

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS: Productos tecnológicos

**E**l Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas encamina sus esfuerzos a la búsqueda de alternativas para el control de plagas agrícolas, dado que el uso indiscriminado y creciente de plaguicidas químicos en varios casos ha generado problemas ambientales de residualidad, contaminación de aguas, resistencia en las poblaciones de insectos y de patógenos y toxicidad en humanos y especies no objeto de control.

Corpoica, preocupada por el impacto ambiental de dichos productos ha establecido como una de sus prioridades el desarrollo de plaguicidas biológicos a base de hongos, bacterias y virus, que son altamente específicos, no generan en general resistencia en las poblaciones de plagas, presentan baja toxicidad, no manifiestan problemas de lixiviación ni de escorrentía y no son volátiles.

<sup>1</sup> Laura Villamizar Rivero  
<sup>2</sup> Carlos Espinel Correa  
<sup>3</sup> Alba Marina Cotes Prado



Langosta llanera infectada con el bioplaguicida a base de *Metarrhizium anisopliae*

Investigador Adjunto. Laboratorio de Control Biológico. Programa Nacional MIP C. I. Tibaitata. E-Mail: laurafemandav@yahoo.es  
Investigador Cooperante. Laboratorio de Control Biológico. Programa Nacional MIP C. I. Tibaitata. E-Mail: cespinel@corpoica.org.co  
Investigador Principal. Laboratorio de Control Biológico. Programa Nacional MIP C. I. Tibaitata. E-Mail: acotes@corpoica.org.co

## Bioplaguicidas, una alternativa ecológica para el control de algunas plagas de cultivos agrícolas

Además de las ventajas ambientales de los bioplaguicidas, su utilización reduce el número de aplicaciones durante un ciclo de cultivo, disminuye los costos de producción, genera un mejoramiento en el nivel de vida de los agricultores y les permite implementar una agricultura sostenible.

El desarrollo de un bioplaguicida implica el cumplimiento de diversas etapas técnicas que aseguren la obtención de un producto seguro, eficaz y confiable. Dichas etapas comprenden el aislamiento del microorganismo, su conservación, la evaluación de su actividad biocontroladora, el estudio de los mecanismos de acción implicados en dicha actividad, su producción masiva, su formulación, la determinación de dosis y formas de aplicación, la evaluación del producto en el campo, los estudios de impacto ambiental, el control de calidad y el escalamiento de la producción.

### El Proceso

Las etapas del proceso para obtener un bioplaguicida se han organizado dentro de cuatro áreas de trabajo, así:

#### ❖ Bancos de germoplasma

Con la financiación del Ministerio de Agricultura se ha implementado un Banco de Germoplasma de Microorganismos con interés en control

biológico, el cual posee en la actualidad más de 3.000 accesiones de microorganismos nativos, provenientes de diferentes ecosistemas colombianos. Estos microorganismos se han caracterizado morfológicamente y muchos han sido objeto de evaluación de su actividad biocontroladora para las principales plagas y enfermedades del país.

#### ❖ Evaluación de la actividad biocontroladora

La actividad biocontroladora se evalúa bajo condiciones de laboratorio, invernadero y/o casa de malla y campo mediante el desarrollo de bioensayos. Estas pruebas hacen posible seleccionar las cepas de microorganismos más eficientes, sus dosis efectivas y tiempos letales, así como también permiten determinar las formulaciones más eficientes.

#### ❖ Producción de bioplaguicidas

La primera etapa de este proceso es la estandarización de

la tecnología óptima para la producción masiva del microorganismo. Más tarde, y dependiendo del tipo de formulación por desarrollar, se seleccionan y estandarizan las técnicas de separación y secado con las cuales obtener un principio activo adecuado para la fase de formulación.

Con dicho principio activo se llevan a cabo estudios de compatibilidad con excipientes, se elaboran prototipos del producto y se seleccionan aquellos que presenten las mejores características físicas, microbiológicas y de actividad biocontroladora. Por último, el proceso es escalado y validado, se elabora la fórmula maestra de producción, se determina la vida útil del producto y sus condiciones óptimas de almacenamiento.

#### ❖ Evaluación de impacto ambiental

Con el fin de determinar el efecto de los productos desarrollados sobre especies no objeto de control, se llevan a cabo bioensayos bajo condiciones de laboratorio y campo, utilizando especies bioindicadoras del ecosistema donde se encuentra la plaga para la cual se ha generado el producto.

El Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas dispone de microorganismos que están en el proceso de desarrollo de bioplaguicidas tanto para el control de fitopatógenos como de insectos plaga. Los siguientes productos formulados con microorganismos entomopatógenos se incluyen en este grupo:

**Bioplaguicida a base de *Verticillium lecanii* para el control de la mosca blanca de los invernaderos:**

Las moscas blancas abarcan más de 1.200 especies identificadas en todo el mundo, de las cuales las de mayor importancia económica son *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*. Estos insectos son plagas de más de 23 cultivos de importancia económica. Los daños directos e indirectos causados por ellos, la transmisión de virus por algunas especies, su alta capacidad de reproducción, la aclimatación a diferentes ambientes y sistemas de producción, la variabilidad genética, la tolerancia y resistencia a ciertos insecticidas químicos, hacen de las moscas blancas una de las principales plagas que afectan la producción agrícola no sólo a nivel nacional sino mundial (Brown 1994). Es-

tudios adelantados en Colombia relacionados con la mosca blanca de los invernaderos *T. vaporariorum*, registraron disminuciones en los rendimientos superiores al 50% en cultivos de leguminosas que presentaron una pérdida de 13 toneladas por hectárea (Rodríguez y Cardona, 2004).

Las investigaciones realizadas por Corpoica en diferentes regiones colombianas, establecieron que para el control de la plaga, los agricultores emplean una gran variedad de plaguicidas químicos a elevadas dosis y frecuencias de aplicación, lo cual aumenta el efecto negativo de estos compuestos sobre el medio ambiente. Algunos de los insumos químicos usados son el carbofuran y metamidofos, pertenecientes a la categoría toxicológica I, es decir, extremadamente tóxicos, lo cual significa que pue-

den afectar no sólo al insecto blanco sino a otras especies no objeto de control, incluyendo especies benéficas; además de la toxicidad, su uso implica problemas ambientales en cuanto a persistencia, formación de residuos no extractables en el suelo y, en el caso de carbofuran, contaminación de aguas superficiales y subterráneas por fenómenos de escorrentía y lixiviación (Rodríguez y Cardona, 2004; Cardona *et al.* 2004).

Debido a la magnitud de las pérdidas ocasionadas por las moscas blancas y a la dificultad para controlarlas mediante métodos químicos, ya que además se han vuelto resistentes a muchos de estos compuestos, se han hecho esfuerzos en la búsqueda de alternativas para su manejo. En este sentido, Corpoica desarrolló un bioplaguicida a base del hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii*, en forma de polvo mojable, cuya tecnología de formulación asegura su resistencia a condiciones ambientales adversas y su efectividad controladora demostró ser superior a la del producto comercial existente a base de este mismo hongo. Dicho producto ha sido evaluado en parcelas experimentales en fincas de agricultores con significativos niveles de control de la plaga, alcanzándose niveles de infección del insecto plaga



**Mosca blanca de los invernaderos infectada con el bioplaguicida a base de *Verticillium lecanii***

por parte del hongo benéfico del 78% a reducidas frecuencias de aplicación, que no superaron cinco aplicaciones por ciclo de cultivo.

El bioplaguicida es de fácil aplicación con bombas convencionales y no presenta ningún riesgo para quien lo aplica, ya que no es tóxico para mamíferos ni otras especies, no afecta especies benéficas y además no tiene problemas de persistencia ni de contaminación de aguas. Dado que la plaga se encuentra distribuida en todas las zonas agrícolas del país, el bioplaguicida desarrollado podría incluirse dentro de los diferentes sistemas de cultivo, permitiendo controlar la plaga a un menor costo y con menos implicaciones ambientales que las de los productos químicos.

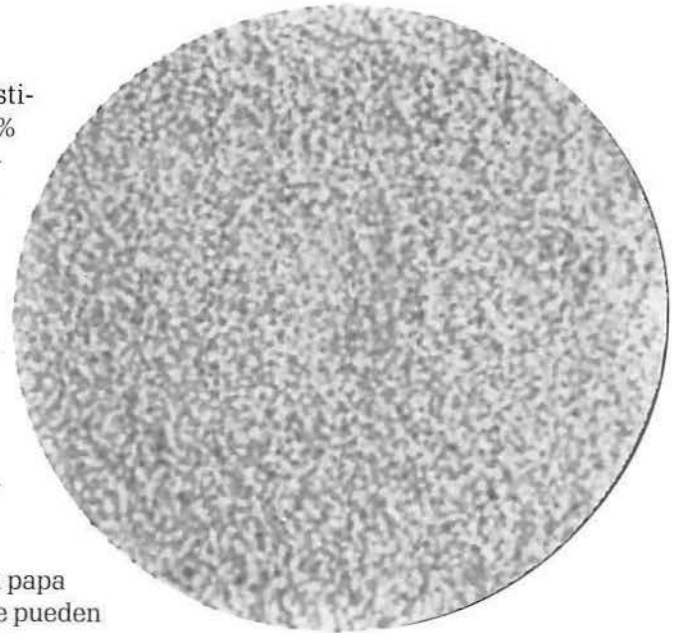
### **Bioplaguicida a base de *Beauveria bassiana* para el control del gusano blanco de la papa:**

El cultivo de la papa ocupa un lugar muy importante dentro de los sistemas de producción agrícola del país no sólo por los aspectos económicos que involucra sino por los sociales, al ser el principal cultivo de la zona Alto Andina. Los departamentos de Cundinamarca y Boyacá producen cerca del 60% de la papa en el país e involucran a unos 100.000 pequeños productores en esta actividad, quienes por lo general la siembran en lotes que no sobrepasan las cinco hectáreas. El cultivo de la papa está amenazado por una serie de problemas fitosanitarios cuyo control incrementa los costos de producción y, por consiguiente, el presupuesto de los productores y de los

consumidores. Se estima que cerca del 20% de los costos de producción se utiliza para la compra de insecticidas de naturaleza química, destinados en particular al control del gusano blanco de la papa, *Premnotrypes vorax*, y a la polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*.

El gusano blanco de la papa ocasiona pérdidas que pueden estar entre el 75 y 100% de la producción (Mendoza, 1996; López-Ávila, 1996). Para el control de esta plaga se ha acudido a métodos culturales, químicos y biológicos. El control cultural, consistente en aporcar alto, eliminar plantas espontáneas de papa en el lote («toyas»), recolección nocturna de adultos de gusano blanco, cosecha oportuna y eliminación de residuos de cosecha, entre otros, debe complementarse con el uso de un producto biológico, procurándose evitar de este modo el uso de insecticidas químicos de categoría toxicológica I.

Como alternativa de control del gusano blanco, Corpoica ha seleccionado hongos entomopatógenos con alta actividad biocontroladora contra esta plaga. Estos microorganismos incluyen cepas de *Beauveria bassiana*, a base de las cuales se ha desarrollado un bioplaguicida granulado de aplicación directa al suelo. Este producto in-



**Bioplaguicida granulado a base de *Beauveria bassiana***

corpora dentro de su formulación acondicionadores de humedad y nutrientes para facilitar el establecimiento del biocontrolador en el suelo; además contiene acondicionadores de peso que facilitan su aplicación, disminuyendo las pérdidas por la deriva del viento.

En ensayos preliminares con este granulado se consiguieron porcentajes de protección superiores al 60%, con tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo. La utilización del producto tiene ventajas si se tiene en cuenta que el bioplaguicida no es tóxico para mamíferos ni para otras especies superiores, ni representa riesgos para la persona que lo aplica, así como tampoco presenta problemas de persistencia ni de contaminación de aguas.

### Bioplaguicida a base de *Baculovirus* para el control de la polilla guatemalteca:

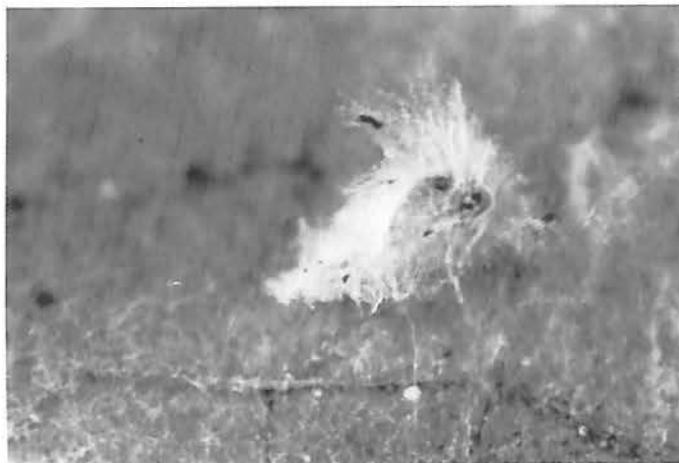
La polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora*, cuyo nombre científico reemplaza al que se usaba anteriormente como *Scrobipalposis solanivora*, fue descrita en principio por Dadibor Povolny en 1973, a partir de especímenes provenientes de Guatemala (Herrera, 1997).

En la actualidad, la polilla guatemalteca de la papa se reconoce como la plaga entomológica más dañina en la mayoría de las zonas paperas del país. Su ataque contribuye de manera significativa a las pérdidas en estos cultivos no sólo por el deterioro en la apariencia del tubérculo que reduce su valor

comercial si no por el hecho de que los tubérculos afectados no se pueden utilizar para semilla. No obstante, el problema se agudiza cuando los productores de papa desconocen la biología del insecto y las estrategias de control.

Durante el año de 1994 se reportó en el departamento de Antioquia un 50% del área papera afectada por este insecto, con un equivalente en pérdidas del 30% (Arias *et al.* 1996). En el departamento de Boyacá, en el mismo año, al confirmarse la presencia de *T. solanivora*, se registraron pérdidas en el campo del 55.5%, siendo Ventaquemada el municipio más afectado.

Durante 1994, en el departamento de Cundinamarca los municipios más afectados fueron Villapinzón, Une y Lenguazaque, en donde se presentaron pérdidas entre el 10 y el 40% (Palacios, 1998). En el año de 1996, la Subgerencia de Prevención y Control del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) determi-



Comparación de larvas sanas e infectadas con el producto *Baculovirus*

no que en este departamento la infestación por *T. solanivora* ocasionó una pérdida del 4% en la producción en 21 de los 28 municipios paperos evaluados (Herrera, 1997).

Para el control de esta polilla los agricultores acuden a algunos plaguicidas químicos, con los cuales efectúan hasta 12 aplicaciones por ciclo. Del mismo modo, y ante la falta de alternativas de control, recurren a insecticidas químicos para proteger la semilla almacenada.

Con el propósito de manejar la plaga, Corpoica propone el uso de un producto biológico que no deteriore el ambiente y que contribuya de

una manera más segura a reducir las poblaciones de este insecto. Se trata del *Baculovirus phthorimaea* el cual ha sido utilizado con éxito en países productores de papa como El Perú. En Colombia se han reportado niveles de control superiores al 85% de la plaga mediante el uso de este agente de control. El

*Baculovirus*, como se le conoce más comunmente, es un virus entomopatógeno que se aplica en forma de polvo sobre la semilla de la papa antes de ponerla a tallar.

En este momento Corpoica produce entre 1 y 5 toneladas de producto al mes, para lo cual estandarizó la tecnología de cría masiva del insecto y la multiplicación del virus. Con miras a una producción a mayor escala del bioplaguicida, se trabaja en la

infraestructura de una planta semicomercial de producción de *Baculovirus*. Con este producto se pretende llegar a los pequeños y medianos agricultores de las zonas afectadas por la plaga y a las multinacionales comercializadoras del tubérculo.

### Bioplaguicida a base de *Metarhizium anisopliae* para el control de la langosta llanera:

En 1994 se observó en La Orinoquia Colombiana un incremento alarmante de la población de langostas identificadas como *Rhammatocerus schistocercoides*, que afectó lo menos tres millones de hectáreas. La

langosta causa daños que ascienden al 100% del material vegetal, lo cual ha repercutido de modo directo en el sector ganadero por la escasez de alimento para los animales. Esta plaga llegó hasta los departamentos de El Vichada, El Meta, El Casanare y El Guaviare y en estos momentos se encuentra replegada en el departamento de El Vichada, representando una amenaza potencial para la región. De acuerdo con la experiencia brasileña, esta plaga, además de afectar praderas nativas, es capaz de originar daños en cultivos como arroz, caña de azúcar, soya, maíz, trigo y sorgo, todos los cuales son la base de la producción agrícola y ganadera de los Llanos Orientales de Colombia (Ebratt, *et al.* 2000).

Para el control de *Rhammatocerus schistocercoides* se ha empleado productos químicos clasificados como moderadamente tóxicos y de baja residualidad, tales como el malathion y fenitrotrion, cuyo principal problema es la contaminación

El bioplaguicida a base  
de *Beauveria bassiana*,  
un potencial para reem-  
plazar al agroquímico  
carbofuran que es alta-  
mente tóxico

de acuíferos, lo cual afecta la cadena trófica. Por lo tanto, el control biológico es una alternativa deseable para el manejo de esta plaga.

Como resultado de los múltiples estudios realizados entre 1995 y 1998, Corpoica desarrolló un bioplaguicida de aplicación foliar a base del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, como una alternativa de control para la langosta *Rhammatocerus schistocercoides*, plaga de los Llanos Orientales de Colombia.

Este producto está respaldado por una amplia investigación que incluyó estudios del comportamiento y biología de la plaga, estudios tecnológicos de producción masiva y formulación, estandarización de proceso de manufactura, elaboración de fórmula maestra de producción, al igual que evaluaciones de laboratorio y campo para demostrar la efectividad y eficiencia del bioplaguicida. El bioplaguicida desarrollado mostró ser estable en condiciones de almacenamiento, de fácil aplicación y controla el 70% de la plaga en condiciones de campo (Ebratt, *et al.* 2000).

El bioplaguicida se encuentra disponible para ser utilizado en caso de una emergencia sanitaria producida por este insecto. La tecnología desarrollada para el producto también puede extrapolarse a otras plagas, reemplazando el principio activo por otros microorganismos con actividad biocontroladora específica.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS, J.; JARAMILLO, J.; ARÉVALO, E.; ROCHA, N.; MUÑOZ, I. 1996.** Evaluación de la incidencia y severidad del daño de la polilla gigante de la papa *Tecia solanivora* en el departamento de Antioquia. Medellín, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-ICA - Corpoica. 24 p.
- BROWN, J. 1994.** Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Prot. Bull.* 42 (1-2): 3-32.
- CARDONA, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; LÓPEZ-ÁVILA, A.; BUENO, J.; RAMÍREZ, J. 2001.** Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología.* 27 (1-2): 33-38.
- EBRATT, E.; ESPINEL, C.; GÓMEZ, M.; VILLAMIZAR, L.; COTES, A.; GUTIÉRREZ, J.; BARRETO, N.; MARTÍNEZ, E.; LEÓN, G. 2000.** La langosta llanera en Colombia. Bogotá, Corpoica-ICA 103 p. (Boletín Técnico).
- HERRERA, F. 1997.** La polilla guatemalteca de la papa, biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado. Bogotá, Corpoica. 14 p.
- LÓPEZ-ÁVILA, A. 1996.** Insectos plaga del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. *En: Memorias. Papas Colombianas con el Mejor Entorno Ambiental.* Bogotá, Fedepapa. p. 146-154
- MENDOZA, J. D. 1996.** Problemática en el cultivo de la papa en Cundinamarca y Boyacá. *En: Memorias. Papas Colombianas con el Mejor Entorno Ambiental.* Bogotá, Fedepapa. p. 93-102.
- PALACIOS, M. 1998.** Manejo integrado de la polilla de la papa en unidades piloto. *En: Memorias. Taller Planeación Estratégica para el Manejo de Tecia solanivora en Colombia.* Bogotá. Fedepapa- IICA. p. 61-68.
- RODRÍGUEZ, I.; CARDONA, C. 2001.** Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología.* 27 (1-2): 21 -26.