

## CAPÍTULO 12

# Manejo de Plagas de la Yuca<sup>1</sup>

Anthony C. Bellotti\*, Bernardo Arias V.\*\* y Jesús A. Reyes Q.\*\*\*

### Introducción

El manejo de plagas de la yuca se debe basar, fundamentalmente, en el control biológico, en la resistencia de la planta hospedante y en el empleo de prácticas culturales. Estos eslabones de la cadena de control integrado han tenido un papel importante en los programas de manejo de las plagas de la yuca en los últimos 20 años. Por ello, este modelo de manejo debe continuar siendo implementado para evitar el deterioro ambiental y la posible contaminación de los alimentos en el futuro.

Uno de los objetivos prácticos de los entomólogos es mantener las poblaciones de insectos plaga en el nivel de cero importancia económica; este enunciado, claro y fácil de entender, se olvida en la práctica porque se ignora su verdadero sentido.

Cuando se habla de mantener los insectos perjudiciales en niveles de baja importancia económica, debe entenderse que no siempre la presencia y el daño de un insecto plaga significa una reducción en la producción; casi todos los cultivos tienen capacidad para soportar cierto porcentaje de daño y tienen habilidad para recuperarse. Por tanto, no tiene sentido aplicar insecticidas por la sola presencia de un insecto dañino.

La habilidad de la planta de yuca para recuperarse de daños de plagas es una cualidad importante que siempre debe ser considerada. No se debe recurrir a la aplicación de insumos de control, a menos que se haya hecho un estimativo de la pérdida de rendimiento.

Actualmente existe información precisa relacionada con las plagas más importantes que reducen el rendimiento, y con las épocas y las edades clave en las que deben tomarse precauciones o acciones adecuadas de manejo. Se conocen también las plagas que no afectan la producción aunque sus síntomas parezcan severos y hacen, por ello, que se ejecuten acciones de control innecesarias.

El control de plagas de este cultivo se debe hacer con un mínimo de insumos costosos, sobre todo de pesticidas. Para lograr este objetivo se han incrementado en los últimos años los conocimientos básicos sobre la biología y la ecología de muchas de estas plagas y de sus enemigos naturales. Se deben aprovechar los factores favorables involucrados en la interacción insecto-planta-medio ambiente y las consideraciones que hacen que un sistema de manejo de plagas de yuca sea un objetivo atractivo y práctico.

Algunos de estos factores son:

1. La yuca se cultiva de 8 a 24 meses; por lo tanto, el uso continuo de pesticidas es costoso y antieconómico en relación con su rentabilidad.
2. Por ser un cultivo de ciclo largo, la yuca es ideal para programas de control biológico, especialmente en áreas donde se cultiva sin interrupción y en grandes extensiones. Ya se

1. Este documento contiene información publicada en las Memorias del XXVII Congreso de SOCOLEN.

\* Ph.D., Entomología, Líder de la Unidad de Manejo Integrado de Plagas (MIP), Proyecto Yuca, CIAT, Cali, Colombia. E-mail: a.bellotti@cgiar.org

\*\* M.Sc., Producción Vegetal, Asociado de Investigación de la Unidad de MIP, Proyecto Yuca, CIAT. E-mail: b.arias@hotmail.com

\*\*\* M.Sc., Entomología, As de Biológicos, Palmira, Colombia. E-mail: jesus\_antonior@hotmail.com

- han identificado y estudiado con profundidad muchos agentes de control biológico para muchas de sus plagas principales.
3. La planta de yuca se puede recuperar casi siempre del daño causado por los insectos. Durante los períodos de precipitación pluvial adecuada, los niveles altos de defoliación causarán poca o ninguna reducción del rendimiento.
  4. Muchas de las plagas no están diseminadas ampliamente y su incidencia es a menudo estacional. Las épocas secas favorecen el aumento de poblaciones de muchas plagas, pero la habilidad de la planta para resistir largos períodos de sequía le permitirá, generalmente, recuperarse cuando comiencen las lluvias.
  5. La yuca tiene un umbral alto para el daño económico por plagas; las variedades vigorosas pueden perder bastante follaje (40% más) y hay períodos cuando pueden sufrir aún más defoliación sin que se afecte significativamente el rendimiento. En la actualidad, las nuevas variedades desarrolladas pueden tener una tolerancia mayor a la defoliación, debido a los métodos de selección utilizados, tanto por vigor como por resistencia a factores bióticos y abióticos.
  6. Muy pocas son las plagas que realmente pueden matar la planta, lo que hace posible que ésta se recupere del daño y produzca raíces comestibles.
  7. La selección de material de propagación sano y vigoroso, junto con un tratamiento de fungicidas e insecticidas de bajo costo, permite una germinación rápida y exitosa. Se asegura así el vigor inicial de la planta durante esta fase tan importante y se aumenta finalmente el rendimiento.
  8. Se ha demostrado que existen fuentes de resistencia en la yuca, en niveles, bajos, medianos y altos, que pueden ser adecuadas para evitar graves pérdidas del cultivo por las plagas.
  9. A menudo se cultiva la yuca en pequeñas fincas, bajo condiciones de cultivo mixto; este sistema no sólo reduce la incidencia de las plagas, sino que también evita brotes de plagas en extensiones grandes de cultivo.

10. Hay pruebas de que los insectos pueden ocasionar disminuciones en el rendimiento durante períodos específicos del desarrollo de la planta. En muchas plagas de la yuca ya se han identificado estos períodos, para que puedan intensificarse las prácticas de control durante este tiempo.

## **Insectos Plaga**

Los insectos existen en la tierra desde hace más de 300 millones de años y han sobrevivido y evolucionado a pesar de todos los cambios drásticos derivados de la evolución de la Tierra.

Los insectos presentan una gran capacidad reproductora. Una termita (comején) reina puede llegar a ovipositar 30,000 huevos diarios. Cuando apareció el D.D.T. para uso agrícola, su efecto letal sobre los insectos fue de tal magnitud que muchos entomólogos iniciaron la recolección de especies de insectos para conservarlos, ya que se creía que el D.D.T. los exterminaría; sin embargo, los insectos habían sobrevivido a situaciones mucho más difíciles y respondieron desarrollando resistencia no sólo al D.D.T. sino a la mayoría de los insecticidas.

Hasta la fecha se registran 321 especies de insectos resistentes a varios grupos de insecticidas, lo cual quiere decir que éstos ya no son efectivos para reducir sus poblaciones y que, por tanto, la especie humana debe buscar otras alternativas, valiéndose de métodos más racionales y económicos, que no continúen aumentando la resistencia de los insectos a los insecticidas, pero que tampoco contaminen el ambiente en niveles críticos para la humanidad.

Muchos entomólogos y científicos, algunos ya fallecidos, dedicaron su vida al estudio de los insectos benéficos y a pregonar que éstos debían ser utilizados en los programas de control de insectos plaga. Están convencidos de que el empleo de sólo insecticidas propiciaría el desequilibrio biológico y tendría consecuencias catastróficas para la humanidad.

Estas investigaciones reposan en los libros y boletines especializados, en los cuales se presentan en detalle los métodos y recomendaciones para seguir en los programas de manejo integrado y de plagas. Hoy en día, la situación ha cambiado. Corresponde por tanto a

los entomólogos y técnicos y también a toda la humanidad verter a la práctica estos principios y experiencias que, además de resolver problemas de producción, minimizan la contaminación del ambiente.

El cultivo de la yuca puede servir de modelo para entender algunos principios básicos del control integrado y, principalmente, del control biológico por medio de insectos benéficos.

A pesar de que en algunas épocas ocurren explosiones de algunas plagas, se puede decir que el cultivo de la yuca no está sometido permanentemente a ataques severos de insectos y que, por el contrario, mantiene un excelente equilibrio biológico. Hay factores de mortalidad que han mantenido las poblaciones de insectos en niveles de poca importancia económica.

Esta situación favorable debe conservarse. Para entender mejor este punto, se presenta el ejemplo del cultivo algodónero en Colombia. Durante 1977 llegó a lo que se llamó “estado de catástrofe” en lo que se refiere a control de plagas: las larvas del género *Heliothis*, su principal plaga, alcanzaron tal grado de resistencia a los insecticidas que su control se hizo imposible.

Debe recordarse que, cuando se inició en Colombia el cultivo del algodónero, hace más de 35 años, eran pocas las plagas que lo atacaban y su control era relativamente fácil. Era una situación similar a la presentada hace 20 años por el cultivo de la yuca. Pues bien, puede asegurarse que si no se manejan racionalmente las plagas de la yuca y si se aplican insecticidas de manera indiscriminada, se llegará en un futuro no muy lejano a la misma situación de desesperación que vivieron los algodóneros.

Aunque se han investigado las plagas de la yuca, o sea, su relación con factores bióticos y abióticos, las técnicas de manejo del cultivo y la producción de variedades adaptadas a diferentes ecosistemas, todavía hace falta una mayor conciencia del problema para adoptar el manejo que permita prevenir epizootias a escala regional o nacional.

Una de ellas ocurrió en los 90 en la Costa Atlántica de Colombia: la dispersión del barrenador del tallo de la yuca (*Chilomima clarkei*). No se ejecutaron las normas cuarentenarias, o sea, se intercambiaron estacas

de una zona a otra, no se destruyeron los residuos de cosecha, hubo malas condiciones para almacenamiento de la ‘semilla’ (estacas), se usaron estacas de mala calidad e infestadas de la plaga, y se hizo un uso inadecuado de los plaguicidas. Como resultado, la plaga se convirtió en un problema social, que causó escasez de semilla asexual y llevó a muchos agricultores a situaciones precarias, ya que este cultivo es la base del sustento de muchas familias de escasos recursos de la región.

Una situación similar ha ocurrido con la “mosca blanca” de la yuca (*Aleurotrachelus socialis*) en el norte del departamento del Cauca, en el sur del Valle del Cauca, en Tolima y en algunas localidades de la Costa Atlántica y los Llanos Orientales. Esta plaga se ha vuelto endémica y ha incrementado drásticamente sus poblaciones, al punto de ocasionar daños severos al cultivo durante períodos prolongados y afectar en forma significativa la producción de raíces. En respuesta, los agricultores aplican insecticidas de manera indiscriminada, agravando aún más el problema: la plaga está apareciendo en épocas y zonas donde no se la veía anteriormente.

Actualmente, el CIAT trabaja en la búsqueda de resistencia varietal y control biológico para el manejo de estas plagas; los resultados futuros darán una respuesta positiva a estos problemas.

## Manejo Integrado

El manejo integrado, que parece ser la forma más racional de luchar contra los insectos plaga, consiste en la combinación e integración de todas las técnicas disponibles para aplicarlas en forma armoniosa y mantener así los insectos plaga en niveles que no produzcan daño de importancia económica a los cultivos. El manejo integrado consiste, pues, en todas las técnicas disponibles y no únicamente en el control biológico y en los insecticidas; éstos son, sin lugar a dudas, dos de sus componentes básicos.

Entre las técnicas disponibles figuran, además de las dos anteriores, el uso de plantas resistentes y tolerantes al ataque de los insectos, el empleo de métodos mecánicos y físicos que sirven de atrayentes o repelentes, de métodos agronómicos de técnicas de machos estériles, y de acatamiento de las normas de cuarentena,

entre otras. Las técnicas disponibles pueden ser muchas, pero es más importante, para que se apliquen exitosamente, que sean entendidas y utilizadas de manera correcta por los técnicos y por los agricultores.

## Control Biológico

El control biológico se puede definir como el combate de las plagas mediante la utilización deliberada y sistemática de sus enemigos naturales. La acción de parásitos, predadores y patógenos mantiene la densidad de población de otros organismos en un nivel más bajo del que podrían tener en ausencia de aquellos. Esta forma de control tiene varias ventajas:

- Relativamente permanente.
- Económica.
- Mantiene en buen nivel la calidad del ambiente.
- Permite consumir alimentos no contaminados con plaguicidas.

La idea de que una población de insectos podría ser reducida por otros insectos es antigua. Parece que se originó en China cuando utilizaron hormigas predadoras para controlar ciertas plagas de los cítricos. Este mismo sistema se sigue usando en la actualidad en algunos sitios de Asia.

El parasitismo de insectos fue registrado, por primera vez, por el científico Vallisneri (1661-1730) en Italia. Notó la asociación particular entre la avispa parásita *Apanteles glomeratus* y el gusano del repollo *Pieris rapae*.

Los primeros parásitos para control biológico en cultivos agrícolas se usaron en Europa, principalmente en Alemania, Francia e Italia, durante el siglo XIX. Sin embargo, la ciencia del control biológico se desarrolló en Estados Unidos durante los siglos XIX y XX.

El proyecto de control biológico de la escama algodonosa (*Icerya purchasi*), de los cítricos, en California, fue el primer ejemplo exitoso de dicho control. La escama había sido introducida en Australia y, en 1888, los entomólogos trajeron del mismo país dos enemigos naturales, uno de ellos el predador coccinélido "Vedalia" (*Rodolia*

*cardinalis*). Las poblaciones de escamas disminuyeron rápidamente. La técnica de crianza masiva de parásitos y predadores y sus liberaciones periódicas para el control de plagas se desarrollaron en California, en 1919, con el proyecto del coccinélido *Cryptolaemus montrouzieri*, predador del piojo harinoso.

Desde entonces, más de 96 proyectos de control biológico han sido completamente evaluados y se consideran sustancialmente exitosos; más de 66 han sido evaluados como parcialmente exitosos (DeBach, 1964) en muchas partes del mundo.

En las últimas 2 décadas, instituciones como el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Colombia, el International Institute of Tropical Agriculture (IITA), en Africa, y la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), en Brasil, trabajan en colaboración para alcanzar valiosos logros en el cultivo de la yuca y en el control de varias plagas importantes; ellos han empleado con éxito el control biológico, tanto usando insectos como organismos entomopatógenos.

Ejemplos de estos logros son los siguientes:

- El uso del microhimenóptero *Epidinocarsis lopezi* para el control de *Phenacoccus manihoti*, en Africa, mediante liberaciones masivas del parasitoide.
- El control del gusano cachón de la yuca, en Colombia, Brasil y Venezuela, con la aplicación de un baculovirus de *Erinnyis ello*, un virus encontrado en colonias del gusano cachón del CIAT desde 1973, que fue aplicado en Brasil a escala de cultivos comerciales desde los años 80, y en Venezuela, desde los 90.
- El control biológico del ácaro verde de la yuca *Mononychellus* spp. con ácaros predadores de la familia Phytoseiidae, en Africa y Brasil.

## Manejo de Plagas

Lo expuesto anteriormente facilita el entendimiento de la definición de 'manejo de plagas'. Es un conjunto de acciones que obligan a entender que, antes de tratar de eliminar los insectos plaga, se debe aprender a convivir con

ellos y a realizar un inteligente manejo de los recursos; se razona entonces no sólo en función económica sino también en función ecológica.

El manejo de plagas (MP) es una categoría superior al control integrado porque, además de los factores considerados por éste, considera fundamentales varios principios biológicos y ecológicos. Reconoce que el estado al que llega una plaga es el resultado de la actividad humana que lleva plagas a regiones antes no infestadas cuando introduce plantas y animales exóticos en áreas nuevas, cuando produce variedades o razas de organismos y cuando simplifica los ecosistemas. Estas acciones son un resultado de las actividades agrícolas o industriales.

### **Manejo del gusano cachón**

Partiendo de las investigaciones realizadas por el CIAT sobre el gusano cachón *Erinnyis ello*, se puede elaborar un programa de manejo de este insecto empleando las diferentes técnicas que ofrece el Manejo Integrado de Plagas (MIP).

#### **Control biológico**

Hay varios insectos parásitos y predadores, hay bacterias, hongos y virus que hacen factible el control de *E. ello* sin necesidad de recurrir a la aplicación de insecticidas que rompan el equilibrio que debe existir entre el gusano cachón y sus enemigos naturales (Cuadro 12-1). Si no se aplican insecticidas, no sólo se conservan los agentes entomófagos, sino que se evita hacer aplicaciones más frecuentes contra *E. ello* y se impide la aparición de otras plagas, especialmente ácaros, los cuales son más difíciles de manejar.

**Enemigos naturales de los huevos.** El parasitismo de los huevos por *Trichogramma* spp. y *Telenomus* sp. ayuda a reducir las poblaciones del gusano cachón.

*Trichogramma* es un parásito de mucha importancia, ya que se encuentra durante todo el año en los campos de yuca y hace un parasitismo superior al 50%; además, es fácil hacer su cría masal en el laboratorio. Se recomienda, en cada liberación, usar de 50 a 100 pulgadas por hectárea, las cuales se pueden dosificar para liberarlas en dos o tres jornadas

por semana, en la medida en que emerjan los parasitoides. Esto equivale a liberar de 150,000 a 300,000 adultos por hectárea. Durante el período vegetativo se realizan de 5 a 10 liberaciones (establecidas en evaluaciones previas), que tienen un costo aproximado de US\$25/ha.

Es importante tener en cuenta el momento preciso para realizar las liberaciones de *Trichogramma*; se logra realizando evaluaciones periódicas en los lotes de yuca, con el fin de detectar en qué momento o época ocurren las mayores poblaciones de huevos de *E. ello*.

No existe un patrón que sirva de base para indicar el número de huevos de *Erinnyis* con que se debe iniciar la liberación de *Trichogramma* spp., pero la experiencia de técnicos y agricultores indica que si se libera cuando aparecen las primeras posturas del gusano cachón, se puede establecer el parásito para controlar las súbitas poblaciones de *E. ello* que aparecen de un día para otro.

Una liberación de *Trichogramma* debe hacerse cuando los huevos están recién colocados y presentan una coloración verde o amarilla. No puede permitirse que el huevo de *E. ello* se desarrolle mucho antes de hacer las liberaciones, porque en estos huevos se ha iniciado la formación de la cápsula cefálica de la larva y no son parasitados así por *Trichogramma* spp.

Investigaciones del CIAT muestran que *Trichogramma australicum* es una de las especies de mayor actividad parasítica sobre las posturas de *E. ello* (CIAT, 1977).

*Telenomus sphinguis* es un parásito de huevos de *E. ello* y *E. alope* y tiene mucha importancia en la regulación de sus poblaciones. La duración del ciclo biológico de *Telenomus sphinguis*, de huevo a adulto, es de 11 a 14 días. Una hembra de este parásito puede dar origen a 228 huevos, con un promedio de 99 adultos.

**Enemigos naturales de las larvas.** Cinco especies de predadores, varias de parasitoides y un virus patogénico atacan las larvas de esta plaga.

**Predadores.** Dos avispas y una chinche son los más usados.

Cuadro 12-1. Parásitos, predadores y patógenos de diversos estados del ciclo de *Erinnyis ello*, el gusano cachón de la yuca.

Agente benéfico	Hábito	Orden	Familia
En estado de huevo			
<i>Trichogramma minutum</i>	Parásito	Hymenoptera	Trichogrammatidae
<i>T. fasciatum</i>	Parásito	Hymenoptera	Trichogrammatidae
<i>T. australicum</i>	Parásito	Hymenoptera	Trichogrammatidae
<i>T. semifumatum</i>	Parásito	Hymenoptera	Trichogrammatidae
<i>Telenomus dilophonotae</i>	Parásito	Hymenoptera	Scelionidae
<i>T. sphingis</i>	Parásito	Hymenoptera	Scelionidae
<i>Chrysopa</i> sp.	Predador	Neuroptera	Chrysopidae
<i>Dolichoderus</i> sp.	Predador	Hymenoptera	Formicidae
En estado de larva			
<i>Apanteles congregatus</i>	Parásito	Hymenoptera	Branconidae
<i>A. americanus</i>	Parásito	Hymenoptera	Branconidae
<i>Euplectrus</i> sp.	Parásito	Hymenoptera	Eulophidae
<i>Cryptophion</i> sp.	Parásito	Hymenoptera	Ichneumonidae
<i>Microgaster flaviventris</i>	Parásito	Hymenoptera	Ichneumonidae
<i>Sarcodexia innota</i>	Parásito	Diptera	Sarcophagidae
<i>Chetogena</i> (Euphorocera) <i>scutellaris</i>	Parásito	Diptera	Tachinidae
<i>Thysanomyia</i> sp.	Parásito	Diptera	Tachinidae
<i>Belvosia</i> sp.	Parásito	Diptera	Tachinidae
<i>Drino macarensis</i>	Parásito	Diptera	Tachinidae
<i>Polistes erythrocephalus</i>	Predador	Hymenoptera	Vespidae
<i>P. versicolor</i>	Predador	Hymenoptera	Vespidae
<i>P. carnifex</i>	Predador	Hymenoptera	Vespidae
<i>P. canadensis</i>	Predador	Hymenoptera	Vespidae
<i>Polybia sericea</i>	Predador	Hymenoptera	Vespidae
<i>Podisus</i> sp.	Predador	Hemiptera	Pentatomidae
<i>Zelus</i> sp.	Predador	Hemiptera	Reduviidae
<i>Alcaeorrhynchus grandis</i>	Predador	Hemiptera	Pentatomidae
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Patógeno	Eubacteriales	Bacillaceae
Baculovirus (de <i>E. ello</i> )	Patógeno	Virus de la granulosis nuclear	
En estado de prepupa y pupa			
<i>Calosoma</i> sp.	Predador	Coleoptera	Carabidae
En estado de pupa			
<i>Cordyceps</i> sp.	Patógeno	Sphaeriales	Hypocreaceae

- *Polistes erythrocephalus*, *P. canadensis* y *P. carnifex*. La capacidad de predación de los adultos depende del número de larvas propias que tengan sus nidos. En el CIAT se determinó que cada larva de *Polistes* consume diariamente 0.47 larvas de *E. ello* (CIAT, 1977; Martín, 1985).

Los campos de yuca se pueden colonizar con nidos de *Polistes* colocados en casetas o ranchos. Los adultos prefieren los lugares sombreados, frescos, cercanos a las fuentes de agua para establecer sus colonias; por eso se han utilizado la guadua y hojas de palma en la construcción de las casetas. Se recomienda un rancho por cada 4 hectáreas y 20 nidos por rancho. Los nidos deben tener más de 50 celdas para que haya suficiente

número de hembras y machos y se favorezca el establecimiento de nuevas colonias.

- *Podisus* spp. (Hemiptera: Pentatomidae). Las especies más comunes son: *Podisus obscurus* y *P. nigrispinus*. Su importancia radica en la facilidad de su cría masiva y en su capacidad de predación. Durante toda su vida, una chinche de *P. obscurus* (Dallas) puede consumir entre 339 y 1023 larvas de primero y segundo instares (promedio: 720). El ciclo biológico de esta especie dura de 65 a 119 días y su promedio es de 97 días (Arias y Bellotti, 1989).

**Parasitoides.** Varias especies se han usado con buenos resultados.

- *Apanteles* spp. = *Cotesia americana* y *C. congregatus*. Es un braconídeo que ataca las larvas y se desarrolla en su interior; finalmente, empupa en la epidermis formando una masa blanca de apariencia algodonosa (cocón).

Las liberaciones de *Apanteles* realizadas en el CIAT dieron como resultado un aumento del parasitismo de las larvas del gusano cachón superior a 50% (CIAT, 1977). A escala de campo se ha observado que el ambiente influye en la efectividad parasítica de los parasitoides. Por ejemplo, en la Costa Atlántica de Colombia, en muestreos realizados por el CIAT, se ha encontrado que *Apanteles* spp. y *Telenomus sphinguis* son más efectivos que en el interior del país (Valle del Cauca y Quindío). *Trichogramma* spp., al contrario, es menos efectivo en la Costa Atlántica que en el interior del país (Bernardo Arias, observaciones sin publicar; Gallego, 1950).

Es posible la cría masiva del parásito para usarlo en programas de control biológico.

- *Drino* sp., *Belvosia* sp. y *Chetogena (Euphorocera) scutellaris*. Son dípteros (moscas) que parasitan las larvas de *E. ello*; *C. scutellaris* tiene particular importancia por la posibilidad de su cría masal en el laboratorio y por la rapidez de su ciclo biológico.

**Patógenos controladores.** Las larvas son atacadas por un virus de la granulosis nuclear (baculovirus de *E. ello*) y por la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Esta última se consigue comercialmente (lo que facilita su utilización) con los nombres de Dipel, Thuricide, Bactospeine y Biotrol.

- *Bacillus thuringiensis*. Ensayos hechos en el CIAT mostraron que esta bacteria es efectiva contra todos los estados larvales (especialmente contra el primero y segundo instares), si se aplica en dosis de 3 a 4 g de producto comercial por litro de agua en aplicaciones terrestres, y de 800 a 1000 g/lt en aplicaciones aéreas. Este producto tiene la ventaja de no afectar ni a los enemigos naturales de *E. ello* ni a los demás insectos (Arias y Bellotti, 1977).

- Baculovirus. Este virus tiene la ventaja, entre los agentes deseables para el manejo de plagas, de haber demostrado alta especificidad y virulencia respecto a la plaga. Los parásitos de huevos, como *Trichogramma* sp., son más abundantes en áreas donde se utiliza el *Baculovirus erinnyis*; estos dos agentes benéficos son los más eficientes controladores de *Erinnyis ello* (Arias et al., 1989; Torrecilla et al., 1992).
- El baculovirus puede obtenerse de insectos infectados en el campo o a partir de una solución madre mantenida en el congelador; ésta se prepara partiendo del 'marandová' muerto (la larva) por la enfermedad (Arias y Bellotti, 1987; Torrecilla et al., 1992).
- El baculovirus comienza a actuar sobre las larvas del gusano cachón cuando éstas ingieren las hojas contaminadas. Después de 4 días, las larvas enfermas comienzan a perder su capacidad de locomoción y de alimentación, quedando el cuerpo blanco y descolorido. Su muerte ocurre a partir del séptimo día cuando quedan suspendidas de la planta cabeza abajo (Torrecilla et al., 1992).

Los resultados obtenidos en diferentes investigaciones realizadas con *B. erinnyis* señalan sus ventajas frente a la mayoría de los agentes de control biológico, ya que la cantidad de éstos disminuye cuando no disponen de su hospedante en el campo; el virus, en cambio, aunque no haya plaga, se puede almacenar para utilizarlo oportunamente varios años después (Arias y Bellotti, 1987; Torrecilla et al., 1992).

Generalmente, las larvas atacadas por el virus se tornan lentas, regurgitan permanentemente y presentan residuos de excrementos adheridos a la zona anal. Las larvas negras toman una tonalidad brillante y se vuelven muy flácidas, quedando finalmente colgadas de la pseudopatas anales. Las larvas de color verde y amarillo, además de adquirir las características anteriores, desarrollan manchas de color marrón en los pliegues de algunos segmentos o en la parte central de éstos, como si fueran quemaduras hechas con cigarrillo. Finalmente, las larvas muertas se secan (Arias y Bellotti, 1987; Torrecilla et al., 1992).

En el campo, las larvas afectadas por este virus se revientan, lo que contribuye a su

propagación y a desencadenar una epidemia que puede acabar con la plaga. Cuando las larvas han muerto, se descomponen por acción conjunta de otros microorganismos, especialmente bacterias, y emiten olores repugnantes. Por esta razón, es necesario refrigerar las larvas colectadas para obtener soluciones madre o para procesar o purificar el virus (Torrecilla et al., 1992).

Una solución madre se prepara con larvas muertas maceradas; la solución se asperja directamente sobre las plantas. Para obtener una buena distribución del virus en el cultivo, se necesitan de 20 a 70 cc en 200 litros de agua, por hectárea (Torrecilla et al., 1992).

Las siguientes indicaciones para el manejo del virus son importantes:

- El *Baculovirus erinnyis* puede guardarse en el congelador en forma de larvas muertas o en solución (mezcla licuada), en bolsas plásticas o en frascos de vidrio tapados.
- Se retira del congelador en el momento en que se utiliza y se usa la cantidad necesaria (Torrecilla et al., 1992).
- No deben recolectarse larvas vivas o que hayan muerto por otras causas, o que ya estén en proceso de descomposición, para preparar la solución (Torrecilla et al., 1992).
- La aspersión o pulverización debe hacerse en las horas frescas de la mañana (Torrecilla et al., 1992).
- No conviene hacer la aspersión cuando las larvas están grandes (Torrecilla et al., 1992).
- Es obligatorio realizar visitas periódicas a la plantación de yuca para detectar la plaga en el momento en que aparezca (Torrecilla et al., 1992).

**Recomendaciones.** En sus primeros estadios del ciclo de vida, las larvas permanecen ocultas en el envés de las hojas terminales; por ello, al recorrer los campos es necesario examinar muy bien esta parte. Cuando se encuentren de 5 a 7 larvas de primero o segundo instar por planta, es el momento de aplicar el producto. Este nivel es flexible, dependiendo de la abundancia de enemigos naturales, de las condiciones climáticas, de la variedad de yuca, y de la edad y el vigor de la planta.

El número de plantas que se revisan por hectárea depende del área plantada de la planta y de la disponibilidad de tiempo; un mínimo de cinco plantas por hectárea sería aceptable. Lo más conveniente es que, en extensiones superiores a 15 ha, haya un 'plaguero' (obrero entrenado) que esté revisando permanentemente los campos.

Es importante recalcar que el éxito del control integrado depende de la oportuna aplicación de sus diferentes técnicas; los insecticidas, por ejemplo, son componentes valiosos de ese control, pero sólo se recurrirá a ellos cuando sea estrictamente indispensable.

En ocasiones, los insectos benéficos no son suficientes para controlar el gusano cachón o sus larvas ya tienen un tamaño superior al del tercer instar; en este caso, las aplicaciones de insecticidas microbianos no tendrían la efectividad esperada. Se puede recurrir entonces a la aplicación de *Dipterex* sp. 80 (triclorfon) en dosis de 3 g de producto comercial por litro de agua para aplicaciones terrestres, y 600 a 800 g por hectárea para aplicaciones aéreas.

### **Trampas de luz**

Las trampas de luz ultravioleta ejercen atracción sobre los adultos del gusano cachón.

Se ha observado que la lámpara de luz negra, tipo BL, y la lámpara de luz negra azulada, tipo BLB, son las más recomendables para las trampas que capturan el *E. ello* (Bellotti et al., 1983).

Las trampas de luz no constituyen un método de control; permiten solamente conocer la fluctuación de las poblaciones de adultos de *E. ello*, las épocas de mayor y menor abundancia de la plaga; con esos datos se puede planificar mejor la aplicación de las diferentes técnicas que integran el manejo de plagas.

En experimentos preliminares se capturaron hasta 3094 adultos en una noche y se determinó que el mayor número de individuos fueron atrapados entre las 12 p.m. y las 2 a.m.

Esta información es importante porque, en los lugares donde no haya energía, las trampas sólo deben funcionar de 12 p.m. a 2 a.m. utilizando baterías o motores movidos por combustible (Bellotti et al., 1983).

### Métodos mecánicos

La recolección manual de larvas y pupas resulta muy efectiva para reducir las poblaciones del gusano cachón. Esta práctica es más aplicable en los campos donde se inician los ataques del insecto.

En el Cuadro 12-2 se presentan, de manera resumida, las opciones de control de que se dispone en la actualidad para manejar las principales plagas que atacan la yuca. Normalmente aparecen plagas para las cuales

los niveles de resistencia de la planta no existen o son muy bajos; sin embargo, para estas plagas puede existir un gran número de agentes de control biológico. También se da la situación en que los controladores naturales son escasos; afortunadamente se han encontrado niveles de resistencia muy aceptables.

En la mayoría de los casos, las dos herramientas de control están disponibles y una de ellas es más eficiente que la otra. El control mediante la combinación de las dos es el ideal, junto con el empleo de prácticas agronómicas

Cuadro 12-2. Opciones para controlar las plagas principales de la yuca.

Plaga	Opciones de control	Referencias
Gusano cachón	Control biológico: Baculovirus como plaguicida; monitoría de poblaciones de adultos con trampas de luz y recuento de huevos en el campo.	Arias y Bellotti, 1987; Bellotti et al., 1992; 1999; Braun et al., 1993; Schmitt, 1988.
Acaros	RPH <sup>a</sup> : Niveles moderados de resistencia disponible en clones de yuca; es necesario un programa efectivo para incorporar la resistencia en cultivares comerciales.  Control biológico: Está disponible un complejo grande de predadores Phytoseiidae que puede reducir las poblaciones de ácaros; entomopatógenos ( <i>Neozygites</i> ) y virus han sido identificados y evaluados.	Bellotti et al., 1994; Braun et al., 1989; Byrne et al., 1982; 1983; CIAT, 1999.  Bellotti et al., 1999; Yaninek et al., 1991.
Mosca blanca	Existen clones e híbridos con alto nivel de resistencia.  Control biológico: Enemigos, especialmente parasitoides, se han identificado y se están evaluando. Algunos entomopatógenos dan posibilidades de control.	Arias, 1995; Bellotti et al., 1994; 1999; Castillo, 1996; CIAT, 1999.
Piojos harinosos	Resistencia adecuada no se ha encontrado en germoplasma de <i>M. esculenta</i> . Algunas especies de <i>Manihot</i> silvestres tienen un potencial de resistencia.  Control biológico: Tres parasitoides ( <i>Acerophagus coccois</i> , <i>Aenasius vexans</i> y <i>Apoanagyrus diversicornis</i> ) hacen buen control.	Bellotti et al., 1999; Bento et al., 1999; Van Driesche et al., 1990.
<i>P. manihoti</i>	El parasitoide <i>Apoanagyrus lopezi</i> hace muy buen control en la mayoría de las zonas yuqueras de Africa.	Herren y Neuenschwander, 1991; Neuenschwander, 1994.
Trips	RPH: Cultivares pubescentes tienen muy buena resistencia y están disponibles para los agricultores.	Bellotti y Kawano, 1980; Bellotti y Schoonhoven, 1978c.
Chinche subterránea ( <i>Cyrtomenus bergi</i> )	Los cultivares con alto contenido de HCN en las raíces presentan menos daño. Enemigos naturales tales como hongos entomopatógenos y nematodos entomopatógenos han dado resultados promisorios. La yuca intercalada con <i>Crotalaria</i> reduce el daño.	Barberena y Bellotti, 1998; Bellotti y Riis, 1994; Bellotti et al., 1999; Caicedo y Bellotti, 1994; Riis, 1997.
Barrenadores del tallo ( <i>Chilomima clarkei</i> )	Prácticas del cultivo: Mantienen los campos limpios y destruyen tallos infestados. La RPH está bajo investigación. Posible uso de plantas transgénicas (Bt) se está investigando.	Bellotti y Schoonhoven, 1978a; 1978b; Gold et al., 1990; Lohr, 1983.
Chinche de encaje	Las investigaciones con RPH dan resultados promisorios. Se han identificado enemigos naturales, pero faltan investigaciones sobre su eficacia.	Bellotti et al., 1987; 1999; Calvacante y Ciociola, 1985; CIAT, 1990; Farias, 1985.

a. RPH = Resistencia de planta hospedera.

FUENTE: Bellotti, 2000.

adecuadas, para tener éxito con este cultivo, minimizando el uso de pesticidas.

## **Tendencias en el Manejo de Plagas**

Un exitoso programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) de la yuca debería estar en armonía con el medio ambiente, y las tecnologías para el manejo de las plagas deberían estar disponibles a un bajo costo para los agricultores de países en desarrollo (Bellotti, 2000).

Las herramientas de biotecnología disponibles ofrecen, generalmente, el potencial para desarrollar variedades mejoradas resistentes a las plagas y aumentar la efectividad de los controladores naturales, incluyendo aquí los parasitoides y los entomopatógenos. La nueva generación de tecnologías genéticas para el manejo de plagas está siendo integrada actualmente con el tradicional MIP. Ofrece tecnologías alternativas para el control del barrenador del tallo de las hormigas cortadoras de hojas, la langosta, las chizas y otras plagas de difícil control. Esta investigación está ya en marcha y puede estar disponible para los agricultores en un futuro cercano (Bellotti, 2000).

### **Plaguicidas**

Los plaguicidas usados en los agroecosistemas tradicionales de yuca son muy pocos, debido a su alto costo y al largo ciclo del cultivo que puede hacer necesarias varias aplicaciones. Algunos agricultores en el neotrópico pueden responder con plaguicidas a explosiones de las plagas (Bellotti, 2000).

Puesto que la producción de yuca se está realizando en grandes plantaciones, ha aumentado la tendencia a aplicar más plaguicidas para el control de estas explosiones; tal es el caso de ciertas áreas de Colombia, Venezuela y Brasil (Bellotti, 2000).

Hay buenas posibilidades de remplazar el uso de plaguicidas químicos por bioplaguicidas en el manejo de las plagas en yuca; la efectividad del baculovirus contra el gusano cachón y su exitosa implementación, especialmente en las grandes plantaciones, es un ejemplo de esta posible tendencia (Bellotti, 2000).

Se están hallando entomopatógenos para ácaros, piojo harinoso, mosca blanca, gusano cachón, chizas, chinche de la viruela, langostas y otros. Adicionalmente es necesario realizar investigaciones para desarrollar bioplaguicidas y metodologías para implementarlos efectivamente. Esta acción requiere enlaces de colaboración con la industria de bioplaguicidas, un proceso que ya se ha iniciado en Colombia con la producción del baculovirus de *E. ello* (Bellotti, 2000).

### **Prácticas agronómicas**

Los agricultores tradicionales, en la mayoría de las regiones donde se cultiva yuca, han dependido de un conjunto de prácticas del cultivo que les han permitido una reducción efectiva de las poblaciones de la plaga (Lozano y Bellotti, 1985). Los intercultivos son una práctica común entre pequeños agricultores, que presenta una reducción en la población de la mosca blanca, del gusano cachón y de la chinche de la viruela, así como del daño que causan (Bellotti, 2000).

Los agricultores podrían, sin embargo, ser renuentes a adoptar estas prácticas si las especies usadas en los intercultivos no son comercialmente aceptadas o si el rendimiento del cultivo de la yuca se reduce considerablemente. En las grandes plantaciones, donde la mecanización hace parte de las prácticas de producción, se podría ir en contra de la adopción del intercultivo. Otras prácticas culturales que pueden reducir la población de una plaga son la mezcla de variedades, la destrucción (quema) de residuos de la cosecha, la rotación de cultivos, la época de siembra, y el material de siembra de alta calidad y libre de plagas (Bellotti, 2000).

### **Control biológico**

En Africa, el control biológico clásico ha sido muy exitoso para manejar plagas introducidas. El manejo de muchas plagas de yuca en el neotrópico requiere mayor compromiso de los agricultores para lograr una efectiva implementación de soluciones (Bellotti et al., 1999). Numerosos estudios en campos de yuca de varias regiones del neotrópico han revelado un abundante complejo de especies de enemigos naturales de las plagas de importancia de ese cultivo. El CIAT mantiene una colección

taxonómica de referencia para trabajo, con una base de datos sistematizada de las plagas de la yuca y sus enemigos naturales; esta información se encuentra disponible para productores, investigadores agrícolas y programas de extensión, taxónomos y museos (Bellotti, 2000).

Los resultados de exploraciones y estudios indican que el control biológico natural está ocurriendo mucho en el neotrópico. Este fenómeno se esperaba por la diversidad de sistemas de cultivo; la yuca es un cultivo perenne y en él podría estar en equilibrio una asociación entre las plagas y sus enemigos naturales (Bellotti, 2000).

El rompimiento de este sistema (por ejemplo, con el uso de plaguicidas) podría causar una explosión de la plaga. Como se describió, la población del ácaro verde de la yuca (*M. tanajoa*) en el norte de América del Sur está siendo regulado por un complejo de ácaros fitoseidos predadores que, al ser disturbados, provocan una reducción del rendimiento (Bellotti, 2000).

Es posible aumentar la efectividad de la virulencia de los enemigos naturales mediante la ingeniería genética, lo que permite el aprovechamiento de este abundante complejo (Bellotti, 2000).

### **Resistencia de la planta hospedante (RPH)**

El Banco de Germoplasma del CIAT ofrece a entomólogos y mejoradores más de 6000 variedades de yuca que tienen un grupo de genes de resistencia a las plagas. Como ya se mencionó, se han identificado niveles variables de resistencia para ácaros, mosca blanca, trips, chinche de la viruela, chinche de encaje y barrenadores del tallo (Bellotti, 2000).

Las novedosas herramientas biotecnológicas que se encuentran disponibles permiten un eficiente y fácil acceso a genes resistentes y una más rápida manipulación de los niveles moleculares. Un considerable número de materiales del Banco de Germoplasma está continuamente plantado en campo y se halla disponible para hacer evaluaciones sistemáticas de resistencia a plagas (Bellotti, 2000).

En el CIAT hay técnicas y metodologías disponibles para la cría masiva de la mayoría de

las principales plagas de yuca, y también la descripción del daño y de las escalas de población para identificar germoplasma susceptible y resistente. Se necesita hacer evaluaciones seguras del germoplasma en el campo haciendo infestación natural o artificial. Algunos síntomas de daño de la mayoría de las plagas de yuca no se expresan verdaderamente en las evaluaciones hechas en plantas mantenidas en casa de malla o en invernadero, lo que resulta en una falsa identificación de la resistencia (Bellotti, 2000).

Se han identificado variedades que poseen múltiple resistencia (o sea, para más de una plaga). Por ejemplo, MECU 72 contiene niveles altos de resistencia a mosca blanca, a trips y una moderada resistencia contra ácaros. Uno de los retos que confrontan los genetistas y los mejoradores podría ser incluir resistencia a enfermedades y artrópodos en una misma variedad (Bellotti, 2000).

La principal fuente de resistencia a las plagas puede provenir de las especies silvestres de *Manihot*. Más de 100 de estas especies están siendo identificadas (Allem, 1994) y una pequeña colección de ellas existe en algunas localidades (entre ellas CIAT, Embrapa-Brasil e IITA) (Bellotti, 2000).

El mapa genético-molecular de la yuca se está desarrollando (Fregene et al., 1997; ver Capítulo 21) y ésta podría ser una herramienta muy útil para desarrollar plantas transgénicas de yuca con resistencia a las plagas (usando otras especies de *Manihot*) (Bellotti, 2000).

Los proyectos de MIP en yuca son pocos y la decisión de realizar guías y estrategias requeridas para una apropiada implementación de opciones de control no están disponibles para los pequeños agricultores en un sistema de producción tradicional (Bellotti, 2000).

Esta ausencia se siente fuertemente en los sistemas de cultivo de grandes extensiones, donde la implementación de un efectivo sistema MIP, basado en el control biológico y en variedades resistentes, es decisivo para sostener un alto rendimiento; esto es especialmente cierto en el neotrópico, donde existe un gran complejo de artrópodos plaga y de enfermedades (Bellotti, 2000).

Una propuesta efectiva para los productores de yuca, que permite superar la lenta difusión de la tecnología, es el uso de métodos participativos con agricultores, en las que se incluya al sector privado en la planeación de la investigación y en sus objetivos. La implementación exitosa en un cultivo de un proyecto piloto de MIP desarrollado con agricultores tradicionales en el nordeste de Brasil, es un ejemplo real de que es posible aplicar esta metodología (Bellotti, 2000).

## Bibliografía

- Allem AC. 1994. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). Genetic Resources and Crop Evaluation 41:133-150.
- Arias B; Bellotti A. 1977. Eficiencia del *Bacillus thuringiensis* sobre el gusano cachón *Erinnyis ello* en yuca en un programa de control biológico. En: IV Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), Bogotá, Colombia.
- Arias B; Bellotti AC. 1987. Control de *Erinnyis ello* (L) (Lep: Sphingidae) gusano cachón de la yuca *Manihot esculenta* (Crantz) con *Baculovirus erinnyis* NGV. Revista Colombiana de Entomología 13(2):29-35.
- Arias B; Bellotti et al. 1989. Potencial de predación de *Podisus obscurus* (Dallas) sobre *Erinnyis ello* (L.), el gusano cachón de la yuca. En: Resúmenes del XVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, Medellín, Colombia. 166 p.
- Arias B; Bellotti AC; García F; Heredia A; Reyes JA; Rodríguez NS. 1989. Control de *Erinnyis ello* (L) (gusano cachón de la yuca) mediante el uso de *Baculovirus erinnyis* en el Patía (Cauca). Entomólogo (Boletín de la Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, Bogotá) 62:1-2.
- Arias B. 1995. Estudio sobre el comportamiento de la "mosca blanca" *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) en diferentes genotipos de yuca, *Manihot esculenta* Crantz. Tesis (Maestría). Universidad Nacional-sede Palmira, Colombia. 181 p.
- Barberena MF; Bellotti AC. 1998. Parasitismo de dos razas del nemátodo *Heterorhabditis bacteriophora* sobre la chinche *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) en el laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 24(1/2):7-11.
- Bellotti A. 1978. Control biológico del gusano cachón *Erinnyis ello*. Seminario interno. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Bellotti AC; Schoonhoven A van. 1978a. Cassava pests and their control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 71 p.
- Bellotti AC; Schoonhoven A van. 1978b. Mite and insect pests of cassava. Annual Review of Entomology 23(1):39-67.
- Bellotti A; Schoonhoven A van. 1978c. Plagas de la yuca y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 55-59.
- Bellotti AC; Kawano K. 1980. Breeding approaches in cassava. En: Maxwell FG; Jennings PR (eds.). Breeding plants resistant to insects. Wiley, Nueva York. p. 314-335.
- Bellotti A; Reyes JA; Arias B; Vargas O. 1980. Insectos y ácaros de la yuca y su control. Manual de producción de yuca. Programa de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Bellotti AC; Reyes JA; Arias B. 1983. Manejo de plagas en yuca. En: Reyes JA (comp.). Yuca: Control integrado de plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 265-281.
- Bellotti AC; Arias B; Guzmán OL. 1992. Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). Florida Entomology 75:506-515.
- Bellotti AC; Riis L. 1994. Cassava cyanogenic potential and resistance to pests and diseases. Acta Horticulturae 375:141-151.
- Bellotti AC; Smith L; Lapointe SL. 1999. Recent advances in cassava pest management. Annual Review of Entomology 44:343-370.

- Bellotti AC. 2000. Las plagas principales del cultivo de yuca: Un panorama global. En: Simposio avances en el manejo de plagas. Memorias del XXVII Congreso de SOCOLEN, Medellín, Colombia, julio de 2000. Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), Bogotá, Colombia. p. 189-217.
- Bento JMS; Bellotti AC; Castillo JA; de Moraes GJ; Lapointe SL; Warumby JF. 1999. Introduction of parasitoids for control of cassava mealybugs in northeastern Brazil. *Bulletin of Entomological Research* 89(5):403-410.
- Braun AR; Bellotti AC; Guerrero JM; Wilson LT. 1989. Effect of predator exclusion on cassava infested with tetranychid mites (Acari: Tetranychidae). *Environmental Entomology* 18(4):711-714.
- Braun AR; Bellotti AC; Lozano JC. 1993. Implementation of IPM for small-scale cassava farmers. En: Altieri MA (ed.). *Crop protection strategies for subsistence farmers*. Westview, Boulder, CO, E.U. p. 103-115.
- Byrne DH; Guerrero JM; Bellotti AC; Gracen VE. 1982. Yield and plant growth responses of *Mononychellus* mite resistant and susceptible cassava cultivars under protected vs. infested conditions. *Crop Science* 22(5-6):486-550.
- Byrne DH; Bellotti AC; Guerrero JM. 1983. The cassava mites. *Tropical Pest Management* 29(4):378-394.
- Caicedo AM; Bellotti AC. 1994. Evaluación del potencial del nematodo entomógeno *Steinernema carpocapsae* Weiser (Rhabditida: Steinernematidae) para el control de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología* 20(4):241-246.
- Castillo J. 1996. Moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) y sus enemigos naturales sobre cultivos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Colombia. Tesis (Maestría). Universidad del Valle, Cali, Colombia. 173 p.
- Cavalcante MLS; Ciociola AI. 1993. Variabilidade quanto au grau de resistência de cultivares de mandioca ao percevejo de renda em Pacajus, CE. En: *Relatório Anual de Pesquisa, 1980 a 1992*. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, Fortaleza, Brasil. v. 2, p. 295-304.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1977. Informe Anual 1976. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Informe Anual 1979. Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Annual report, Cassava Program, 1989. Cali, Colombia. 385 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1999. Annual Report: Integrated pest and disease management in major agroecosystems. Cali, Colombia. 136 p.
- Calvert JD. 1978. Control biológico como un componente del manejo integrado de plagas. En: *Seminario sobre manejo de plaguicidas y protección del ambiente*. Bogotá. 225 p.
- DeBach P. 1964. *Biological control of insect pests and weeds*. Reinhold Publishing, Nueva York, E.U. 844 p.
- Farías ARN. 1985. *Hyaliodes vitreus* (Hemiptera: Miridae), un predador de *Vatiga illudens* (Drake, 1773) (Hemiptera: Tingidae) em mandioca, na Bahia. *Revista Brasileira de Mandioca* 4(1):123-124.
- Fregene M; Angel F; Gómez R; Rodríguez F; Chavarriaga P; Roca W; Tohme J; Bonierbale M. 1997. A molecular genetic map of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Theoretical Applied Genetics* 95:431-441.
- Gallego M L. 1950. Estudios entomológicos: El gusano de las hojas de la yuca (*Erinnyis ello*). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía (Colombia)* 11:84-110.
- Georghiou GP; Taylor CE. 1978. Pesticide resistance as an evolutionary phenomenon. En: *Proceedings of the XV International Congress of Entomology, Washington*. p. 760-761.

- Gold CS; Altieri MA; Bellotti AC. 1990. Effects of intercropping and varietal mixtures on the cassava hornworm, *Erinnyis ello* L. (Lepidoptera: Sphingidae), and the stemborer, *Chilomima clarkei* (Amsel) (Lepidoptera: Pyralidae), in Colombia. *Tropical Pest Management* 36(4):362-367.
- Herren HR; Neuenschwander P. 1991. Biological control of cassava pests in Africa. *Annual Review of Entomology* 36:257-283.
- Lohr B. 1983. Biología, ecología, daño económico y control de *Chilomima clarkei* (Amsel) (Lepidoptera, Pyralidae) barrenador de la yuca. En: Reyes JA (comp.). Yuca: Control Integrado de Plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 159-161.
- Lozano JC; Bellotti AC. 1985. Integrated control of diseases and pests of cassava. En: Cock JA; Reyes JA (eds.). Cassava: Research, production and utilization. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 575-585.
- Martín CA. 1985. Biología y comportamiento de *Polistes erythrocephalus* Ltr. (Hymenoptera: Vespidae), predador del gusano cachón de la yuca, *Erinnyis ello* (L.), (Lepidoptera: Sphingidae). Tesis (I.A.). Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira, Colombia. 124 p.
- Neuenschwander P. 1994. Control of cassava mealybug in Africa: Lessons from a biological control project. *African Crop Science Journal* 2:369-383.
- Ospina B; Smith L; Bellotti AC. 1999. Adapting participatory research methods for developing integrated crop management for cassava-based systems, Northeast Brazil. En: Fujisaka S (ed). Systems and farmer participatory research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 61-75.
- Reyes JA. 1977. Aspectos prácticos sobre el manejo de plagas y el control biológico. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional-sede Palmira, Colombia. 26 p.
- Reyes JA; Bellotti A; Arias B. 1979. Actividad parasítica, fecundidad y relación de sexos de *Trichogramma* spp. y *Telenomus* sp., parásitos de huevos de *Erinnyis ello*. En: VI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN), Cali, Colombia.
- Riis L. 1997. Behaviour and population growth of the burrower bug, *Cyrtomenus bergi* Froeschner: Effects of host plants and abiotic factors. Tesis (Ph.D.). Royal Veterinary Agricultural University, Copenhagen. 167 p.
- Schmitt AT. 1988. Uso de *Baculovirus erinnyis* para el control biológico del gusano cachón de la yuca. *Yuca Boletín Informativo* 12:1-4.
- Torrecillas SM; Nunes F AR; Gómez EJ; Pegoraro RA. 1992. Manejo integrado del 'marandová' de la mandioca en el Cono Sur. Unidades de Aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de mandioca. CIAT/BID/CNPMF/EMATERS/UNESP et al. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Unidad 5.
- Van Driesche RG; Bellotti AC; Castillo JA; Herrera CJ. 1990. Estimating total losses from parasitoids for a field population of a continuously breeding insect, cassava mealybug, *Phenacoccus herreni* (Homoptera: Pseudococcidae) in Colombia, S.A. *Florida Entomologist* 73:133-143.
- Winder JA. 1976. Ecology and control of *Erinnyis ello* and *E. alope*, important insects in the New World. *PANS* 22(4):449-466.
- Yaninek JS; Mégev B; de Moraes GJ; Bakker F; Braun A. 1991. Establishment of the neotropical predator *Amblyseius idaeus* (Acari: Phytoseiidae) in Benin, West Africa. *Biocontrol Science and Technology* 1(4):323-330.