

# Control biológico de plagas:

## Breve reseña sobre aspectos relevantes para su aplicación

1. Resumen
2. Introducción
3. Ventajas, desventajas, riesgos y beneficios del control biológico
4. Alcance y futuro del control biológico
5. Atributos ecológicos de enemigos naturales efectivos
6. Taxonomía de insectos entomófagos
7. Conceptos y metodología taxonómica
8. Interrelaciones entre sistemática y control biológico
9. Usos y utilidades de la clasificación e identificación
10. Biología y comportamiento de búsqueda de los parasitoides
11. Reproducción y desarrollo en himenópteros
12. Tipos de parasitismo y relaciones competitivas
13. Importancia de la superfamilia chalcidoidea para el control biológico de plagas
14. Cría masiva de agentes de control biológico
15. Cría de insectos entomófagos y técnicas de producción
16. Control de calidad
17. El control biológico en Cuba
18. Conservación, introducción y aumento de enemigos naturales como estrategias de control biológico en Cuba
19. Depredadores y parasitoides de artrópodos
20. Bibliografía

## RESUMEN

El presente trabajo es una breve reseña sobre el control biológico y su importancia para el manejo de plagas dañinas a la agricultura. Aspectos de vital importancia como los atributos de enemigos naturales, importancia de la taxonomía para el control biológico, la cría masiva de enemigos naturales y su control de calidad así como la actualidad del control biológico en Cuba, son algunos de los tópicos tratados en esta revisión bibliográfica.

## INTRODUCCION.

El control biológico fue originalmente definido como "la acción de parásitos, depredadores o patógenos que mantienen poblaciones de otros organismos a un nivel mas bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia" (DeBach, 1964). Como tal el control biológico se distingue de otras formas de control de plagas por actuar de una manera denso-dependiente, esto es; los enemigos naturales se incrementan en intensidad y destruyen una gran porción de la población cuando la densidad de esta población se incrementa y vice-versa (DeBach y Rosen, 1991).

Este fenómeno natural de regulación de plagas manejado por el hombre a través del realce de la intervención de agentes de control biológico, plantas y herbívoros provisto de bases ecológicas se dio a conocer en la década de los 70 del siglo pasado como Manejo Integrado de Plagas (MIP) (van des Boshch et al, 1982)

La Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) define el control biológico como "la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos". Desde este punto de vista se incluyen en este concepto no solo los parasitoides, depredadores y patógenos de insectos y ácaros, sino también el de fitófagos y patógenos de malezas así como feromonas, hormonas juveniles, técnicas autocidas y manipulaciones genéticas.

Pérez Consuegra, (2004).hace referencia a una definición más reciente de control biológico enunciada por Van Driesche y Bellows (1996) que expresa que "el control biológico es el uso de parasitoides, depredadores, patógenos, antagonistas y poblaciones competidoras para suprimir una población de plagas, haciendo esta menos abundante y por tanto menos dañina que en ausencia de éstos", considerando esta definición bastante amplia y que incluye todos los grupos de organismos con capacidad para mantener y regular densidades poblacionales de organismos plaga a un nivel bajo, por lo tanto todos pueden considerarse agentes de control biológico y estar incluidos en la categoría de enemigo natural.

De acuerdo con Huffaker (1985), la premisa del control biológico descansa en que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales. Este efecto se origina de la interacción de ambas poblaciones (plaga y enemigo natural), lo cual implica una supresión del tipo denso-dependiente que se traduce como el mantenimiento de ambas poblaciones en equilibrio. Bajo este concepto la población del enemigo natural depende a su vez de la población de la plaga, es decir, la interacción de poblaciones significa una regulación y no un control (Summy and French 1988; Rodriguez del Bosque, 1991)

Existen tres técnicas generales de Control biológico; importación o control biológico clásico, incremento y conservación. Cada una de estas técnicas se puede usar bien sea sola o en combinación en un programa de control biológico. En el control biológico clásico, los enemigos naturales son deliberadamente importados de una región a otra con el propósito de suprimir una plaga de origen exótico. En el control biológico aumentativo, la eficacia de aquellos enemigos naturales que se encuentran en el lugar es realzada por liberaciones de individuos criados en insectario. (Ehler, 1990)

La técnica de incremento involucra la producción masiva y colonización periódica de enemigos naturales por lo que este tipo de control biológico se ha prestado para el desarrollo comercial.

Hay cientos de productos de control biológico disponibles comercialmente para el control de plagas de invertebrados, malezas y fitopatógenos (Anónimo, 1995)

En cualquier esfuerzo de control biológico, la conservación de enemigos naturales es un componente crítico. Esto implica identificar el (los) factor (es) que pueden limitar la efectividad de los enemigos naturales y modificarlos para incrementar la efectividad de las especies benéficas. En general la conservación involucra bien sea, reducir los factores que interfieren con los enemigos naturales o suministrar los recursos que necesitan los enemigos naturales en su medio ambiente, y estos requerimientos pueden ser acceso a hospederos alternativos, recursos alimentarios para los adultos, refugios o microclimas adecuados

Sería deseable que el primer paso en el control biológico consistiera en conservar (preservar la actividad de sobrevivencia y reproducción) a los enemigos naturales nativos (o ya presentes en un cultivo) a fin de incrementar su impacto sobre las plagas (Anónimo, 1990).

En este sentido, la conservación de los entomófagos va dirigida preferentemente contra plagas endémicas, no obstante también incluye el mejoramiento de las posibilidades de establecimiento de especies introducidas para el control biológico de plagas exóticas o incrementar la eficiencia de especies criadas masivamente en laboratorio (Trujillo, 1991)

El énfasis de la estrategia por conservación está en el manejo del agroecosistema y su finalidad es proporcionar un ambiente favorable para la actividad, sobrevivencia y reproducción de los enemigos naturales que habitan en una región determinada y para lograr el éxito es necesario conocer los factores que afectan las poblaciones de enemigos naturales en un agroecosistema y a partir de ahí diseñar estrategias de manejo que den prioridad a las que tengan impacto positivo (Pérez Consuegra, 2004)

Lamentablemente, la conservación es la estrategia de control biológico que menos atención recibe por parte de los agricultores y en términos económicos la mayor contribución del control biológico no está en los programas de introducción, producción masiva y liberación de enemigos naturales sino en la actividad natural de éstos. (Pérez Consuegra, 2004)

### **Ventajas, desventajas, riesgos y beneficios del control biológico.**

El control biológico cuando funciona posee muchas ventajas (Tejada, 1982; Summy and French, 1988) entre las que se pueden destacar:

- Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos incluido el hombre.
- La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- El control biológico con frecuencia es a largo término pero permanente.
- El tratamiento con insecticidas es eliminado de forma sustancial.
- La relación coste/beneficio es muy favorable.
- Evita plagas secundarias.
- No existen problemas con intoxicaciones.

Entre las limitaciones que tiene el control biológico se pueden citar:

- Ignorancia sobre los principios del método.
- Falta de apoyo económico.
- Falta de personal especializado.
- No está disponible en la gran mayoría de los casos.
- Problemas con umbrales económicos bajos
- Enemigos naturales mas susceptibles a los plaguicidas que las plagas.

- Los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan, por lo cual no proveen una supresión inmediata.

El beneficio del control biológico se puede valorar en términos de éxitos o fracasos (DeBach, 1968). Un éxito completo se obtiene cuando se utiliza el control biológico contra una plaga importante y sobre un área extensa a tal grado que las aplicaciones de insecticidas se vuelven raras.

El éxito sustancial incluye casos donde las ganancias son menos considerables ya que la plaga y el cultivo son menos importantes o cuando el área cultivada es pequeña o porque ocasionalmente se requiere el uso de insecticidas. El éxito parcial es donde el control químico permanece como necesario pero se reduce el número de aplicaciones y el área tratada es pequeña.

En términos económicos, los beneficios cuando los hay, son tan espectaculares como los ecológicos; se ha calculado un retorno aproximado por cada dólar invertido en control biológico clásico de una plaga de 30:1, mientras que para el control químico la relación es 5:1 (DeBach, 1977; Hokkanen, 1985)..

El riesgo. La introducción de agentes de control biológico frecuentemente se declara por ser ambientalmente segura y sin riesgos, sin embargo, existen evidencias que indican que esta aseveración no es del todo cierta. La mayoría de los fracasos de control biológico se han debido a errores por la carencia de planificación y pobre evaluación de los enemigos naturales antes de una introducción. En algunos casos los errores han sido tan funestos que se ha provocado la extinción de otras especies. Actualmente se reconoce que algún riesgo es inherente en los programas de control biológico como en cualquier otra estrategia de control

#### **Alcance y futuro del control biológico.**

A pesar de los problemas que continúan enfrentando los ecólogos para la aplicación exitosa de programas de control biológico, en el futuro el uso de control biológico como parte del Manejo de plagas debe ir en ascenso debido al incremento en el número de plagas resistentes a los insecticidas, contaminación del medio ambiente y el incremento de las regulaciones que prohíben el uso de productos químicos (Summy and French, 1988).

También los programas de control biológico clásico continúan siendo necesarios debido a que las plagas exóticas continúan expandiéndose por el mundo debido al auge del comercio y los enemigos naturales exóticos pudieran ser utilizados para el control de plagas nativas (Hoy, 1985).

En los países en desarrollo, donde es altamente elevado el costo de los insecticidas y muy frecuente la resistencia de las plagas a estos, el control biológico tiene una aplicación especial no ha sido ampliamente explotado. Por lo tanto, el control biológico constituye para América Latina el método de control de plagas más viable, ecológicamente recomendable y autosostenido (Altieri et al, 1989)

La agricultura comercial a gran escala que involucra cultivos con complejos problemas de plagas, requiere esencialmente de la aplicación de métodos de control químico y cultural, asociado a un uso cuidadoso de enemigos naturales. Para convertir estos sistemas a otros totalmente dependientes del control biológico se requerirá de un proceso escalonado de conversión agroecológica que incluye el uso eficiente de pesticidas, la sustitución de insumos (reemplazo de insecticidas químicos por insecticidas botánicos, finalizando con el rediseño del sistema agrícola diversificado, que deben proveer las condiciones medioambientales necesarias para el desarrollo de enemigos naturales permitiendo al agroecosistema auspiciar su propia protección natural contra las plagas (Nicholls y Altieri, 1994).

Sistemas de cultivo diversificados, como los basados en policultivos, agroforestería o uso de cultivos de cobertura en huertos frutales, han sido el tópico fundamental de muchas

investigaciones recientes. Estos se relacionan con la amplia evidencia que ha emergido de la actualidad de que estos sistemas de cultivo son más sustentables y conservan mejor los recursos naturales (Vandermeer, 1995). Muchos de estos atributos de sustentabilidad están asociados con los altos niveles de biodiversidad funcional (incluyendo enemigos naturales) inherentes a los sistemas complejos de cultivos. La clave es identificar los servicios ecológicos deseados y determinar así las mejores prácticas que se podrían implementar para incrementar los componentes de biodiversidad.

## **ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DE ENEMIGOS NATURALES EFECTIVOS**

Desde el punto de vista económico, un enemigo natural efectivo es aquel capaz de regular la densidad de población de una plaga y mantenerla en niveles abajo del umbral económico establecido para un determinado cultivo.

Aunque se han utilizado una gran diversidad de especies de enemigos naturales en una gran cantidad de programas de control biológico, las especies que han demostrado ser efectivas poseen en común ciertas características que deben ser consideradas en la planeación y conducción de nuevos programas. En general, los enemigos naturales más efectivos comparten las siguientes características:

- (a) Adaptabilidad a los cambios en las condiciones físicas del medio ambiente.
- (b) Alto grado de especificidad a un determinado huésped/presa.
- (c) Alta capacidad de crecimiento poblacional con respecto a su huésped/presa.
- (d) Alta capacidad de búsqueda, particularmente a bajas densidades del huésped/presa.
- (e) Sincronización con la fenología del huésped/presa y capacidad de sobrevivir períodos en los que el huésped/presa esté ausente.
- (f) Capaz de modificar su acción en función de su propia densidad y la del huésped/presa, es decir mostrar densidad-dependencia.

La capacidad de búsqueda ha sido señalada como el atributo individual más importante, debido a que esta habilidad permite que el enemigo natural sea capaz de sobrevivir incluso a bajas densidades de su huésped/presa. Sin embargo, un enemigo natural no tendría una capacidad de búsqueda sobresaliente si no posee otra o varias de las demás características mencionadas. Por lo tanto, el enemigo natural ideal debe poseer una buena combinación de todos los atributos posibles.

Por supuesto que la regulación de una población de plagas se logra idealmente a través de una buena combinación de factores de mortalidad en todas las etapas fenológicas de la plaga. Los programas de control biológico deben incluir parasitoides de huevos, larvas (diferentes estadios) y pupas.

### **Control biológico de plagas introducidas vs. plagas endémicas**

Los primeros éxitos de control biológico se lograron contra plagas de origen extranjero (control biológico clásico), al importar enemigos naturales del lugar de origen. Se pensó en el pasado que el control biológico clásico estaba limitado al control de plagas exóticas. Sin embargo, se ha demostrado en diversos casos que la importación de enemigos naturales exóticos tiene potencial para regular las plagas endémicas o nativas.

Uno de los casos más sobresalientes lo representa el control exitoso de un coleóptero minador de la hoja del cocotero, una plaga nativa de Fiji, a través de la introducción de un parasitoide

originario de Java donde parasita otras especies de minadores. Se obtuvo un control completo durante el primer año.

### **Control biológico de plagas de cultivos perennes vs. anuales**

Aunque el control biológico clásico se ha logrado exitosamente en una gran diversidad de cultivos, la evidencia indica que la probabilidad de éxito es mayor en los perennes que en los anuales. Esto se debe básicamente a que los cultivos perennes se asemejan más a los ecosistemas naturales, es decir los disturbios provocados por las labores de cultivo son mucho menores en los cultivos perennes que en los anuales. Consecuentemente, la probabilidad de establecimiento de los enemigos naturales introducidos es menor en los cultivos anuales. Esto no significa sin embargo, como algunos lo han señalado, que la práctica del control biológico clásico sea exclusiva de cultivos perennes. Como alternativas al control biológico clásico en cultivos anuales, se ha practicado frecuentemente las modalidades de conservación e incremento.

### **Control biológico con depredadores vs. parasitoides**

Los programas exitosos de control biológico han incluido con mayor frecuencia la utilización de parasitoides que depredadores. La utilización limitada de los depredadores se debe principalmente a ciertas desventajas con respecto a los parasitoides: los depredadores son menos específicos (contra especies y etapas de desarrollo), menor adaptación, menor movilidad, y menor eficiencia alimenticia que los parasitoides. Sin embargo, no puede negarse la importancia de los depredadores en el contexto general de control natural.

Algunos opinan que el papel de los depredadores ha sido subestimado, y que deberían considerarse con mayor frecuencia en programas de control biológico.

El primer caso exitoso de control biológico hace más de un siglo, incluyó la utilización de un depredador, la catarinita *Rodolia cardinalis*, la cual logró un control espectacular de la escama algodonosa de los cítricos en California.

### **Utilización de enemigos naturales polífagos vs. monófagos**

La mayoría de los casos exitosos de control biológico han sido logrados a través de la utilización de enemigos naturales con hábitos alimenticios restringidos a una especie de plaga. El uso de agentes específicos en el control biológico de maleza es obvio debido al riesgo que implica importar agentes polífagos, que pudieran convertirse en plagas de cultivos comerciales.

En el caso de enemigos naturales de plagas, la especificidad es un requisito para lograr una asociación más estrecha entre las densidades de la plaga y el enemigo natural (=regulación). En general, se considera a los enemigos naturales específicos como más efectivos y confiables.

### **Introducción de múltiples especies vs. "la mejor"**

Se ha criticado la importación múltiple, es decir la introducción simultánea o secuencial de varias especies de enemigos naturales a una área determinada. Los argumentos se basan en que ésta práctica ha provocado el desplazamiento competitivo de algunas de las especies importadas.

Un ejemplo de esta situación es el caso del control biológico de la escama roja de los cítricos en California, E.U.A., en donde tres especies de *Aphytis* fueron importadas sucesivamente y una de ellas desplazó a las otras. Para evitar esta situación, esta corriente sugiere importar "la mejor" especie de enemigo natural después de realizar estudios detallados.

Esta corriente ha sido severamente criticada, ya que los resultados de las importaciones múltiples han sido satisfactorios; incluso en los casos en que se ha provocado el

desplazamiento competitivo, las especies sobrevivientes fueron las más adaptadas y agresivas, lo que incrementa las probabilidades de éxito. El caso de la escama roja es uno de los casos exitosos de control biológico.

Además se critica que la realización de estudios detallados antes de liberar enemigos naturales para liberar sólo "la mejor" no son prácticos ni reales. Se carece aún de la capacidad para seleccionar una especie como la "mejor" entre varias, y asegurar que esta especie logrará un mejor papel que las "descartadas". Existen por supuesto algunos criterios y atributos que pueden utilizarse en la preselección de especies a liberar, pero no a tal grado de considerar una como la "mejor" y concentrarse en ésta. La mejor prueba que puede tener un enemigo natural es su liberación en el área problema y observar su capacidad de adaptación y control.

El éxito en muchos casos de control biológico en donde se ha practicado la importación múltiple radica en que las especies se complementan en su actividad; es muy improbable que el grupo de enemigos naturales coincidan en sus hábitats y nichos ecológicos.

### **Control biológico de plagas directas vs. indirectas**

Se ha sugerido que el control biológico sólo es factible contra plagas indirectas (daños en cualquier parte de la planta, excepto el producto que se comercializa, generalmente el fruto) e imposible contra plagas directas (daños en el fruto). Esto ha sido rebatido con el éxito de varios programas de control biológico, incluyendo el de la escama del olivo en California, E.U.A.

En conclusión, algunos conceptos seguirán siendo polémicos y seguramente otros emergerán al desarrollarse nuevas teorías y corrientes. Sin embargo, los puntos de controversia mencionados arriba sugieren en general que el control biológico no está limitado a ciertas áreas geográficas, cultivos, o plagas. La gran variedad de casos exitosos indican que el control biológico no tiene límites.

### **TAXONOMÍA DE INSECTOS ENTOMÓFAGOS**

La Taxonomía representa un elemento básico en la conducción de trabajos aplicados de control biológico. La clasificación de organismos ha tenido gran importancia desde los tiempos de Aristóteles y hoy en día, 24 siglos después de sus inicios sigue siendo de primera necesidad para el hombre.

La utilidad de la biosistemática dentro de un contexto general la estableció muy bien Knutson (1980), quien menciona que "la biosistemática en un sentido clásico no únicamente provee las claves a la literatura técnica sino también representa un marco conceptual de trabajo que permite comparaciones realistas de características biológicas y tiene una capacidad predictiva". Borror et al. (1989) califican a la Sistemática como fundamentalmente importante porque representa la cimentación sobre la cual están basadas otras disciplinas biológicas.

En la planificación de todo proyecto de investigación es indudable la necesidad de búsqueda de literatura, como punto de referencia y conocimiento de antecedentes sobre algún tema o especie en particular.

Es de suma importancia determinar la especie del organismo con el cual se trabaja. El éxito o fracaso de un proyecto de investigación depende de trabajar con la especie correcta y si se presenta un complejo de especies será difícil desarrollar y ejecutar las medidas más adecuadas para solucionar un problema. Muchos ejemplos sobre este punto son tratados en DeBach (1964), Huffaker & Messenger (1976). Múltiples disciplinas biológicas se benefician al interrelacionar con la Taxonomía, por ejemplo la Genética, Citología, Fisiología, y Toxicología entre otras.

### **CONCEPTOS Y METODOLOGÍA TAXONÓMICA**

#### **Conceptos**

La unidad básica en Sistemática es la especie. El concepto de especie biológica más aceptado es "grupo de individuos o poblaciones que son capaces de entrecruzarse y producir descendencia fértil y bajo condiciones naturales están reproductivamente aislados de otros grupos". Especies hermanas son pares o grupos de especies cercanamente relacionadas, las cuales son reproductivamente aisladas pero morfológicamente idénticas.

El reconocimiento de las limitaciones de aplicación del concepto de especie biológica y la existencia de complejos de "especies hermanas" ha promovido la necesidad de integrar varios parámetros para la determinación de una especie. La Morfología, distribución geográfica, reproducción, pruebas bioquímicas y citológicas, así como ecología y comportamiento de los organismos en estudio, son necesarios para la correcta "identificación" de parasitoides.

El uso de los términos Taxonomía, Sistemática y Biosistemática es materia de controversia. Para algunos especialistas, la Taxonomía y la Sistemática tienen diferentes objetivos; el proveer nombres, describir organismos y proveer clasificaciones y claves es propio de Taxonomía, mientras que investigar la historia de la evolución e interrelaciones entre organismos es tarea de la Sistemática. Para otros autores ambos términos son usados indistintamente así como también el término Biosistemática.

### **Métodos**

En todo estudio taxonómico es necesario contar con la ayuda de diversos materiales, equipo, y aplicar métodos especiales:

**Colección.** Es necesario contar con una colección nacional de referencia para la correcta determinación de las especies entomófagas en estudio. También, es de gran utilidad el contar con colecciones especiales que estén formadas por series de insectos, debidamente conservados, incluyendo todos los datos bioecológicos disponibles. Es de suma importancia que todo estudio en el que se involucren insectos entomófagos, forme una serie de especímenes de referencia ("voucher specimens") y sean depositados en una colección nacional para consultas posteriores.

### **Preservación.**

Las formas clásicas de preservación de parasitoides son: montajes en seco sobre triángulos de papel ("papel suizo"), montados con alfileres entomológicos, incluidos en bálsamo de Canadá o líquido Hoyer y preservados en alcohol al 70%. En microhimenópteros el uso de una secadora de punto crítico logra excelentes especímenes de colección, sin alteración de forma del cuerpo y flexibles para su montaje. También, puede utilizarse el acetato de amilo, principalmente para macrohimenópteros. Diversos métodos de recolecta y preservación de insectos son tratados por Guzmán & González (1991), Grissell & Schauff (1990), Martin (1977) y Noyes (1982).

**Datos de colecta y equipo.** Todos los datos bioecológicos deben registrarse en un cuaderno de campo y posteriormente crear una base de datos. Tradicionalmente son incluidos algunos datos de colecta directamente en las etiquetas de los especímenes, que por la limitación de tamaño no es posible incluir toda la información; por esta razón es importante establecer un número de referencia o código que relacione los especímenes de colección con las notas de campo y laboratorio.

**Fuentes de información.** Un factor importante en el desarrollo de un trabajo taxonómico es contar con varios recursos como fuentes de información.

La literatura taxonómica específica es la principal forma de allegarse de antecedentes en un tema en especial. También, catálogos y revisiones son de inestimable ayuda.

Actualmente la metodología taxonómica está a la par de los grandes logros tecnológicos. Las principales actividades en las que se requiere del empleo de algún tipo de metodología por los taxónomos son las áreas de identificación, descripción y clasificación.

Identificación. La determinación de las especies es fundamental en proyectos de control biológico. El proceso de identificación puede ser realizado bajo varias formas: comparación con colecciones de referencia, uso de claves, descripciones, ilustraciones y por especialistas. Para la identificación por claves de familias de Hymenoptera del mundo y géneros de Chalcidoidea de Norteamérica específicamente se puede consultar a Gibson et al. (1997).

Alternativas de determinación taxonómica. Los métodos más comunes en la determinación de una especie son a través de claves, descripciones y comparaciones con colecciones de referencia. Esto es el resultado del empleo tradicional del concepto morfológico de la taxonomía, pero en la actualidad, en algunos grupos de insectos se hace necesario el uso de nuevas formas como la Citotaxonomía, Quimiotaxonomía y "Taxonomía Fenética".

Por ejemplo, nuevas técnicas citológicas permiten estudios cromosómicos, los cuales son útiles en la comparación de especies cercanamente relacionadas, además observación de patrones cromosómicos son de extrema importancia en establecer líneas filéticas. También, se puede utilizar un método reciente para la identificación de complejos de especies es a través del uso de la Reacción de las Cadenas de Polynucleotidos ("PCR Polynucleotids Chain Reaction").

## **INTERRELACIONES ENTRE SISTEMÁTICA Y CONTROL BIOLÓGICO**

Las formas más importantes en las que la Taxonomía apoya al Control Biológico son: (1) Proveer identificación; (2) proveer literatura; (3) proporcionar asesoría; y (4) preservación de material.

### **Importancia del control biológico en la sistemática**

Las formas en que el Control Biológico ayuda a la Taxonomía incluyen: (1) Proveer información básica y material de campo; (2) técnicas y materiales para bioensayos; y (3) guías para diferenciación de poblaciones y especies. Flander (1953b) (citado por DeBach 1964) estudió la biología de 45 especies de afelínidos incluidos en 12 géneros y resumió las características biológicas de tal manera que desarrolló una clave compuesta para los géneros de Aphelinidae.

Sabrosky (1955) discutió algunas de las ayudas más importantes que los técnicos que trabajaban en Control Biológico podrían hacer por los taxónomos:

1. Proporcionar una lista de hospederos y parásitos (material criado, estados inmaduros asociados, datos de distribución, otros rasgos bioecológicos observables, etc)
2. Técnicas como las usadas en genética, citogenética, serología y cromatografía.
3. Proporcionar claves de posibles diferencias de poblaciones y subespecies, especies relativas (especies hermanas) y especies biológicas.

## **USOS Y UTILIDADES DE LA CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN**

### **Identificación**

La identificación correcta de una especie representa lo siguiente: (a) es el primer paso en el desarrollo de métodos de control de una plaga; (b) proporciona una clave para comprender la información publicada sobre la biología, comportamiento y ecología de los insectos; (c) es un elemento esencial en la ejecución de la cuarentena de las plantas; (d) es esencial en la exploración en busca de parasitoides y depredadores; y (e) es importante en la investigación sobre la resistencia a insectos en variedades de cultivos o razas de animales

La importancia de la identificación específica correcta del huésped (presa), la determinación de hábitats nativos y la identificación de enemigos naturales es resaltada por numerosos autores que coinciden en que un resultado fallido o exitoso dependen de una correcta identificación de

las especies involucradas (Van Den Bosch & Mesenger (1973; Huffaker & Messenger 1976; Delucchi et al. (1976)

La identificación correcta es importante en todas las etapas y fases de control biológico, incluyendo: (1) La fase de exploración; (2) fase de importación; (3) cría masiva y liberación; y (4) evaluación. La cría masiva de microhimenópteros parasíticos podría ser rápidamente contaminada por especies indeseables. Por ejemplo, en el control biológico de la escama de San José *Quadraspidotus perniciosus* en Europa, la cría masiva de *Prospaltella perniciosi* fue aparentemente invadida por la relacionada especie ineficiente *P. fasciata*, liberándose algunos cuatro millones de individuos de la especie equivocada antes de que su identidad fuera determinada por especialistas, por lo que *P. fasciata* nunca se estableció en Alemania del Oeste. Rosen & DeBach 1970 (citado por Huffaker & Messenger 1976).

### **Clasificación.**

La clasificación refleja relaciones genéticas, facilita la predicción según la especie de plaga de que se trate y su erradicación final. Sus objetivos principales incluyen:

1. Proporcionar un sistema conveniente de archivo para registrar hechos acerca de la vasta ordenación de plantas y animales vivientes.

2. Intentar expresar, a través del sistema de la nomenclatura, los grados de relación entre la variedad de poblaciones de plantas y animales existentes en todo el mundo.

Desde el punto de vista de la biología aplicada lo que interesa es el grado de predicción que poseen esas clasificaciones. La capacidad integral de predicción de las buenas clasificaciones se ha usado muchas veces con éxito en la búsqueda del lugar de origen de plagas introducidas en la investigación de parásitos potenciales. Ejemplo B. *Aonidiella aurantii*, la escama roja de California fue colocada en el género *Chrysomphalus* (género Sudamericano) buscándose infructuosamente en esa región. Estudios taxonómicos ubicaron correctamente esta plaga dentro de *Aonidiella* (género oriental), obteniendo enemigos naturales más prometedores.

### **BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO DE BÚSQUEDA DE LOS PARASITOIDES**

En casi todos los grupos de insectos se pueden encontrar especies entomófagas entre las cuales el consumo de otros insectos (adultos o inmaduros) varía desde meramente incidental, hasta totalmente obligatorio.

Las especies de insectos que tienen potencial de uso en programas de control biológico de plagas son aquellas cuya dieta esta compuesta primordialmente de otros insectos. Los insectos entomófagos se pueden categorizar en dos grupos: depredadores y parasitoides (parásitos). Tanto los adultos como los inmaduros de los depredadores son de vida libre y consumen la misma dieta (presas) o muy parecida. Generalmente, los depredadores necesitan devorar varias presas para completar su ciclo biológico, aunque hay especies que pueden completarlo a expensas de una sola.

A diferencia de los depredadores, sólo los inmaduros de los parasitoides se desarrollan a expensas de los huéspedes, mientras que los adultos son de vida libre y frecuentemente se alimentan de mielecillas, néctares o desechos orgánicos de origen vegetal o animal. Sin embargo, existen muchas especies parasíticas que deben alimentarse de los hospederos para poder producir huevos.

Los parasitoides, presentan numerosas adaptaciones biológicas, morfológicas y de comportamiento que los distinguen tanto de las especies depredadoras como de las fitófagas.

A pesar de que aún no se ha establecido un acuerdo unánime, el término parasitoide se utiliza frecuentemente en la literatura entomológica para referirse a los insectos que parasitan a otros artrópodos. Algunos de los argumentos que apoyan la opinión de que los parasitoides se

diferencian de los parásitos verdaderos son los siguientes: 1) los parasitoides atacan grupos de la misma categoría taxonómica o muy similar, 2) sólo los estados inmaduros tienen hábitos parasíticos, 3) la diferencia de tamaño entre los

parasitoides y sus huéspedes no es muy pronunciada, y 4) normalmente los parasitoides matan a sus huéspedes al finalizar su desarrollo inmaduro o antes. Los argumentos anteriores parecen convincentes, de tal manera que la diferenciación de los términos es razonable y el uso de la palabra parasitoide resulta adecuado.

Los órdenes de insectos que poseen las especies más importantes para el control biológico aplicado son Hymenoptera y Diptera. En estos dos últimos órdenes se concentra la mayoría de las especializaciones derivadas de las relaciones simbióticas que se establecen entre los parasitoides y sus huéspedes.

## **REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO EN HIMENOPTEROS**

El comportamiento de los parasitoides es diverso y complejo, por lo que se precisa de un conocimiento detallado de sus características y de su conducta para su uso y conservación. La terminología que se utiliza frecuentemente para describir a los parasitoides y su comportamiento permite separarlos en tipos a partir de diferentes criterios (Pérez Consuegra, 2004)

La forma de reproducción en Hymenoptera parasítica es una de las adaptaciones más notables que poseen los insectos entomófagos. A las especies de parasitoides que son exclusivamente partenogenéticas se les denomina TELIOTOCAS. En éstas, la progenie está compuesta exclusivamente de hembras a las que se les denomina uniparentales o impaternadas. Las especies que normalmente son partenogenéticas, pero que ocasionalmente producen machos se designan como DEUTEROTOCAS. Al igual que el resto de los Himenópteros, la mayoría de las especies de parasitoides son facultativamente partenogenéticas y se les llama ARRENOTOCAS.

Los huevos fertilizados dan origen a hembras y de los no fertilizados se originan los machos. Las hembras son biparentales y los machos uniparentales; a este sistema genético se le denomina HAPLODIPLOIDE. Las categorías mencionadas no son discretas, más bien existe un continuo entre ellas. En cuanto a la producción de huevos, las hembras se pueden clasificar como PROOVIGÉNICAS cuando emergen del pupario con su dotación de huevos completa, en este caso los adultos no siempre requieren alimentarse; y SINOVIGÉNICAS cuando los huevos se producen durante el estado adulto, las hembras incluidas en esta categoría usualmente deben alimentarse para poder producir huevos y con frecuencia presentan un periodo de preoviposición durante el cual los maduran.

El lugar de oviposición varía con la especie de parasitoide y puede ser dentro o sobre el huésped. A los parasitoides que se desarrollan en el exterior del huésped se les denomina ECTOPARÁSITOS. Los parasitoides que se desarrollan sobre el huésped, dentro de su pupario o celda pupal, también se les considera ectoparásitos.

Con frecuencia las hembras de las especies ectoparasíticas paralizan temporal o permanentemente a los huéspedes, de manera que su progenie se alimenta sobre individuos cuyo crecimiento se interrumpe, este tipo de parasitoides es conocido como IDIOBIONTES. Cuando los parasitoides se desarrollan en el interior del huésped se les llama ENDOPARÁSITOS.

Es común que las especies endoparasíticas se desarrollen en huéspedes que continúan creciendo, por lo que se les conoce como KONIOBIONTES (Van Driesche y Bellows, 1996). Si de cada huésped se desarrolla un solo parasitoide se dice que éste es SOLITARIO. El parasitismo GREGARIO se da siempre que se desarrolle y sobreviva más de un parasitoide de una sola especie a expensas de un huésped.

La oviposición y el desarrollo de los parasitoides puede iniciarse desde la etapa de huevo del huésped y terminar en la misma o cualquier etapa posterior, de tal manera que existen parasitoides de huevos (Mymaridae, Trichogrammatidae, Scelionidae); huevo-larva o huevo-ninfa (Braconidae: Cheloniinae, Platygasteridae); larva (Braconidae, Encyrtidae, Tachinidae); larva-pupa (Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Tachinidae); pupa (Chalcididae, Eulophidae, Ichneumonidae) y adulto (Braconidae: Euphorinae, Eulophidae). (Doutt, 1964)

## **TIPOS DE PARASITISMO Y RELACIONES COMPETITIVAS**

Los parasitoides se pueden clasificar de diferentes maneras tomando en cuenta las relaciones que se establecen entre sus huéspedes y otros parasitoides. Debido a sus hábitos, una misma especie puede incluirse simultáneamente dentro de diferentes categorías.

Se denomina PARASITOIDES PRIMARIOS a los que atacan insectos que no son a su vez parasitoides, es decir de fitófagos y depredadores. PARASITOIDES SECUNDARIOS O HIPERPARÁSITOS se les llama a los que atacan a los parasitoides primarios. (Doutt y DeBach, 1968) Dentro de los hiperparásitos se incluyen también los parasitoides terciarios y cuaternarios, pero generalmente estos son de menor importancia y no son deseables para los programas de control biológico. En cambio, es muy importante tener en cuenta aquellas especies en las cuales los machos son hiperparásitos de las hembras de su propia especie Este fenómeno denominado ADELFOPARASITISMO o AUTOPARASITISMO se puede observar en la familia Aphelinidae dentro de los géneros Encarsia y Coccophagus. En las especies con machos hiperparásitos, las hembras vírgenes ovipositan en huéspedes que contienen hembras de su misma especie en la etapa pupal, de esos huevos no fertilizados se originan machos que se desarrollan como parasitoides secundarios a expensas de las hembras. (Williams y Polaszek, 1996)

Los parasitoides también se pueden clasificar de acuerdo al rango de hospedante en MONOFAGOS cuando parasitan una sola especie de hospedante, OLIGOFAGOS cuando parasitan pocas especies de hospedantes y generalmente están estrechamente relacionadas y POLIFAGOS cuando parasitan un amplio rango de especies hospedantes.

El parasitismo puede definirse de acuerdo con el número de especies de parasitoides primarios que ataquen a un solo huésped. Se denomina parasitismo SIMPLE al desarrollo una sola especie a expensas de un huésped, ya sea el parasitoides gregario o solitario. El SUPERPARASITISMO ocurre cuando el número de parasitoides de una misma especie que se desarrollan a expensas de un solo huésped es excesivo y no todos llegan al estado adulto o los adultos que emergen son de menor tamaño o menos activos de lo normal. (Doutt y DeBach, 1968)

Cuando dos o más especies de parasitoides primarios atacan a un solo huésped el parasitismo se designa como MÚLTIPLE. En el parasitismo múltiple las dos o más especies de parasitoides primarios pueden ser gregarias o solitarias, o una combinación de esos hábitos. Durante el parasitismo múltiple se establecen relaciones competitivas tanto entre los adultos por los sitios de oviposición, como entre los inmaduros por la posesión del huésped.

La competencia entre los adultos se denomina Extrínseca y entre los inmaduros Intrínseca. Una de las especies puede ser Extrínseca o Intrínsecamente superior, inferior o equivalente con respecto a la otra. Una especie que es extrínsecamente superior pero intrínsecamente inferior normalmente parasitan una mayor proporción de la población del huésped, pero la intrínsecamente superior elimina a los inmaduros de la primera cuando coinciden en el mismo huésped.

Ya que es remoto que ambas especies parasiten exactamente a los mismos individuos, es de esperarse que el parasitismo total sea siempre mayor o al menos igual que al que se obtendría en ausencia de la especie intrínsecamente superior.

**Importancia de la Superfamilia Chalcidoidea para el control biológico de plagas.**

**(Tomado de John S. Noyes. The Natural History Museum. Department of Entomology. Universal Chalcidoidea Database. Last up date 30 sept 2003. <http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoidea/index.html>)**

La Superfamilia Chalcidoidea pertenece al Orden Himenoptera (abejas, hormigas y avispas). Según Noyes, 2003 alrededor de 22 000 especies han sido descritas y catalogadas. La mayoría de las especies miden menos de 3 mm promediando los 1,5 mm y los más pequeños pueden medir 0,11 mm (Mymaridae: *Dicopomorpha echmepterys*). Su pequeño tamaño puede hacer extremadamente difícil su colecta y estudio y como resultado reciben comparativamente menos atención de los especialistas taxonomos.

### **Clasificación.**

La superfamilia en el presente se divide en 19 familias separadas, con más de 90 subfamilias reconocidas. La familia más larga es Eulophidae con casi 4 500 especies incluidas seguida por Encyrtidae y Pteromalidae. La relación filogenética entre varios grupos está pobremente estudiada y es sujeto de estudio usando una combinación de métodos morfológicos y moleculares. La superfamilia Mymarommatoidea es un ejemplo de esto. Este grupo fue incluido inicialmente junto con los calcidoideos como la familia Mymaridae, pero en años recientes ha sido tratada como una superfamilia y reconocida como un grupo hermano de Chalcidoidea. Existen ahora algunas evidencias de que pudiera estar más estrechamente relacionada con los proctotrupidos de la familia Diapriidae.

### **Los calcidos como agentes de control biológico.**

La superfamilia Chalcidoidea es el grupo más exitoso usado en el control biológico aplicado. Alrededor de 800 especies diferentes han sido asociadas con programas de control biológico de una u otra forma. Dos familias en particular, Aphelinidae y Encyrtidae han probado ser extremadamente exitosas para el control de plagas, aunque especies de muchas otras familias han sido utilizadas también con éxito. El efecto beneficioso de los calcidos es usualmente revelado solo cuando el indiscriminado uso de insecticidas pasa a su erradicación y consecuentemente se erradica la población de la plaga.

Entre los Afelinidos, el género *Encarsia* es uno de los más importantes grupos de parasitoides explotados para el control biológico. Muchas especies han demostrado su importancia en el control de moscas blancas (Aleyrodidae) e insectos guaguas (Diaspididae). Como otros muchos calcidos, las especies de *Encarsia* también ejercen un efectivo control contra plagas sin que hayan sido deliberadamente usadas para el control biológico.

Otros géneros de afelinidos que también incluyen agentes exitosos de control pertenecen a los géneros *Eretmocerus* para el control de moscas blancas y *Aphytis* para el control de Diaspididos.

Encyrtidae es una de las más importantes familias para el control biológico de insectos plaga (Noyes y Hayat, 1984). Un gran número de especies pertenecientes a la familia han sido asociadas con programas de control biológico clásico a través del mundo.

Algunos de los más espectaculares éxitos han sido alcanzados en el control de pseudocóccidos usando encirtidos como enemigos naturales. Muchas especies han sido usadas exitosamente contra una gran variedad de plagas de importancia económica, especialmente especies de Coccoidea que infestan plantas perennes.

Especies que han sido particularmente usadas con éxito son: *Habrolepis dalmanni*, introducido desde América en Nueva Zelanda para el control de *Asterolenium variolosum*, una seria plaga del roble; *Anagyrus dactylopii* introducida en hawaii desde Hong Kong para el control de *Nipaecoccus vastator* una plaga de los cítricos; *Tetracnemoidea brevicornis* introducida en América del Norte y Nueva Zelanda desde Australia para el control de *Pseudococcus fragilis* una plga de los cítricos y el más conocido es el éxito de *Anagyrus lopezi* para el control de la

chinche de la yuca *Phenacoccus manihoti* a través del desierto subsahariano. Este pseudococcido fue notado por primera vez en el Congo en 1973 en los mediados de los 80 se ha extendido por el Africa subsahariana completa destruyendo la principal fuente de carbohidratos al menos para 200 millones de personas.

## **CRÍA MASIVA DE AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO**

A pesar de que el control biológico por aumento es ya una práctica rutinaria en algunos cultivos en varios países (China, Rusia, Holanda, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, México, etc.), los sistemas agrícolas que lo usan aún no son extensivos. Ya que las áreas que emplean dicha metodología de control de plagas apenas constituyen el 1% del mercado de plaguicidas (King, 1998).

La cría masiva de insectos entomófagos, la calidad, cosecha, almacenamiento, distribución y liberación para controlar insectos y ácaros plaga, son las limitantes más grandes para que el control biológico por aumento se haga más extensivo (King, 1998). Pero además, no se puede perder de vista que la expresión aparentemente mecánica y rutinaria de esta estrategia de control biológico no debe confundirse con la carencia de sustento científico del diseño de la práctica (Trujillo, 1992).

Los parasitoides son los enemigos naturales más utilizados en programas de control biológico de plagas de insectos. La mayoría (85%) son del Orden Hymenoptera y unos pocos (15%) son Dípteros (Carballo, 2002)

Quizá la primera y más importante decisión en la cría masiva de agentes de control biológico es seleccionar a la especie idónea para suprimir la plaga de interés y las condiciones en las cuales se debe reproducir y liberar. Ahora bien, resulta obvio que estas decisiones deben estar sustentadas científicamente por un conjunto de conocimientos de biología, ecología y comportamiento de las plagas y sus enemigos naturales; así como del entorno ecológico particular

Aún cuando la cría de insectos entomófagos para su uso en programas de control biológico puede tener diferentes propósitos (cuarentenas, estudios de biología, etc.), producir gran número de insectos entomófagos en un laboratorio o insectario para su liberación contra una plaga puede resultar impracticable y según Etzel et al (1999), aunque el arte y la ciencia de criar ha avanzado tremendamente en los últimos años, un gran número de factores deben tenerse en cuenta a la hora de emprender un programa de cría masiva, tales como la reproducción del hospedante, el uso de plantas hospedantes, y los factores de calidad entre otros.

Para consultar más definiciones de cría masiva se puede revisar a Chambers (1977). Según este mismo autor, cría masiva es la producción de insectos que satisfacen los objetivos para los que fueron criados con una relación costo beneficio aceptable, y que exceden en número (de diez mil a un millón de veces) la productividad media de la población de hembras nativas.

## **CRÍA DE INSECTOS ENTOMÓFAGOS Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN**

En general, los insectos entomófagos pueden presentar más problemas para su cría en laboratorio que los insectos fitófagos. Aún cuando existen dietas artificiales para algunos insectos entomófagos, con mucha frecuencia estos se deben criar sobre un huésped o presa natural o no natural. Como consecuencia de esto, la cría de una especie de parasitoide o depredador puede requerir hasta tres organismos diferentes, estos son: el insecto entomófago, el huésped natural y la planta o dieta sobre la cual se alimenta el huésped (Waage et al., 1985; Hagen, 1987).

La cantidad de insectos que se pueden obtener en un insectario depende del grado al cual los insectos entomófagos, sus huéspedes y las plantas o dietas estén adaptados al medio artificial, y de la factibilidad de las técnicas de producción. Debido a las características especializadas de

la cría de cada especie entomófaga, únicamente es posible tocar principios amplios en las técnicas de cultivo. Para abundar acerca de estas técnicas de producción masiva se puede consultar a Finney y Fisher (1964), Morrison y King (1977), King y Morrison (1984), Van Lenteren (1988).

### **Cría en dieta artificial, "in vitro"**

Muy pocos enemigos naturales se han criado en dietas totalmente artificiales sin demeritar alguna de sus características deseables. Singh (1984) cita algunas especies de insectos entomófagos para los cuales se ha desarrollado una dieta artificial, y algunas de las ventajas y desventajas de criarlos en éstas. Según Cohen et al, (1999) el uso de dietas artificiales y técnicas de cría automatizadas pudieran disminuir los costos de producción e incrementar la capacidad reproductiva en la cría de enemigos naturales; las dietas artificiales pudieran constituir un elemento exitoso como suplemento alimenticio durante el embarque y su práctica podría eliminar los problemas de cuarentena que tienen que ver con el uso de hospedantes de sustitución para las crías.

Quizá como ejemplo de un logro exitoso reciente, en el desarrollo de una dieta artificial para insectos entomófagos, se deba citar a los trabajos de Rojas et al., (1996) y Rojas (1998), mismos que han demostrado la factibilidad de la cría masiva del parasitoide *Catolaccus grandis* (Burks) en dietas totalmente artificiales, y sin merma en capacidad de búsqueda del huésped (*Anthonomus grandis*).

### **Cría en un huésped natural o sistemas de cría natural**

Se denomina sistema de cría natural a los sistemas que producen agentes de control biológico sobre su huésped natural y a su vez dicho huésped fue criado en alguno de sus hospederos (plantas) naturales. Este sistema de producción generalmente es uno de los más caros y en muchas ocasiones lo pone en desventaja comercial con otros métodos de control.

Además, se debe asegurar que huéspedes no paralizados no serán material biológico que pudiera contribuir a reinfestaciones de la plaga en campo o invernadero. Por esta razón, con frecuencia los huéspedes naturales en crías masivas han sido tratados con medios físicos (calor, radiación, frío) o se separan por medios mecánicos (Van Driesche y Bellows, 1996).

Desafortunadamente, algunos enemigos naturales y sus atributos biológicos deseables sólo se pueden mantener cuando se desarrollan en sus huéspedes naturales. Como uno de los ejemplos de estos sistemas se puede citar a *Phytoseiulus persimilis*, este ácaro se produce generalmente en tres fases: a) producción de plantas de frijol, b) producción de la presa (*Tetranychus urticae* Koch) sobre las plantas de frijol, y c) producción de *P. persimilis* sobre *T. urticae*.

Si se desea averiguar a cerca de la metodología de reproducción de esta especie se pueden consultar los trabajos de Morrison y King (1977). Otros ejemplos de sistemas de este tipo son: *Encarsia formosa* parasitoide de *Trialeurodes vaporariorum*, parasitoides de minadores, y parasitoides de piojos harinosos (Van Driesche y Bellows, 1996).

### **Cría en un huésped alternativo**

Los insectos que se utilizan como huéspedes de insectos entomófagos pueden dividirse en naturales y alternativos. El huésped natural es atacado en campo por la especie de interés; el huésped alternativo no es atacado en campo, de manera natural, por el insecto de interés pero en determinadas circunstancias puede actuar como huésped adecuado para el desarrollo del entomófago en el insectario (Finney y Fisher, 1964; Waage et al., 1985).

Existen varios criterios para seleccionar a un huésped alternativo, todos ellos se dirigen a facilitar el manejo y a disminuir los costos de producción. Entre los criterios básicos se pueden señalar que la especie a seleccionar sea aceptada con facilidad por el entomófago, que no

tenga diapausa o hibernación, que su cría no sea costosa, que tenga altas tasas de incremento, y que tenga resistencia al manejo y a las enfermedades (Feede et al., 1982).

Un ejemplo claro del uso de huéspedes facticios para la producción masiva de un parasitoide es el caso de *Trichogramma* spp. Este parasitoide de huevos de varios ordenes de insectos (especialmente lepidópteros), usado mundialmente en programas de control biológico por aumento, se cría casi exclusivamente sobre huevos de *Anagasta kuehniella* o *Sitotroga cerealella*, huéspedes que presentan menor costo y dificultad para su cría (King y Morrison, 1984; Waage et al., 1985; Van Drieche y Bellows, 1996; Arredondo y Perales, 1994).

Desde que Flanders (1947, 1949) describió las cualidades del hospedante vegetal de sustitución, se sabe como multiplicar infinidad de cochinillas diaspinas sobre estos hospedantes artificiales, que van desde limones parafinados (Tashiro, 1966), tubérculos de papa, frutas de diferentes cucurbitáceas hasta hojas enraizadas (Avidov, 1970; BeBach y White, 1960; Euverte, 1967; Flanders, 1949). Frutos de calabaza *Cucurbita moschata*, variedad rosa, en perfecto estado de conservación, conservando el pistilo de la flor y bajo condiciones adecuadas para su conservación son ideales para su utilización por periodos de hasta 3-4 meses para la cría de cochinillas (Euverte, 1967).

En condiciones de insectario y laboratorio el uso de *Cucurbita pepo* L. fue el sustrato adecuado para la cría de *Selenaspidus articulatus* Morg. Y *Chrysomphalus aonidum* L. para el desarrollo de *Aspidiotiphagus* sp (Hymenoptera: Aphelinidae) (Ceballos y Hernández, 1986). Frutos de calabaza *Cucurbita moschata* y papas grelladas (*Solanum tuberosum* Lin) han sido utilizados con éxito para la cría de chinches harinosas en Cuba (Martínez, 2000) Utilizando la especie de pseudococcido *Planococcus minor* se ha desarrollado una metodología de cría del parasitoide *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae) que ha sido generalizada en los Laboratorios provinciales de Sanidad Vegetal de nuestro país (Ceballos y Martínez, 2002).

## **CONTROL DE CALIDAD**

Hasta aquí se ha señalado la importancia y ventaja que representan los organismos criados en el laboratorio para su posterior liberación en el combate de plagas. Desafortunadamente, al mantener a un grupo de insectos por varias generaciones en un insectario donde se proporcionan factores abióticos estables (temperatura, luz, humedad, viento), y factores bióticos constantes (alimento); además de la ausencia de competencia por huéspedes, por pareja sexual, por sitios de apareamiento, y sin necesidad de

desplazamiento para localizar los recursos, son factores que pueden provocar que los insectos criados en el laboratorio pierdan algunas características deseables que presentaban los insectos silvestres con los que se originó la colonia (Martínez, 1994).

Por esta razón, es imprescindible que se realicen medidas de control de calidad en la cría de agentes de control biológico, que eviten que se pierdan algunas de las características deseables, y que mantengan un estándar de calidad en los insectos producidos. Es muy probable que algunos de los efectos de la domesticación sean inevitables, pero tomar ciertas precauciones puede minimizar su impacto (Martínez, 1994).

El control de calidad es un procedimiento esencial para desarrollar, mantener y mejorar la producción y calidad de cualquier agente de control biológico (Leppla, 1984). Debido a la importancia del tema, se han realizado gran número de trabajos que definen y plantean ciertos criterios básicos para la puesta en práctica del control de calidad (Huettel, 1976; Boller y Chambers, 1977; Chambers y Ashley, 1984; Moore et al., 1985; Martínez, 1994).

El control de calidad en la cría de cualquier insecto debe involucrar a todos los aspectos que puedan influir en su desempeño final. Estos aspectos deben tener revisiones periódicas y recomendaciones para mejorar el sistema de cría (Boller y Chambers, 1977; Leppla, 1984).

Por su parte Huettel (1976) señaló que cualquier característica que se quiera evaluar sobre los insectos criados en laboratorio se debe expresar como la diferencia entre éstos y los insectos silvestres. Es decir, que el estándar de calidad más apropiado está representado por los insectos silvestres.

Respecto a la inspección mínima y periódica en las crías de insectos se puede señalar a componentes de la biología y comportamiento que son importantes para su supervivencia, por ejemplo: talla, capacidad de búsqueda, dispersión, longevidad, competitividad sexual, proporción de sexos, fecundidad, etc.

De acuerdo con Boller (1977) y Barlett (1984) citados por Martínez (1994), existen algunas recomendaciones básicas que se deben considerar para tener una cría de insectos que conserven características deseables y se disminuya el impacto de la domesticación, entre éstas:

- a) Establecer estándares de calidad y determinar las pruebas que proporcionen los indicadores
- b) Iniciar una colonia de insectos con el mayor número de organismos posible
- c) Usar jaulas grandes para el apareamiento, corrientes de aire que remuevan las feromonas acumuladas, y tratar de inducir el comportamiento de vuelo en los organismos
- d) Ajustar las densidades de cría para producir competencia sin llegar a la sobrepoblación
- e) Proporcionar condiciones ambientales adecuadas, pero también inducir fluctuación de temperatura y luz en diversas fases del ciclo de vida
- f) Mantener colonias separadas con condiciones únicas y cruzarlas sistemáticamente con el fin de mantener la variabilidad genética o, si fuera posible, introducir insectos nativos o silvestres periódicamente a la colonia, con las precauciones debidas para evitar hiperparásitos o patógenos
- g) Desarrollar marcadores genéticos, morfológicos o bioquímicos para estudios poblacionales de los insectos que se liberan en el campo

## **EL CONTROL BIOLÓGICO EN CUBA**

La década del 30 del siglo pasado marcó el punto de partida del desarrollo del control biológico aplicado en Cuba, a partir de la inauguración del primer laboratorio de control biológico en el Batey del Central "Mercedes" (hoy "Seis de Agosto") para la reproducción masiva de *Lixophaga diatraeae* Townsend para el control de *Diatraea saccharalis* F., plaga principal del cultivo de la caña de azúcar en nuestro país. (Fernández, 2002)

La introducción en Cuba en 1928 de *Rodolia cardinalis* Mulsant para el control de *I. purchasi* y de *Eretmocerus serius* en 1930 para el control de *Aleurocanthus woglumi* Ashby, plagas que hasta hoy día superviven en poblaciones tan bajas que su daño es insignificante, constituyeron también dos eventos significativos y exitosos de control biológico

En el período prerevolucionario las estrategias para el control de plagas se basaron fundamentalmente en prácticas culturales y en el uso de plaguicidas de naturaleza inorgánica y el énfasis de los científicos estaba en la identificación y registro de organismos nocivos en general. (Faz, 1987)

Las décadas del 70 y el 80 del siglo pasado dirigieron los esfuerzos del control de plagas al uso de plaguicidas, sin embargo en este período se establecieron los sistemas de señalización con métodos de monitoreo y avisos de plagas de insectos, ácaros y enfermedades fungosas, y en la segunda mitad de los 70 se puso en práctica el manejo preventivo, el desarrollo del control

biológico y los primeros programas de Manejo Integrado de Plagas que fue adoptado como política oficial del Estado Cubano en fecha tan temprana como 1982), permitió la creación de los Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE). (Pérez y Vázquez, 2001)

En la etapa actual, el control de plagas se realiza básicamente en el contexto de programas de manejo integrado los cuales tienen un enfoque agroecológico, predominando la tendencia a la integración de alternativas de control no químico en varios cultivos como el café, caña, pastos y otros (Pérez y Vázquez, 2001).

La ley de Medio Ambiente de 1997 incluye las "Normas Relativas a la Agricultura Sostenible" que entre otros expresa la necesidad del uso racional de medios biológicos y químicos con vistas a la reducción de la contaminación ambiental así como el manejo preventivo e integrado de plagas y enfermedades con atención especial al uso de los recursos de la diversidad biológica lo que Cuba está en el camino que hace posible el cambio hacia el paradigma del ambientalismo que permiten implementar el manejo de plagas, y aunque aún falta mucho para alcanzar esta meta el objetivo es continuar disminuyendo la dependencia de los productos químicos.

Y en este contexto, un aspecto esencial para el desarrollo de las diferentes estrategias de manejo ecológico de plagas es la existencia de políticas estatales que contribuyan a su éxito. Uno de los objetivos es la sustitución de plaguicidas por medios biológicos y de hecho la disminución de insumos son consideradas como éxitos productivos asociados a la eficiencia con repercusión en la salud humana y calidad ambiental (Pérez Consuegra, 2004).

### **Conservación, introducción y aumento de enemigos naturales como estrategias de control biológico en Cuba.**

A diferencia del control biológico clásico y por aumento que generalmente están dirigidas al control de una sola especie, la conservación es una estrategia preventiva que promueve la regulación de un conjunto de poblaciones fitófagas presentes en agroecosistemas, y es esta precisamente la estrategia que más posibilidades tiene en el manejo de plagas en la agricultura sostenible.

La conservación es también una estrategia muy conveniente para el control de especies introducidas ya que las altas poblaciones y la invasión de hospedantes con elevadas tasas de reproducción pueden reducirse cuando se aplican programas de manejo que consideran la conservación de los enemigos naturales nativos que son ricos y diversos en los agroecosistemas cubanos y que interactúan con las poblaciones de la especie introducida (Vázquez et al 2001).

El control biológico clásico o importación de enemigos naturales generalmente es utilizado para el control de una especie "exótica", "introducida" o como se ha dado en llamar "emergente". Lo más común es que los enemigos naturales se introduzcan después que la plaga a regular haya hecho su aparición, pero puede darse el caso que ante el peligro de introducción de una plaga muy peligrosa los enemigos naturales sean introducidos antes de su llegada; tal es el caso de la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* (Green), la cual a partir de su introducción en Granada se ha diseminado rápidamente en la región del Caribe (Martínez et al, 2001). El coccinélido *Cryptolaemus montrouzieri* se introdujo en Cuba con ese objetivo y está distribuido para su cría masiva en los Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal del país (Milán et al, 2001).

El control biológico por aumento, a partir de la reproducción masiva y liberación de grandes cantidades de enemigos naturales, es una solución cuando la colonización permanente no es factible o cuando se pretende reducir el uso de plaguicidas. En la etapa actual de la agricultura cubana, es a esta opción a la que se le da prioridad y el mayor éxito se ha alcanzado en la producción masiva y aplicación de patógenos de insectos.

La producción masiva y liberación de enemigos naturales requiere de investigaciones básicas que abarcan la biología y ecología y en primer lugar su selección, que está basada en el principio del control de la plaga bajo las condiciones en que se va a reproducir y liberar. Existen otros aspectos de vital importancia como la calidad de las crías, la efectividad de los enemigos naturales liberados y los costos y beneficios que no solo se reducen a los costos económicos sino también los beneficios ecológicos y sociales (Pérez Consuegra, 2004).

### epredadores y parasitoides de artrópodos

Los entomofagos han sido considerados el grupo más importante dentro del conjunto de organismos que ejercen su acción como enemigos naturales y se pueden ubicar en dos categorías; depredadores y parasitoides.

La comparación entre el grado de éxito del control de plagas mediante depredadores y parasitoides generalmente indica que los segundos son más efectivos pues el número de casos exitosos es mayor pero los depredadores juegan un papel muy significativo en el control de plagas. Por otra parte numerosos especialistas afirman que los parasitoides son los agentes de control biológico más importantes, lo cierto es que los parasitoides han sido los más comunmente utilizados a tal punto que han estado involucrados en muchos de los casos de introducciones exitosas (Carver, 1988).

En Cuba también los parasitoides han tenido un uso mayor que los depredadores tal y como sucede en la mayor parte de los países que producen medios biológicos. En la década de los 90 del siglo pasado se intensificaron las investigaciones con la finalidad de disponer de un mayor número de agentes biológicos, así se desarrollaron metodologías para la reproducción masiva de *Telenomus spp* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoide de huevos de *Spodoptera frugiperda*; *Euplectrus platyhypenae* Howard (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de larvas de *S. frugiperda*, *S. eridania* y *Leucania spp*; Rogas spp (Hymeenoptera; Braconidae) parasitoide larval del complejo *Spodoptera* y *Eucelatoria spp* (Diptera; Tachinidae) parasitoide larval de *S. frugiperda* y *L. unipuncta* (Grillo y Gómez, 1989; Caballero y Marín, 1996; Armas et al, 1996; Gómez y Grillo, 1999; Gómez et al, 1999; Caballero, 1999) y otros tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Parasitoides utilizados en Cuba, plagas que regulan y cultivos donde se liberan (Tomado de Pérez Consuegra, 2004)

| Cultivos | Plagas                          | Parasitoides                 | Inoculativo Inundativo |
|----------|---------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Caña     | <i>Diatraea saccharalis</i>     | <i>Lixophaga diatraeae</i>   | X                      |
| Caña     | <i>Diatraea saccharalis</i>     | <i>Trichogramma fuentesi</i> | X                      |
| Caña     | <i>Elasmopalpus lignoselius</i> | <i>Lixophaga diatraeae</i>   | X                      |
| Caña     | <i>Mocis latipes</i>            | <i>Trichogramma fuentesi</i> | X                      |
| Caña     | <i>Leucania unipuctata</i>      | <i>Eucelatoria spp</i>       | X                      |
| Caña     | <i>Leucania unipuctata</i>      | <i>Cotesia flavipes</i>      | X                      |
| Caña     | <i>M. latipes</i>               | <i>Eucelatoria spp</i>       | X                      |
| Caña     | <i>Spodoptera frugiperda</i>    | <i>Eucelatoria spp</i>       | X                      |
| Caña     | <i>Spodoptera frugiperda</i>    | <i>Archytas monachi</i>      | X                      |
| Caña     | <i>Spodoptera frugiperda</i>    | <i>Telenomus spp</i>         | X                      |

|                  |                       |                         |   |
|------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Caña             | Spodoptera frugiperda | Euplectrus platyhypenae | X |
| Caña             | Diatraea saccharalis  | C. flavipes             | X |
| Caña             | Leucania spp          | Eucelatoria spp         | X |
| Pastos           | M. latipes            | Trichogramma pretiosum  | X |
| Yuca             | Erinnyis ello         | Trichogramma pintoii    | X |
| Tomate           | Erinnyis ello         | Trichogramma spp        | X |
| Tabaco           | Heliothis virescens   | Trichogramma spp        | X |
| Maíz             | Heliothis spp         | Trichogramma spp        | X |
| Berro, boniato   | Lepidopteros          | Trichogramma spp        | X |
| Calabaza, pepino | Diaphania hyalinata   | Trichogramma spp        | X |
| Col              | Plutella xylostella   | Trichogramma spp        | X |
| Hortalizas       | Spodoptera spp        | Trichogramma spp        | X |
| Maíz             | Spodoptera spp        | Telenomus spp           | X |
| Maíz             | Spodoptera spp        | Chelonus insularis      | X |
| Maíz             | Spodoptera spp        | E. platyhypenae         | X |
| Maíz             | Spodoptera spp        | Archytas marmoratus     | X |
| Maíz             | Spodoptera spp        | Rogas spp               | X |
| Tabaco           | H. virescens          | Diadegma spp            | X |

Las estrategias de investigación y desarrollo de artrópodos beneficiosos en agroecosistemas en los organismos nativos e introducidos ha hecho posible la conservación y reproducción masiva de enemigos naturales que se han introducido en programas de MIP en un grupo numeroso de cultivos y con ello la disminución del grado de dependencia de los plaguicidas químicos. Los beneficios ecológicos, sociales y económicos de esta política son incuestionables (Pérez Cosuegra, 2004).

### **Bibliografía**

Altieri, M.A., J. Trujillo, L. Campos, C. Klein-Koch, C.S. Gold y J. R. Quezada, 1989. El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. Manejo Integrado de Plagas, 12: 82-107.

Anónimo. 1990. Manual de capacitación en control biológico. CENICAFE/CIBC, Colombia, 174 pags.

Anónimo. 1995. Directory of least-toxic pest control products. IPM Practitioner 17 (11/12) pag 1-48.

Armas, J.L.; L. Ayala; J.G. Valdés; Rosa E. Gómez; R. Sánchez. 1996. Optimización del sistema de reproducción masiva de Telenomus spp.p. 41-48 En: Resúmenes IV encuentro NacionaI Científico-Técnico de Bioplaguicidas y IV ExpoCREE. INISAV. La Habana, Cuba.

Arredondo B. H., y Perales G. M. 1994. Cría masiva de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). pp. 101-129. In: Bautista M. N., Vejar C. G. y Carrillo S. J. (eds.), Técnicas para la Cría de Insectos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de Méx.

Arredondo B. H., y Perales G. M. 1994. Cría masiva de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). pp. 101-129. In: Bautista M. N.,

Avidov, Z. 1970. Biology of natural enemies of citrus scale insects and the development of method for their mass production. Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agriculture. Rehovot., Israel p 247.

Boller, E. F. and Chambers, D. L. 1977. Quality aspects of mass reared insects. pp. 219-235. In: Ridgway, R. L., and S. B. Vinson (eds.), Biological Control by Augmentation of Natural Enemies, Plenum Press, New York.

Boller, E. F. and Chambers, D. L. 1977. Quality aspects of mass reared insects. pp. 219-235. In: Ridgway, R. L., and S. B. Vinson (eds.), Biological Control by Augmentation of Natural Enemies, Plenum Press, New York.

Borror, D. J., C. A. Triplehorn & N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A., 875 p.

Caballero, Susana, 1999. Estudio biológico sobre *Euplectrus platyhypenae* Howard (Hymenoptera: Eulophidae). Fitosanidad 3(1):43-48.

Caballero, Susana; R. Marín. 1996 Rogas nees, control biológico de la palomilla del maíz. P 48. En; Resúmenes IV encuentro Nacioanl Científico-Técnico de Bioplaguicidas y IV ExpoCREE. INISAV. La Habana, Cuba.

Carballo Manuel 2002:m MANEJO DE INSECTOS MEDIANTE PARASITOIDES.. En: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) N0 66 pag 118-122.

Carver, M. 1988. Biological control of aphids. P 141-165. In: A.K. Minks; P. Harrewijn (eds). Aphids: their biology, natural enemies and control Vol C. Chapman and Hall. New York, USA.

Ceballos Margarita y Hernández, Marlen 1986. *Aspidiotiphagus* sp (Hymenoptera:Aphelinidae). Prueba de hospedantes artificiales para la cría masiva. Rev. Protección Veg. (1986) 2: 137-140

Ceballos, Margarita y María de los a. Martínez. 2002. Comunidad parasítica asociada a pseudocóccidos del cafeto en la región central de Cuba: Taxonomía, biología y cría masiva de *Leptomastix dactylopii* Howard. Informe de Investigación. CENDA. Registro 010217-10217. Ciudad de la Habana. 2002

Chambers, D. L. 1977. Quality control in mass rearing. Annu. Rev. Entomol. 22: 289-308.

Chambers, D. L., and T. R. Ashley. 1984. Putting the control in quality control in insect rearing. pp. 256-260. In: King, E. G., and Leppla N. C (eds.), Advances and Challenges in Insect Rearing. Agricultural Research Service, USDA. New Orleans.

Cohen, C.A.; D.A. Nordlund and R.A. Smith, 1999. Mass rearing of entomophagous insects and predaceous mites: are the bottlenecks biological, engineering, economic, or cultural?. Biocontrol News and Information. Vol 20 No 3, 1999. p. 85-90

De Bach, P. y White, E.B. 1960. Commercial mass culture of the California red scale parasite *Aphytis lingnanensis* Compere. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull. 770: 58.

- DeBach, P. 1968. Exitos, tendencias y posibilidades futuras. Pp 789-831. In: P. DeBach (ed) Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas CECSA, México.
- DeBach, P, and D. Rosen (1991). Biological control by natural enemies, 2<sup>nd</sup> edn. Cambridge: Cambridge University Press.
- DeBach, P. 1964. Biological Control of Insects Pests and Weeds. Chapman and Hall, London. 844 p.
- De Bach, P. y White, E.B. 1960. Commercial mass culture of the California red scale parasite *Aphytis lingnanensis* Compere. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull. 770: 58.
- DeBach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 399 p
- Delucchi, V., D. Rosen & E. I. Schlinger. 1976. Relationship of Systematics to Biological Control. pp. 81-91. In: C.B. Huffaker y P.S. Messenger (eds.), Theory and Practice of Biological Control. Academic Press, New York.
- Doutt, R. 1964. Biological characteristic of entomophagus adults. P. 145-167. In: P. DeBach (ed) Biological Control of Insects Pest and Weeds, Einhold, New York, U:S:A:
- Doutt, R. L. and P. DeBach. 1968. Algunos conceptos y preguntas sobre control biológico, p. 152-175. En; P. DeBach (ed), Control Biológico de Plagas de Insectos y Malas Hierbas. Editorial Continental S.A. D.F, México.
- Ehler, L. E. 1990. Introduction Strategies in Biological Control of Insects. In: Critical Issues in Biological Control. Mackauer, M.; Ehler, L.E. and Roland, J. (eds). Intercept. Andover, Hants, 1990. Pp 111-134.
- Etzel, L.K. and E.F. Legner 1999. Culture and colonization. In: T.W. Fisher and Bellows, Jr (eds) Chapter 15, p. 125-197. Handbook of Biological Control. Principles and Applications. Academic Press, San Diego, CA 1064 p.
- Euverte, G. 1967. Línsectarium de lutte biologique production massive d'Áphytis parasites de cochinilles. Al Awania 23: 59-100 pag
- Faz, A. B. 1987. Principios de protección de Plantas. 2da Edición, Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba: 601 p.
- Feede, V. H., G. F. Feede, and Drooz A. T. 1982. Factitious host in insect parasitoid rearings. Entomophaga 27: 376-386.
- Fernández, L. 2002. Scaramuzza Pandini: Una personalidad en la historia de Sanidad Vegetal. Fitosanidad 6(2): 51-61.
- Finney, G L., and T. W. Fisher. 1964. Cultivo de insectos entomófagos y sus huéspedes. pp. 375-410. In: DeBach P. (ed.), Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas. CECSA, México.
- Flanders, S.E. 1947. Use of potato tubers in mass culture of diaspine scale insects. J. Econ. Ent. 40(3): 746-747.
- Flanders, S.E. 1949. Culture of entomophagous insects. Ca. Ent. 81(11): 257-274
- Gibson, G., J. T. Huber & J. B. Woolley. 1997. Annotated Keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research Press, M-55. Ottawa, Canada.

Gómez, J. y H. Grillo. 1999. Especies de Diptera:Tachinidae parasitando larvas de leucania spp (Lepidoptera:Noctuidae) en caña de azúcar. Centro Agrícola 26(2): 33-34

Gómez, J. y H. Grillo; Maaribel García. 1999. Aspectos sobre la biología de Eucelatoria sp (Diptera:Tachinidae). Centro Agrícola26(2): 29-32.

Grillo, H.; J. Gómez, 1989. Leucania spp nuevo hospedante de Archytas marmoratus (towns) (Diptera;Tachinidae). Centro Agrícola 16(2): 88-90

Grissell, E. E. & M. E. Schauff. 1990. A handbook of the families of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Entomological Society of Washington. Handbook No. 1. 85 p.

Guzmán-Larralde, A. & A.González-Hernández. 1991. Recomendaciones para la colecta y montaje de microhimenópteros. Boletín Soc. Mex. Entomol. 8: 19-24.

Hagen, K. S. 1987. Nutrición de insectos entomófagos y sus huéspedes. pp. 411-436. In: DeBach P. (ed.), Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas. CECSA, México.

Hokkanen, H.M.T. 1985. Success in classical biological control. CRC Crit. Rev. Plant Sci 3: 35-72.

Hoy, M.A. 1985. Improving establishment of arthropod natural enemies. Pp. 151-166. In: M.A. Hoy y D.C. Herzog (eds) Biological control in agriculture IPM SYSTEMS: Academic Press, N.Y.

Huettel, M. D. 1976. Monitoring the quality of laboratory-reared insects: a biological and behavioral perspective. Environ. Entomol. 5: 807-8114.

Huffaker, C. B. & P. S. Messenger. 1976. Theory and Practice of Biological Control. Academic Press Inc. London. 788 p.

Huffaker, C.B. 1985. Biological control in integrated pest management: an entomological perspective. Pp. 13-23. In: M.A. Hoy y D.C. Herzog (eds). Biological control in agriculture IPM systems. Academic Press, N.Y.

King, E. G. 1998. Perspectivas del control biológico por incremento. Vedia 5: 91-95.

King, E. G., and R. K. Morrison. 1984. Some systems for production of eight entomophagous arthropods. pp.206-222. In: King, E. G., and Leppla N. C (eds.), Advances and Challenges in Insect Rearing. Agricultural Research Service, USDA. New Orleans.

Knutson, L. 1980. Symbiosis of Biosystematics and Biological Control. pp. 61-78. In: G.P. Papavizas (ed.), Biological Control in Crop Production, BARC Symposium number 5. Allanheld, Osmun, Totowa.

Leppla, N. C. 1984. Systems management of insect-population-suppression programs based on mass production of biological control organisms. pp. 292-294. In: King, E. G., and Leppla N. C (eds.), Advances and Challenges in Insect Rearing. Agricultural Research Service, USDA. New Orleans.

López. 2001. Introducción, cuarentena y descentralización de *Cryptolaemus mountrouzieri* Mulsant (Coleoptera; Coccinellidae). P 238-240, En; Resúmenes IV Seminario Científico de Sanidad Vegetal, Taller de Plagas Emergentes. Matanzas, Cuba. 2001.

Martin, J. E. H. 1977. The Insects and Arachnids of Canada. Part 1. Collecting, Preparing, and Preserving Insects, Mites, and Spiders. Research Branch Canada Department of Agriculture. Publication 1643. Ottawa, Ontario. 182 p.

Martínez, M. L. 1994. El control de calidad en la cría de insectos. pp. 25-37. In: Bautista M. N., Vejar C. G. y Carrillo S. J. (eds.), Técnicas para la Cría de Insectos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de Méx.

Martínez, María de los Angeles 2000. Metodología para la cría masiva de chinches harinosas. Lab. Entomología. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). La Habana. 2000.

Moore, R. F., T. M. Odell, and C. O. Calkins. 1985. Quality assessment in laboratory reared insects. pp. 107- 135. In: Singh P. and R. F. Moore (eds), Handbook of Insect Rearing Vol I. Elsevier.

Morrison, R. K., and King, E. G. 1977. Mass production of natural enemies. pp. 173-217. In: Ridgway, R. L., and S. B. Vinson (eds.), Biological Control by Augmentation of Natural Enemies, Plenum Press, New York.

Nicholls, C.I. y M.A. Altieri. 1994. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. Agroecología y Desarrollo No 11-12, CLADES.

Noyes, J. S. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps. J. Nat. Hist. 16: 315-334.

Noyes, J.S. & Hayat, M. 1984. A review of the genera of Indo-Pacific Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)* 48:131-395.

Noyes, J.S. The Natural History Museum. Department of Entomology. Universal Chalcidoidea Database. Last up date 30 sept 2003. Extraído el 25 de Mayo del 2005 del sitio Web.

<http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoidea/index.html>)

Pérez Consuegra, Nilda. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural-CEDAR. Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Cuba 296 p.

Pérez, Nilda; L.L. Vázquez, 2001. Manejo ecológico de Plagas. P 191-224. En: F. Funes; L. García; M. Bourke; Nilda Pérez; P. Rosset (eds), Transformando el campo cubano: Avances de Agricultura sostenible. ACTAF-CEAS-Food First. La Habana, Cuba.

Rodriguez del Bosque, L.A. 1991. Teoría y bases ecológicas del control biológico, pp. 6-19, In: L.A. Rodriguez del Bosque y R. Alatorre (eds). Memorias del II Curso de Control Biológico, SMCB-UAAAN, Buenavista, Saltillo; Coah, Mexico. 7-9 Octubre, 1991.

Rojas, M. G., A. A. Morales-Ramos, and E. G. King. 1996. In vitro rearing of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) ectoparasitoid *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) on meridic diets. J. Econ. Entomol. 89: 1095-1104.

Rojas, M. G. 1998. Cría in vitro de *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) un ectoparasitoide del picudo del algodónero (Coleoptera: Curculionidae). *Vedalia* 5: 111-115.

Sabrosky, W. C. 1955. The interrelations of biological control and taxonomy. J. Econ. Entomol. 48: 710-714.

Singh P. 1984. Insect diets, historical developments, recent advances, and future prospects pp. 32-44. In: King, E. G., and Leppla N. C (eds.), Advances and Challenges in Insect Rearing. Agricultural Research Service, USDA. New Orleans.

Stinner, R. E., R. L. Ridgway, and R. E. Kinzer. 1974. Storage, manipulation of emergence, and estimation of numbers of *Tricogramma pretiosum*. *Environ. Entomol.* 3: 505-507.

Summy, K.R. and J.V. French. 1988. Biological control of agricultural pest: concepts every producer should understand, J. Rio Grande Valley Hort. Soc, 41: 119-133

Tashiro, H. 1966. Improved laboratory techniques for rearing California red scale on lemons. J. Econ. Ent. 59(3): 604-608.

Tejada, L.O. 1982. Apuntes de control biológico. ITESM.

Trujillo, J. 1991. Metodología del control biológico, pp 43-46 In: L.A. Rodríguez del Bosque y R. Alatorre (eds), memorias del II Curso de Control Biológico, SMCB-UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah, México. 7-9 de Octubre, 1991.

Trujillo A. J. 1992. Metodologías para el desarrollo de programas de control biológico. pp. 75-85. In: Leyva V. J. e Ibarra R. J. (eds.), III Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB, A. C.). Del 5 al 7 de octubre, Cuautitlán, México.

Van den Bosch, R, P.S. Messenger, and A.P. Gutierrez (1982). An introduction to biological control. New York: Plenum Press.

Van des Bosch, R. And Messenger, P.S. 1973. Biological control. Intex Educ. Publ, New York. Pp 180.

Van Driesche, R. G. & T. S. Bellows Jr. 1996. Parasitoids and predators of Arthropods and Molluscs. pp. 37-65 In: Biological Control. Chapman & Hall, New York. USA

Van Driesche, R. G., and T. S. Bellows. 1996. Biological Control. Chapman & Hall, New York. 539 pp.

Van Lenteren, J.C and J. Woets. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Ann. Rev. Entomol. 33: 239-269.

Vandermeer, J. 1995. The ecological basis of alternative agriculture. Annual Review Ecological Systems 26: 201-224.

Vázquez, L.L; C. Murguido; E. Peña. 2001. Control Biológico por conservación de los enemigos naturales en los programas de manejo de plagas introducidas. P. 257. En: Resúmenes IV Seminario Científico de Sanidad Vegetal, Taller de Plagas Emergentes. Matanzas, Cuba. 2001.

Waage, J. K., K. P. Karl, N. J. Mills, and D. J. Greathead. 1985. Rearing entomophagous insects. pp. 45-66. In: Singh P. and R. F. Moore (eds.), Handbook of Insect Rearing Vol I. Elsevier.

Williams, T.; A. Polaszek. 1996. A re-examination of host relations in the Aphelinidae (hymenoptera; Chalcidoidea). Biological Journal of the Linnaean Society 57: 35-45.

Autora:

**Lic. Margarita Ceballos Vázquez**

Investigador Agregado

Licenciada en Ciencias Biológicas en la Universidad de la Habana en 1980.

Especialidad Control Biológico

Departamento de Plagas Agrícolas en la Dirección de Protección de Plantas del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Autopista Nacional y Carretera de Jamaica. San José de las Lajas.

La Habana. Cuba.