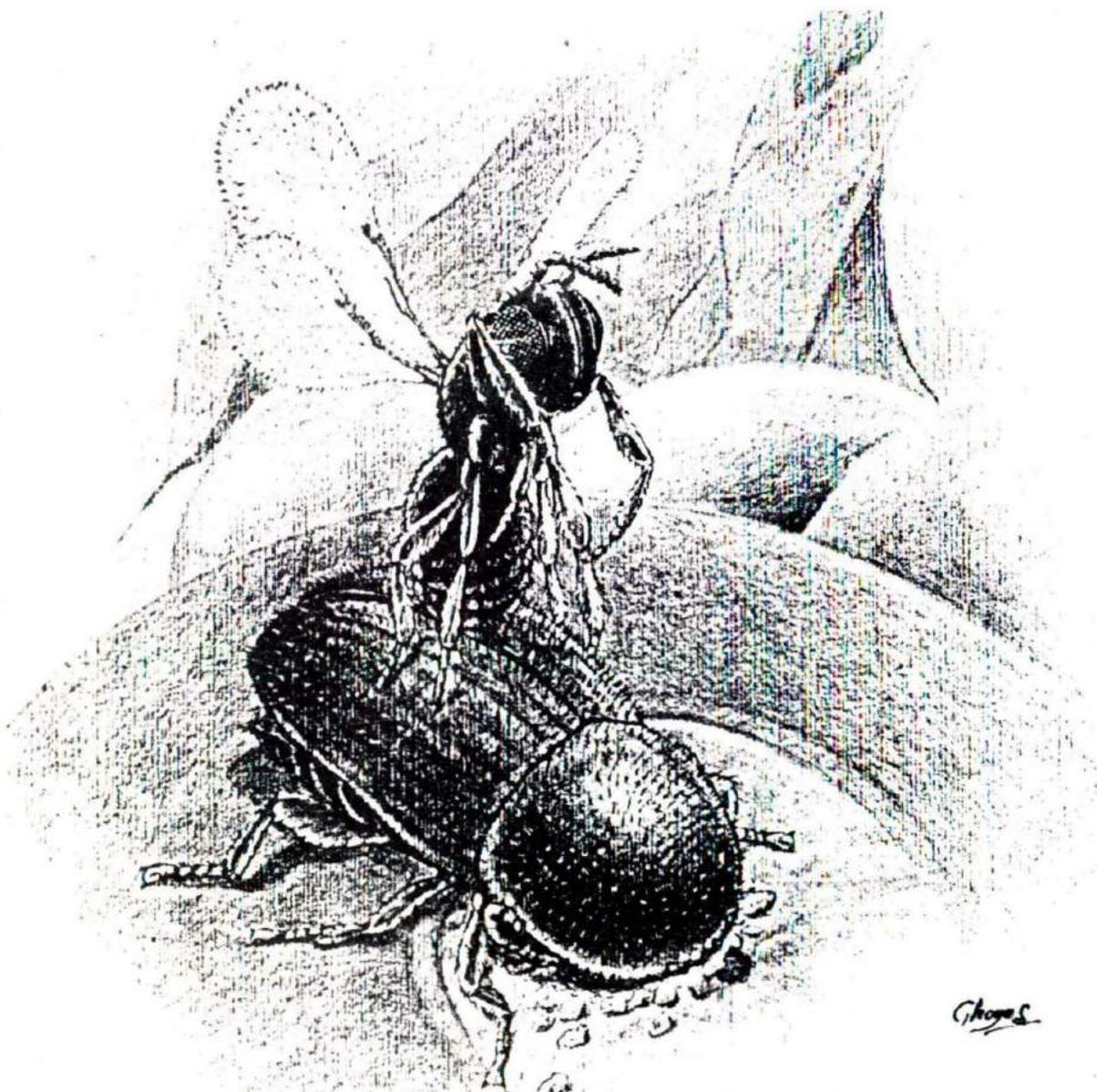


SOCIEDAD COLOMBIANA
DE ENTOMOLOGIA
"SOCOLEN"



XIX Congreso "SOCOLEN" MEMORIAS



G. Rojas

Phymastichus coffea La Salle, parasitando *Hypothremus tampei* (Ferrari).

Manizales, 15, 16 y 17 de julio de 1992
UNIVERSIDAD DE CALDAS

Sociedad Colombiana de Entomología

SOCOLEN

MEMORIAS XIX CONGRESO

"Esta publicación ha sido realizada con la colaboración financiera del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS, establecimiento público, adscrito al Departamento Administrativo de Planeación, por el cual se otorga el subsidio de \$ 1.000.000,00 para el desarrollo de la obra."

MANIZALES, CALDAS

Julio 15, 16 y 17 de 1992

**PUBLICACION DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA
DE ENTOMOLOGIA SOCOLEN**

De parte de la Junta Organizadora del XIX Congreso de
SOCOLEN, expresamos los agradecimientos por
el aporte que los participantes hacen al desarrollo
del país y como testimonio de esto
figuran las memorias aquí presentadas.

Compilado por SOCOLEN Manizales
**“Esta publicación ha sido realizada con la colaboración
financiera del Instituto Colombiano para el Desarrollo
de la Ciencia y la Tecnología, COLCIENCIAS,
establecimiento público, adscrito al Departamento
Nacional de Planeación, cuyo principal objetivo
es impulsar el desarrollo científico de Colombia”.**

Carátula, Diseño y Dibujos:
Gonzalo Hoyos Salazar - GENICAFE

Impresión: Editorial Manizal
Tel. 848029 - Manizales
Marzo de 1993

SOCOLEN

JUNTA DIRECTIVA

**PUBLICACION DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA
DE ENTOMOLOGIA SOCOLEN**

Presidente

Vicepresidente

Secretario

Tesoroero

Revisor Fiscal

Alex Bustillo Pardey

Ruby Londoño Uribe

Germán O. Valenzuela Vera

Rafael Espinal Mancera

Jesús A. Alarcón Carrera

**De parte de la Junta Organizadora del XIX Congreso de
SOCOLEN, expresamos los agradecimientos por
el aporte que los participantes hacen el desarrollo
del país y como testimonio de ésto
figuran las memorias aquí presentadas.**

PRINCIPALES

Iván Zuluaga

Alejandro Madrigal

Valentín Lobatón

SUPLENTE

Ingeborg Z. de Palauis

Rodrigo Vergara

Isaac Gómez

Compilado por: SOCOLEN Manizales
CENICAFE
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE CALDAS
GENTE LTDA.

**Carátula, Diseño y Dibujo:
Gonzalo Hoyos Salazar - CENICAFE**

**Impresión: Editorial Manigraf
Tel. 848029 - Manizales
Marzo de 1993**

SOCOLEN

JUNTA DIRECTIVA

1990 - 1992

Presidente
Vicepresidente
Secretario
Tesorero
Revisor Fiscal

Alex Bustillo Pardey
Ruby Londoño Uribe
Germán O. Valenzuela Vera
Rafael Espinel Mancera
Jesús A. Alarcón Carrera

Coordinador General: Oscar Castro
Secretaria: Marta G. Bernal U.
Tesorero: Reinaldo Cárdenas Murillo

VOCALES

PRINCIPALES

Iván Zuluaga
Alejandro Madrigal
Valentín Lobatón

SUPLENTES

Ingeborg Z. de Polanía
Rodrigo Vergara
Ignacio Gómez

COMISIONES

Académica: Jaime Orozco Rojas
Alex E. Bustillo P.
Reinaldo Cárdenas Murillo

Financiera: José Antonio Arias Maya

Actos Sociales: Juan Carlos López

Publicidad: Héctor Fabio Ospina Ospina

Recursos Físicos: Henry Castillo
María Nancy Estrada

GENTE LTDA.

SOCIOLEN

JUNTA DIRECTIVA

1990 - 1991

José A. Alarcón Carrera
Rafael Espinal Mancera
Gerardo O. Valenzuela Vera
Rudy Landero Uribe
Abel Bustillo Pardey

Revisor Fiscal
Tesorero
Secretario
Vicepresidente
Presidente

VOCALES

Ignacio Gómez
Rodrigo Vergara
Ingeborg X. de Polania

SUPLENTE

Valentín Lobato
Alejandro Madrigal
Jván Zuluaga

PRINCIPALES

PROGRESOS RECIENTES EN EL MANEJO DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS DE LA BROCA DEL CAFE, *Hypothenemus hampei*

L.O. Buis & D.M. Snodling*, ORSTOM, Nouméa, Nueva Caladonia, Pacifico Sur

SOCOLEN

RESUMEN COMITE ORGANIZADOR

La resistencia de la broca del café al endosulfán se detectó en la Costa Oriental de Nueva Caladonia en 1975. Desde entonces se ha desarrollado la plaga después de 6 años de aspersiones y de 12 años de fumigación con endosulfán. Un método sencillo y rápido para la detección de la resistencia se ha aceptado como un método provisional por la FAO. Un reconocimiento comparativo de la resistencia usando la técnica de la aspersión directa y el método rápido de la FAO mostró una precisión muy buena de ambos métodos, estimando la frecuencia de cepas resistentes. Las cepas resistentes mostraron resistencia cruzada sugiriendo que las regiones con una historia de uso de lindano tienen el mayor riesgo de resistencia al endosulfán.

Coordinador General: Oscar Castaño Parra
Secretaria: Marta G. Bernal U.
Tesorero: Reinaldo Cárdenas Murillo

COMISIONES

Académica: Jaime Orozco Hoyos
Alej E. Bustillo P.
Reinaldo Cárdenas Murillo

Financiera: José Antonio Arias Maya

Actos Sociales: Juan Carlos López
GENTE LTDA.

Publicidad: Héctor Fabio Ospina Ospina

Recursos Físicos: Henry Castillo
María Nancy Estrada

La tasa de reversión de la resistencia al endosulfán parecer ser relativamente lenta. Se discute la viabilidad de enfoque de manejo integrado de plagas para mejorar el control de esta plaga del café de importancia mundial.

PROGRESOS RECIENTES EN EL MANEJO DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS DE LA BROCA DEL CAFE, *Hypothenemus hampei*

L.O. Brun & D.M. Suckling**, ORSTOM B.P. A.5, Nouméa, Nueva Caledonia, Pacífico Sur

RESUMEN

La resistencia de la broca del café al endosulfan se detectó en la Costa Oriental de Nueva Caledonia en 1987. En esta zona se presentaron altas infestaciones de la plaga después de 6 años de aspersiones con lindano y de 12 años de aspersiones bianuales de endosulfan. Un método sencillo y rápido para la detección de la resistencia se ha aceptado como un método provisional por la FAO. Un reconocimiento comparativo de la resistencia usando la técnica de la aspersión directa y el método rápido de FAO mostró una precisión muy buena de ambos métodos, estimando la frecuencia de cepas resistentes. Lindano y endosulfan mostraron resistencia cruzada sugiriendo que las regiones con una historia de uso de lindano tienen el mayor riesgo de resistencia al endosulfan.

La distribución de insectos resistentes en campos tratados y la presencia de fenotipos resistentes en campos aislados no tratados, sugiere que el gen o genes resistentes son llevados de una región a otra mediante el transporte por carretera de cerezas maduras infestadas durante el período de cosecha. La infestación de los campos fue más alta a lo largo de la carretera principal cerca a la Costa, cerca a la fábrica más grande de beneficio del café y más baja en lugares distintos de los valles localizados entre 15 y 20 km del mar.

La tasa de reversión de la resistencia al endosulfan parece ser relativamente lenta. Se discute la viabilidad de enfoque de manejo integrado de plagas para mejorar el control de esta plaga del café de importancia mundial.

** DSR Plant Protection, Private Bag, Christchurch, New Zealand.

INTRODUCCION

Los insecticidas son el método más efectivo para controlar la broca del café (BC). Endosulfan (un derivado sulfito, similar en estructura a insecticidas cyclodienos), se usa ampliamente en el control de la BC. Este insecticida tiene menos toxicidad a organismos que no son el blanco, tales como abejas y mamíferos que los insecticidas organofosforados y es generalmente más barato. Hay un interés en aumento por productos con menores riesgos ambientales y persistencia, tales como endosulfan, el cual tiene una fuerte acción de vapor contra todos los estados de la broca dentro de las cerezas del café.

La broca llegó a Nueva Caledonia en 1948 y rápidamente se convirtió en la mayor plaga del café en la isla. El área de producción de café en Nueva Caledonia es pequeña, menos de 3.000 ha, que comprende una pequeña área de cultivos tecnificados (350 ha), siendo la mayoría de los cultivos tradicionales con bastante sombra de árboles nativos. La producción anual es de sólo 200-300 toneladas, debido a la baja productividad en los cultivos tradicionales. Sin embargo, el café representa el único cultivo de retorno inmediato de dinero para los agricultores de Melanesia.

La broca es por consiguiente un problema significativo para los agricultores ya que los niveles de infestación pueden alcanzar hasta 90-100%. El café pergamino infestado que excede un umbral económico se rebaja en su calidad con una reducción en el retorno al caficultor del 25%. La Organización del Café, una agencia gubernamental francesa, suministra asistencia financiera como parte de un programa de desarrollo para la población local. La asistencia se suministra en la forma de árboles injertos y fertilizantes subsidiados, así como un programa de manejo de la broca que se ha llevado a cabo durante unos 20 años. El lindano se aplicó para el control de la broca hasta 1975 y se reemplazó por endosulfan, aplicado en enero y febrero de cada año. Los tratamientos se hacen usando aspersoras motorizadas desde un camión, la cual visita todos los campos que están en el momento en producción.

PROBLEMAS DE CONTROL EN EL CAMPO

Entre 1985 y 1987 la Organización del Café de Nueva Caledonia registró un problema creciente en el control de la broca, con el programa de aspersiones que se había usado exitosamente durante muchos años. ORSTOM fue convidado para esa época con el fin de determinar si se trataba de un caso de resistencia al endosulfan. Los resultados preliminares indicaron una diferencia muy grande en la respuesta entre muestras de poblaciones de broca de diferentes regiones y por tanto se inició un gran esfuerzo de investigación, involucrando un grupo multidisciplinario de varios países. La meta de esta investigación fue la de desarrollar un programa de manejo a la resistencia de insecticidas de la broca.

EVALUACION DEL METODO PROPUESTO A FAO

Concientes de que la diferencia entre muestras se ha podido deber al método usado nos condujo a pruebas extensivas sobre varios métodos. El método de la prueba de la Torre de Potter requiere facilidades especializadas, por tanto desarrollamos una alternativa basada en la acción de vapor del endosulfan, para los casos en que otros laboratorios pudieran tener la necesidad de monitorear resistencia en otros lugares. En este método, rápido, barato y fácil, los insectos se confinan en una cámara por encima del papel filtro tratado. Ellos no pueden entrar en contacto con la superficie tratada, debido a una capa de nylon, que evita que las brocas perforen el papel filtro. También evaluamos este método sin la tela, para determinar efecto de residuos por contacto y acción de vapor y realmente se encontraron muy pocas diferencias en las respuestas, usando o sin usar la tela, lo que sugiere que la acción de vapor es el medio primario de la dosis que alcanza los insectos.

Investigamos el efecto de la temperatura y tiempo sobre la habilidad del método para distinguir entre fenotipos resistentes y susceptibles. Los ensayos se concluyeron usando cinco temperaturas entre 22 y 34°C, con evaluaciones cada hora desde 2 a 10 horas. Fue claro que en combinación de 25°C, 400 ppm de endosulfan y 6 horas, que fue la CL 99.95 de los susceptibles, fue confiable para detectar la presencia de insectos resistentes en las muestras. No se detectaron sobrevivientes en las muestras de la Costa Occidental, o de otras regiones en que no se habían registrado

INTRODUCCION

Los insecticidas son el método más efectivo para controlar la broca del café (BC). Endosulfan (un derivado sulfito, similar en estructura a insecticidas cyclodienes), se usa ampliamente en el control de la BC. Este insecticida tiene menos toxicidad a organismos que no son el blanco, tales como abejas y mamíferos que los insecticidas organofosforados y es generalmente más barato. Hay un interés en aumento por productos con menores riesgos ambientales y persistencia, tales como endosulfan, el cual tiene una fuerte acción de vapor contra todos los estados de la broca dentro de las cerezas del café.

La broca llegó a Nueva Caledonia en 1948 y rápidamente se convirtió en la mayor plaga del café en la isla. El área de producción de café en Nueva Caledonia es pequeña, menos de 3.000 ha, que comprende una pequeña área de cultivos tecnificados (350 ha), siendo la mayoría de los cultivos tradicionales con bastante sombra de árboles nativos. La producción anual es de sólo 200-300 toneladas, debido a la baja productividad en los cultivos tradicionales. Sin embargo, el café representa el único cultivo de retorno inmediato de dinero para los agricultores de Melanesia.

La broca es por consiguiente un problema significativo para los agricultores ya que los niveles de infestación pueden alcanzar hasta 90-100%. El café pergamino infestado que excede un umbral económico se rebaja en su calidad con una reducción en el retorno al caficultor del 25%. La Organización del Café, una agencia gubernamental francesa, suministra asistencia financiera como parte de un programa de desarrollo para la población local. La asistencia se suministra en la forma de árboles injertos y fertilizantes subsidiados, así como un programa de manejo de la broca que se ha llevado a cabo durante unos 20 años. El lindano se aplicó para el control de la broca hasta 1975 y se reemplazó por endosulfan, aplicado en enero y febrero de cada año. Los tratamientos se hacen usando aspersoras motorizadas desde un camión, la cual visita todos los campos que están en el momento en producción.

mayor frecuencia en la resistencia cerca al punto de aplicación del insecticida. Esto fue particularmente evidente en cafetales a libre exposición.

También quisimos investigar las técnicas de aspersión de campo usadas en Nueva Caledonia y su potencial para seleccionar por resistencia. Usamos tintes trazadores para determinar las características de deposición de varias aspersoras bajo diferentes condiciones, la mayoría de la deposición ocurrió entre 10 y 20 m del punto de aspersión. Los bioensayos también indicaron los efectos más grandes cerca a las carreteras. Usamos paquetes de papel filtro para indicar la mortalidad que podría esperarse de broca vivas libres y cerezas de café verdes y secas infestadas para indicar la mortalidad de las brocas dentro de las cerezas. La acción de vapor del endosulfan se indicó claramente por la mortalidad mostrada más allá del punto en el cual los depósitos se detectaron. En estos bioensayos comparamos razas de broca susceptibles y resistentes y encontramos que había una diferencia significativa en mortalidad entre las razas aún a 80 m de distancia de la carretera. Esta diferencia en mortalidad indica la presión de selección por resistencia, ya que la mortalidad de las susceptibles favorece el desarrollo de brocas resistentes.

Incidentalmente, la frecuencia más alta de resistencia al endosulfan en cafetales a libre exposición es atribuible a temperaturas más altas durante enero y febrero cuando se realizan las aspersiones. Nuestras medidas tomadas usando un registrador de datos, indican una diferencia de tres grados en promedio en los cafetales a libre exposición, que representa un 20% de disminución en la CL50 de las susceptibles. Las temperaturas más altas por consiguiente conducen a una mortalidad más alta de las brocas susceptibles, fomentando la selección de una población resistente.

También estábamos interesados en los cambios a través de los años, para el caso de un uso continuado de endosulfan, comparado con la sustitución de endosulfan por enitrothion o por ningún tratamiento. El uso continuado de endosulfan causó un aumento rápido en la frecuencia de la resistencia al cabo de un año, en campos que inicialmente presentaban una frecuencia de resistencia baja.

La suspensión del endosulfan condujo a una disminución en la frecuencia de la resistencia al cabo de un año, lo que representa cerca de cinco generaciones sobrepuestas de la broca bajo

problemas de control, en pruebas con más de 4.000 brocas. Aunque tiempos de evaluación más prolongados pueden ser útiles para medir la última mortalidad, hemos encontrado muy pocos cambios en el factor de resistencia con evaluaciones después de períodos de hasta una semana.

RECONOCIMIENTO DE LA RESISTENCIA

Posteriormente se comenzó una operación de reconocimiento en gran escala, en la cual se tomaron muestras a lo largo de las carreteras de más de 200 campos de 15 regiones de Nueva Caledonia. Se probó la mayoría de las muestras con las técnicas de la Torre Potter y exposición indirecta y se incluyó también el lindano. La precisión de los dos métodos fue similar, para los campos con presencia de resistencia. Se encontró resistencia en 5 de las 15 regiones y estaba bastante distribuida en dos regiones, con el 97 - 100% de las muestras conteniendo resistencia.

EFEECTO DE UNA HISTORIA DE MANEJO

La resistencia se encontró en una proporción significativamente más alta en cafetales a libre exposición que en los tradicionales con sombra y la frecuencia real de insectos resistentes fue también más alta en cafetales a libre exposición.

Interesantemente, se encontró que la resistencia también estaba presente en una proporción de los cafetales que se sabía no habían sido tratados con insecticidas.

Este hallazgo ofrece un gran soporte a nuestra idea de que la resistencia se dispersó durante la época de cosecha, ya que los camiones cargados con cerezas se mueven entre fincas. La tendencia de una mayor resistencia cerca a la Costa comparada con valles más altos soportan esta hipótesis.

Luego investigamos si la técnica de aspersión direccional de insecticidas desde las carreteras había tenido algún impacto sobre la frecuencia de la resistencia en los cafetales. Las muestras se tomaron en líneas perpendiculares a las carreteras y mostraron una clara tendencia de una

mayor frecuencia en la resistencia cerca al punto de aplicación del insecticida. Esto fue particularmente evidente en cafetales a libre exposición.

También quisimos investigar las técnicas de aspersión de campo usadas en Nueva Caledonia y su potencial para seleccionar por resistencia. Usamos tintes trazadores para determinar las características de deposición de varias aspersoras bajo diferentes condiciones, la mayoría de la deposición ocurrió entre 10 y 20 m del punto de aspersión. Los bioensayos también indicaron los efectos más grandes cerca a las carreteras. Usamos paquetes de papel filtro para indicar la mortalidad que podría esperarse de broca vivas libres y cerezas de café verdes y secas infestadas para indicar la mortalidad de las brocas dentro de las cerezas. La acción de vapor del endosulfan se indicó claramente por la mortalidad mostrada más allá del punto en el cual los depósitos se detectaron. En estos bioensayos comparamos razas de broca susceptibles y resistentes y encontramos que había una diferencia significativa en mortalidad entre las razas aún a 80 m de distancia de la carretera. Esta diferencia en mortalidad indica la presión de selección por resistencia, ya que la mortalidad de las susceptibles favorece el desarrollo de brocas resistentes.

Incidentalmente, la frecuencia más alta de resistencia al endosulfan en cafetales a libre exposición es atribuible a temperaturas más altas durante enero y febrero cuando se realizan las aspersiones. Nuestras medidas tomadas usando un registrador de datos, indican una diferencia de tres grados en promedio en los cafetales a libre exposición, que representa un 20% de disminución en la CL50 de las susceptibles. Las temperaturas más altas por consiguiente conducen a una mortalidad más alta de las brocas susceptibles, fomentando la selección de una población resistente.

También estábamos interesados en los cambios a través de los años, para el caso de un uso continuado de endosulfan, comparado con la sustitución de endosulfan por enitrothion o por ningún tratamiento. El uso continuado de endosulfan causó un aumento rápido en la frecuencia de la resistencia al cabo de un año, en campos que inicialmente presentaban una frecuencia de resistencia baja.

La suspensión del endosulfan condujo a una disminución en la frecuencia de la resistencia al cabo de un año, lo que representa cerca de cinco generaciones sobrepuestas de la broca bajo

nuestras condiciones. Continuamos monitoreando los mismos campos y ahora tenemos cuatro años de datos sobre los efectos de diferentes factores operacionales sobre la frecuencia de la resistencia, los cuales están preparando para publicación.

También estamos llevando a cabo estudios genéticos sobre la resistencia, para determinar el número de genes involucrados. La resistencia es intermedia en dominancia, pero hasta ahora no hemos completado el conjunto total de retrocruzamientos requeridos.

En el futuro intentaremos investigar las diferencias en ajustes entre insectos resistentes y susceptibles, con miras a modelar este caso interesante de evolución aplicada.

Introdujimos el parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* a Nueva Caledonia en 1989, pero aún no está muy claro si el insecto se estableció. Se planean más introducciones para el futuro.

Hemos completado una investigación preliminar de los volátiles de la planta de café usados por la broca para localizar cerezas maduras y es evidente que existe el efecto de una kairomona en la atracción de la broca. Trabajos subsiguientes se están llevando a cabo para determinar la naturaleza exacta de estos compuestos, sobre los cuales esperamos informar en el futuro.

FORMULACIONES DE *Baculovirus anticarsia*: RESULTADOS DE INVESTIGACIONES DESARROLLADAS EN EL INSTITUTO BIOLÓGICO DEL ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Antonio Batista Filho***

INTRODUCCION

A finales de la década del 70 e inicio de la del 80, el control microbiológico de insectos plagas en la agricultura brasileña, esta teniendo grande progreso, con el desarrollo de programas mediante la utilización de virus. Son destacables, principalmente los esfuerzos del Centro Nacional de Investigaciones de Soya (EMBRAPA), que mediante intensas investigaciones permitieron su utilización práctica en gran escala, de un virus de poliedrosis nuclear (VPN) con el objetivo de controlar *Anticarsia gemmatilis* (Lep. Noctuidae), principal plaga defoliadora del cultivo de soya.

Según Moscardi (1989), el área de soya cubierta por el programa de control de la plaga superó las 500.000 hectáreas en la cosecha de 1987-1988. El autor resalta también que la tecnología generada en Brasil ha sido adoptada por otros países de América del Sur, como Argentina y Paraguay, donde en una única cosecha, el patógeno fue utilizado en 2.000 y 18.000 ha respectivamente.

El éxito alcanzado por el *Baculovirus anticarsia* incentivó a algunos institutos y empresas de investigación a desarrollar formulaciones que permitieran la industrialización y comercialización del patógeno, contribuyendo a la expansión del programa. Las formulaciones pueden aumentar la eficiencia del virus de la siguiente manera: por la acción protectora contra la radiación solar,

*** Ing. Agr. M.Sc. Investigador Científico, Secao de Controle Biológico das Pragas, Instituto Biológico, Caixa Postal 70. CEP 13001, Campinas, SP, Brasil.

con el uso de estimulantes olfativos que pueden agregarse en la formulación o por la utilización de retardantes de evaporación. Además permite el almacenamiento en condiciones ambientales diversas y facilita el transporte.

Al final del año 1984, el Instituto Biológico (IB) del Estado de Sao Paulo, Brasil, mediante la Sección de Control Biológico de Plagas, inició un proyecto con el objetivo de estudiar el desarrollo de formulaciones de entomopatógenos, dentro de los cuales está el VPN del gusano de la soya. En 1985 el Centro Piloto de Formulaciones de Defensivos Agrícolas del Instituto Biológico comenzó a elaborar las primeras formulaciones del tipo de polvo mojable las cuales fueron evaluadas en campo en enero y febrero de 1986. A partir de esta época, los trabajos incluyeron también formulaciones de aceites vegetales, con el agregado de adyuvantes.

Los principales resultados de investigaciones obtenidos en el período de alrededor de 8 años, son aquí presentados. Los resultados revelan las ventajas de formular un agente de control microbiano, lo que puede determinar la expansión de un programa de control biológico a nivel de cultivos.

EFICIENCIA DE LAS FORMULACIONES DE *Baculovirus anticarsia*

Las formulaciones de polvo mojable (Diatomita y Leucita) evaluadas en condiciones de campo (cosecha: 1985-1986), se mostraron capaces de mantener el índice de defoliación entre 5 y 10%, mientras que en área de soya no tratada la defoliación alcanzó 100%. Cinco días después de aplicadas las formulaciones se observó la presencia de una población uniforme de gusanos en todos los tratamientos. Sin embargo, el índice de defoliación para el testigo fue el doble. Ese aspecto puede ser explicado por el hecho de que en las áreas tratadas, las larvas después de cinco días, ya estaban infestada por el patógeno, lo que los lleva en principio a disminuir y finalmente paralizar la alimentación. La aplicación del virus permitió también un rápido crecimiento poblacional de larvas del predador *Calosoma granulatum* Perty que vino a complementar el control de la plaga (Batista Filho *et al.*, 1986).

Batista Filho (1990) evaluó el comportamiento de una formulación del patógeno en aceite de soya con el agregado de emulsificante y glicerina, obteniendo un índice de infección de 97,5%, idéntico a lo observado en el tratamiento estándar (suspensión concentrada de poliedros de *B. anticarsia*). El hongo formulado a base de aceite de maíz también ha mostrado alta eficiencia en el control de *A. gemmatalis* (Batista Filho *et al.*, datos no publicados).

ESTABILIDAD EN ALMACENAMIENTO

Un insecticida microbiano debe ser producido, formulado y estabilizado, con el fin de que las condiciones normales de almacenamiento no afecten las propiedades insecticidas. En general por lo menos 18 meses de estabilidad son exigidos para tornar la formulación económicamente aceptable (Couch & Ignoffo, 1981).

Batista Filho (1990) estudió en condiciones ambientales, la estabilidad de la formulación de *B. anticarsia* (PM). La leucita mostró que el patógeno no presentó caída significativa de viabilidad durante los 6 primeros meses de almacenamiento. Para el patógeno concentrado (suspensión de virus), a los 6 meses, fue constatado reducción de 25% en la eficiencia. A los 24 meses, las dos preparaciones revelaron pérdidas significativas de eficiencia en su actividad. Sin embargo, la formulación de polvo mojable aún tenía niveles de control de 73%, cuando se comparó a la suspensión concentrada, con 58% de control. La misma formulación ensayada en campo, después de 29 meses de almacenamiento, causó muerte de 66% de la población de larvas, índice de control inadecuado, en la práctica, para la protección de cultivos.

Otras formulaciones fueron también evaluadas por el autor en cuanto a estabilidad. Después de 12 meses de almacenamiento, preparación de *B. anticarsia* (PM)-talco y aceite emulsionable (de soya) que presentó originalmente 85% de eficiencia, demostró 71 y 38% de efecto, respectivamente. Se observó que, sin embargo, presentando una disminución de 14%, la viabilidad de la formulación de polvo mojable no fue afectada significativamente.

ESTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS

La preservación de la actividad del insecticida microbiano sobre el sustrato deseado (suelo, tejido de plantas, agua o grano almacenado) sufre influencia de factores ambientales, tales como radiación solar, agua o humedad y agentes químicos.

Los estudios sobre la persistencia de entomopatógenos revelan que la luz solar es probablemente el factor ambiental más importante que afecta la persistencia de insecticidas microbiano.

Las investigaciones con virus de poliedrosis nuclear, han demostrado que la radiación ultravioleta parece ser la principal fuente de inactivación del patógeno a nivel de campo, sin embargo, otros factores como pH del follaje de la planta cultivada y la temperatura pueden estar involucrados (Bullock, 1967; Ignoffo & Batzer, 1971; Jaques, 1971; Young & Yearian, 1974; Moscardi, 1983).

Las formulaciones de *Baculovirus anticarsia* sometidos a radiación solar y lámpara de luz ultravioleta mantuvieron sus actividades en niveles superiores cuando se compararon con el patógeno purificado, en suspensión en agua. Después de 48 horas de aplicación del patógeno, en condiciones de campo, la formulación de *B. anticarsia* (PM)-Leucita presentó 95% de eficiencia vs 91% de la formulación de microorganismos en aceite emulsionable. El virus purificado (en suspensión en agua) fue el tratamiento más sensible a radiación solar; mostrando en el segundo día de exposición una caída de 45% en la actividad (Batista Filho, 1990).

CONSIDERACIONES FINALES

La utilización de adyuvantes en preparaciones impuras de *B. anticarsia* ha aumentado la persistencia del patógeno en condiciones de campo e incrementado la actividad fagoestimulante (Alves *et al.*, datos no publicados).

Batista Filho (1990) observó que el área foliar consumida por larvas de *A. gemmatilis* fue el doble para los insectos que recibieron folíolos tratados con *B. anticarsia* formulado en aceite vegetal (soya) cuando se comparó con el virus en polvo mojable (leucita).

Los resultados alcanzados hasta el momento demuestran la efectividad de las formulaciones experimentadas y contribuyen para el avance en esa línea de investigaciones, aún incipiente en Brasil.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BATISTA FILHO, A. 1990 Estudo sobre formulações de *Baculovirus anticarsia* em condições de laboratório e campo. Tese, ESALQ/USP, Piraciaba, 72 p.

BATISTA FILHO, A.; AUGUSTO, N.T.; CRUZ, B.P.B.; MACHADO, L.A. Utilização de *Baculovirus anticarsia* formulado como posmolhães, no control de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818, no campo. *Biológico*, São Paulo, 52(7/9):75-8, 1986.

BULLOCK, H.R. Persistence of *Heliothis* nuclear polyhedrosis virus on cotton foliage. *Journal of Invertebrate Pathology*, New York, 9(3):434-36. 1967.

COUCH, T.; IGNOFFO, C.M. Formulation of insect pathogens. In: Burges, H.D. ed. *Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980*. New York, Academic Press, 1981. p. 621-33.

IGNOFFO, C.M.; BATZER, O.F. Microencapsulation and ultraviolet virus. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 64(4):850-53, 1971.

JACQUES, R.P. Tests on protectants for foliar deposits of a polyhedrosis virus. *Journal of Invertebrate Pathology*, New York, 17(1):9-16. 1971.

MOSCARDI, F. Utilização de *Baculovirus anticarsia* para o controle da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*. *Comunicado Técnico EMBRAPA/CNPSO*, Londrina (23):1-21. 1983.

MOSCARDI, F. Vírus entomopatogênicos. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, 15(167):5-20. 1991.

YOUNG, S.Y.; YEARIAN, W.C. Persistence of *Heliothis* NPV on foliage of cotton, soybean, and tomato. *Environmental Entomology*, College Park, 3(2):253-5. 1974.

BIOLOGIA E IMPACTO ECONOMICO DE LAS HORMIGAS

Patricia Chacón de Ulloa*

Actualmente numerosos mirmecólogos se dedican al estudio de la biología y del comportamiento de ciertas especies de hormigas que ocasionan problemas al hombre y al medio ambiente. Por ejemplo, en varios países de América Central y del Sur, **las hormigas cortadoras de hojas** pertenecientes a los géneros *Atta* y *Acromyrmex*, constituyen el grupo de mayor importancia económica (Cherret, 1986). Estas especies son muy abundantes tanto en los bosques húmedos tropicales y subtropicales como en las praderas y campos cultivados. A causa de la gran cantidad y diversidad de vegetación que ellas consumen, son consideradas como los herbívoros predominantes provocando importantes pérdidas en los ecosistemas agrícolas (Wilson, 1982). Puesto que estas especies ocasionan problemas en sus países de origen, se ha constatado que su historia es el reflejo de cambios que el hombre ha causado al medio ambiente con el fin de desarrollar la agricultura y la ganadería (Cherret, 1986; Fowler y Forti, 1986).

Un segundo grupo de importancia, es el de las **hormigas rojas de fuego**, *Solenopsis invicta* y *S. richteri*, dos especies originarias de América del Sur, que fueron introducidas a los Estados Unidos a comienzos de siglo (Lofgren, 1986). Las colonias establecidas en las zonas rurales y semi-urbanas han aumentado sus poblaciones dramáticamente durante los últimos 60 años, causando problemas principalmente a nivel agrícola y médico (Adams, 1986). Según Tschinkel (1986), las hormigas de fuego son comparables a las malas hierbas ya que se adaptan muy bien a los habitat modificados por el hombre, su capacidad de dispersión es excelente y su tasa reproductiva muy elevada.

El tercer grupo es de las **hormigas vagabundas** ("tramp ants") que comprenden algunas especies estrechamente asociadas al hombre y cuya distribución ha sido ampliamente favorecida

*Ph.D., Departamento de Biología, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.

por el comercio humano desde hace mucho tiempo. Es el caso de la hormiga faraona (*Monomorium pharaonis*), de la hormiga Argentina (*Iridomyrmex humilis*), de *Pheidole megacephala*, de las hormigas locas (*Paratrechina longicornis* y *P. fulva*) y de la pequeña hormiga de fuego (*Wasmannia auropunctata*) (Hölldobler y Wilson, 1977, 1990). Según los mismos autores, se trata de especies particularmente adaptadas a habitat artificiales como los campos cultivados, parques, jardines, casas, etc. Las hormigas vagabundas crean problemas en la agricultura, en las habitaciones humanas, a los animales domésticos (Newell y Barber, 1913; Smith, 1965) y también pueden transmitir enfermedades (Beatson, 1972; Ipinza *et al.*, 1981). Por otra parte, cuando son introducidas en nuevas regiones, se comportan como verdaderos exterminadores reemplazando a otras especies de hormigas nativas (Hölldobler y Wilson, 1990). Es el caso de *P. megacephala* en Hawai (Zimmerman, 1970), *I. humilis* en California (Erickson, 1971), *P. megacephala* e *I. humilis* en Bermudas (Haskins y Haskins, 1965; Crowell, 1968), *W. auropunctata* en Islas Galápagos (Clark *et al.*, 1982; Lubin, 1984) y *Paratrechina fulva* en Colombia (Zenner-Polania, 1990).

En la Tabla 1 se resumen las principales características relacionadas con el funcionamiento de las sociedades de hormigas pertenecientes al primer y tercer grupo, los cuales contienen ciertas especies de mayor importancia en América del Sur. Así, se describe brevemente la estructura social, construcción de nidos, habitat preferidos, estrategia alimenticia, acoplamiento y fundación de nuevas sociedades, dispersión e importancia económica.

TABLA 1. Comparación de las principales características biológicas de algunas especies de hormigas de importancia económica

Grupo de especies	Estructura social y organización de las sociedades	Nidos	Habitats preferidos	Estrategia alimenticia	Acoplamiento y modo de fundación de nuevas sociedades	Dispersión de las sociedades	Crecimiento y duración de las sociedades	Importancia económica
<i>Atta</i> spp. <i>Acromyrmex</i> spp.	Monogina (una reina por colonia).	Hipógeos. Construcción elaborada con varias cámaras complejas interconectadas.	Bosques y medios perturbados	Especialistas: cultivan hongos utilizando material vegetal fresco (hojas, tallos, flores)	Durante el vuelo nupcial. Fundación independiente y claustral: la nueva reina se aísla y cuida su primera cría, hasta la emergencia de las primeras obreras.	Dispersión elevada y favorecida por el vuelo nupcial. Posibilidad de colonizar sitios muy alejados.	Lento, sobre todo después del periodo de fundación. Sociedades pueden durar muchos años.	Daño: Plagas potenciales defoliantes de varios cultivos (ej: cítricos). Beneficio: Importancia en el ciclo de nutrientes del suelo.
<i>Wasmannia auropunctata</i> <i>Paratrechina longicornis</i> <i>P. fulva</i> <i>Iridomyrmex humilis</i> <i>Monomorium pharaonis</i>	Poligina (varias reinas por colonia) unicolonial sin agresividad intercolonial.	Ocupan sustratos naturales y artificiales. ej: hojarasca, troncos en descomposición, cavidades preformadas, bajo piedras, etc.	Medios perturbados (cultivos, jardines, zonas urbanas)	Omnívoras y oportunistas. Miel de Homópteros, artrópodos, plantas (nectarios), animales muertos, alimentos humanos, etc.	En el nido de origen. Fundación dependiente, por fisión ó sociotomía: las nuevas reinas parten con grupos de obreras y colonizan nuevos sitios.	Dispersión local ó favorecida por las actividades humanas (transportes accidental a nuevos sitios)	Rápido, expansión favorecida por la sociotomía. Sociedades duran poco tiempo.	Daño: Protegen Homópteros, son muy agresivas, transmiten enfermedades. Beneficio: Depredación, polinización, protección de plantas.

Considerando el enfoque de esta conferencia, debemos profundizar en uno de los aspectos de mayor interés en la entomología aplicada como es el de la **estrategia alimenticia**. Las *Atta* y *Acromyrmex* se consideran **especialistas** porque colectan material vegetal fresco para cultivar un hongo que constituye el alimento esencial para la reina y la cría. Las hormigas vagabundas tienen un régimen alimenticio que incluye una gran variedad de presas, secreciones azucaradas de Homópteros, material vegetal y animales muertos, por lo cual se clasifican como **generalistas**.

Se dice también que son **oportunistas** pues concentran sus esfuerzos en aprovechar fuentes de alimento disponibles y temporales como es el caso de altas poblaciones de insectos fitófagos en un cultivo. Leston (1973) y Gotwald (1986) sugieren que las hormigas son eficientes depredadoras de insectos plaga en ecosistemas tropicales y subtropicales. En la Tabla 2 se citan algunos ejemplos extraídos de la reciente revisión de Way y Khoo (1992), sobre hormigas depredadoras de huevos de insectos plaga. Por ejemplo, en cultivos de algodón en Brasil, se ha observado que huevos de *Alabama argillacea* sufren una predación del 95% por parte de *Pheidole* sp. (Gravena y Pazetto, 1987).

TABLA 2. Hormigas depredadoras de huevos de insectos plaga en América tropical y subtropical (Fuente: Way y Khoo, 1992)

País	Especies plaga	Cultivo	Hormigas depredadoras
Brasil Costa Rica	<i>Alabama argillacea</i> <i>Diabrotica</i> sp.	Algodón Varios cultivos anuales	<i>Pheidole</i> sp. y otras <i>Solenopsis geminata</i> y <i>Pheidole</i> sp.
Guadalupe y Martinica	<i>Diaprepes abbreviatus</i>	Cítricos	<i>Pheidole</i> spp. y otras
Panamá Perú	<i>Castnia licus</i> <i>Castnia daedalus</i>	Caña de azúcar Palma de aceite	<i>S. geminata</i> y otras <i>Odontomachus</i> <i>Pheidole</i> sp. <i>Iridomyrmex</i> spp.
Trinidad	<i>Heteropsylla cubana</i>	<i>Leucaena</i> spp.	<i>Wasmannia auropunctata</i>
Estados Unidos	<i>Anthonomus grandis</i> <i>Helicoverpa virescens</i> <i>Anticarsia gemmatilis</i> <i>Pseudoplusia includens</i>	Algodón Algodón Soya Soya	<i>Solenopsis invicta</i> S. invicta <i>Pheidole morrisii</i> S. geminata

A nivel mundial, Way y Khoo (1992) destacan seis géneros principales que contienen especies reconocidas como agentes promisorios de control biológico: *Oecophylla* en Africa, Asia y Australia, controlando plagas en cultivos de cacao, coco, café, cítricos y palma de aceite. *Dolichoderus thoracicus* en el trópico Asiático asociada a plagas de cocoteros y cacao. En los bosques templados de Europa, es ampliamente reconocido el beneficio de especies del grupo *Formica rufa* especialmente en el control de Lepidópteros. En el nuevo mundo, se destacan especies de *Azteca*, *Solenopsis* y *Wasmannia* (Tabla 3) cuya importancia será discutida a continuación.

Entre las especies de *Azteca*, la *chartifex* ha sido considerada un problema en cultivos de cacao en Brasil por cuidar Homópteros (Harada, 1990) y utilizar celulosa de las plantas para construir sus "nidos de cartón" (Delabie, 1990). Por otra parte, estas hormigas protegen las plantaciones del ataque de otros insectos (Ej: *Atta cephalotes*) por medio de repelencia y comportamiento agresivo (Vello y Magalhaes, 1971; Delabie, 1990). Lo anterior ha estimulado a los agricultores a distribuir fragmentos de nidos de *A. chartifex* en sus plantaciones (Delabie, 1990; Way y Khoo, 1992).

La pequeña hormiga de fuego (*W. auropunctata*), nativa de América tropical ha sido introducida a varias partes del mundo causando graves problemas en los agroecosistemas y desplazando la mirmecofauna local (Ulloa-Chacón y Cherix, 1990). Sin embargo, su papel como agente de control biológico ha sido observado en plantaciones de cacao en Camerún en cocoteros en Islas Salomón y en cultivos de *Leucaena* en Trinidad (Tablas 2 y 3). Por otra parte, la importancia de esta especie en la protección de plantas ha sido demostrada por Schemske (1980) al comprobar que la hormiga protege la planta *Costus woodsonii* de una mosca que ataca las semillas. De manera similar, *W. auropunctata* fue asociada a una mayor producción de semillas en *Calathea ovoidensis*, en Méjico (Horvitz y Schemske, 1984).

Respecto a las especies de *Solenopsis*, se ha sugerido su preservación y uso de insecticidas selectivos en situaciones en las que son mayores los beneficios aportados por las hormigas que los daños causados (Tabla 3). Estudios realizados por Risch y Carroll (1982), demuestran que una hormiga generalista como *S. geminata* es una "especie clave" ya que su presencia y actividad

afecta significativamente la comunidad de artrópodos en cultivos de maíz y cucurbitáceas. Por ejemplo, en ausencia de hormigas, el número total de artrópodos en maíz es ocho veces más elevado. Posteriormente, Reagan (1986) propone que el manejo de plagas en caña de azúcar debe incluir el conocimiento del papel desempeñado por las hormigas de fuego como depredadoras de otros insectos y como consumidoras de semillas de malezas.

A continuación, se mencionan algunos aspectos que pueden influenciar la **actividad de forrajeo** de las hormigas y por consiguiente su eficiencia como depredadores de insectos plaga:

Estructura del cultivo y composición (monocultivo o policultivo). Por ejemplo Saks y Carroll (1980) discuten como la actividad de forrajeo de las hormigas fue mayor en campos que habían sido cultivados por más largos períodos de tiempo, lo que pudo incidir en la densidad de nidos y tamaño de las colonias. Además, la estructura física de las plantas puede influenciar la disponibilidad de sitios para anidar afectando así la densidad de hormigas (Carroll, 1974 citado por Saks y Carroll, 1980).

Abundancia de nectarios extraflorales como fuente de energía para las obreras forrajeras.

Poblaciones de Homópteros productores de excrementos dulces, fuente indispensable para algunas especies de hormigas, la cual también puede ser utilizada cuando las poblaciones presa son muy bajas o ausentes.

Presencia de otras especies de hormigas agresivas (Carroll y Janzen, 1973) y de otros enemigos naturales como las avispas sociales que pueden actuar como eficientes depredadoras en campos cultivados (Perfecto y Sediles, 1992).

Finalmente, se resalta como los estudios sobre la biología y comportamiento de las hormigas constituyen una base muy importante para el desarrollo futuro de métodos de control integrado.

REFERENCIAS CITADAS

- ADAMS, C.T. 1986. Agricultural and medical impact of the imported fire ant. *In: Fire Ants and Leaf-cutting ants: Biology and Management*. Lofgren, C.S. y Vander Meer, R.K. (eds.). Westview Press, Boulder, Colorado. pp. 48-57.
- BEATSON, S.H. 1972. Pharaoh's ants as pathogen vectors in hospitals. *The Lancet*, 425-427.
- BRUNEAU DE MIRE, P. 1969. Une fourmi utilisée au Cameroun dans la lutte contre les mirides du cacaoyer *Wasmannia auropunctata* (Roger). *Café, Cacao, Thé*. 13, 209-212.
- CARROLL, C.R.; JANZEN, D.H. 1973. Ecology of foraging by ants. *Annu Rev. Ecol. Syst.* 4, 231-257.
- CHERRETT, J.M. 1986. History of the leaf-cutting ant problem. *In: Fire Ants and Leaf-Cutting Ants: Biology and Management*. Lofgren, C.S. y Van der Meer, R.K. (eds.). pp:10-17.
- CLARK, D.B.; GUAYASAMIN C., PAZMIÑO O., DONOSO, C.; PAEZ DE VILLACIS, Y. 1982. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: Autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos, *Biotropica*, 14, 196-207.
- CROWELL, K.L. 1968. Rates of competition exclusion by the Argentine ant in Bermuda. *Ecology*, 49, 551-555.
- DELABIE, H.H.C. 1990. The ant problems of cocoa farms in Brazil. *In: Applied Myrmecology: A world perspective* Vander Meer, R.K., Jaffe, K. and Cedeño, A. (eds.). Westview press, Boulder, Colorado, pp:555-569.
- ERICKSON, J.M. 1971. The displacement of native ant species by the introduced Argentine ant *Iridomyrmex humilis* Mayr. *Psyche*, 78, 257-266.

- FOWLER, H.G.; FORTI, L.C. 1986. Economics of grass-cutting ants. *In*: Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Lofgren, C.S. y Vander Meer, R.K. (eds.) Westview Pres, Boulder, Colorado. pp.: 18-35.
- GRAVENA, S.; PAZETTO, J.A. 1987. Predation and parasitism of cotton leafworm eggs, *Alabama argillacea* (Lep.: Noctuidae). *Entomophaga*, 32, 241-248.
- GOTWALD, W.H. 1986. The beneficial economic role of ants. *In*: Economic impact and control of social insects. Vinson, S.B. (Ed.). Praeger, New York. pp:290-313.
- HARADA, A.Y. 1990. Ant pests of the Tapinomini Tribe. *In*: Applied Myrmecology: A world perspective. Vander Meer, R.K., Jaffe, K. and Cedeño, A. (eds.). Westview press, Boulder, Colorado. pp:298-315.
- HASKINS, C.P.; HASKINS, E.F. 1965. *Pheidole megacephala* and *Iridomyrmex humilis* in Bermuda-equilibrium or slow replacement? *Ecology*, 46, 736-740.
- HÖLDOBLER, B.; WILSON, E.O. 1977. The number of queens: an important trait in ant evolution. *Naturwissenschaften*, 64, 8-15.
- HÖLDOBLER, B.; WILSON, E.O. 1990. *The Ants*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 732 pp.
- HORTVITZ, C.C.; SCHEMSKE, D.W. 1984. Effects of ants an ant-tendent herbivore on seed production of a neotropical herb. *J. Ecology*, 65, 1369-1378.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION DE ENTOMOLOGIA. 1990 a. Hormiga benéfica. *Notas y Noticias Entomológicas* (Bogotá, Colombia). Septiembre-October. p. 49.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION DE ENTOMOLOGIA. 1990 b. De régimen mixto. Notas y Noticias Entomológicas (Bogotá, Colombia). Noviembre-Diciembre. p. 60.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION DE ENTOMOLOGIA. 1991 a. Casi perfecto. Notas y Noticias Entomológicas (Bogotá, Colombia). Enero-Febrero. pp. 4-5.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION DE ENTOMOLOGIA. 1991 b. Población incipiente. Notas y Noticias Entomológicas (Bogotá, Colombia). Septiembre-Octubre. pp. 51-52.

IPINZA, I. REGLA, FIGUEROA, G.; OSORIO, J. 1981. *Iridomyrmex humilis* "hormiga Argentina", como vector de infecciones intrahospitalares. I. Estudios bacteriológicos. Folia Entomol, Mex. 50:81-96.

JUTSUM, A.R.; CHERRET, J.M.; FISHER, M. 1981. Interactions between the fauna of citrus trees in Trinidad and the ants *Atta cephalotes* y *Azteca* sp. J. Appl. Ecol. 18, 187-195.

LESTON, D. 1973. The ant mosaic: tropical tree crops and the limiting of pests and disease. Pest Artic News Summ., 19, 311-341.

LOFGREN, C.S. 1986. History of imported fire ants in the United States. In: Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Lofgren C.S. y Vander Meer K.R. (ed.s) Westview Press, Boulder, Colorado. pp:36-47.

LUBIN, Y.D. 1984. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata* Biol. J. Linn. Soc., 21, 229-242.

MACFARLANE, R. 1985. Annual Report 1984. Honiara: Res. Dept., Agric. Div., Solomon Islands Ministry of Agriculture and Lands, 27 pp.

- NEWELL, W.; BARBER, T.C. 1913. The Argentine ant. U.S.D.A. Bureau Entomol. Bull. 122, 98 pp.
- PERFECTO, I. 1991. Ants as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. J. Econ. Entomol., 84, 65-70.
- PERFECTO, I.; SEDILES, A. 1992. Vegetational diversity, ants (Hymenoptera: Formicidae) and herbivorous pests in a neotropical agroecosystem. Environ. Entomol., 21, 61-67.
- REAGAN, T.E. 1986. beneficial aspects of the imported fire ant: a field ecology approach. In: Fire Ants and Leaf-Cutting Ants: Biology and Management. Lofgren C.S. y Vander Meer K.R. (eds.). Westview Press, Boulder, Colorado, pp:58-71.
- RISCH, S.J.; CARROLL, R. 1982. Effect of a keystone predaceous ant, *Solenopsis geminata*, on arthropods in a tropical agroecosystem. Ecology, 63, 1979-1983.
- SAKS, M.E.; CARROLL, R. 1980. Ant foraging activity in tropical agroecosystems. Agroecosystems, 6, 177-188.
- SCHEMSKE, M D.W. 1980. The evolutionary significance of extrafloral nectar production by *Costus woodsonii* (Zingiberaceae): An experimental analysis of ant protection. J. Ecology, 68, 959-967.
- SMITH, M.R. 1965. House-infesting ants of the eastern United States. USDA-ARS. Teach. Bull. 1326, 105 pp.
- TSCHINKEL, W.R. 1986. The ecological nature of the fire ant: some aspects of colony function and some unanswered questions. In: Fire Ants and Leaf-cutting Ants: Biology and Management. Lofgren, C.S. y Vander Meer, R.K. (eds.). Westview press, Boulder, Colorado. pp:72-87.

ULLOA-CHACON, P. & D. CHERIX 1990 a. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae), pp. 281-289. In: R.K. Vander Meer; K. Jaffe & A. Cedeño (eds.), Applied Myrmecology: A world perspective. Westview Press, Boulder, Colo.

VELLO, F.; MAGALHAES, W.S. 1971. Estudos sobre a participação da formiga cocarema (*Azteca chartifex spiriti*) na polinização do cauauero na Bahia. Rev. Theobroma Brazil, 1:29-42.

WAY, M.J.; KHOO, K.C. 1992. Role of ants in pest management. Annu. Rev. Entomol., 37, 479-503.

WILSON, E.O. 1982. Of insects and man. In: The biology of social insects. Breed, M.D.; Michener, C.D. and Evans, H.E. (eds.). Westview Press, Boulder, Colorado. pp. 1-3.

ZENNER-POLANIA, I. 1990. Biological aspects of the "hormiga loca" *Paratrechina* (*Nylanderia*) *fulva* (Mayr), in Colombia. In: Applied Myrmecology: A world perspective. Vander Meer, R.K.; Jaffe, K. and Cedeño, A. (eds.). Westview press, Boulder, Colorado. pp:290-297.

ZIMMERMAN, E.C. 1970. Adaptative radiation in Hawaii with special reference to insects. Biotropica, 2, 32-38.

LOFREN, C.S. 1986. History of reported fire ants in the United States. In: Fire Ants: Biology and Management. LoFren, C.S. y Vander Meer, R.K. (eds.). Westview Press, Boulder, Colorado. pp. 1-10.

LUBIN, Y.D. 1984. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands. In: The Biology of Insects. Vol. 1. Academic Press, San Diego, California. pp. 1-10.

CONTROL BIOLÓGICO DE MALEZAS MEDIANTE EL USO DE ARTROPODOS

Simón V. Fowler*

La historia del control biológico clásico de malezas es brevemente revisado dando ejemplos de algunos de los éxitos alcanzados con una variada clase de malezas. Desde 1902 un total de 174 programas de control biológico de malezas han sido dirigidos en contra de 101 especies de alrededor mundo con un porcentaje de éxito solamente de un 38%.

Sin embargo, en estos casos el control ha sido permanente, ambientalmente seguro y muy benéfico en términos económicos. En lugares donde se ha llevado a cabo una selección adecuada de un amplio rango de hospederos, ningún agente de control ha causado algún efecto impredecible sobre especies de plantas deseables.

La mayor parte de los logros alcanzados ha sido en contra de malezas perennes que están infestando grandes extensiones de tierra o agua de bajo valor económico. Sin embargo, existen oportunidades para ampliar el alcance del control biológico de malezas. Se evalúan las ventajas y desventajas de este método y se presenta un análisis del beneficio-costos. Los procedimientos típicos usados en programas de control biológico clásico son descritos y finalmente se discuten algunos de los retos comunes a los cuales se enfrenta el control biológico.

INTRODUCCION

El control biológico de malezas tiene una larga historia. La primera introducción de insectos herbívoros para controlar una maleza fue realizada en Hawaii en 1902 en contra de *Lantana camara* L. (Julien 1992). *L. camara* es una planta nativa de Suramérica, incluyendo Colombia donde ésta se presenta frecuentemente como una maleza. Sin embargo, *L. camara* se ha esparcido a otra gran cantidad de regiones tropicales en el mundo, donde ésta puede constituirse

*International Institute of Biological Control. Silwood Park, Ascot, SL5 7TA, U.K.

en una maleza muy nociva. En India, por ejemplo, aldeas completas han sido forzadas a moverse debido a la invasión de su tierra por *L. camara* (Holm et al., 1977). Desde 1902 un total de 33 especies de insectos que atacan esta maleza en Suramérica han sido usados en programas de control biológico en por lo menos 25 países. Desafortunadamente el éxito ha sido muy localizado. No obstante, ha habido un número de éxitos espectacular con una variedad de malezas. *Hypericum perforatum* L. es una planta de origen europeo que se desarrolló como maleza a principios de este siglo, en algunas áreas en los Estados Unidos. Esta fue exitosamente controlada usando diferentes agentes de control, pero especialmente el crisomélido *Chrysolina quadrigemina* (Suffvian) (Julien, 1992). Otro ejemplo es la maleza acuática *Alternanthera philoxeroides* (Martins) Grisebach, la cual es originaria de Suramérica pero se volvió un problema en muchas áreas del subtrópico. Esta fue exitosamente controlada en habitats acuáticos en Australia entre 1977 y 1980, mediante el uso de varios agentes pero particularmente el crisomélido *Agasicles hygrophila* Selman y Vogt (Julien, 1992). Todas las malezas mencionadas hasta el momento se han vuelto un problema particular después de su introducción desde otras regiones del mundo. Esto debido especialmente a que están separadas de los enemigos naturales que normalmente regulan sus poblaciones. No obstante la malezas nativas pueden también ser un serio problema. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn es una maleza en muchas regiones del mundo siendo una planta nativa de todos los continentes excepto la Antártida. *P. aquilinum* es una maleza en los pastizales de las tierras altas en el Reino Unido, causando entre 3 y 9 millones de libras esterlinas en pérdidas cada año en Inglaterra y Gales. En el Reino Unido *P. aquilinum* es atacado por un rango de insectos herbívoros nativos, pero estos rara vez tienen algún impacto sobre el crecimiento y esparcimiento de esta planta debido a que estos herbívoros son atacados por parásitos, predadores y enfermedades.

El potencial del control biológico de esta maleza en el Reino Unido ha sido estudiado, pero hasta la fecha no se ha hecho ninguna liberación (Fowler et al., 1989). Otros herbívoros controladores de *P. aquilinum* han sido observados en áreas con clima similar al del Reino Unido. Dos especies de polillas de las regiones altas de Sudáfrica han sido seleccionadas como agentes potenciales. Si estas polillas pueden ser liberadas en Gran Bretaña sin contaminación de parasitoides naturales,

predadores o enfermedades de origen africano, el impacto de estos agentes de control sobre esta planta podría ser suficiente.

Todos los ejemplos que han sido dados comprometen el uso o uso potencial de insectos herbívoros para el control biológico. Recientemente ha habido interés en el uso de patógenos, particularmente hongos, para el control de malezas.

Actualmente el IIBC tiene un programa de investigación para conocer el potencial del control de *Rottboellia cochinchinensis* (hour) W.D. Clayton (= *R. exaltata* L.f), mediante el uso de hongos patógenos. *R. cochinchinensis* es una maleza importante en un amplio rango de cultivos en muchos países tropicales incluyendo Colombia. Esta probablemente es originaria de la India. La búsqueda de enemigos naturales en esta región ha mostrado varios patógenos incluyendo un *Colletotrichum* sp. que ofrece una alternativa para ser usado como mycoherbicida (Ellison y Evans, en impresión.

Efectivamente, el control biológico puede incluir la utilización de cualquier enemigo natural de la especie a controlar. Esta amplia definición de control biológico de malezas, es conveniente dividirla en varias categorías:

- Control biológico clásico: introducción de enemigos naturales para controlar una malezas, en el país afectado.
- Control por inundación o aumento: producción y liberación de los enemigos naturales existentes, que estén atacando la maleza.

Un ejemplo de control inundativo es el uso de COLLEGO, un hongo comercial formulado para ser atomizado, para controlar la maleza *Northern jointtretch* en cultivos de arroz en los Estados Unidos (Templeton & Greaves, 1984). Sin embargo, hasta la fecha, los insectos herbívoros han sido solamente empleados en control biológico clásico, por lo tanto en este escrito me concentraré en este aspecto del control biológico de malezas. Muchas malezas han sido el objetivo del control

biológico clásico en los últimos 90 años. En total ha habido más de 174 programas en control de malezas en contra de 101 especies en diferentes países en todo el mundo (Julien, 1984), pero solamente un 39% de estos programas han conducido a un control efectivo de la planta indeseable. Este porcentaje se considera bajo. Adicionalmente, se ha comprobado la dificultad o imposibilidad para predecir si un programa tendrá éxito incluso aunque el insecto haya sido probado exitosamente en programas anteriores en otra parte del mundo.

Porqué este rango tan pobre? Las bases ecológicas para el control biológico de malezas están en que muchas plantas en su ambiente natural son controladas por enemigos naturales tales como insectos y patógenos y que muchos de esos enemigos naturales son altamente específicos a su hospedero (Song et al., 1984). Sin embargo, nuestro entendimiento de la relación ecológica planta/enemigo natural, no es lo suficientemente buena como para predecir si un programa individual de control biológico será exitoso. El mayor objetivo de la investigación actual es el mejorar este nivel de entendimiento y el éxito reportado en el control biológico de malezas.

Mirando ahora el lado positivo, este método de control es seguro, permanente y extremadamente efectivo en términos económicos y de control. Incluso, algunas de las malezas controladas exitosamente mediante la liberación de insectos herbívoros, no habían podido ser controladas con ningún otro método económicamente justificable. Hago énfasis en la seguridad del método porque la gente siempre está molesta acerca del posible impacto sobre plantas deseables, especialmente cultivos. Afortunadamente muchos enemigos naturales son altamente específicos. Esto es particularmente cierto con hongos e insectos herbívoros. Todos los programas de control biológico utilizan enemigos naturales altamente específicos, lo cual es comprobado usando métodos aceptados internacionalmente (Wapshere 1989). Donde ésta rigurosa prueba de especificidad ha sido usada y ha registrado un 100% de seguridad. Los métodos usados serán discutidos en detalle más adelante.

Naturalmente, el control biológico de malezas puede no ser una solución provechosa para todas las malezas. Hasta la fecha, la mayoría de ejemplos están relacionados con malezas perennes que se encuentran infestando grandes áreas de tierra o agua de bajo valor económico (Crawley, 1989). Sin embargo, existe un alcance para utilizar el control biológico de malezas para un rango más

amplio de plantas indeseables, incluyendo aquellas dentro de cultivos y plantas invasoras en ecosistemas naturales. El programa de *Rottboellia* mencionada anteriormente, es un ejemplo de una malezas en un cultivo que en el futuro puede ser controlada biológicamente.

Como con cualquier práctica de control de malezas, el control biológico clásico tiene sus ventajas y desventajas. En el lado negativo, éste es relativamente lento para actuar y normalmente comprende una reducción en cobertura o vigor de las malezas más que erradicación. Esto puede ocurrir a escala local pero es difícil de predecirse con antelación. Por lo tanto, esto parece inapropiado para cultivos anuales u otros problemas de malezas donde se necesita un control total e inmediato. La especificidad que hace a la liberación de agentes muy seguramente para las plantas deseables significa que el control es específico a unas o muy pocas especies de malezas. De esta manera, este método no es conveniente para complejos ricos en especies donde se necesita un control rápido y total.

Positivamente hablando, una vez el agente para control biológico clásico se ha establecido exitosamente, el control es permanente no requiriendo liberaciones adicionales o en el caso de necesitar esta cantidad es muy pequeña.

Más aún, el control biológico de malezas puede ser extremadamente efectivo en términos económicos. En contraste con el control mecánico o con el uso de herbicidas, el control biológico se perpetua por si mismo, no requiriendo otras aplicaciones. La habilidad de estos controladores para dispersarse es adecuada generalmente como para localizar la mayor cantidad de parches de la maleza a controlar. En algunos casos, cuando se requiere aumentar el agente de control, es posible hacerlo fácilmente mediante el transporte local. El control puede alcanzar áreas y tipos de terrenos que no son posibles o son muy difíciles de controlar mediante otros métodos.

Tal vez lo más importante de esta técnica es su seguridad ambiental sin riesgo alguno para el hombre o para los animales, sin efecto dañino sobre la flora local y no deja residuos. Para resumir un exitoso control biológico de malezas es permanente, ambientalmente aceptable y efectivo económicamente.

ASPECTOS ECONÓMICOS DEL CONTROL BIOLÓGICO DE MALEZAS

Para ilustrar que tan efectivo económicamente puede ser el control biológico de malezas hemos usado gráficas de un programa de control en contra de *Salvinia molesta* D.S. Mitchell en Sri Lanka (Doeleman, 1989) (Tablas 1 y 2). A la fecha, éste representa uno de los mejores ejemplos de análisis de una relación costo-beneficio. Desafortunadamente muchos programas se han negado a continuar el estudio de costo-beneficio de liberaciones, comúnmente debido a una abrupta suspensión de los fondos, una vez las liberaciones han sido realizadas.

TABLA 1. Pérdidas económicas anuales causadas por *Salvinia molesta* en Sri Lanka. (Cifras en miles de libras esterlinas al precio de 1987). (Extraído y simplificado de Doeleman, 1989)

1	producción de arroz	249
2	pesca y otras pérdidas	99
3	costo en salud	134
4	control corriente	147
5	costo ambiental	?
Menos:		0
1	beneficio económico	49
2	reemplazo de malezas	
		579

El programa de control biológico comprende la liberación de un solo agente, el picudo *Cyrtobagous salvinie* Calder & Sands. Sin embargo, mucha de la investigación básica había sido llevado a cabo en Australia y el agente controlador tenía varios registros de su éxito. El programa comenzó en 1986 y las liberaciones continuaron hasta 1989. Los costos del programa se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2. Costo del programa de control biológico en contra de *Salvinia molesta* en Sri Lanka. (Cifras en miles de libras esterlinas al cambio de 1987). (Extraído y simplificado de Doeleman, 1989).

Costos de la investigación	50
Implementación	75
Costo Sri Lanka	1,4
TOTAL	126,4

El retorno estimado del programa fue calculado asumiendo que las pérdidas en la Tabla 1 serían completamente subsanadas y son presentadas sobre un período escogido arbitrariamente de 25 años. La tasa de retorno calculada indica que por cada libra esterlina gastada, la ganancia económica fue entre 36 y 88 libras sobre un período de 25 años.

PROCEDIMIENTOS EN CONTROL BIOLÓGICO

La investigación inicial necesaria para un programa de control biológico incluye: a) información anterior para establecer si la maleza es un objetivo apropiado para el control biológico; b) expediciones de campo al área de origen de la maleza a controlar, para conocer sus enemigos naturales; c) pruebas de especificidad.

Trabajos anteriores. Es esencial establecer la taxonomía exacta de la maleza y en el caso de malezas introducidas se debe tratar de establecer su origen. En el país objetivo, deben estudiarse los enemigos naturales que atacan la maleza con el fin de asegurar que el agente potencial de control no ha sido introducido ya inadvertidamente, y por lo tanto permitir la selección de agentes que son ecológicamente distintos de los herbívoros nativos existentes. Se requiere conocimiento sobre el impacto económico de la maleza, tal como el presentado para el programa de *Salvinia* en la Tabla 1, para justificar el inicio del programa de control biológico sobre las bases del costo y beneficio.

Estudios de campo. El propósito de los estudios de campo es descubrir el posible agente para el control biológico entre una gama de insectos herbívoros y patógenos que están atacando la maleza objetivo en su tierra nativa (Schroeder and Goeden, 1986). El interés se centrar[ia en agentes potenciales que tengan un impacto sobre la dinámica de la población de maleza a controlar (atacando estados críticos en la historia de la planta y/o causando un daño en gran escala a la planta) Información adicional puede ser obtenida de registros en herbarios y en la literatura. Estudios ecológicos sobre enemigos potenciales y la maleza en su área de origen aumenta la posibilidad de encontrar agentes exitosos y también proveer información temprana sobre la especificidad del enemigo natural.

Pruebas de especificidad. Es fundamental que el controlador biológico no ataque otro tipo de plantas. Muchos insectos herbívoros y patógenos de plantas son altamente específicos. En algunos casos su ataque es restringido a genotipos de la planta hospedera. El estudio de especificidad del hospedero es el más largo y costoso. Generalmente se prueban unas 50 especies de plantas relacionadas con la maleza y que se encuentran en el país donde se proyecta la introducción del agente benéfico.

Sobre la base de similitudes morfológicas o bioquímicas se pueden incluir nuevas plantas para el estudio. Las pruebas de especificidad tiene como meta establecer el rango de plantas hospederas. El procedimiento varía dependiendo de la clase de organismo considerado.

Con insectos, la prueba inicial implica un simple experimento de inanición en condiciones de laboratorio. Para ello el estado de alimentación del insecto es enfrentado a morir de hambre o alimentarse de un hospedero alterno. La mayoría de las especies enlistadas son eliminadas rápidamente usando esta simple prueba.

Sin embargo, cuando un insecto herbívoro es encerrado y se le proporciona un solo tipo de alimento, éste puede atacar plantas las cuales nunca han sido su hospedero en el campo. A pesar de que estos simples análisis son un buen camino para eliminar plantas consideradas hospederos, se requieren pruebas más reales de selección. El paso final de estos ensayos puede incluir trabajos

de campo en el país de origen o también pruebas para tratar de multiplicar el agente potencial de control en plantas de prueba.

Los resultados de todos estos experimentos son cuidadosamente analizados, antes de comenzar la multiplicación del controlador para su posterior liberación.

En los lugares donde este procedimiento ha sido aplicado correctamente, no se han encontrado agentes biológicos atacando una especie de planta deseable.

Cuando el candidato es considerado seguro, se solicita un permiso para su liberación ante el representante legal del Gobierno. Después de la liberación es muy importante evaluar el establecimiento y grado de control del agente. Desafortunadamente este defecto es generalmente rechazado debido a las limitaciones económicas.

Desafíos que presenta el control biológico de malezas. Se necesita mejorar el rango de éxitos alcanzados. Los proyectos de investigación actuales tienen este punto como objetivo. Para lograrlo, una forma sencilla sería mediante una selección adecuada de la maleza a controlar. Vale la pena destacar que el control de malezas biológicamente es a menudo visto como la última opción a usar. Además, es considerado después de que otros métodos practicados han fracasado. Si el control biológico es llevado a cabo con las malezas más nocivas en todo el mundo, quiere decir que el 39% de éxito es quizás más apreciable que lo que éste parece en primera instancia. Un área donde el control biológico puede jugar un papel muy importante es el control de malas hierbas invasoras de ecosistemas naturales. Los herbicidas y el control mecánico podrían ser inapropiados para este problema, y por tanto el control biológico debería ser la primera alternativa en medio de todos los métodos de control.

Para terminar, necesitamos promover más el control biológico con publicidad y educación para incrementar el uso de este método de control de malezas el cual resulta ambiental y económicamente atractivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CRAWLEY, M.J. (1989). The successes and failures of weed biocontrol using insects. *Biocontrol News and Information*, 10, 211-223.
- DOELEMEN, J.A. (1989). Biological control of *Salvinia molesta* in Sri Lanka: An assessment of costs and benefits. ACITAR Technical Report 12. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 1989.
- ELLISON, C.A. & EVANS, H.C. Present status of the biological control programme for the graminaceous weed *Rottboellia cochinchinensis*. Proceedings of the 8th International Symposium on Biological Control of Weed (in press).
- FOWLER, S.V.; LAWTON, J.H. & SPEED, C.B. (1989). Biocontrol of bracken, *Pteridium aquilinum*, in the UK: prospects and progress. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Weeds-1989, 3, 997-1004.
- HOLDEN, A.N.G.; FOWLER, S.V. & SCHROEDER, D. (1992). Invasive weeds of amenity land in the U.K.: biological control, the neglected alternative. *Aspects of Applied Biology* 29:325-332.
- HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L., PANCHO, J.V. & HERBERGER, J.P. (1977). The world's worst weeds. Distribution and biology. University Press of Hawaii, Honolulu.
- JULIEN, M.H. (1992). Biological control of weeds. A world catalogue of agents and their target weeds. 3rd edition. CAB International, Wallingford, U.K.
- JULIEN, M.H., KERR, J.D. & CHAN, R.R. (1984). Biological control of weeds: an evaluation. *Protection Ecology*, 7, 3-25.

- SCHROEDER, D. & GOEDEN, R.D. (1986). The search for arthropod natural enemies of introduced weeds for biological control - in theory and practice. *Biocontrol News and Information*, 7, 149-155.
- STRONG, D.R., LAWTON, J.H. & SOUTHWOOD, T.R.E. (1984). *Insects on plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- TEMPLETON, G.E. & GREAVES, M.P. (1984). Biological control of weeds with fungal pathogens. *Tropical Pest Management*, 30, 333-338.
- WAAGE, J. (1990). Ecological theory and the selection of biological control agents. *In: Critical Issues in Biological Control* (Eds M. MacKauer, L.E. Ehler & J. Roland), pp. 135-157. Intercept, Andover.
- WAPSHERE, A.J. (1989). A testing sequence for reducing rejection of potential biocontrol agents for weeds. *Annals of Applied Biology*, 114, 515-526.