en hijas fértiles, denominada conidiófano; la forma de estas esporas es redonda y presenta coloración verde oscura o verde claro, emergiendo en cada conglomerado de fialíder, cientos de esporas.

La temperatura entre 25-30⁰C en *Trichoderma* también tiene acción directa y su empleo elimina la microflora dañina, enriquece al suelo con microorganismos útiles, estimula el crecimiento de las plantas y acelera la germinación (Pino 2002).

De varios ensayos de la técnica de reproducción de este hongo se determinó que los sustratos más efectivos para su producción es la mezcla de: cáscara y cabecilla, de arroz al 30%, obteniéndose concentraciones de 10^9 esporas/ml, la mezcla de cáscara de café y cabecilla de arroz al 30%, aserrín y bagacillo de caña como buenas opciones (Heredia, 1994).

1.4.2 Entomófagos.

Según (Caballero, 2005), los principales controles biológicos de Entomófagos se pueden mencionar los siguientes que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Entomófagos

Orden	Familia	Género
Coleóptera	Coccinellidae	Cycloneda, Hippodamia, Coleomegilla y Stethorus
Neuróptera	Crysopidae	Crysopa
Heteróptera	Reduviidae	Zelus
Himenóptera	Formicidae	Pheidoles, Tetramonio.
Acarina	Pheidoles,	Tetramonio
Himenóptera	Trichogrammatidae	Trichogramma
	Sclelyonidae	Telenomus
	Eulophidae	Euplectrus
	Braconidae	Apanteles, Chelonus, Diaenetiella
Díptera	Tachinidae	Archytas
Eunemátodos	Steinernematidae	Heterorhabditis

1.4.2.1. Trichogramma sp.

Pertenece a la familia Trichogrammatidae, sus larvas se desarrollan dentro de los huevos de los insectos en algunos casos hasta de órdenes diferentes. Adultos muy

pequeños, usualmente de menos de 1 mm de longitud, pero de cuerpo corto y robusto, alas redondeadas y ciliadas, antenas siempre muy cortas y fuertemente terminadas en una masa, tarso con tres segmentos (Mollineda, 2001).

Trichogramma pintoi (Hymenoptera: Trichogrammatides), esta familia contiene entre otros al género *Trichogramma* que es el más conocido y que le da el nombre a la familia. Estos son parasitoides de huevos de lepidópteros y algunos otros órdenes de insectos tales como: Coleópteros, Dípteros, Homópteros (Pérez, 1995).

1.4.2.2 *Euplectrus plathypenae*.

Pertenece a la familia: Eulophidae, su característica fundamental es que es muy polimórfica y con hábitat muy diverso según las especies. Tarsos con cuatro segmentos y alas regularmente estrechas, tamaño pequeño y color metálico.

Euplectrus sp: pertenece al orden Himenóptera, familia Eulophidae (parásito de la larva), el cual realiza un buen control sobre la familia: Noctuidae, el ciclo biológico es de 15-18 días bajo condiciones normales de temperatura 20-24⁰ C (Caballero, 1999).

Tiene como característica ovopositar externamente sobre larvas de cuarto y quinto estadio; generalmente en la superficie dorsal, los huevos se contabilizan en todos los segmentos larvales con mayor predominio el tercero y cuarto instar, proporción sexo 1:3 con un dimorfismo sexual muy marcado (la hembra más grande que el macho y éste con abdomen más oscuro).

1.4.2.3. *Telenomus sp*.

Este parásito de huevo pertenece al orden: Himenóptera, familia Scelionidae, es un efectivo control de puestas de varias especies de Lepidópteros, con elevada capacidad parasítica, su importancia está dada por la capacidad de lograr un control casi al 100% de puesta de varias camadas e incluso cubierta, por escamas de la mariposa, como ocurre con varias especies de Spodóptera, dura alrededor de 11-21 días en dependencia de la temperatura (28 ± 0,5 y 20 ± 0,5⁰ C). La longevidad de los machos depende de la copulación, si lo hacen duran 1-2 días, sino 8-10 días y en el caso de la hembra depende del alimento.

Capacidad parasítica, una hembra puede parasitar con éxito 60-70 huevos el primer día de su vida, a partir del segundo día el número de huevos va siendo más bajo 20 huevos/ días. Poniendo más de 3/4 partes de los huevos los primeros cinco días, alcanzando los cuatro primeros días 92,5 % de su potencial reproductivo siendo el primer día el de mayor parasitación con un 32,5 % del total. Los huevos frescos de *Spodoptera* solamente son atractivos: como máximo durante dos días (Caballero, 1992).

1.5. Integración de los medios biológicos en los manejos integrados de plagas (MIP).

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), se puede definir como una estrategia para el manejo de plagas que en el contexto socioeconómico de los sistemas agrícolas, el medio ambiente asociado y la dinámica de la población de las diversas especies, utilizan todos los métodos, técnicas apropiadas y compatibles para mantener las poblaciones de plagas bajo el nivel de daño económico (Dest, 2002).

El movimiento de MIP surgió a principio de los años 70, como respuesta a las preocupaciones acerca de los impactos de los plaguicidas en el medio ambiente. En teoría el Manejo Integrado de Plagas (MIP) debería incorporar diversas y variadas técnicas para el control, apoyándose primero en los factores de control natural (por ejemplo, agentes, patógenos, parásitos, predadores y clima), el manejo de estos factores, utilizando plaguicidas como último recurso. Dicho manejo se basa en la dinámica de poblaciones de plagas, como es la duración del estado inmaduro o del período reproductivo, para sugerir una acción de control relacionada con la biología de la plaga. Entre los componentes básicos de un agroecosistema sustentable incluye la regulación de las plagas, asegurada por el aumento de la actividad de los agentes de control biológico obtenido mediante manipulaciones biodiversas y a la introducción y/o conservación de los enemigos naturales, aumento del control biológico de las plagas por medio de la diversificación. Otra parte importante del MIP, comprende la determinación del umbral económico de daño y la intención de controlar los insectos pasados este umbral. En el MIP, los agricultores evalúan si habrá plagas suficientes

para justificar el control, si la plaga puede durar un tiempo considerable o si las poblaciones de ésta serán tan altas como para bajar el rendimiento y si habrá intervenciones de los controles naturales. Las acciones adoptadas pueden ser métodos culturales, control biológico, el uso de productos químicos- tóxicos o una combinación de ambos. El control biológico comprende el uso de depredadores, parásitos, agentes patógenos y nemátodos, la liberación masiva de insectos benéficos y la conservación de estos enemigos naturales mediante manejo de hábitat (Altieri, 1999).

El control biológico de los insectos nocivos consiste en el uso de enemigos naturales o agentes de control biológico (incluye patógenos, parasitoides y predadores) para reducir las poblaciones de las plagas y que las crías masivas y liberaciones, también conocidas como aumento de los enemigos naturales, se puede afirmar que ha sido una estrategia de control biológico bien representada en algunos países Latinoamericanos (Trujillo, 2001).

Sin embargo, la conservación (preservación): es la estrategia de control biológico que más atención recibe por parte de los fitoproteccionistas y los productores, a pesar que a veces es practicada inconscientemente como sucede en los sistemas de agricultura tradicional y autosostenible. De hecho para lograr un avance eficiente en el empleo de control biológico por conservación, es preciso realizar cambios significativos en los sistemas agrícolas y desarrollar tecnología de manejo de plagas con enfoque agro ecológico (Vázquez, 1999

Verék y col. 2000, en su revisión identifica las formas en las cuales manipulan el medio ambiente de los cultivos (cosechas), basados en detalladas preguntas de cómo las relaciones tritróficas pueden contribuir al mejoramiento del control de plagas.

El manejo integrado de plaga, según Stern, 1959 es un sistema de manipulación de las plagas, que en el contexto del ambiente relacionada y la dinámica de poblaciones de plagas dañinas, utiliza todas sus técnicas y métodos apropiados de la manera más compatible posible y mantiene las poblaciones de las plagas a niveles inferiores a los que causaran daños económicos.

En este sentido Rosset, (1990) agrega que el MIP emplea una estrategia preventiva en la medida posible para minimizar los gastos de la estrategia, cuya táctica más conocida es el control químico; que se deja para los casos en que la prevención falla.

Según DECAP. (1997) se conoce como Manejo Integrado de Plagas a la combinación armónica de diferentes métodos y prácticas que aplicado a tiempo, permiten mantener las poblaciones de insectos, microorganismos y otros agentes dañinos en equilibrio biológico, siempre por debajo de un nivel en que puedan causar prejuicios a los cultivos. Estos se conocen como Umbral de Daño Económico.

La lucha contra plagas y enfermedades en la agricultura urbana se realizará mediante el Manejo Integrado de cada cultivo, donde se une de forma armónica y balanceada todos los elementos que inciden sobre las plantas: sustrato, riego, plagas y enfermedades, controles biológicos naturales y el clima, entre otros. Una planta vigorosa, desarrollada en un sustrato con un adecuado balance de nutriente y humedad, cultivada en un ambiente ecológico favorable, con la aplicación de una esmerada atención cultural, resiste mejor el ataque de las plagas y enfermedades. Entre los medios y medidas que se deben utilizar en el manejo integrado de plagas, se hace énfasis en los no contaminantes del medio ambiente. Los plaguicidas químicos se utilizarán en casos extremos, autorizados por los especialistas de Sanidad Vegetal (GNAU, 2000).

La teoría de la trofobiosis desarrollada por el científico francés Francis Chaboussou, demuestra que la susceptibilidad de las plantas a plagas y enfermedades está relacionada muchas veces directamente a la cantidad de sustancias solubles presentes en las células a causas de los fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos. No hay duda que los mayores desequilibrios ocurren a causa de una mal nutrición de los seres vivos. Cualquier organismo viviente que no esté adecuadamente alimentado está más expuesto a los agentes nocivos que esperan la oportunidad para provocar sus daños.

La teoría de la trofobiosis explica como un desequilibrio en los minerales y nutrientes del suelo puede causar desbalances en la nutrición de las plantas y éstas a su vez se encontrarán más expuestas al ataque de las plagas. Además plantea que el crecimiento desmedido de las plagas no está dado solo por la disminución de los enemigos naturales, sino que este desequilibrio puede estar provocado por otros factores como son:

La resistencia o sensibilidad de las plantas al ataque de microorganismos está ligada al uso de químicos, agrotóxicos de alta solubilidad en el suelo, a una nutrición inadecuada y tratamientos culturales inadecuados.

Las plagas y enfermedades solamente atacan a plantas que sufrieron algún estrés en su desarrollo y están desequilibradas de alguna manera.

Estas plantas no tienen bien estructuradas las proteínas de formación, las cuales están desdobladas en aminoácidos de los que se nutren insectos y plagas.

En agricultura se llama equilibrio biológico al control que es realizado por predadores y parásitos sobre el crecimiento de las poblaciones de insectos, ácaros, nemátodos, hongos y virus. Esto ocurre cuando la forma natural, o a través de algún control biológico, se logra mantener los cultivos libres de plagas (Restrepo, 1994).

El rol que juega el control biológico en la Agricultura Sostenible ha sido ampliamente debatido y argumentado que al restaurarse la biodiversidad funcional de los agroecosistemas se producirá una regulación natural de plagas. Para llegar gradualmente a esta regulación se precisa implementar programas de Manejo Integrado que tengan una sólida base ecológica, programas que propicien la restauración gradual de la biodiversidad perdida. El control biológico es la piedra angular de las medidas a implementar en estos programas de manejo. Ya hemos visto como la implementación, por ejemplo, de las rotaciones, policultivos y el uso de las materias orgánicas. Los principales mecanismos de regulación naturales que se ponen en juego son justamente mecanismos de control biológico (Fernández, 1992).

Uno de los ejemplos más ilustrados de conservación y manejo de enemigos naturales es en Cuba, lo constituye la hormiga leona (*Pheidole megacephala*). El éxito alcanzado en el control de *Cylas formicarium* en el cultivo del boniato demostró la factibilidad de utilizar y propagar hormigas depredadoras en cultivos anuales. Cuba es el primer país en poner a punto los procedimientos prácticos para el uso y propagación de hormigas generalistas en el control de insectos en cultivos anuales y semiperennes. (Castineira, 1986).

Cuba está empeñada en el establecimiento de un nuevo modelo agrícola, una de las tareas más importantes y urgentes es encontrar las vías para reducir el uso de los plaguicidas sintéticos para el manejo de plagas en general, el control biológico es una

de estas vías, de hecho constituye actualmente la alternativa principal. El uso de organismos biorreguladores en el país data de principios de siglo, pero no es hasta los años 60 que se establecen programas más completos para el estudio y aplicación, alcanzando su mayor desarrollo en la década del 80. Es justamente en 1982 que queda establecido oficialmente como política del estado cubano el Manejo Integrado de Plagas en el que se considera el control biológico como el método principal y uno de los elementos más importantes es la producción de bioplaguicidas por método artesanal (Pérez. 1995).

Para desarrollar un programa de Manejo Integrado de Plaga, lo primero es definir y caracterizar el problema donde incluye el diagnóstico técnico que determina la importancia de la plaga como tal e incluye evaluación de poblaciones, niveles de daños, pérdidas económicas, costo del control, métodos usados y riesgos de contaminación que son determinados por profesionales, técnicos y especialistas. Para llevar un programa de MIP, con el enfoque sostenible pone el mayor énfasis, en el uso de los agentes naturales de control, el desarrollo de productos biológicos de alta calidad y eficiencia y en la práctica y tecnología que preserven y aumenten sus poblaciones (López, 1999).

El trabajo fitosanitario en la base, aún se ve afectado por dificultades objetivas como: poca integrabilidad en las labores, malas aplicaciones, la calidad de estas no siempre es la mejor, teniendo el técnico gran responsabilidad en esto, pues en cada tratamiento fitosanitario es fundamental la presencia del técnico, el cual tiene que velar por el cumplimiento de todos los indicadores o parámetros que contribuyen a la ejecución de una correcta aplicación. Recomendamos siempre que el momento es de exigencia y no de indolencia ante los problemas ya que los programas de Manejo Integrado es un sistema en el cual los principios, las prácticas, los métodos, la producción, y las estrategias se escogen con el fin de eliminar los insectos dañinos, minimizando los efectos indeseables (Rodríguez, 1991).

1.6 Seguridad Biológica.

La Ley No. 190 dictada, por el consejo de Estado sobre: Medio Ambiente, de fecha 11 de Julio de 1997 establece el principio que rige la política ambiental del país y las normas básicas que regulan las acciones de los ciudadanos y la sociedad en general en fin de proteger el medio ambiente y contribuir a alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible del país y por su artículo 12 inciso (h), dispone que corresponde al Ministerio de Ciencias Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) en coordinación con otros organismos competentes, instrumentar la política ambiental en materia de Seguridad Biológica para controlar su implementación (CITMA, 1999).

La seguridad de nuestras instalaciones es una inversión muy costosa inicialmente pero mucho más valor tienen nuestros trabajadores, inmuebles, muebles, medios y recursos que poseemos actualmente. Las tendremos “Protejámosla bien” (Riberon, 2000).

La Bioseguridad es la disciplina que se encarga de la previsión y control de los riesgos biológicos. En nuestro país son pocos los laboratorios construidos bajo la observación de las normas de bioseguridad, cada laboratorio requiere de un diseño apropiado en dependencia del trabajo que se requiere en él, de acuerdo a la clasificación de los Agentes Biológicos por grupos de riesgos: (Grupo 1, escasos riesgos para la comunidad., el individuo o el medio, Grupo II: Bajos riesgos Moderado, Grupo III: Riesgo individual y comunitario y Grupo IV: Elevado Riesgo Individual y comunitario) y no hay medidas ni vacuna para contrarrestar la acción. Perteneciendo nuestros CREE al grupo I (Loyola, 2001).

El trabajo de los microbiólogos va dirigido preferentemente hacia la obtención de cultivos puros de microorganismos, que son reproducidos en un medio alimenticio favorable. Debido a que en el medio circundante están presentes representantes del mundo microbiano, se hace necesario velar constantemente por evitar las contaminaciones en los medios de cultivos con los cuales trabajamos, por otra parte, debe admitirse que los microorganismos objeto de nuestro trabajo son potencialmente capaces de producir afectaciones, los que nos obliga a tomar siempre las precauciones y las medidas de protección individual establecida para este tipo de trabajo teniendo en cuenta la diversidad de líneas de microorganismos que se reproduce en el país se establece el Reglamento Higiénico Sanitario para los CREE y Laboratorios Provinciales (INISAV, 2001).

Conclusiones parciales

Del estudio y recopilación bibliográfica sobre el tema se arriban a las siguientes conclusiones:

- ✍ El control biológico constituye un método ventajoso para el control de plagas en la agricultura y ofrece una alternativa al uso de plaguicidas químicos que afectan la salud humana y animal.
- ✍ A nivel internacional se han desarrollado un grupo de medios biológicos desde el siglo pasado, los cuales son necesarios intensificar en nuestro país.
- ✍ Se hace necesario sustituir los agroquímicos que se utilizan para el control del manejo de plagas y malezas por medios biológicos para lograr una agricultura sostenible.

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Desglose de los CREE.

Para la realización de este trabajo se contó con los resultados de los análisis bioestadísticos realizados en el Departamento Provincial de Sanidad Vegetal de Villa Clara durante los últimos 2 años (Periodo del 2008-2010). Comprendiendo las dos campañas de Producción Agrícola (Campaña de Frío y Campaña de Primavera), sobre la base de los niveles de producción alcanzado, áreas protegidas por cultivos y medios biológicos utilizados, calidad de los mismos y repercusión provincial desde el punto de vista económico (La sustitución de productos químicos por medios biológicos). Para ello se contaron con los resultados de 28 Centros de Reproducción de Entomófagos distribuidos de la siguiente forma:

CREE en Empresas Estatales: 20

14 ubicados en empresas de cultivos varios:

- CREE Cultivos Varios Yabú.
- CREE Cultivos Varios Sagua
- CREE Cultivos Varios Quemado.
- CREE Cultivos Varios Corralillo.
- CREE Cultivos Varios Cifuentes.
- CREE Cultivos Varios Cascajal.
- CREE Cultivos Varios Manacas,
- CREE Cultivos Varios Manicaragua.
- CREE Cultivos Varios Caibarién.
- CREE Cultivos Varios Remedios.
- CREE Cultivos Varios Báez.
- CREE Cultivos Varios Camajuaní.
- CREE Cultivos Varios Calabazar.
- CREE Cultivos Varios Macun.

2 ubicados en empresas tabacaleras:

- CREE en La Tabacalera El Hoyo.
- CREE en La Tabacalera La Estrella.

2 ubicados en empresas ganaderas:

- CREE Pecuaria Placetas.
- CREE Pecuaria. Vitrina.

1 ubicado en empresa de café:

- CREE de EMA Jibacoa

1 ubicado en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (FAO).

6 ubicados en politécnicos agropecuarios:

- CREE IPA Martín Torres (Manacas).
- CREE IPA Valodia (Manacas).
- CREE IPA Lidia Doce (Remedios).
- CREE IPA San Martín (Manicaragua).
- CREE IPA Crucero Aurora (Manicaragua).
- CREE IPA Victoria Santa Clara (Santa Clara).

2 ubicados en otros centros:

- CREE del MININT.
- CREE de la Agropecuaria de la FAR

Estos centros han estado elaborando dos líneas de producción: Entomopatógenos y Entomófagos y dentro de ellos, los siguientes medios biológicos:

Entomopatógenos:

Bacillus Thuringiensis: cepas

- LBt - 1
- LBt—13
- LBt—21
- LBt—24
- LBt—26

Beauvería bassiana: Cepa Bibisav

LBB-1

Verticillium Lecanii:

- Cepa de Vegetales (y-57).
- Cepa de Café
- Cepa Micotal.

Paecilomyce Lilacinus

Paecilomyce Fumacerosus

Trichoderma sp:

- Cepa. TS-3 (Villa Clara).
- Cepa A-53 (Habana).
- Cepa A-34 (Habana).

Metharizium anisopliae

Entomófagos :

Trichogramma sp

Sitotroga Cereallella

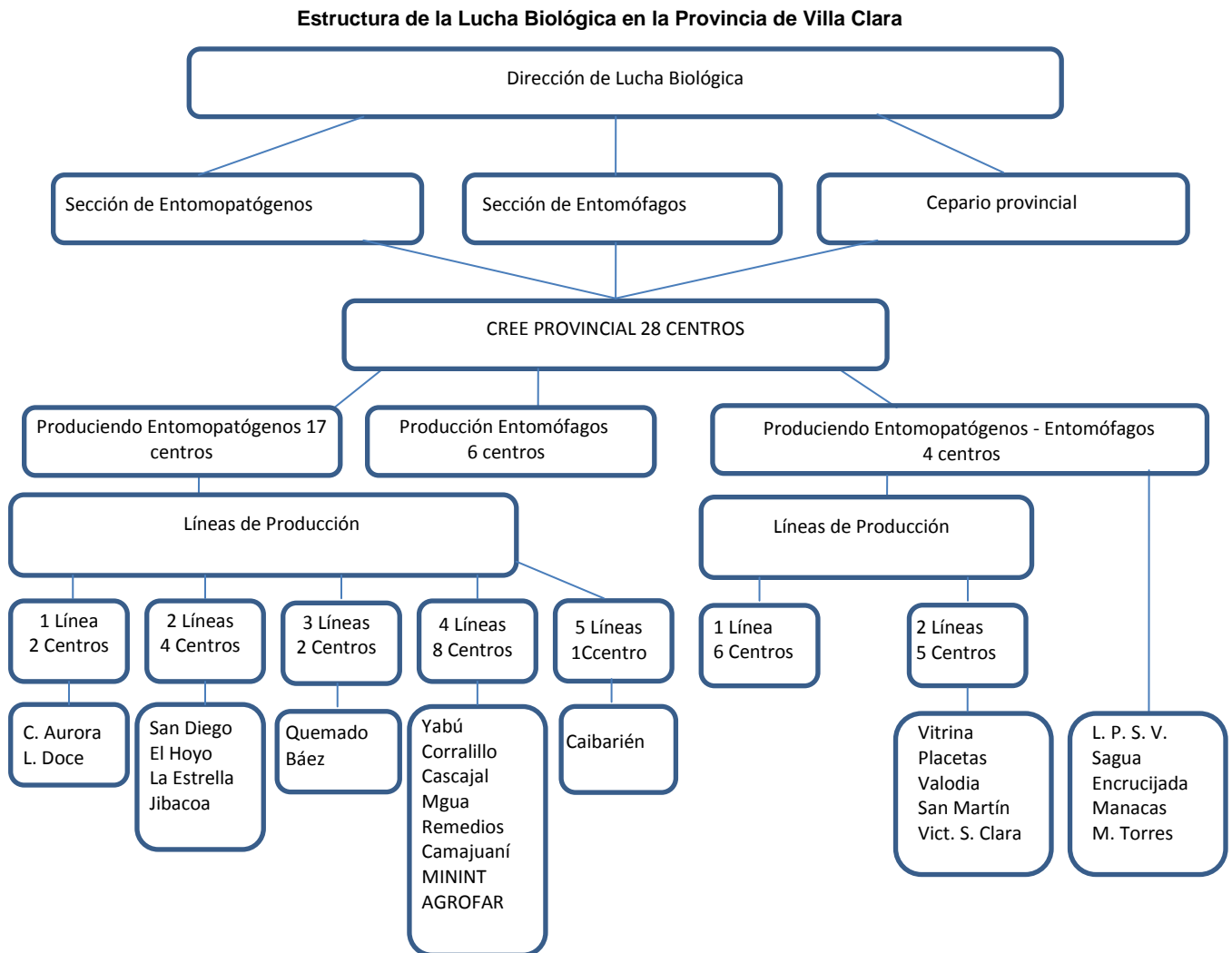
Corcyra Cephalonica

Telenomus sp

Euplectrus sp

2.2. Estructuras y características de las instalaciones.

En la figura 1 se muestra como se encuentra conformado el sistema de Lucha Biológica en la Provincia de Villa Clara:



Conformación de cada centro según tipo de producción y equipamiento.

En el caso de los entomopatógenos cada CREE posee:

- ✓ 1 cuarto de preparación del medio.
- ✓ 1 cuarto de calor.
- ✓ 1 cuarto para control de la calidad.
- ✓ 1 cuarto por línea de producción.
- ✓ 1 cuarto de siembra por línea de producción.
- ✓ 1 almacén de insumos.
- ✓ 1 oficina.

Los CREE de entomófagos están constituidos por:

CREE de Trichogramma:

- ✓ cuarto de infestación.
- ✓ 2-3 cuarto de producción.
- ✓ 1 cuarto para el desarrollo del parásitoide.
- ✓ 1 cuarto de fregado.
- ✓ 1 cuarto de control de la calidad.
- ✓ 1almacén de insumos.

CREE de Enemigos Naturales:

- ✓ 1-2 cuartos de producción
- ✓ 1 área de fregado

La sección de entomopatógeno: Con la función de garantizar las cepas madres para su reproducción en el cepario provincial, así como la introducción y asesoramiento de las técnicas de reproducción de cada medio.

La sección de entomófago: Encargada de garantizar los pies de cría de cada organismo, para la reproducción a nivel de los CREE, así como la introducción, asesoramiento y chequeo de las formas de reproducción de cada uno.

El cepario provincial: Es el encargado de la reproducción masiva de las diferentes cepas en un medio de peptona-dextrosa-agar (PDA) a una temperatura de 25-28 °C aproximadamente y luego en refrigeración 5-10 días para su multiplicación productiva a nivel de cada centro, así como el chequeo y evaluación en cuanto a la calidad de las producciones obtenidas en cada CREE.

El departamento: Como responsable de dirigir la política de medios biológicos en cada cultivo a nivel provincial; así como la reproducción y funcionamiento de cada CREE.

Equipamiento utilizado por forma de producción a nivel provincial:

Autoclaves _____ 59 equipos
Aires Acondicionados _____ 67 equipos
Estufas _____ 25 equipos
Refrigeradores _____ 23 equipos
Microscopios _____ 42 equipos
Diferentes cristalerías

2.3. Materias primas y sustratos utilizados por forma de producción.

En entomopatógeno: La base de sus producciones está dada con el uso de la cabecilla de arroz (promediando en un año un consumo de 120.0 toneladas). Las líneas de Bacillus, Beauveria, Verticillium y Metharizium y en el caso específico del Trichoderma la mezcla de un 30% de cabecilla de arroz con un 70% de diferentes sustratos, según existencia en el municipio donde está ubicado el centro: paja de arroz, cascarilla de café, aserrín, cáscara de arroz y bagazo de caña

En entomófagos: La base de sustentación de la producción es en el caso del Trichogramma, el trigo (promedio consumo para el año de 75.0 toneladas) y en los Enemigos Naturales es el uso de larvas de Lepidópteros o Mosis, a través de la cría artificial de la misma.

- En cuanto a la estructura del personal por centro está en base a:

Entomopatógenos:

- 1 jefe de CREE
- 2-3 técnicos (Un técnico por línea)
- 1 auxiliar técnico

Entomófago: (Trichogramma)

- 1 jefe de CREE
- 1 técnico
- 1 auxiliar (En enemigos Naturales)
- 1 técnico

Todo esto hace que se cuente en la Provincia para desarrollar la producción de los diferentes medios biológicos con el siguiente personal:

- En reproducción de entomopatógenos: 66 compañeros.
- En reproducción de entomófagos
 - Trichogramma: 13 compañeros.
 - Enemigos Naturales: 11 compañeros.
- Total en CREE: 90 compañeros
- Cepario provincial: 3 compañeros

- Sección de lucha biológica en la provincia: 6 compañeros. Total en la actividad en Villa Clara: 99 compañeros

Base sobre la cual se monta el programa de producción de Entomopatógenos en la Provincia (basándose en 8 horas de trabajo).

MEDIOS LÍQUIDOS:

- 5 esterilizaciones por autoclaves
- 13,5 litros del medio producido por autoclaves y 67,5 litros en una jornada de 8 horas
- Producción mensual por centro de 1300 litros

MEDIOS SÓLIDOS

- Montar en un turno de 8 horas, 25 Kg del medio.
- Producción mensual por centro de 500 Kg.

2.4 Método de reproducción de cada medio biológico

ENTOMOPATÓGENOS

2.4.1. Bacillus thuringiensis:

- En un inicio se comenzó con el uso de jugos (toronja, naranja) y hortalizas frescas (tomate y pepino) a razón de 200 ml por frasco de 1 litro y un pH inicial comprendido entre 7-8.5 en dependencia de la calidad del agua.

- Posteriormente se usaron dos variantes de sustrato, de forma muy estabilizada por:

- Mezcla de: Miel final: 1 g/L

Torula: 5 g/L

Cabecilla Arroz: 2,5 g/L

- Mezcla de: Harina de Maíz: 10 g/L

Cabecilla de Arroz: 2,5g/L

Reproducción del medio líquido (miel-torula-cabecilla de arroz)

Se utiliza 1 g/litro, 5g de torula y 2,5g de cabecilla de arroz, se esteriliza a 1,2 atmósferas durante 40 minutos, con un pH regulado de 7,0 aproximadamente, se deja enfriar y en el cuarto de siembra se procede a la inoculación de la cepa. Se coloca en

los cuartos de producción y se espera a temperatura ambiente de 8-10 días para proceder a la cosecha.

Reproducción del medio de harina de maíz

Se toman 50g de harina de maíz/ litro de agua corriente, se esteriliza 5 minutos a 1.2 atmósfera .Se filtra sin dejar partículas de harina y se completa al volumen inicial de 1 litro con agua corriente, del caldo obtenido se toman 200 ml y se le añaden 800 ml de agua corriente y 2,5 Kg de cabecilla de arroz en polvo o maicena/litro. El medio obtenido se le ajusta el pH a 7,5 y se esteriliza a 1,5 atmósferas durante 25 minutos, inoculándose y dejándose reposar por 7 a 10 días.

Reproducción sobre sustrato sólido

- Sustratos a Emplear: cabecilla de arroz
- Envares: tarrinas de polipropileno
- Microelementos y sus proporciones:
 - Sulfato de Magnesio 0,3 g/Kg. por sustrato
 - Sulfato de Zinc _____ 0,02 g/Kg. por sustrato
 - Sulfato de Manganeso ____ 0,02 g/Kg. por sustrato
 - Sulfato de Hierro _____ 0,02 g/Kg. por sustrato
 - Carbonato de Hierro _____ 1 g/Kg. por sustrato

Procedimiento

La cantidad de sustrato (cabecilla de arroz) que se va a esterilizar en la jornada de trabajo se pesa y se coloca en un recipiente, en otro se prepara una solución con agua y los microelementos; la cantidad de agua el 35 % del sustrato, pH de la solución debe ajustarse a 7.5. Con esta solución se humedece la cabecilla de arroz, se homogeniza se deja reposar por 30 min, después se coloca en cada tarrina esterilizada 200g del sustrato y se procede a la esterilización del mismo (1,2 atmósfera en 40 min). Pasado ese tiempo se extrae de la autoclave y se deja enfriar, posteriormente se pasa al cuarto de siembra para inocular (debe estar puro con título de 10^9 esporas o puede hacerse con pre inóculo sólido, el que debe proceder de un 2do pase) y posteriormente se incuban depositando en cada tarrina 15-20 ml del inóculo; se agita ésta y se coloca en los cuartos de producción a temperatura de 28°C durante 4 a 6 días.

2.4.2. Reproducción masiva de hongos. (*Beauveria*, *Verticillium*, *Paecilomyces* y *Trichoderma*)

Reproducción en medio sólido:

Sustrato a utilizar:

- Zeolita
- Cáscara de Arroz
- Cáscara de Café
- Aserrín
- Bagacillo de caña

Estos sustratos podrán ser mezclados con trigo de desecho de la producción de *Trichogramma*, Cabecilla de Arroz, Polvo de Arroz y Harina de Maíz, todos mezclados a razón de 70% de la primera y 30% de la segunda en el caso del *Trichoderma*, no así en el caso de *Beauveria*, *Verticillium* y *Paecilomyces* que la proporción debe ser 50% por 50% o el empleo de la cabecilla de arroz sin mezcla con materiales inerte.

Técnica para la preparación de los sustratos:

Se lavan bien los ingredientes para eliminar la suciedad y se escurren en una malta o colador, se mezclan y se esterilizan durante 30-40 min y así se obtiene una precocción. Se preveé su reproducción sobre bandejas de Zinc galvanizado o sobres de papel esterilizados.

Preparación del medio basal o inoculante:

A un frasco de suero se añadirán 12 g de Cabecilla de Arroz o Harina de Maíz (Trigo) y 100 ml de agua destilada, se procede a esterilizar durante 30-40 min, inoculándose a las 24 horas, para ello se le añade a cada cepa 100 ml de agua destilada estéril; se hará una suspensión de conidios y se añadirá 2 ml a cada frasco del medio inoculante, al cabo de 8 días estará listo y se procederá de la forma siguiente.

Beauveria bassiana, se añadirán 300 ml de agua destilada estéril, (obteniéndose de cada frasco 400 ml de medio inoculante).

Para *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Trichoderma*, se le añadirán 700 ml de agua destilada estéril para obtener 800 ml de medio inoculante.

La mezclas que se emplean como sustrato después de las 24 horas de la esterilización, se inoculará con el medio a razón de 100 ml por cada 500 g del sustrato y éste debe tener un 60% de humedad para tener un buen desarrollo del hongo.

Después de inoculado y homogenizado el sustrato se envasará en sobres de papel de 50- 100 g en bandejas de 1 Kg el que se realizará, en un cuarto de siembra o en un local que cumpla todas las normas de higiene requerida.

Al cabo de las 48 horas se inspeccionan los sobres o bandejas con la finalidad de observar el comportamiento y desarrollo del hongo en cuestión y poder determinar la presencia de algún contaminante y eliminarlo. (N.R. (72-03). 1993. Biopreparados de Entomopatógenos y *Verticillium lecani*.)

2.5 Metodología para la producción de hongos entomopatógenos. (*Beauveria*, *Verticillium*). Método inglés (FAO).

Sustrato empleado: cabecilla de arroz

Envases: tarrinas de Polipropileno

Preparación del medio: Se pesa la cantidad que se empleará durante la jornada, se echa en un recipiente limpio, se le añade agua en una proporción equivalente al 50% de la cantidad de cabecilla, se homogeniza bien la masa, se deja en reposo durante 30 min, pasado este tiempo se deposita en cada tarrina 200 g, se tapa, se introduce en la autoclave, se esteriliza durante 40 min a 121⁰C y 1.2 atmósfera, se saca de la autoclave y se agita y colocándose en reposo hasta enfriar, del inóculo (no inferior a 10⁸ esporas) se deposita en cada tarrina 20 ml de la suspensión y se agita lateralmente, se incuba a 25 ⁰C, durante un tiempo de 4 días.

2.5.1 Entomófagos

2.5.1.1 Producción de *Trichogramma* con la línea de *Sitotroga Cerealella*.

- Desinfección del alimento y pesaje.
- Remojado o inmersión en agua, escurrimiento o secado
- Distribución en cajas de infestación 3-5 Kg.

- Infestación 1 g de huevo fresco por kilogramo de alimento montado.
- Duración del proceso 25-30 días a una temperatura constante de 22-24°C, humedad relativa de 70-80 % (agua en el piso).
- Montaje del Box y del cuarto de producción durante 30-45 días, temperatura de 22-24°C, humedad relativa de 70-80% (agua al piso más Keltane).
- Proceder a la recogida de mariposas y de huevos destinando 30-40% de la producción para la nueva infestación y el 60-70% para parasitar con *Trichogramma*.

2.5.1.2 Producción de *Euplectrus* sp. Parásito externo de larvas.

- Ciclo: 3 días en huevos, 3 en larvas y 6 días en pupa.
- 1 larva parasitaria aleja aproximadamente 15 individuos con una correlación, de sexo que oscila entre 5 hembras y 1 macho.
- Se coloca 7 larvas de *Spodóptera* sp en un pomo de boca ancha durante 24 horas con el parásito (30 por pomo).
- A las 24 horas se extraen, se aíslan en tubos de ensayo. Durante todo el ciclo, dura (12días).
- A los 12 días sale el adulto de *Euplectrus*.
- Se liberan en el campo a razón de 280- 300 hembras por hectáreas de maíz.

2.5.1.3 Producción de *Telenomus* spp en huevos (fundamentalmente en el maíz).

- Realiza el parasitoide 2 a 3 generaciones por cada una del hospedante (*Spodoptera* f.).
- Las puestas obtenidas de la cría de (*Spodoptera* f.) se colocan en tubos de ensayos con el parásito dentro, durante 24 horas.
- A las 24 horas los saco y las coloco en placas petri durante tres días y paso a tubos de ensayo a esperar como emergen los parásitos.
- Ciclo del parásito 9 días.
- Corrección de sexo: un macho y una hembra
- Dosis de liberación en campos 2500 a 5000 adultos.

2.6. Controles de calidad a realizar en cada organismo: (Norma Cubana 72-02)

2.6.1 Entomopatógenos (Bacillus, Beauveria, Verticillium, Paecilomyce)

- Costo de 50 Kg de Cabecilla de Arroz ____ \$ 19.18
- Costo de 50 Kg de Trigo _____ \$ 12.10
- Costo de litro de alcohol _____ \$0.23
- Gasto de corriente de la autoclave (1 hora-6 kva) ____ \$ 0.54
- Gasto de corriente de 1 aire acondicionado (1500) ____ \$ 0.09
- Gasto de corriente de la estufa ____ \$ 0.45
- Promedio trabajadores en los CREE (salario)

Jefe de. CREE _____ \$ 3 10.00

1 Técnico _____ \$ 265.00

1 Técnico _____ \$231.00

1 Auxiliar-Técnico \$ 148.00

Precios de los plaguicidas utilizados (1kg)

Insecticidas:

Tamaron (60%) _____ 6,0776 USD

Parathión (50%) _____ 1,3392 USD

Thiodán (50%) _____ 3,4340 USD

Carbaryl (85) _____ 3, 0940 USD

Diazinón (60) _____ 4, 7793 USD

Nemacur (40) _____ 5, 2850 USD

Karate 17, 3118 USD

Fungicidas:

Maneb B _____ 5.5963 USD

Ridomil (25) 18.3500 USD

Zineb (80) _____ 0.6821 USD

Mancozeb 2.6048 USD

2.6.2 Análisis económico para la línea de Entomófagos:

80 kg de trigo- \$ 19.36
 1litro de Alcohol-\$0.23
 Corriente Eléctrica-\$66,0
 Resto-----\$380.79
 Salario-----\$575.0
 9.09-----\$52.27
 12.5-----\$78.41
 Costo Total-----\$1106.06
 Costo por Unidad----\$2.76 515

Conclusiones parciales

- ✍ Se elaboró la línea de producción de Entomopatógenos con los medios biológicos de *Bacillus Thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Verticillium Lecanii*, *Paecilomyce Lilacinus*, *Paecilomyce Fumacerosus*, *Trichoderma sp* y *Metharizium anisopliae* y la de Entomófagos con los medios biológicos de *Trichogramma sp*, *Sitotroga Cereallella*, *Corcyra Cephalonica*, *Telenomus sp* y *Euplectrus sp*. de acuerdo a las Normas establecidas por el Ministerio de la Agricultura y al Instructivo de Seguridad Biológica.
- ✍ Los medios biológicos preparados cumplen con la calidad requerida según la norma 72-02 excepto para *Trichogramma sp*. por la carencia de equipamientos para la regulación de la temperatura y humedad relativa de los cuartos de producción.
- ✍ Se logra una reducción del empleo de los productos químicos en los cultivos-ambiente y con ellos en el desembolso financiero de la Provincia.
- ✍ Se definió por el INSV que Villa Clara ha conformado la mejor estructura de trabajo en la actividad de Lucha biológica en el País.
- ✍ Se logra un crecimiento sostenido en la producción de los Medios biológicos y su implementación en las Estrategias Fitosanitarias de los diferentes cultivos.

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio realizado en la provincia de Villa Clara, durante los últimos dos años, período comprendido del año 2008 al 2010 y la recopilación de información estadística por el Departamento Provincial de Sanidad Vegetal, ha permitido seguir una serie de parámetros dentro de la Lucha Biológica que reflejan los avances obtenidos.

3.1 Comportamiento Histórico de los Niveles de Producción por medios biológicos y años.

Como se aprecia en la (tabla 2, Figura 2, anexo), desde el año 2008 al 2010 se ha producido un incremento en la producción de las diferentes líneas de producción que van desde 575 a 12502.0 toneladas. Lo mismo ha sucedido con Entomófagos, donde se produce un auge de la línea de producción (*Trichogramma sp*). En el período comprendido 2007-2010, con la introducción en los CRE de los parasitoides *Euplectrus sp*, *Telenomus sp* y *Phytoceillus* y a partir del buen comportamiento de las línea de *Crysopas sp* y *Cotorritas sp*, se incrementan los niveles productivos en todos ellos, hasta alcanzar niveles en el año 2010 de 1554.6 millones de parásitos de *Trichogramma* y 7550 millones de Enemigos Naturales.

Comportamiento de cada línea:

3.1.1 Entomopatógenos.

Bacillus thuringiensis: Esta línea de producción es la más representada en los CREE, existiendo en 15 de los 20 ubicados en Empresas Agropecuarias. La cual ha pasado por 3 fases que van desde la producción líquida a partir de jugos y frutas naturales con Harina de Maíz, y a partir de los años 2000 se realiza la producción sólida con el uso de Cabecilla de Arroz y Micro elementos.

Es la línea dentro de los entomopatógenos que más ha avanzado y más se ha trabajado en la Provincia, Fernández (2001); Marqués (2000) y Holl (2003). El desarrollo no solo en los niveles productivos, sino en la calidad del producto terminado,

se logran producciones de 142.8 toneladas de medio sólido en el 2008 y en el periodo comprendido 2009-2010 se deja de producir en medio líquido por problemas de traslado y envases y se procede a la producción sobre medio sólido alcanzándose en este período producciones de 187.8 y 244.4 toneladas fundamentalmente por la estrategia que se siguió con el *Mocis sp* en Pastos. (Tabla 2, Figura 3),

Centros de Reproducción de Entomopatógenos y Entomófagos con los mejores resultados y que más han aportado a la producción en la Provincia de Villa Clara durante los últimos años, se tiene el CREE ubicado en la Empresa Cultivos Varios Cascajal, con un promedio de 78.5 toneladas de medio líquido por año, Empresa Cultivos Varios El Yabú, con 81.6 toneladas y Empresa Tabacalera El Hoyo con 64.3 toneladas de medio líquido por año respectivamente.

Beauveria bassiana: Esta línea se ha estado trabajando en 11 centros de la provincia, la que ha pasado por 2 etapas, una primera de producción líquida y posteriormente producción sólida lo que ha permitido un avance en la calidad del medio y los niveles productivos, Aranzazu, (2005).

Como se aprecia en la (tabla 2, figura 4), esta línea ha tenido crecimiento en los niveles productivos que va desde 178.5 toneladas en el año 2008, a 181.2 y 193.5 toneladas en el año 2009 -2010, coincidiendo con Trujillo, (2001), que plantea el crecimiento en el país de esta línea, tanto desde el punto de vista productivo como en utilización en los cultivos, con récord de producción en el año 2010 de 193.5 toneladas.

Destacándose por los niveles productivos los CREE ubicados en Cultivos Varios Quemados, con 98.0 toneladas y Cultivos Varios Yabú con 105.6 toneladas de producción para un año.

Verticillium lecanii: Al igual que las líneas anteriores pasa por dos etapas, las formas de producción líquida y las sólida, esta última sobre Cabecilla de Arroz, con niveles productivos que crecen por año desde 216.2 toneladas sólidas en el 2008 a 228.5 toneladas en el 2009 y 306.3 en el 2010, (Tabla 2, Figura 5), con récord de producción en el año 2010, coincidiendo con Bravo, (2003), Cavallazi, (2002) y Machado, (2005). Con los mayores niveles productivos alcanzados en los CREE de Cultivos Varios Manacas y Cultivos Varios Yabú.

Trichoderma sp: Comienza su producción a partir del año 1992, en los CREE ubicados en las Empresas Tabacaleras del Municipio Manicaragua, incorporándose posteriormente 7 centros en la rama de Cultivos Varios, incrementándose los niveles productivos desde 225.2 toneladas producidas en el año 2008 a 138.4 toneladas en 2009 y 342.2 en el 2010 considerando como record de producción los años 2009-2010 (Tabla 2, Figura 5), mediante la utilización del sustrato de Zeolita, hasta el uso de la Cascarilla de Café, Aserrín y Bagazo de Caña .

En la tabla 5 se resumen las dosis a utilizar de los biopreparados de acuerdo al cultivo agrícola afectado por una plaga.

3.1.2 Entomófagos

Trichogramma sp junto con *Bacillus thuringiensis* es una de las primeras líneas que se comienza a reproducir en Cuba y en la Provincia, fundamentalmente en el CREE del LPSV, Pecuaria Vitrina y Cultivos Varios Encrucijada, pasando por dos etapas una primera con la reproducción a partir de la *Corcyra Cefalónica* y posteriormente la generación de *Sitotroga Cerealella* con niveles productivos que han ido desde 1352 millones de *Trichogramma sp* en el año 2008, 1317 millones en el 2009 y 1554.6 millones en el 2010 (Tabla 2, figura 6), constituyendo record de producción para este año, resultados similares se refleja en Caballero, (2003) en estudios realizados sobre “Datos Biológicos de algunas Enemigos Naturales y Plagas”, con los mejores resultados y más estabilidad en los CREE de Pecuaria Placetas y Cultivos Varios Encrucijada.

Enemigos Naturales: La provincia ha venido trabajando de forma muy estable con la reproducción en nuestros CREE, fundamentalmente en los ubicados en los Politécnicos Agropecuarios en tres líneas: *Euplectrus plathypenae*, *Telenomus sp* y *Phytoseilus macropilis*. A partir del año 2008 comienza su reproducción con 2400 mil parásitos producidos y un récord de 7550 mil en el año 2010 (Tabla 2, Figura 7) con los mejores resultados en los CREE Cultivos Varios Managuaco donde se ha concentrado el 55 % de las producciones.

Tabla 2. Comportamiento de medios biológicos en la provincia de Villa Clara (2008-2010).

Año	B.Th. (Ton)	B.Bassiana (Ton)	Trichoderma (Ton)	Verticillium (Ton)	Trichogramma (Millones)	E.Nat. (Miles)
2008	142.8	178.5	225.2	216.2	1352	2400
2009	187.8	181.2	138.4	228.5	1317	2552
2010	244.4	193.5	342.2	306.3	1554.6	7550
Total	575.0	553.2	705.8	751.0	4223.36	12502

Leyenda:

B. Th.: *Bacillus thuringiensis*

E. Nat.: Enemigos naturales

3.2 Comportamiento por medios biológicos.

3.2.1 Entomopatógenos.

***Bacillus thuringiensis*:** Es el medio biológico con mayor uso en la Provincia y el que más estable se ha mantenido en estos últimos años, similares resultados fueron obtenidos por Fernández, (2001) al reflejar 12697.1 caballerías, siendo al año 2008 el de mayor producción, debido a la incidencia del *Mocis sp* en Pastos en esta Provincia, donde tomó valores incalculables en Empresas como Pecuaria La Vitrina y Pecuaria Macum. A partir de los años (2008-2010), se logra hacer un mayor uso en la rama Cultivos Varios por la estrategia seguida por este medio en cultivos como la Papa, Tomate y Col, combinado con los hongos *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii*, coincidiendo con por DPSV, (1999) y (2000).

***Beauveria bassiana*:** El área tratada con este organismo en el año 2009 tiene un crecimiento muy superior a los diferentes años analizados, llegando a valores de 2853.1 caballerías tratadas en los últimos años, por estrategia que se traza en cultivos como la Papa y el Tomate, con su uso semanal alternando con *Verticillium lecanii* y *Bacillus*

Thuringiensis coincidiendo con la estrategia elaborada específicamente para el cultivo de la papa por Aranzazu, (2004).

Trichoderma sp: Es uno de los medios biológicos que más rápido se estableció en la Provincia fundamentalmente por la eliminación del uso del Bromuro de Metilo en Semilleros de Tabaco y trajo consigo la búsqueda de alternativas para el control de hongos del suelo, no solo para Tabaco sino también en Organopónicos, Huertos y Viveros de Café, con valores de área tratada que fueron incrementándose a partir de los años (2007-2010), hasta llegar a su máximo uso en el año 2009 con 808.3 caballerías tratadas coincidiendo con lo planteado por Pino, (1999) y Stefanova, (2002), con respecto al efecto del tratamiento de *Trichoderma sp*, en semilleros.

Verticillium Lecanii: Al igual que *Beauveria bassiana* a partir del año 2005 tiene un crecimiento vertiginoso, debido a la estrategia fitosanitaria montada bajo un programa (aplicaciones semanales), mezclado con el *Bacillus Thuringiensis*, llegándose a aplicar en los años (2007-2010) para 1404.3 caballerías.

Si lo comparamos con otros años atrás hay un crecimiento en el área a aplicar muy superior es decir, es el medio que más creció en su utilización, similares resultados exponen DPSV, (2000), en el análisis del Balance de Lucha Biológica de este período.

3.2.2 Entomófagos.

Trichogramma sp junto al *Bacillus Thuringiensis* es uno de los medios biológicos en este caso (entomófagos) que más se ha empleado en la agricultura, con áreas aplicadas durante estos años de 3224.8 caballerías. Teniendo su récord de aplicación en el año 2009 al igual que la *Trichoderma* y el *Bacillus* en el 2008, dado por la estrategia seguida contra el *Mocis sp* en pastos para alimento del ganado.

Enemigos Naturales: Sus aplicaciones se introducen y estabilizan en nuestras empresas de Villa Clara a partir del año 2001, fundamentalmente en Cultivos Varios Manacas, El Yabú y Sagua y cultivos tan problemáticos como es el Maíz y específicamente el control sobre huevos y larvas de *Spodópteras sp*, tratando durante los últimos tres años 2847.0 caballerías en la Provincia.

A continuación se representa el área tratada con Medios Biológicos la cual asciende a 27580.8 caballerías en los diferentes cultivos (Viandas Hortalizas, Café, Tabaco, Pastos y Otros), con un crecimiento de un 95 % con respecto a los años 2002-2004.

Tabla 3. Comportamiento histórico del área tratada con medios biológicos en la provincia de Villa Clara. (2005-2010)

U/M: Caballería

Año	B.Thuring	B.Bassiana	Trichoder	Verticillium	Trichog.	E.Natu.
2005	2000.3	155.0	120.3	201.3	191.0	982.0
2006	2300.6	198.5	185.5	251.2	251.0	150.0
2007	2700.3	220.3	210.3	350.5	290.8	169.0
2008	3200.0	633.5	671.0	240.7	716.9	596.1
2009	1285.5	840.0	808.3	316.8	913.0	987.4
2010	1213.4	805.8	805.8	496.3	862.13	1263.5
Total	12697.1	2853.1	2801.2	1856.6	3224.8	4148.0

Leyenda:

B. Th.: *Bacillus thuringiensis*

E. Nat.: Enemigos naturales

3.3 Resultados o comportamientos de la calidad de los medios biológicos.

En el caso de los entomopatógenos han pasado por diferentes etapas de producción que han favorecido al mejor comportamiento de los mismos y sobre todo buscar una mejora en los parámetros de la calidad de cada microorganismo, desde las primeras producciones líquidas y en zeolita en pomos de cristal y concentraciones de esporas de 10^7 - 10^8 esporas/ ml hasta lograr producciones sólidas, en bandejas ó tarrinas y concentraciones de esporas de $5-7 \cdot 10^9$ esporas/ ml. Para la realización de los controles de calidad se procedió como plantea el Instructivo del Laboratorio Provincial de Sanidad

Vegetal, elaborado en el año 1989 donde señala que estos serán ejecutados de conjunto por el CREE y el LPSV basado en la metodología de trabajo orientada, donde en el CREE se ejecutarán sus pruebas de control de calidad con correspondencia de sus nombres productivos, emitiendo el certificado de calidad del medio biológico que lo acredite; expedido 24 horas antes de la aplicación para *Bacillus Thuringiensis* e igualmente para *Beauveria bassiana* y otros hongos quedando pendiente el certificado de la prueba de virulencia en *Beauveria bassiana* para los 15 días posteriores a su montaje.

Para mejorar la eficacia del control de los medios biológicos se recomienda, que se deben respetar una serie de parámetros como son:

- Aplicar el producto preferiblemente por la tarde, donde la radiación solar sea la menor posible para que no afecte el organismo y consiga la efectividad técnica.
 - El almacenamiento debe ser en un lugar fresco, bajo techo y el menor tiempo posible.
 - No se debe mezclar con productos químicos (Fungicidas)
 - Que el producto salga para el campo con su correspondiente certificado de calidad y en ello la corrección de dosis de acuerdo a la concentración de espora que posea.
 - Que salga para el campo después de cumplido el ciclo del proceso.
 - Es recomendable que exista un riego previo a la aplicación sobre todo para los hongos, consigo mejoramos su control y establecimiento en el lugar.
 - El equipo de fumigación debe tener agitación hidráulica mecánica y siempre usar melaza al 2% para aumentar la dispersión en las esporas.
 - Fundamentalmente se recomienda en el caso del *B. Thuringiensis* aplicar en los primeros instares de la larva (1ro-3er).
 - El número de aplicaciones estará en dependencia del grado de intensidad de la plaga dado por los muestreos establecidos. Pérez (1992), Castineiras (1999), DECAP (2003)
- Comportamiento promedio de los controles de calidad del producto terminado durante los últimos 3 años por cada medio biológico histórico.

Bacillus thuringiensis:

Producciones Líquidas: los parámetros obtenidos en nuestra provincia:

- Pureza: hasta de un 5-10% de contaminante
- Concentración de esporas (a los 10 días): 5×10^4 a 4×10^5 esporas/ml (2da y 3ra categoría)
- Viabilidad: 87%
- Cristales: pocos
- Virulencia (Larvas de Spodópteras): 80-90 %
- Efectividad Técnica: 60-80 %

Estos resultados son similares a los obtenidos por Fernández y col., (1992); NR: (72-02), 1993, INSV y DPSV, (1999).

Producciones Sólidas:

- Pureza: 1% de contaminante
- Concentración de esporas :(4 días)
- Viabilidad: 97%
- Cristales: Incontables
- Virulencia (larvas de Spodópteras): 95 %
- Efectividad en campo: 92-92% en plagas de arroz, maíz y Cucurbitáceas

Estos resultados son similares a lo planteado por Holl, (1999) para este tipo de producción.

Hongos (*Beauveria*, *Verticillium*, *Paecilomyce*)

En Producciones Líquidas los parámetros obtenidos en nuestra provincia son:

- Pureza: 5 %
- Concentración de esporas (15 días): 3-4 esporas por ml (2da categoría)
- Viabilidad: 10% °
- Virulencia: 90 %
- Efectividad en campo: 80 - 82 %

Producciones Sólidas:

- Pureza: 2 %
- Concentración de esporas (4 días)
- Viabilidad: 97%
- Virulencia: 96
- Efectividad técnica en campo: 88 - 93%

Comportamiento de los parámetros de calidad de *Trichogramma*:

- % de parasitismo: 80-98%
- % de nacimiento: menor 90
- % individuos deformados: menor de 15 individuos deformados
- Tiempo de vida en días: 3 días
- Proporción de sexo: 1: 1
- % de parasitismo sobre hospedante natural: 80-90
- Capacidad parasítica 18-25

Como se puede apreciar los *Trichogrammas* están en la categoría de 2da, Caballero, (2003); INSV, (2005), siendo el indicador que más afecta individuos atrofiados, sobre todo por condiciones de contaminación de CREE ubicado en Sagua, (Macum) y la no existencia de forma de regulación de la temperatura y humedad relativa, de los cuartos de producción.

3.4 Comportamiento de la bioseguridad en los CREE en el período 2008 – 2010.

En el caso de Villa Clara, nuestros CREE fueron construidos sin la observación de las normas que establece el CITMA hoy en día, por lo que se trabajó con muchos problemas no solo desde el punto de vista constructivo sino también de procedimiento a la hora de trabajar con un microorganismo, Loyola (2001).

En el caso de Villa Clara al partir del año 2001 se tuvo que eliminar de la producción la línea de *Paecilomyce Lilacinus* en los CREE que lo producían, tal es el caso del CREE ubicado en la EMA Jibacoa donde todo el personal tuvo necesidad de recibir tratamiento médico por diversas dolencias producidas por este microorganismo. No solo sucede esto por falta de determinados recursos sino por negligencia en determinados momentos, que se comete por el hombre, este es el caso de lo CREE de *Trichogramma* donde se debe ser más estricto.

Principales violaciones cometidas que van en contra de lo establecido en el reglamento o instrucción 1/84 y 1/97:

Limitaciones con las batas sanitarias y uso de ellas dentro de los locales de los CREE. Se come, bebe y fuma dentro de los locales.

El uso de caretas, gorros, máscaras protectoras en ocasiones se hace difícil en los cuartos de siembra, a. la hora de la cosecha sobre todo cuando se trabaja con hongos o mariposas es imprescindible.

El procedimiento en los cuartos de siembras en ocasiones no es el mejor, ni el más técnico.

Se ha presentado problemas en los CREE con el detergente, Jabón, alcohol y el control como establece el reglamento o instructivo 1/84 y 1/89.

En ocasiones se ha ido por encima de lo establecido con niveles de contaminación como es en el caso de la *Beauveria bassiana* sobre todo en la época de primavera.

El trabajo y cuidado en los CREE de *Trichogramma* no se hace de la mejor forma sobre todo cuando se trabaja con el hospedante.

3.5 Impactos que ha tenido la creación de la red de centros de reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos y las producciones de los diferentes medios biológicos en la Provincia.

Impacto Social

Ha permitido el manejo de técnicas agro ecológicas a las diferentes empresas de la provincia, campesinos agrupados en las diferentes formas productivas (CCS y CPA, Agricultura Urbana y otras entidades).

Apoyo en la formación Socio-política y Técnico profesionales, a técnicos y obreros que se encuentran trabajando en nuestros CREE.

Impacto Ambiental

En el proceso de introducción y conversión tecnológica llevada a cabo en los 28 CREE y en las 30 000 hectáreas como promedio aplicadas con Medios Biológicos por año en la provincia, se evitó que aproximadamente entre 500-600 toneladas de Plaguicidas Químicos contaminaran el suelo y el agua.

Recuperación de la Entomofauna benéfica en nuestros campos.

Mayor sanidad de los Productos Agrícolas, más sanos y estables.

Impacto Económico

Se reducen las importaciones de plaguicidas químicos a nuestro país, representando para Villa Clara un ahorro de 1686.0 t de pesticidas y 2686.6mil USD.

En las áreas atendidas se obtuvo una reducción de uso de Plaguicidas químicos y con ello una reducción del desembolso financiero y costo, tanto para las empresas como a los campesinos y a los cultivos.

3.6 Inserción de los medios biológicos en el manejo integrado de plagas. (MIP)

Durante los últimos años la provincia de Villa clara ha incrementado notablemente el uso de los medios biológicos para el control de plagas y enfermedades en diferentes cultivos.

Esta política se trazó por las siguientes razones:

- ✓ Escasez de pesticidas, en la mayoría de los casos se adquirirían en el área socialista.
- ✓ Resistencia de algunas plagas a las pesticidas existentes, ejemplo la polilla de la col.
- ✓ Propiciar el equilibrio biológico entre las plagas y sus enemigos naturales.
- ✓ Evitar o disminuir la carga tóxica al medio ambiente.

Para poder llevar a la práctica esta política se incrementaron las producciones de medios biológicos y paralelamente a esta se ha establecido en la provincia el Manejo Integrado de Plagas, en los cuales las principales elementos que se tienen en consideración son:

Medidas Sanitarias

- Uso del pronóstico y la señalización.
- Uso del material de siembra saludable.
- Eliminar los focos de infección.
- Evitar la colindancia de un mismo cultivo de diferente fenología.
- Evitar encharcamiento del área.

- Empleo de plantas resistentes a plagas y enfermedades.
- Recogida de los restos de cosecha.
- Uso y empleo de entomófagos y entomopatógenos.

Medidas Agronómicas

- Asociación de Cultivos (cultivos mixtos; intercalamiento y en fajas).
- Rotación de cultivos y el uso fundamentalmente de barreras de maíz.
- Mantener la distancia de siembra adecuada por especies.
- Siembra en las fechas óptimas recomendadas.
- Uso de plantas trampas o repelentes.
- Aplicar materia orgánica al suelo.

Medidas Mecánicas

- Recolectar y eliminar de forma manual insectos, plagas. Uso de trampas artificiales.
- Eliminar partes afectadas de las plantas.
- Uso de aves de corral).

En base a estos elementos tenemos implantados MIP en los siguientes cultivos, de acuerdo a Pérez (2000) y DECAP, (1997).

- MIP en Col (*Plutella Xylostella* y *Afidios* sp.)
- MIP en Maíz. (*Spodopteras* sp.)
- MIP en Yuca. (*Erymnis ello*)
- MIP en Pastos (*Mocis* sp)
- MIP en Organopónicos y huertos intensivos (Plagas en general).
- MIP en Cucurbitáceas (*Diaphania* sp.)
- MIP en Boniato (*Cylas fornicarus*).
- MIP en Plátano (*M.figiensis*, *Nemátodos*, *Timius túmidos* y *C sordíus*)
- MIP en Café (Plagas en general, Minador, Cóccidos, Enfermedades: Roya.

Antracosis).

- MIP en Tabaco (Plagas en general, Heliothis, Aphidos, Nemátodos, Malezas).
- MIP en Papa (Plagas en general).
- MIP en Tomate. (Géminis virus, mosca blanca y plagas en general). Manejo integrado de plagas en col. Es uno de los cultivos en el que más se ha tenido que trabajar debido a las características que presenta la plaga *Plutella Xylostella*, su larva ocasiona grandes daños, además de las características del repollo, que le brinda mucha protección a la plaga. En la década del 80 al 90 en nuestra provincia se llegaron a hacer 30 aplicaciones de insecticidas químicos (Tamarón, Parathión, Malathión, Bi-58) a este cultivo en nuestras empresas y no se controlaba eficientemente esta plaga. Hoy el programa se ha montado de manera diferente como a continuación se explica y presenta en las Tabla 4 y 5.

El mencionado programa cuenta entre sus acciones con:

- - Siembras tempranas evitando el escalonamiento.
- - Desinfección de la semilla (posturas), con *Trichoderma* sp. Ver (Tabla 4).
- - Liberación de *Trichogramma* sp a 100 000 individuos /ha. Ver (Tabla 5).
- - Aplicación de *Bacillus thuringiensis* (Cepa 26) con frecuencia de 4 a 7 días.
- - Aplicaciones mezcladas con *Verticillium lecanii*.
- - Uso de trampas para capturar adultos. - Desinfección de la semilla (posturas), con *Trichoderma* sp. Ver (Tabla 4).

Tabla 4

USO DE LOS ENTOMOPATÓGENOS

Biopreparados	Cepa	Plaga a controlar	Dosis
<u>Bacillus Thuringiensis</u> (Líquido) $5 \times 10^7 - 1 \times 10^8 \text{ m.l}^{-1}$ (Sólido) $2 \times 10^9 - 4 \times 10^9 \text{ m.l}^{-1}$	LBT - 3	<u>Radopholus similis</u> en plátano	100 m l/plantas mas 5 lts agua
	LBT - 13	Araña Roja, Ácaro Blanco, Ácaro del Moho y <u>Sceria Tulipae</u>	10 lts /Há
	LBT - 21	Gusano del Tomate Gusano de la Masorca <u>Heliothis spp.</u>	Líquida - 10l/ Há Sólido - 1 kg/Há
	LBT - 24 - 26	Polilla de la Col <u>Spodoptera</u> , Primavera <u>Diaphanias</u> , Minadores <u>Heliothis</u> <u>Mocis spp.</u>	Líquida - 10l/ Há Sólido - 1 kg/Há
<u>Beauveria Bassiana</u> (2 $\times 10^9 \text{ m.l}^{-1}$)	LBb - 1	Crisomélidos, Borrex de la Caña, Tetuán, Picudo Negro y Acuático del Arroz, Trips y Mosca Blanca	Sólido - 1 kg/Há
<u>Verticillium Lecanii</u> (vegetales) (2 - 3 $\times 10^9 \text{ m.l}^{-1}$)	Y - 57	Salta Hojas, Mosca Blanca, Trips, Pulgones y Cócidos	Sólido - 1 kg/Há
<u>Verticillium lecanii</u> (Café) (2 - 3 $\times 10^9 \text{ m.l}^{-1}$)	Y - 57	Roya del Café	Sólido - 1 kg/Há
Metarhizium Anisopliae (1 $\times 10^9 \text{ m.l}^{-1}$)	Y - 57	Picudo Negro del Plátano y Acuático del Arroz, Polilla de la Col, Tetuán, Crisomélidos y Margaronias	Sólido - 10 - 20 kg/Há
<u>Trichoderma sp</u> (1 - 3 $\times 10^9 \text{ m.l}^{-1}$)	Y - 57	Damping off Mildium vellosa Phitophthora parasítica <u>Fusarium spp</u> <u>Phitum spp</u> <u>Sclerotium spp</u> <u>meloidogynes spp</u>	Tratamiento al suelo 8 Kg/Há Tratamiento de postura 20 g/L de suspensión Tratamiento Foliar 8 Kg/Há

Tabla 5**EMPLEO DE TRICHOGRAMMA SPP**

Cultivos	Plagas a Controlar	Dosis (Parásitos /Há)	No. Tratamiento	Frecuencia
Yuca	Primavera (<u>Erinnyis ello</u>)	15000 - 30000	4 - 6	7 días
Pasto	Mocis spp	15000 - 30000	5	7 - 30 días
Col	Plutella xylostella	50000 - 100000	10	Semanal
Cucurbitaceas	Diaphanias sp	30000 - 50000	7	Semanal
Toamte Papa	<u>Heliothis spp</u> <u>Spodópteras spp</u> E - ello Keifenia	30000	1 - 2	Semanal
Boniato	Spodópteras E - ello	30000	1 - 2	Semanal
Maíz y Caña	Bórer y otros Lepidópteros	30000	4 - 5	Semanal

Manejo integrado de plagas en col.

Este control ha mejorado mucho con la introducción en los años 2000 de Bacillus sólido, y se han obtenidos rendimientos de 8 Ton/ha como se aprecia en la (Tabla 7). Resultados similares ha obtenido en cuanto a estrategias Caballero (2003); Machado (2001) y D PSV (2005-2008).

Manejo integrado de plagas en el Maíz.

En Villa Clara a partir del año 2007 se trabaja por el restablecimiento de la entomofauna benéfica, con la eliminación de las aplicaciones líquidas de insecticidas que promediaron a 6 aplicaciones antes de los 45 días como por ejemplo:

- Liberación de enemigos naturales (Euplectrus sp, Telenomus sp) y Trichogramma sp a los 7 días de germinado en cultivo con frecuencia semanal.

Aplicaciones de Entomopatógenos (*Bacillus thuringiensis*-Cepa 24, *Beauveria bassiana* y *Neumarea*). Se puede realizar aplicaciones por separado o mezclando estos medios. Aplicaciones en espolvoreo o dirigidas de fórmula Duplex, solamente cuando haya un índice superior de plaga al 30%, resultados similares plantea Smich (2001) y DPSV, (2003).

Se obtuvieron rendimientos de 1 Ton/ha (Tabla 7).

Manejo integrado de la yuca

Es uno de los primeros cultivos en el que se estableció el MIP, a tal magnitud que hoy no se realizan aplicaciones de productos químicos, montándose la estrategia con el empleo de:

- Liberaciones de *Trichogramma* sp, a partir de que se detecten los primeros huevos con frecuencia semanal.
- Ante presencia de larvas se realizan aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (Cepa 24 y 26).
- Aprovechar la presencia de la entomofauna benéfica, en los campos (Apanteles), ayudando a su diseminación, (110 traslado manual del algodón sino la liberación de adultos).
- Para el control de ácaros se realizan liberaciones de *Phytoseiulus macropilis*.
- Profundizar en el trabajo de los focos históricos de primavera.

Se obtuvieron rendimientos de 8 Ton/ha (Tabla 7).

Esta estrategia coincide con lo planteado por López (1999) y DPSV (2000). Manejo integrado de los pastos

Es el MIP que menos se ha llevado a cabo en los últimos años, pero fue una de las iniciadoras del uso de los medios biológicos y de los manejos integrados, con sus mayores éxitos en el año 2007-2010. Hoy se trabaja con el uso preventivo en los focos históricos, empleándose *Trichogramma* sp, de acuerdo lo establecido por DPSV. (2000).

Este se establece fundamentalmente para buscar una alternativa a la sustitución de productos químicos en áreas urbanas, disminuir o anular los residuos tóxicos en los vegetales y para evitar mayores afectaciones cuando existe intercalamiento de cultivos, dada esta situación la estrategia fitosanitaria para este tipo de agricultura es el empleo

de la lucha biológica, corroborando de acuerdo a lo planteado por Machado (1997) y DECAP (1997).

Las afectaciones más comunes de plagas a los cultivos establecidos en organopónicos y huertos intensivos (vegetales y hortalizas) son: *Bemisia Tabaci*, *Empoasca* spp, *Frankliniella* spp, *Liriomyza trifoli*, *Aphis gossypii* y Nematodos, (*Melldogyne* incógnita), los mejores resultados para su control se reportan con el uso de *Bacillus thuringiensis* (cepa 24-26), *Verticillium lecanii* y el *Trichoderma*, la estrategia a seguir es:

- Peletización a la semilla con *Trichoderma* sp.
- Al finalizar el ciclo de cada cultivo aplicar *Trichoderma* al suelo.
- Aplicaciones semanales de *Bacillus* (cepa 24-26), y mezclado con *Beauveria bassiana* y *Verticillium Lecanii* .Resultados similares obtuvo Fernández, (2001.)

Manejo integrado de las Cucurbitáceas (Calabaza, Pepino y Melón)

En el caso de estos cultivos se debe seguir fundamentalmente la lucha contra la *Margaronia*, nemátodos; mosca blanca, trips, aphidos y crisomélidos en cuanto a plagas con el empleo de:

- Peletizar toda la semilla con *Trichoderma* sp, o su aplicación en siembra.
- Efectuar 5 liberaciones de *Trichogramma* sp a partir de los 7 días de siembra para el control de huevos de *Diaphania*.
- Para el control de larvas se realizan aplicaciones preventivas de *Bacillus turingiensis*, solo o mezclado con *Verticillium Lecanii* y *Beauveria basiana* alternativamente, cada 5 días como mínimo obteniéndose rendimientos de 8Ton/ha (Tabla 7).

Manejo integrado del Boniato.

La principal plaga en este cultivo es: *Cylas fornicarium* (Tetuán del boniato) y una de las más que se ha trabajado desde el punto de vista sanitario, aquí se establece un programa que incluye:

- Desinfección de la semilla (bejuco) con *Beauveria bassiana*, al 5% durante 3 minutos.
- Aplicación de *Beauveria basiana*, antes del cierre del cultivo con frecuencia semanal.
- Uso de trampas de feromonas a partir de los 35 días y mantenerlas con tratamiento de *Beauveria basiana*.

- Utilización y liberación de Hormiga Leona a partir de los 35 días. Para ello se debe contar con reservorios atendidos con buena población para garantizar 100 hormigueros / ha.

- Aplicaciones foliares contra larvas de lepidópteros, aplicaciones de *Bacillus thuringiensis*, (Cepa 24-26), similares uso de estos medios biológicos propone. DPSV, (2001-2004).

Se obtienen rendimientos de 6Ton/ha (Tabla 7).

Manejo integrado del Plátano.

En cuanto a plagas y enfermedades se trabaja con el control del Picudo Negro Araña Roja y los Nemátodos spp y el uso de la *Beauveria bassiana*, 0.5 g por plantón de un producto que esté 10, (*Bacillus thuringiensis* Cepa 3), en poblaciones de nemátodos superiores a 2000 individuos / 100 gr. de raíces y en el caso de la araña roja el empleo del *Platyseillus macropilis* coincidiendo con lo planteado por: Almaguel, (1999) y DPSV. (2002- 2005).

En un principio se estuvo trabajando sobre todo en viveros y siembras nuevas con el uso del *Paecilomyce lilacinus*, el cual fue sustituido por el *Trichoderma* spp, empleándose en viveros a razón de 5 g / bolsa y 50 g / hoyo. El empleo de *Verticillium Lecani* para el control de la roya en viveros y áreas de fomento y producción y del uso de *Beauveria bassiana*, para el control de Coccidos y Coleópteros. Obteniéndose 8-10 Ton/ha de rendimiento, (Tabla 7). Resultados similares obtiene (Gómez ,1999).

Manejo integrado de plagas en Tabaco.

A pesar de que es el cultivo que más aseguramiento de productos químicos tiene, se aplican los medios biológicos con resultados positivos, tanto en semilleros, tabaco tapado como en plantación (sol en palo).

La estrategia a seguir en este cultivo es la siguiente:

- Realizar de 2 a 3 aplicaciones al suelo con Trichoderma, una antes de la riega de la semilla y la otra antes de los 15 días, con buenos resultados sobre hongos del suelo y estimulante de la pequeña planta.

Uso del Trichoderma para sumergir la postura antes de salir para el campo.

-Uso del Bacillus thuringiensis solo mezclado con insecticidas (proporción 25% de Insecticidas y 100% de Medios Biológicos). Con resultados positivos sobre plagas en general en semillero, Heliothis y Afidos en plantación, llegándose a tratar en la provincia en los últimos años de 350 – 600 caballerías, resultado similares reportan Pino, (2001) y Andréu, (2003).

Es uno de los cultivos que más medios biológicos ha utilizado en los últimos años, con vista a reducir el programa de aplicación de insecticida (de 7-1 tratamientos), siendo muy susceptible a un grupo de organismo nocivo en los que tenemos: insectos que atacan al follaje, pulgones, minadores, larvas de varias especies de lepidópteros, salta hoja, mosca blanca, ácaros y nemátodos. Estableciéndose un programa que contempla:

- Comenzar aplicaciones preventivas de medios biológicos a partir del 80% de brotación del cultivo, hasta que se comience las aplicaciones de Fungicidas.

- 6 tratamientos de Bacillus thuringiensis (Cepa 13. 24 o 26) mezclado con Beauveria bassiana (2 tratamientos) y Verticillium lecani, (2 tratamientos). En el caso de Villa Clara las aplicaciones de Bacillus thuringiensis, corresponde a la Cepa 13, ya que la plaga que hace incidencia es el ácaro blanco. Murguido, (1994) y Sarmiento (1998).

Manejo integrado del tomate

Al igual que en el cultivo de la papa en los últimos días la protección fitosanitaria con medios biológicos en el este cultivo ha tenido grandes logros, con la incorporación del mismo en la estrategia donde se establece realizar aplicaciones de Bacillus thuringiensis (Cepa 24-26), 4 tratamientos mezclado con Verticillium lecanii; más 2 tratamientos intercalados de Beauveria bassiana, alcanzando rendimientos de 10Ton/ha. Para el control de los Géminis virus; Mosca blanca, Trips y Lepidópteros, con aplicaciones similares exponen, Rodríguez. (2001) y DPSV. (2003).

De forma general la insertación de los Medios biológicos en los MIP están en dependencia del cultivo y plaga presente a controlar, sobre la base de los parámetros de números de tratamientos a emplear, dosis y título del producto. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la tabla 7.

Tabla 7: Rendimientos obtenidos por cultivos

Cultivos	Rendimientos (Ton/ha)
Col	8
Maíz	1
Yuca	8
Cucurbitáceas	7-8
Boniato	6
Plátano	8-10
Tomate	10

3.7 Justificación económica con el uso de los medios biológicos

Uno de los avances obtenidos durante los últimos años, es que se logra transformar la producción líquida de nuestros CREE con la producción sólida en todas las líneas con las siguientes ventajas:

- Se logran titulaciones más altas (de 5×10^7 y $1 - 2 \times 10^8$ a $3 - 6 \times 10^9$)
- Se ahorra energía eléctrica (de 5 – 7 esterilizaciones por turno a 3 – 4 esterilizaciones).
- Mayor productividad por técnico.
- Menor esfuerzo físico del personal que lo trabaja.
- Es más factible su manipulación y transportación.
- Se alarga el período de conservación (15 días-1 mes a 6- 12 meses)
- Se ahorra tiempo en la elaboración
- Menor posibilidad de contaminación
- Mejores resultados en el campo
- Reducción del costo del tratamiento fitosanitario de una hectárea de \$10.00 a \$6.20.

A partir de los procedimientos elaborados por Barba, (2002) y Sánchez, (2002), se precedió a calcular el costo de producción de los diferentes medios biológicos, Ferrer (1994) y Holl, (1999).

- Costo de producción de medios líquidos — 0.86 \$/litro
- Costo de producción de medios sólidos (hongos) 2.25 \$/L
- Costo de la producción de medios sólidos (Bacillus) — 4.25 \$ / Kg.
- Costo de la producción de Trichogramma — 34.62 \$ el millón de parásitos.

Precio de venta

- Producciones líquidas (Bacillus thuringiensis) - \$ 1.00/ litros
- Producciones sólidas (Hongos) \$ 5.00 / Kg.
- Producciones sólidas (Bacillus thuringiensis) \$ 10.00/Kg.
- Producción Trichogramma—\$ 38.35 el millón

Tabla 8. Valoración económica para el uso de los medios biológicos durante el período (2008-2010).

Año	Toneladas Pesticidas Ahorrados	Valor del ahorro del pesticida (USD)	Producción Entomopatógenos (Ton)	Producción Entomófagos (Millones)
2008	501.0	798.3	517.6	1850.35
2009	585.0	932.16	616.8	2009.40
2010	600.0	956.18	803.5	2650.05
Total	1686.0	2686.6	1937.9	6509.8

Como se expone en la Tabla 8 y en Figura 9 de la sección de Anexos; en los últimos 3 años ha existido un incremento en la producción de Entomopatógenos representando 1937.9 toneladas de estos medios y en el caso de los Entomófagos 6509.8 mil parásitos producidos, lo que ha permitido una mayor cobertura a nuestros cultivos y consigo la disminución de la carga tóxica.

Esto ha permitido la sustitución de un gran número de productos químicos (sobre todo de insecticidas) en diferentes cultivos, siendo los más favorecidos los cultivos de Papa, Col, Maíz, Tabaco y cultivos en organopónicos. Esto ha traído consigo un ahorro de 1686.0 toneladas de pesticida y 2686.6mil USD en divisa.

Conclusiones parciales

- ✍ La provincia de Villa Clara ha tenido un incremento de diez líneas de producción de medios biológicos en los últimos 3 años, representando esto un aumento de 20 000 toneladas.
- ✍ Se ha obtenido resultados relevantes en cuanto a la calidad, en los parámetros de formas, métodos de producción y titulaciones de los medios hasta 10^9 esporas, lo que conlleva a mayor eficiencia técnica.
- ✍ Con la aplicación de los diferentes medios biológicos y su incorporación en los Manejos Integrados de Plagas se ha disminuido el número de tratamientos de productos químicos, específicamente en los cultivos de la Col, Maíz, Papa, Boniato, Tomate, Cucurbitáceas, Yuca, Pastos y Tabaco.
- ✍ La provincia logra una reducción de la carga tóxica en los cultivos al sustituir las aplicaciones de productos químicos por medios biológicos lo que repercute en lograr una agricultura ambientalmente sostenible en la Provincia de Villa Clara.

CONCLUSIONES

1-Con la producción de 2585.0 t de Entomopatógenos y de 1686.0 millones de parásitos Entomófagos dentro de los últimos 3 años se ha logrado el mejoramiento de los cultivos analizados en esta investigación.

2- La aplicación de medios biológicos en cultivos como la papa, col maíz, el tabaco y cosechas en organopónicos ha repercutido en un ahorro de 1686.0 t de insecticidas lo que reporta un ahorro en divisa de 2686.6 mil USD en la provincia de Villa Clara.

3- Con la aplicación de la estrategia fitosanitaria para los cultivos analizados la cual se sustenta en el manejo integrado de plagas se logra un mejoramiento ambiental en la provincia de Villa Clara y un incremento de las producciones.

RECOMENDACIONES

1. Buscar mayor volumen de Medios Biológicos, para fortalecer más el trabajo en todos los cultivos.
2. Buscar más eficiencia en el costo de los diferentes medios Biológicos.
3. Producir medios biológicos con un % de parasitismo elevado para así lograr un mejor control de plagas en el campo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Almaguel L, Ramos, Martínez Z. Manejo Integrado del ácaro rojo en el cultivo del plátano. IX Forum de Ciencia y Técnica. II Expocree. Resumen (Ciudad. Habana) 1994; 85p.
2. Almaguel L. Manejo integrado de los ácaros en Cuba. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal (La Habana) 2007.
3. Agamez E, Ramos A. Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma*. Ministerio de la Agricultura. Revista Agrinfor (La Habana) 2008; 43(3): 23-34.
4. Agusin E, Volpe D. Effect of cultura conditions and spore sep life of the biocontrol agent *trichoderma barzianum*. Ed. Longman. New Cork; 1997.
5. Andréu C y Cupull R. Instructivo técnico para la producción y conservación de los biopreparados de *Trichoderma* sp. Centro de Investigaciones Agropecuarias, (UCLV) 1994.
6. Anónimo A. Instructivo Técnico sobre el Manejo de la Calabaza. Ministerio de la Agricultura, (La. Habana) 1998.
7. Anónimo B. Instructivo Técnico sobre el cultivo del Boniato. Ministerio de la Agricultura (C. Habana) 1998.
8. Altieri M, Conversión Orgánica de la Agricultura Cubana (La Habana) 1994; 46 a 160p.
9. Altieri M, Agroecología Base Científica para una agricultura sostenible (La Habana) 1997; 249p.
10. Arning, I y Lizárraga A. Manejo Ecológico de Plagas. Una propuesta para la Agricultura sostenible. (Lima) Perú; 1999: 85-105p.
11. Aranzazu L. Evaluación de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces Lilacinus* y *Trichoderma* sp, sobre estados biológicos de *Eisenia foetida*. (CENICAFE) 1999; 50 (1): 39-48p.
12. Badii H., Flores E, Hanad L. Diversidad Ecológica y Calidad ambiental (México) 1994; 80(5): 18-22.

13. Badii H, Flores E. Medición del Impacto económico de plagas y Calidad ambiental (México) 1996; 90(5):6-9.
14. Barba. M. Metodología para la determinación de la Eficiencia. Económica de los CREE y Plantas Industriales de Biopreparados.Ed.Trillas.México; 1993.
15. Becerra M, Sánchez A. Control de Spodoptera frugiperda con Neumarea rileyii. IX Forum de Ciencia y Técnica. INISAV (La Habana) 1995; 57p.
16. Bernal B, Fernández O. Empleo de Biopreparados en el control de hongos fitopatógenos del suelo, en tabaco, pimiento y tomate de hidropónicos. Folleto de INISAV. La Habana; 1995.
17. Bravo N, González E. Reproducción masiva de Verticillium Lecani en la condiciones de los CREE; CENSA. La Habana; 1992.
18. Bueno A.Comportamiento de los medios biológicos naturales en el control de huevos de Primavera de la Yuca. IX Forum. (Banao) 1994; 29p.
19. Barrera B.Control biológico.Control de Spodoptera Frugiperda.(Citado 20 de Marzo de 2006).Disponible en [http:// ww.imtech.res.in,urbanetext.illinois.edu](http://ww.imtech.res.in,urbanetext.illinois.edu).
20. Caballero S. Conferencia de Entomófagos.Folleto del LPSV. Villa Clara; 1999.
21. Caballero S. Instructivo para la ejecución y chequeo de los controles de calidad de los medios biológicos. Folleto del LPSV. Villa Clara; 2002.
22. Caballero S.Crías masivas de Telenomus sp.Folleto del LPSV.Villa Clara; 1992.
23. Caballero S. Datos biológicos de algunos enemigos naturales y plagas que controlan. Folleto del LPSV. Villa Clara; 1994.
24. Caballero S, Martínez J, Pérez M.Metodología de Efectividad del Trichogramma en el control de Plutella xylostella. IX Forum; 1994.
25. Caballero S. Estudio biológico sobre Euplectrus plathypenae. Folleto del LPSV. Villa Clara; 1999.
26. Calderón A,Cononado M.Metodología para la introducción de resultados. INISAV. La. Habana; 1998.
- 27.Carreras B. Sustancias nematocidas aisladas de cultivos filtrados de Paecilomyce Lilacinus. La Habana; 1994:85p.
28. Castineira A. Aspectos Morfológicos y Ecológicos de Pheidole megacephaia.(Tesis Doctoral). La Habana; 1986.

29. Castineira A. ¿Qué es la lucha Biológica? LPSV. Ciudad Habana; 2000.
30. Cavallazzi G, Prieto A y Ariza R. Evaluación de Entomopatógenos *Verticillium lecanii*. Folleto del LPSV. Villa Clara; 2001
31. Carballo M. Manejo de insectos mediante parasitoides. Revista Agroecológica (Costa Rica) 2002; 150(66): 118-122.
32. Colectivo de Autores. Compendio de Seguridad Biológica (La Habana) 2005.
33. CITMA. Decreto Ley No 190 de la seguridad biológica. Ciudad Habana; 1999.
34. INSV. Sistema de información para controlar la producción de medios biológicos en busca de la calidad y cantidad de los mismos. Ministerio de la Agricultura. (La Habana) 1998.
35. INSV. Vigilancia fitosanitaria. Plagas cuarentenadas. Folleto (La Habana) 2000.
36. INSV. Plagas de los principales cultivos. Ciclos biológicos y métodos de control. Folleto (La Habana). 2000.
37. INIVIT. Instructivo técnico del cultivo del boniato (Villa Clara); 2008.
38. DECA P. Manejo integrado de plagas. Boletín (La. Habana) 1997.
39. DECAP. Insect Post Management England C. A. B. Internations. Folleto (England) 1991.
40. DPSV Balance de Lucha Biológica. Folleto (Villa Clara) 1998.
41. DPSV. Estrategia Fitosanitaria de la campaña de frío. Folleto (Villa Clara) 1999.
42. DPSV. Balance del año de Lucha Biológica. Folleto (Villa Clara) 2002.
43. DPSV. Balance de Lucha Biológica Campaña de frío 2000-2001. Folleto (Villa Clara) 1999.
44. DPSV. Estrategia fitosanitaria de la campaña de primavera. Ministerio de la Agricultura (Villa Clara) 2001.
45. Fernández O, Castañeda L. Medio compuesto por melaza de caña y levadura torula para la reproducción del *Bacillus thuringiensis*. INISAV. (La Habana) 1999.
46. Fernández E, Pérez E. Manejo integrado de plagas del tabaco en plantaciones. Informe de resultados. Programa de tabaco. (La Habana) 1998.
47. Fernández O. Biopesticida de *Bacillus thuringiensis*. INSV. (La Habana) 2002.
48. Fernández E, Bernal B y Vázquez L. Manejo integrado de plagas en organopónicos. IX Forum de Ciencia y Técnica. Resumen. INISAV. (La. Habana) 1999.

49. FAO.Organización para la Agricultura y la alimentación. (Citado 20 de Febrero de 2003).Disponible en <http://www.fao.org>.
- 50 .García R. Tendencia Mundial a la Agricultura Orgánica Conferencias y mesas redondas. 1 Encuentro de Agricultura Orgánica. (La Habana) 2003.
51. Gomero L,Lizárraga A. Agentes del control biológico en la Agricultura Sostenible, viabilidad y estrategia de desarrollo. Lima (Perú) 1999:24 -28p.
52. Gómez E, Álvarez A. Estudio preliminar de la producción de toxina por el hongo Paecilomyce Lilacinus. (La Habana) 2003.
53. Grillo O, Pérez R Nuevos sistemas para la reproducción de hongo.CIAP.Facultad de Ciencias Agropecuarias. (UCLV) 1998.
54. Heredia I, Álvarez C.Producción masiva de Trichoderma sp. LPSV. (Villa Clara) 1995.
55. Heredia I, Álvarez C.Metodología para la reproducción masiva de Trichoderma sp. Folleto. LPSV. (Villa Clara) 1999.
57. Ignoifo C.Environmental factors effecting persistence of Entomopathogens.Folleto de Entomologist (Florida) 1992.
58. INISAV. Reglamento higiénico-sanitario y de protección para los controles de reproducción de bioplaguicidas.Folleto(La Habana)1999.
59. Instructivo 1. Elementos a tener en cuenta en los CREE, referente a la seguridad biológica Ministerio de la Agricultura (La Habana) 1984.
60. Instructivo. Normas para la ejecución y chequeo de los controles de calidad de los medios biológicos. LPSV (Villa Clara) 1989.
- 61.INIVIT.Instructivo Técnico del Cultivo del Boniato.Villa Clara;2008.
62. Jalil C, Morero G. Efecto de la temperatura sobre el crecimiento micelial de Botryhs cinerka y de su antagonista Trichoderma: Departamento de Ciencias Vegetales. (Chile) 1997.
- 63.Kolmans E,Vázquez D. Manual de Agricultura Ecológica.Grupo de Agricultura Orgánica . Holguín; 2009.
64. López, A. Manejo integrado de Plagas. De origen conceptual y su.desarrollo empírico. Revista Corpoica. Colombia; Vol 3: 2009.

65. López C. Qué sabe usted sobre los bioinsecticidas. Actividades de Sanidad Vegetal. Ministerio de la Agricultura (La Habana) 1994.
66. Loyola J. Conferencia de Bioseguridad. (Post-Grado impartido por el INSV). La Habana; 2001.
67. LPSV. Uso del Trichoderma sp en la Agricultura Folleto (Villa Clara) 1992.
68. Machado F. Trabajo desarrollado por la Sanidad Vegetal para el mejoramiento de la calidad ambiental. Folleto (Villa Clara) 1997.
69. Márquez M, Fernández O. Determinación de las fracciones acaricidas de Bacillus thuringiensis. INISAV. (La Habana) 1999.
70. Ruiz R. Revista del Movimiento Agropecuario de América Latina y el Caribe. (La Habana) 2002.
71. Ruiz R. Sanidad Vegetal y el control biológico de plagas. (La Habana) 1998.

Figura 2: Producción de medios biológicos de la provincia Villa Clara

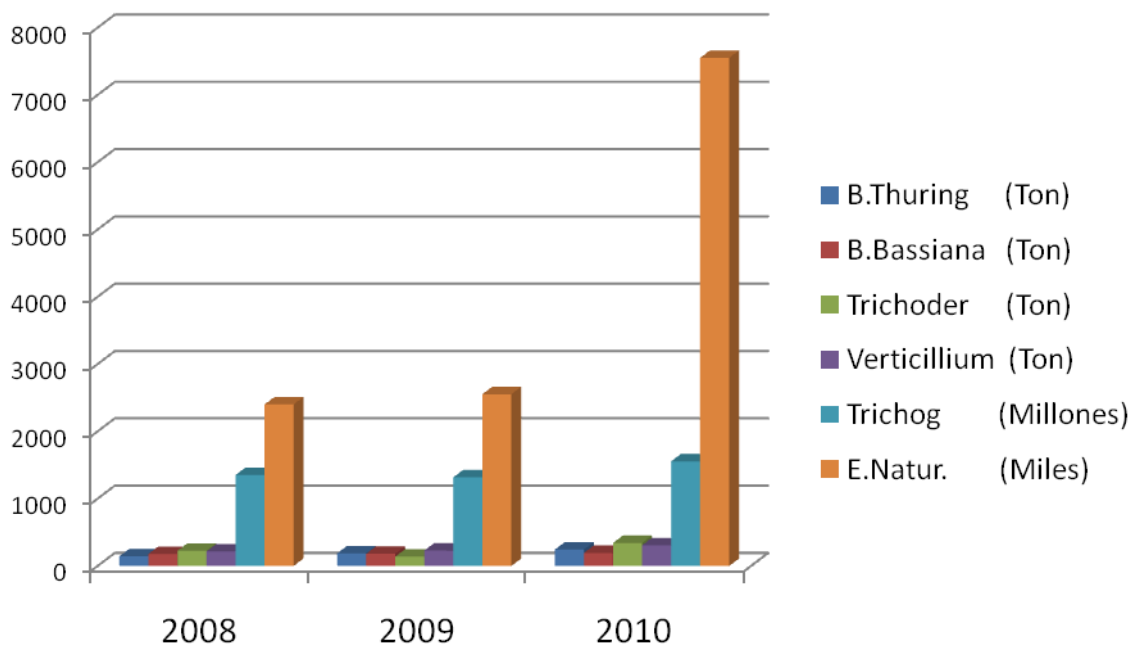


Figura 3: Producción de B.Thuring (Ton)

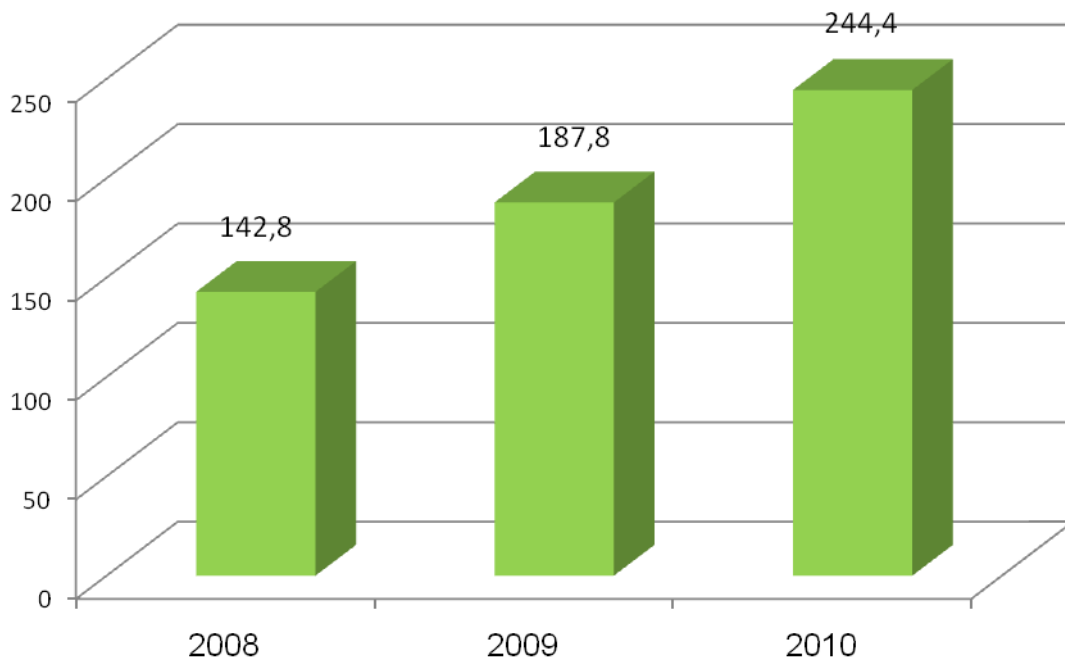


Figura 4: Producción de B.Bassiana (Ton)

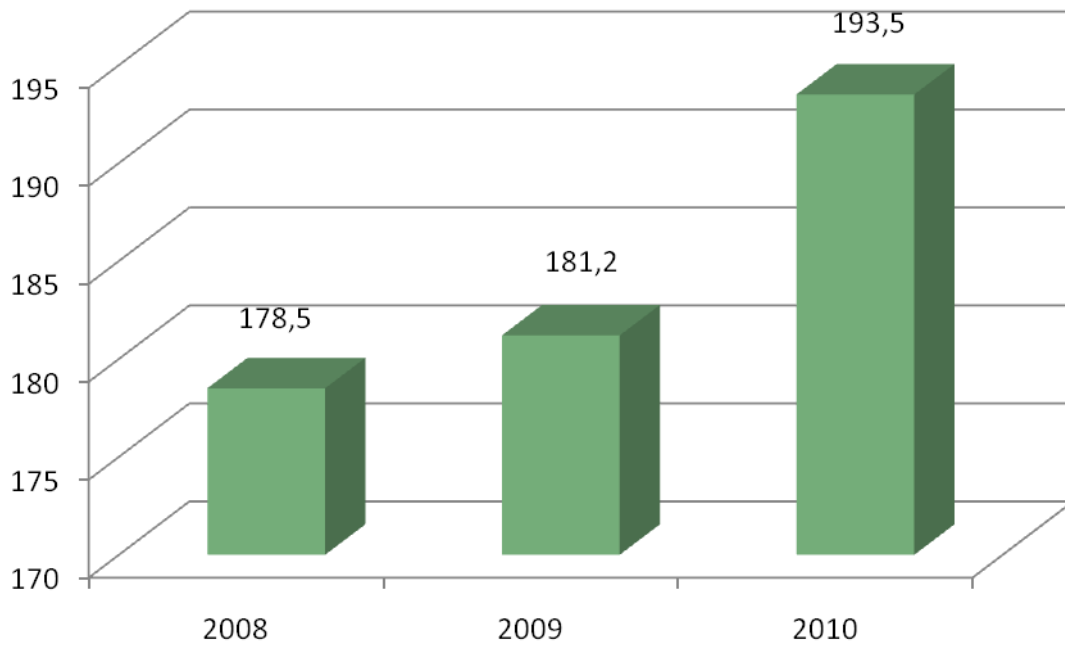
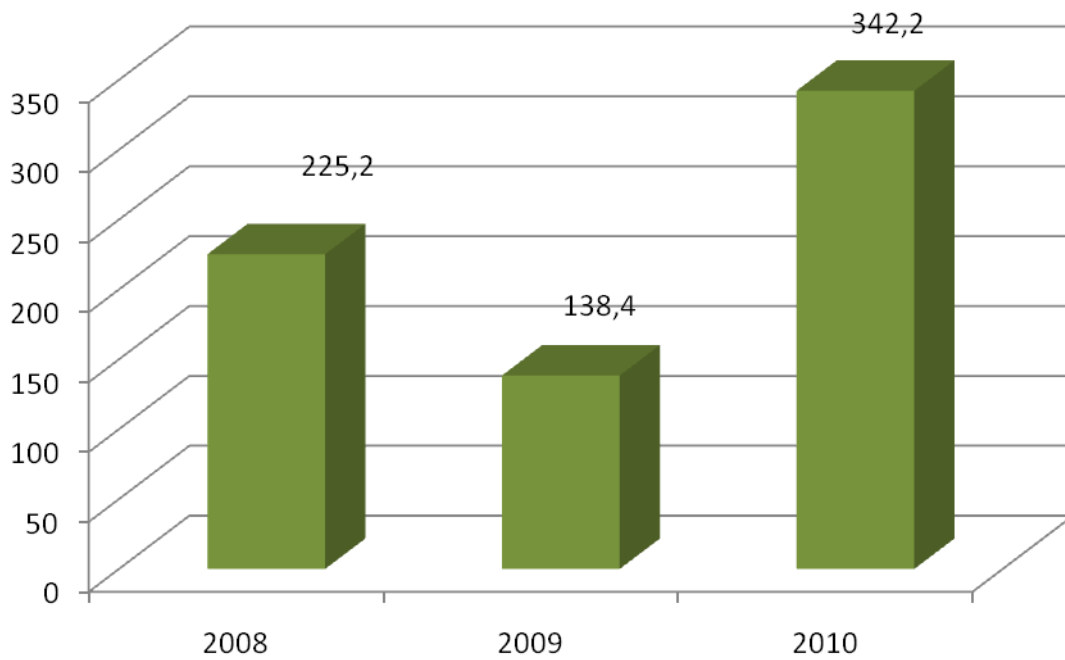


Figura 4: Producción de Trichoderma (Ton)



Producción de Verticillium (Ton)

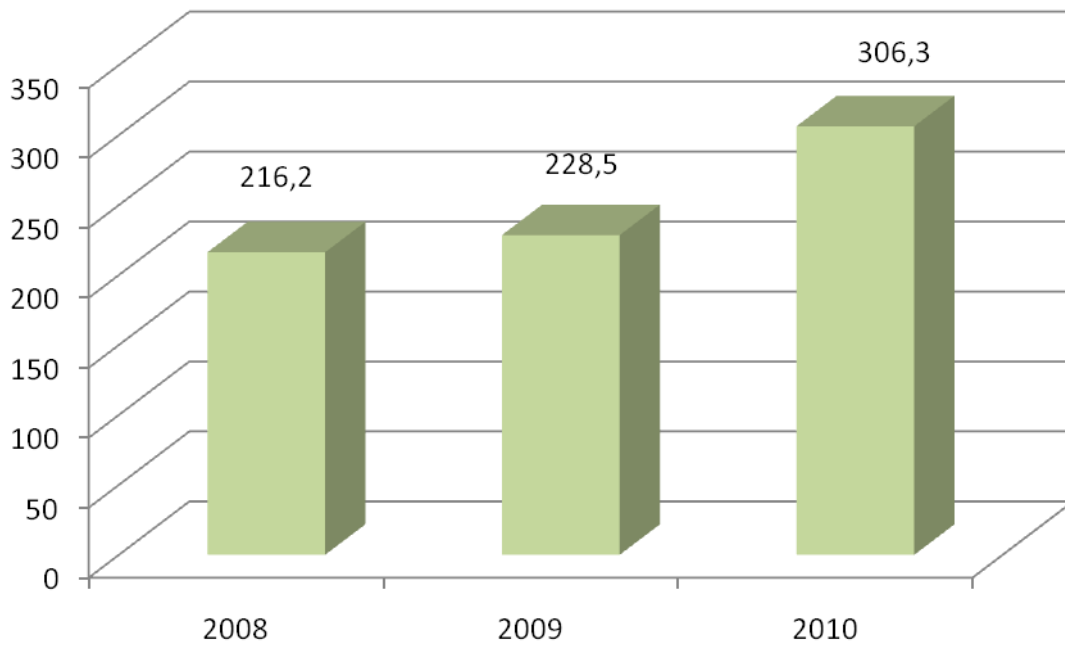


Figura 6: Producción de Trichogramma (Millones)

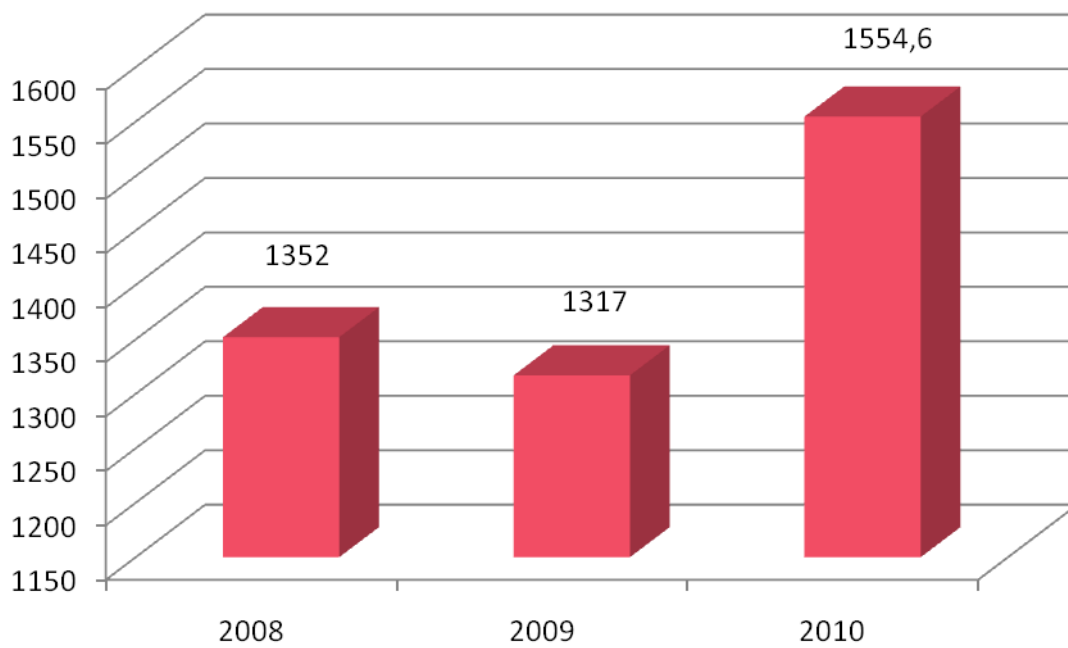


Figura 7: Producción de Enemigos Naturales (Miles)

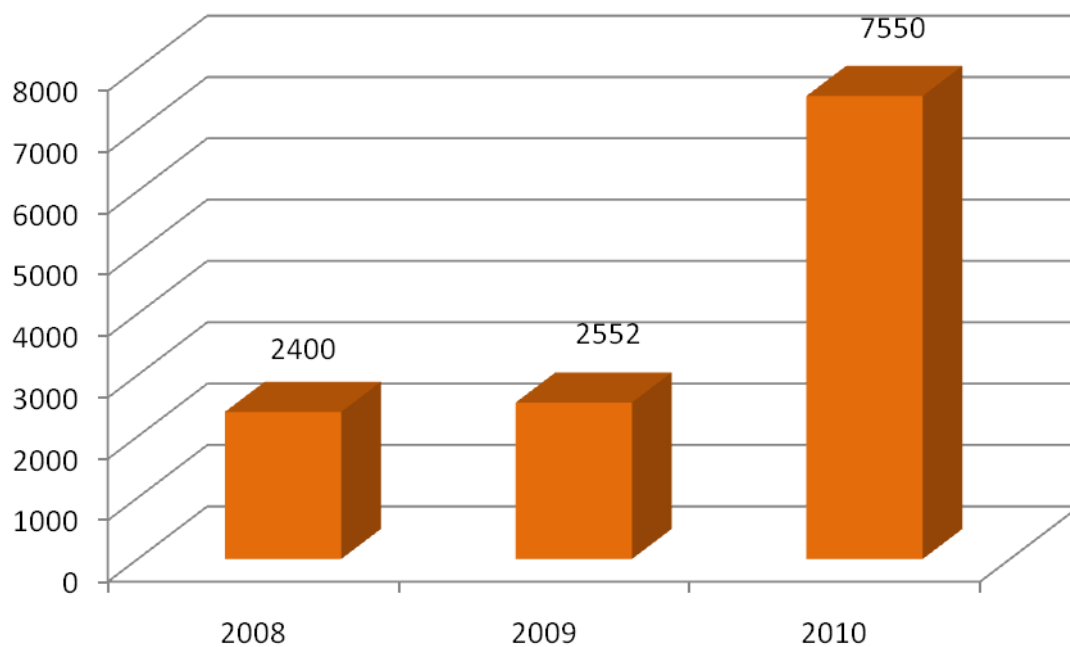


Figura 8: Área tratada con Medios Biológicos en la provincia VC

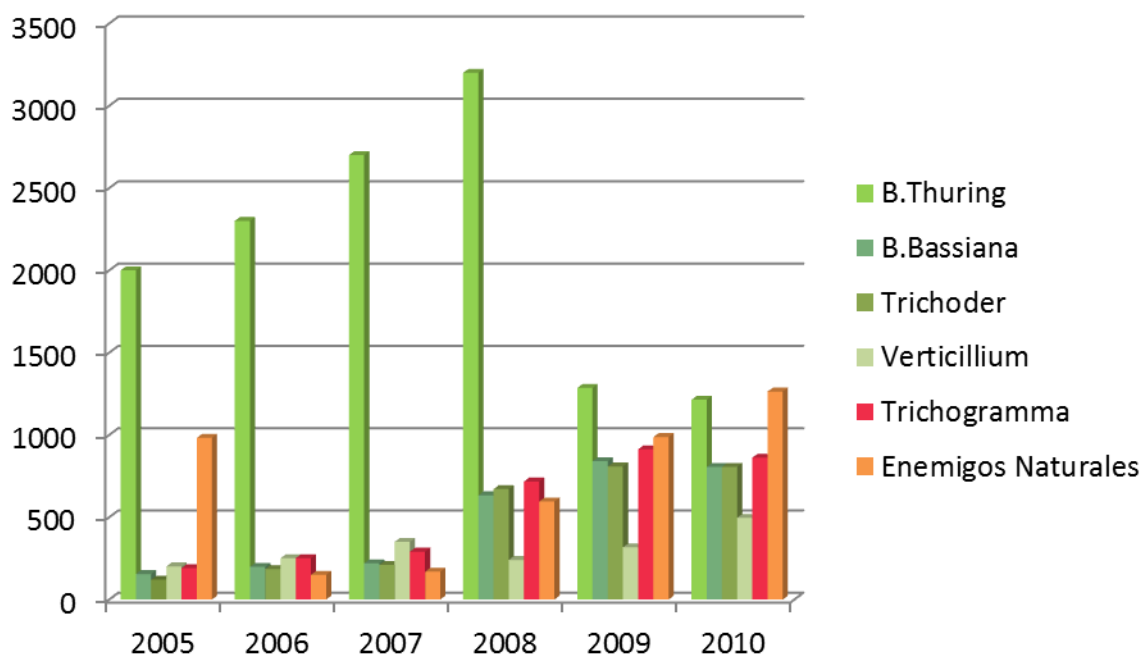


Figura 9: Valoración económica de la producción y aplicación de Medios Biológicos entre los años 2008 y 2010

