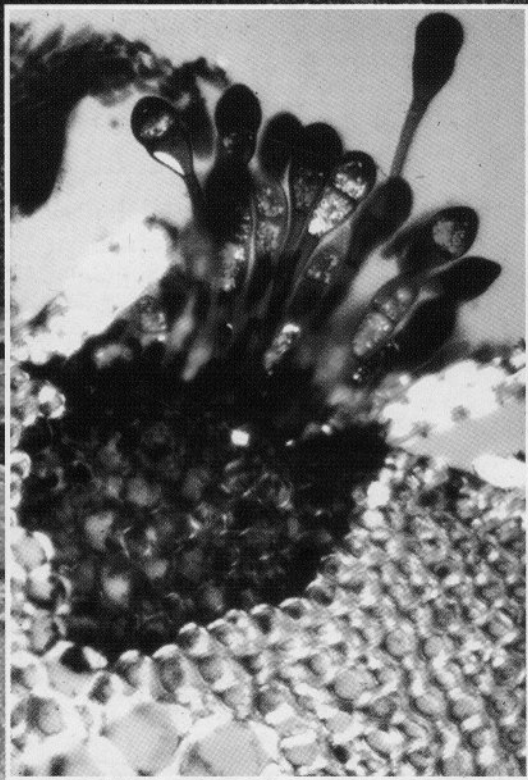


ISSN 1016-0469

# Manejo Integrado de Plagas

Junio 2000

No. 56



**CATIE**

## **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE**

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales en el Trópico Americano. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

### **Director General**

Pedro Ferreira Rossi

### **Programa de Enseñanza**

Gilberto Páez Bogarín

### **Programa de Investigación**

Markku Kanninen

### **Programa de Proyección Externa**

Alan González

### **Planificación Estratégica y**

### **Relaciones Externas**

Tannia Ammour

### **Administración y Finanzas**

Luis Enrique Ortiz

**Portada:** La diversidad en los cultivos y sus patógenos se puede ilustrar con la roya de los cereales cuya recombinación genética se inicia en el hospedante alterno, el agracejo (*Berberis* spp, Berberidaceae), a partir de las basidiosporas producidas por las teliosporas del hongo *Puccinia graminis* (inserto). Como resultado de esta recombinación se incrementa la diversidad de razas del patógeno y su capacidad para atacar más cultivares (p. 6-21).

**Fotos:** J. Artie Browning.

## **Comité Editorial Operativo**

Elkin Bustamante, Presidente

Manuel Carballo

Daniel Coto

Eduardo Hidalgo

Luko Hilje

Wilberth Phillips M.

Galileo Rivas Platero

Joseph L. Saunders

Laura Rodríguez, Editora

### **Dirección Técnica**

Elkin Bustamante

### **Coordinación y edición**

Laura Rodríguez

### **Diseño y diagramación**

Unidad de Comunicación CATIE

La producción y administración de esta revista se encuentra bajo el Área de Comunicación e Informática. Unidad de Comunicación CATIE

### **Tiraje y Distribución:**

1150 ejemplares

Se envía en Canje por publicaciones que son de interés para las actividades que realiza el CATIE.

### **Correspondencia**

Revista Manejo Integrado de Plagas CATIE. Unidad de Fitoprotección.

7170 Turrialba, **Costa Rica**

Tel. (506)556 1632/556 6784

Fax: (506)556 0606/556 6282

E-Mail: lrodrigu@catie.ac.cr ó

cicmip@catie.ac.cr



*Estrategia esencial para la conservación de los recursos naturales, la salud y producción agrícola sostenible*

## CONTENIDO

### BIOGRAFÍAS

<b>Luis María Murillo Quinche, fundador de la Sanidad Vegetal en Colombia</b> .....	1-5
Luis María Murillo Sarmiento	

### FORO

<b>La biodiversidad como fundamento en la exclusión y manejo de plagas</b> .....	6-21
Elkin Bustamante, Galileo Rivas-Platero, Arturo Gamboa	

### REVISIONES

<b>Prácticas agrícolas para el manejo de <i>Bemisia tabaci</i></b> .....	22-30
Luko Hilje	

### INFORMES DE INVESTIGACION

<b>Comparación de tipos de trampas y atrayentes para la captura de hembras de <i>Ceratitis capitata</i></b> .....	31-37
---	-------

Luis A. Vásquez

<b>Efecto de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas</b> .....	38-44
--	-------

Yolanda Guevara, Anna Maselli, María del Carmen Sánchez

<b>Uso de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de <i>Bemisia argentifolii</i> en melón</b> .....	45-51
---	-------

Mario Orozco-Santos, Javier Farias-Larios, Joel López-Pérez, Norma R. Ramírez Vásquez

<b>Comparación de una cepa de <i>Beauveria bassiana</i> con insecticidas utilizados para el control de <i>Plutella xylostella</i></b> .....	52-57
---	-------

Armando Acuña, Manuel Carballo

<b>Efecto de <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre plagas rizófagas de arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) en Colombia</b> .....	58-64
--	-------

María Denis Lozano-Tovar, María Nelly Rodríguez-S,

Norma Constanza Vásquez-A, Guillermo Sánchez-Gutiérrez

<b>Susceptibilidad de <i>Bemisia tabaci</i> a <i>Beauveria bassiana</i> en condiciones de laboratorio</b> .....	65-69
---	-------

Elizabeth Q. Ramos, Sérgio B. Alves, Marcel R. Tanzini, Rogério B. Lopes

<b>Metodología para la cría masiva de <i>Phyllophaga</i> spp.</b> .....	70-74
---	-------

Eduardo Hidalgo, Susan M. Smith, Philip Shannon, Claudio Arroyo

### HOJA TECNICA

<b>Coberturas vivas para el manejo de mosca blanca en tomate</b> .....	i-iv
--	------

Luko Hilje

### SECCION INFORMATIVA

<b>Avances Proyecto CATIE/GTZ</b> .....	75
---	----

<b>Reseñas de publicaciones</b> .....	75
---------------------------------------	----

<b>Nuevas Publicaciones CATIE</b> .....	76
---	----

<b>Tesis de Posgrado</b> .....	76-78
--------------------------------	-------

<b>Futuros Eventos</b> .....	79
------------------------------	----

<b>Mosca Blanca al Día</b> .....	80-81
----------------------------------	-------

<b>Acciones MIP en Hortalizas</b> .....	82-83
---	-------

### **Alternativas biológicas de manejo de *Heliothis virescens* y *Spodoptera* spp. en tomate industrial en República Dominicana**

Maira Castillo, Laura López, José Pablo Morales-Payán, Simón Alcántara, J. Richard Ortiz

### Agromedicina

<b>Efecto a largo plazo de los plaguicidas sintéticos</b> .....	84-86
---	-------

Samuel Henao

*Las ideas y opiniones expresadas o implícitas en esta publicación son responsabilidad de cada autor y no necesariamente de las instituciones auspiciadoras.*

A partir del presente número, la revista *Manejo Integrado de Plagas* incluye esta nueva sección. Con ello se pretende rendir un homenaje póstumo a aquellos pioneros cuyos aportes científicos y técnicos han contribuido al desarrollo de

la protección vegetal en América Latina y el Caribe. A la vez, confiamos en que estos textos serán una rica fuente de inspiración y enseñanzas, en cuanto a actitudes y valores, para las nuevas generaciones de fitoproteccionistas en nuestro continente.



## Luis María Murillo Quinche, Fundador de la Sanidad Vegetal en Colombia

Luis María Murillo Sarmiento

### Introducción

En las primeras décadas del siglo XX nació la entomología en Colombia. Fueron dos sus grandes abanderados, Francisco Luis Gallego en el campo educativo y Luis María Murillo Quinche en el de la ciencia aplicada. Su quehacer admirable en medio de las dificultades, inició la senda que muchos insignes colombianos émulos de su amor por la sabiduría y por el progreso de la patria han continuado, asegurando un promisorio futuro a la disciplina que hace tan sólo 70 años era ex-céntrica dedicación de empecinados idealistas.

Luis María Murillo Quinche, nacido en Guasca en 1896 y fallecido en Bogotá en 1974, fue además de pionero en el estudio de los insectos, promotor del control biológico de las plagas en el país, y fundador de los servicios de Sanidad Vegetal y de Entomología Económica en Colombia.

Aunque fue esa su mayor contribución al progreso de la nación, su mente inquieta, fascinada por todas las expresiones del entendimiento, desarrolló su afi-

ción hacia muchas disciplinas. Por ello podemos descubrirlo como el naturalista autodidacta que recorría los cerros bogotanos, como el entusiasta intelectual de la Sociedad Literaria Rufino Cuervo, como estudioso de la química, la física y las ciencias nucleares, como escritor y periodista, como ávido lector, como profundo conocedor del arte y virtuoso del pincel y la pluma, aplicados primordialmente a su labor científica, y como consagrado académico y profesor universitario, miembro o fundador de academias e institutos nacionales.

### Nacimiento de una vocación

Pocos profesores encontró en sus estudios de primaria y secundaria que comprendieran y encauzaran su genio inquieto, pero a falta de maestros sabios que le guiaran en su inclinación por la ciencia, descubrió en los libros maestros admirables.

Defraudadas sus expectativas en una facultad de ingeniería y en una escuela de agronomía, buscó -diría en sus memorias- la sabiduría en el libro de la natura-



leza. Fueron ella, el humanismo y sus libros – dueño fue de una extensa y rica biblioteca - la solución a sus problemas. La universidad le fue ajena como discípulo, pero íntima y entrañable como profesor.

Aprendiz malogrado de la "alquimia" y frustrado con la desaparición de su laboratorio, destruido por un terremoto en 1917, cedió a su afán naturalista, pero nunca halló los fósiles buscados. A cambio, descubrió entre el verdor de las montañas la riqueza de una fauna por su tamaño despreciada. Nació allí su vocación por los insectos, y en ausencia de esa disciplina en nuestro medio, se formó a sí mismo. Hizo de la naturaleza su universidad y transformó en ciencia aplicada el producto de sus descubrimientos. Los conocimientos entomológicos de otras latitudes, no aplicables a su país fueron estímulo decisivo a sus investigaciones.

Su primera producción entomológica, *Las avispa chibchas*, exaltada en círculos científicos y recibida por la crítica literaria como un bello y original poema, le abrió las puertas a la Sociedad Colombiana de Ciencias Naturales, fundada por el sabio francés, hermano Apolinar María y al único puesto oficial que desempeñaría durante 42 años. Se inició como agrónomo ayudante de un entomólogo fitopatólogo que nunca fue contratado. *"Yo con el solo bagaje de un Bachillerato en Ciencias y con una modesta especialización "self made man" en entomología, fui elegido para el cargo de agrónomo ayudante del patólogo y entomólogo, a quien hube de substituir siempre, porque nunca fue nombrado"*. Comenzó por estudiar las moscas de las frutas del Valle de Tensa, el pulgón lanífero de los manzanos de Boyacá, el muque de las sementeras y los gusanos blancos de los tubérculos de papa. Los campesinos fueron sus maestros. *"¡Qué maravillosos son esos agricultores! Observan y conocen la vida del campo con tanta inteligencia, que sólo faltan a su vocabulario palabras científicas para que su relación sea perfecta. Con esa estupenda colaboración iba cumpliendo con acierto mis investigaciones."*

### **Una labor quiijotesca**

En 1928 Luis María Murillo Quinche encarnaba una ciencia en su país desconocida, que oficialmente sólo disponía de este entomólogo en ciernes pero con el ingenio suficiente para haber fundado los servicios de Sanidad Vegetal y de Entomología Económica. Con la Sanidad Vegetal, se constituía un importante filtro para la introducción de devastadoras plagas en nuestra agricultura y con la Entomología Económica se iniciaba el control de los insectos dañinos. Pero la referen-

cia pasaría desapercibida si no se comprendiera que esos seres minúsculos causan millonarias pérdidas a la economía y que en aquel año el Ministerio de Industrias con millón y medio de pesos por todo presupuesto, no contaba más que con aquel entomólogo, frente a los 600 profesionales de esa disciplina dedicados solamente a la entomología económica en los Estados Unidos y a los millones de dólares asignados a cada programa de erradicación de plagas.

La entomología, término desconocido para la época, era para los pocos que alguna noción tenían del vocablo, una chifladura, cuando no un gravísimo desperdicio del presupuesto nacional. No comprendían que *"esos bichos insignificantes podían destruir millones de dólares anuales de la economía"*. El joven entomólogo fue juzgado, pero sus jueces le dieron su confianza. *"El bachiller entomólogo había sido pesado y hallado justo por la balanza de la democracia"*, diría en sus memorias el entonces encausado.

En medio de las precarias condiciones de la época recorrió el país entero, aun a lomo de mula y por caminos polvorientos o en goletas hasta el archipiélago de San Andrés y Providencia, descubriendo las plagas de la agricultura colombiana, identificando sus hábitos, su ciclo de vida, su relación con el ambiente, su distribución geográfica y sus debilidades que le propiciaron nuevas formas para combatirlas. Enriqueció la taxonomía universal con nuevos ejemplares y desde las escuelas rurales, desde la cátedra universitaria, desde las academias, desde el Ministerio de Industrias primero, luego desde el de Agricultura, desde sus columnas en revistas y periódicos, instruyó desde analfabetos campesinos hasta senadores y ministros sobre la importancia de esos seres diminutos que no por pequeños menos estragos causaban a la economía. Miles de millones de pesos ahorraron al país sus enseñanzas.

Su vocación académica se tradujo también en una fabulosa colección de insectos que inició en 1918 y que llegaría a más de 100 000 ejemplares antes de su destrucción en 1947. Sometida a constantes y lamentables pérdidas, encontró lo que de ella sobrevivió, morada definitiva en Tibaitatá, donde conforma la Colección Nacional de Insectos. Al Museo Nacional de Washington llegaron también duplicados de sus especímenes, como manifestación del aprecio del científico norteamericano Edward Chapin por su obra.

### **Un juicio sui generis**

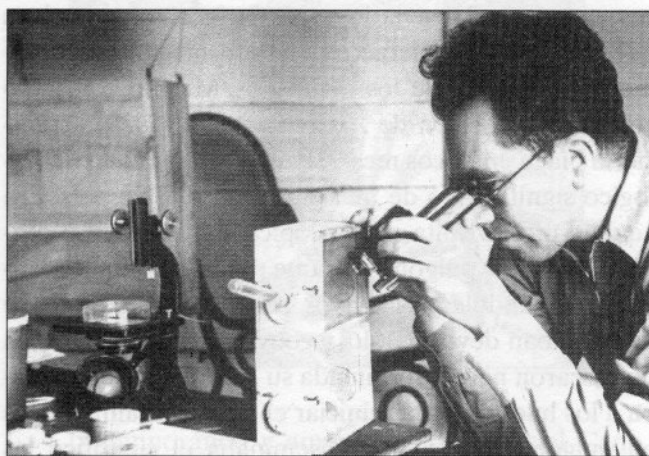
La labor que hoy merece toda suerte de reconocimientos, no fue en su inicio comprendida y estimada

por quienes la conocieron. Por ignorancia en algunos casos, y como resultado de intrigas oficiales en otros, la nascente sección que el entomólogo bachiller llevaba de su mano estuvo a punto de naufragar por los ataques que finalmente concluyeron con un juicio en el Senado de la República. El mismo entomólogo nos lo cuenta en sus memorias.

"La acusación era grave: se había nombrado en el cargo que yo desempeñaba a un sujeto desprovisto de título, sin estudios agronómicos, y para cumplir funciones de honda gravedad. La comisión del Senado llegó al Ministerio de Industrias, recorrió todas las secciones; la mía fue dejada para el final. La comisión no estaba sola; la seguía, a manera de manifestación, una multitud de empleados, entre ellos muchos agrónomos; todos parecían esperar el sacrificio de una víctima. Tres senadores formaban la comisión, dos antioqueños: el doctor Carlos Uribe Echeverri, prestigioso político liberal, sabio experimentado en todos los problemas agrarios del país, y el doctor Emilio Robledo, conservador, médico, botánico, científico de alcurnia, escritor y miembro de varias academias. Ellos sabían que un técnico había ido a Antioquia para estudiar las plagas del café y que había cumplido bien su comisión, lo que no sabían era que ese funcionario fuese yo, el sujeto materia de su investigación. Al llegar la comisión a mi escritorio, las gentes que la seguían se arremolinaron. Había una mórbida ansiedad. Uribe Echeverri me preguntó con sequedad: "¿Qué oficio desempeña usted aquí?". "Soy el ayudante de un entomólogo fitopatólogo que aún no ha sido contratado". Dice Uribe Echeverri: "¿Cómo se concibe un ayudante sin jefe?". "Asumiendo el ayudante las funciones del jefe", le respondí. "¿Dónde hizo usted sus estudios?" pregunta el senador. Yo le respondo "con infinitas dificultades, sólo con libros de difícil consecución, porque en Colombia no hay universidad para esos estudios; había una admirable, fundada por el ingeniero agrónomo belga Dene-mostier, pero infortunadamente hace mucho que se acabó. Hace poco se volvió a crear otra que desapareció por mala. Tomó entonces la palabra uno de los arremolinados para decir "¿Cómo vas a decir eso, si de ella salimos nosotros!". Le respondí secamente: "En eso estriba mi acierto". Los senadores Uribe Echeverri y Robledo se miran, sonríen y Uribe Echeverri me pregunta: "¿Podría mostrarnos algunos de sus estudios?". Saqué unas copias de mi archivo y se las presenté: Uribe Echeverri y Robledo las hojean y me dicen con entonación de simpatía: "Entonces fue usted quien estudió nuestras plagas de los cafetales". El final de esta

menuda tragedia de mis ensayos científicos no fue de absolución sino de exaltación: los dos senadores antioqueños dejaron de ser mis fiscales, para convertirse, para siempre, en mis amigos."

"Pasaron veinte años y yo había hecho de mi cargo, sólo, sin jefe ni ayudantes, un servicio de sanidad vegetal con una sección de entomología. Mi oficina tenía escritorio, máquina de escribir, una mesa y un estante, pero las dotaciones de biblioteca y de laboratorio se habían hecho con el milagro de mi sueldo. El senador Emilio Robledo, hizo aprobar una ponencia en homenaje mío por el Senado de la República, y con tan generoso motivo me envió una tarjeta para expresarme que si él había sido mi fiscal al iniciar mi obra, había querido ser ahora el autor de un justo homenaje a mis servicios".



### El control biológico

Temeroso del daño de los ecosistemas por los insecticidas, Luis María Murillo Quinche centró sus investigaciones en control biológico de las plagas. Sus cuatro décadas de servicio al estado, fueron su lucha permanente contra el uso indiscriminado de insecticidas y en favor de la represión de las plagas por sus depredadores naturales, trabajos que le valieron su ingreso como miembro honorario a la Real Sociedad de Entomología de Bélgica, y en Colombia el reconocimiento con la más alta distinción que confiere el gobierno nacional, la Cruz de Boyacá, en 1962.

El control biológico de las plagas la aplicó con éxito en la erradicación de los insectos nocivos, dejando enseñanzas que hoy constituyen ejemplos clásicos de este tipo de control. Anteriores a los suyos, la historia de Colombia sólo consigna exitosos los experimentos de Federico Lleras Acosta y Luis Zea Uribe, en 1913, cuando usando el método del profesor D'Herelle, inyectaron un hongo inocuo para el hom-



bre, traído del Instituto Pasteur, a algunas langostas que pocas horas después presentaron una enfermedad diarreaica que las extinguió en tanto que sus deyecciones sirvieron para propagar la epidemia entre la plaga.

La sanidad vegetal y el control biológico tuvieron en Colombia un desarrollo simultáneo, por ser apasionamiento personal de quien les dio inicio, como porque los inexorables fracasos en la prevención de la introducción de plagas debía conducir a métodos eficaces para su erradicación. Decidido defensor de este tipo de control, fue su primer gran abanderado en nuestro medio.

Por ausencia de Sanidad Vegetal, llegó a Colombia el pulgón lanígero y afectó sin excepción a todos los huertos del país. El pulgón invadía los tallos y raíces y chupaba la savia inyectando fermentos nocivos que produjeron tumefacciones, deformaciones y finalmente la muerte de los manzanos. Murillo consiguió con la introducción de *Aphelinus mali* (1929) erradicar la plaga en pocos meses. Fue el primer control biológico significativo de una plaga en nuestro país. Era aquélla una avispa microscópica, entomófaga o destructora de los pulgones, los que perforaba con un estilete inyectándoles sus huevos. Las larvas resultantes se alimentaban devorándolo, y convirtiendo al pulgón en un cascarón negro. Terminada su labor la avispa volaba a los huertos, para reiniciar el ciclo. En tallitos ricos en pulgones parasitados diseminaba el científico las avispitas en las plantaciones enfermas. También un depredador descubierto por él y que lleva su nombre, la *Neda murilloi*, pequeño cucarroncito cuyas larvas cual caimanes diminutos se alimentan del pulgón, sirvieron para controlarlo. En forma semejante manejó con éxito al gusano barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) con la avispa *Trichogramma minutum* destructora de sus huevos y a la *Icerya purchasi*, plaga de las plantas ornamentales de Bogotá conocida como "peste blanca" por sus depredaciones y secreciones de cera blanca, con *Rodolia cardinalis* (1948). Utilizaría a *Crytolaemus montrouzieri* contra la palomilla del café, importaría de Puerto Rico (1942) una avispa originaria de las Filipinas, una Spalangidae, para controlar, con éxito, la *Lyperosia irritans*, mosca brava hematófaga, azote de los ganados en el Huila; y haría objeto del más completo estudio al gusano rosado colombiano del algodón, *Sacadodes pyralis* y a *Apanteles thurberae*, avispa parásita de sus rosadas larvas, medio eficaz de reprimirlo y principal motivo de su obra *Sentido de un control biológico*.

## La sanidad vegetal

La entomología colombiana actual representa la continuidad de una tarea iniciada por Luis María Murillo Quinche en 1927, con la creación de los Servicios de Sanidad Vegetal y de Entomología Económica, primer e inevitable eslabón en la historia de la ciencia de los insectos en Colombia.

El 4 de junio de 1927 se creó, en el Ministerio de Industrias, el Departamento de Agricultura y Zootecnia que contó entre sus secciones con la de Agricultura, que vio nombrar entre sus funcionarios a un agrónomo ayudante, Luis María Murillo Quinche. Bajo su dirección nació el 19 de octubre de 1927 la sección de Sanidad Vegetal. Aquel agrónomo ayudante, con sus propios recursos dotó la incipiente sección, dividiéndola en los departamentos de botánica, fitopatología y entomología. Se hizo cargo de este último y dejó en manos del agrónomo Antonio Miranda el de fitopatología y a cargo del padre Enrique Pérez Arbeláez el de botánica. El servicio conocido inicialmente como de Entomología y Patología Vegetal fue luego rebautizado como Servicio de Sanidad Vegetal.

En 1938, el decreto orgánico del Departamento de Agricultura creó la sección de Biología Vegetal, más tarde Instituto de Biología Vegetal, que subsistió hasta 1947. Una asesoría extranjera de ese año al Ministerio de Agricultura lo dio por terminado, a pesar de sus fructíferos resultados. Desmembrado su Herbario Nacional pasó a la Universidad Nacional y su colección entomológica a la granja de la Picota. Las investigaciones en micología se suspendieron y las entomológicas sufrieron gran tropiezo. El Servicio de Sanidad Vegetal subsistió siendo creado varias veces, más no siempre con la importancia que imponía su delicada misión. Al punto que en algún momento fue sustituido por un especialista de sanidad vegetal adscrito a una División de Cultivos.

De aquel período inicial de nuestra sanidad vegetal, traigo tomados de sus memorias los siguientes apartes: "*El primer insecto que me topé al iniciar mi carrera de sanidad vegetal, fue la larva de un gorgojo que causaba tremendas depredaciones en los cultivos de papa. Procedía del sur de Colombia. Invadió los cultivos del Departamento de Nariño; llegó con semillas de la solanácea a Cundinamarca y se difundió luego por todas las zonas paperas del país. Hay razones para afirmar que la plaga del gusano blanco no existía antes de 1930 en Colombia. Hice las primeras investigaciones sobre hábitos del insecto, los primeros dibujos para divulgar su conocimiento, y ensayé su represión*

por la rotación de cultivos. Más tarde cuando me dieron los primeros auxiliares para el servicio de sanidad vegetal, tuve la oportunidad de encomendar su estudio a dos inteligentes colegas: Hernando Osorno y Francisco José Otoya, quienes hicieron una brillante y exhaustiva investigación de los *Trypopermon* spp., como se llaman técnicamente los gusanos blancos".

"Los únicos manzanares que existían en Colombia, los trajeron los españoles en la Colonia, y permanecieron libres de plagas hasta la importación de algunas variedades nuevas, traídas de Norteamérica en 1925. Entonces los manzanos principiaron a sufrir por la presencia de pestes, especialmente del pulgón lanígero, que había sido introducido con las variedades norteamericanas, y procedía de su primer huésped, el *Ulmus americana*, de donde proceden todos los piojos lanígeros que han invadido los manzanares de todo el mundo."

Ante las graves carencias de los servicios fitosanitarios, Luis María Murillo Quinche propuso en 1936 al entonces Ministerio de Agricultura y Comercio una acción enérgica contra la introducción de plagas exóticas, estableciendo organizaciones de sanidad en los puertos marítimos y terrestres, dotadas de todos los elementos necesarios para la investigación, y vigiladas por entomólogos y fitopatólogos especializados. Y sugirió ante la dificultad de dotar completamente cada puerto de la República, que la introducción de artículos vegetales se dispusiera solamente por dos o tres. Sustentando las medidas, enumeraba un listado de los principales insectos cuya introducción traería al país desafortunadas consecuencias. Años más tarde escribiría: "Las tremendas plagas exóticas que yo señalaba como factibles huéspedes de Colombia por falta de medidas adecuadas para proteger la salud de nuestra agricultura, se presentaron al fin en nuestro litoral Caribe, para invadir luego toda la zona algodonera del país; me refiero especialmente al "gusano rosado" hindú y al "picudo" mexicano, azotes más dañinos que todos nuestros insectos aborígenes, y que nos están haciendo gastar sumas verdaderamente inauditas en campañas no siempre eficientes."

El desencanto de sus palabras no es, sin embargo más que la desilusión pasajera por un país que, olvidando juiciosas advertencias, terminó de todas maneras aprendiendo del dolor de la experiencia y aplicando con mayor convencimiento los postulados de la sanidad vegetal. Su obra sobrevivió y se difundió en miles de profesionales que hoy, muchas veces sin conocer su nombre, siguen sus enseñanzas y trabajan por un mismo objetivo con armas mejores y más modernas.

## Académico, escritor y periodista

Luis María Murillo Quinche fue miembro de la Academia Colombiana de Historia, de la Sociedad Geográfica de Colombia, del Ateneo Colombiano de Altos Estudios, de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, de la Real Sociedad de Entomología de Bélgica y de la Real Academia de Ciencias de España, y miembro fundador de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y por varios años fue editor y director de su revista, publicación que gozó desde su nacimiento de prestigio dentro y fuera de las fronteras patrias.



Contemporáneo y amigo de don Gabriel Cano, fundador del diario *El Espectador*, y de Eduardo y Enrique Santos Montejó, dueños y directores del periódico *El Tiempo*, no escapó a la influencia del periodismo. Se vinculó a *El Tiempo* durante 15 años con su columna *Desde mi Universidad*, tuvo a su cargo la sección de agricultura de *El Diario Nacional*, y fue colaborador de *El Espectador* en su sección agrícola. Guardan aquellas páginas prácticas lecciones de entomología y la expresión de su vena literaria.

De su fértil pluma, quedaron entre otras publicaciones: *Los insectos y el clima*, *Treinta años de sanidad vegetal*, *La sanidad vegetal en Colombia*, *El amor y la sabiduría de Caldas*, *Francisco José de Caldas y los principios científicos del federalismo* y sus obras más importantes, *Sentido de una lucha biológica*, *Colombia un archipiélago biológico* y el *Cantar de los cantares*.

Fue, como lo expresara Juan Lozano y Lozano ante su tumba recién abierta, "un hombre adorable por virtud y generosidad, el mejor de los amigos, un patriota, un sabio, un poeta y un alma pura como la de un niño".



FORO

## Biodiversidad como fundamento en la exclusión y manejo de plagas

Elkin Bustamante.\*  
Galileo Rivas-Platero\*  
Arturo Gamboa\*

**RESUMEN.** Las actividades del desarrollo humano acumulan un saldo ecológico en rojo por la pérdida de biodiversidad y el deterioro de los ecosistemas, factores que afectan a su vez el manejo integrado de plagas (MIP) y la producción sostenible. A través de este proceso las especies de plantas alimenticias también fueron despojadas de sus defensas químicas con el fin de eliminar muchos compuestos tóxicos a los humanos. Esta situación y el desarrollo tecnológico impulsaron el uso de plaguicidas como la táctica principal de control de plagas. Con base en lo anterior, este artículo enfatiza la importancia en MIP de otras estrategias como la exclusión, a nivel de un país o a una región, de patógenos y malezas. En cuanto a la diversidad de plantas, así como la microflora del suelo y superficie de la planta, se analiza la prioridad de su estudio y uso en el trópico. Especial énfasis se da a los trabajos *in situ* con poblaciones silvestres y su comportamiento con la diversidad de plagas presentes. Se discute además la importancia de cultivares multilineales o con resistencia horizontal en la disminución de la microevolución de patógenos. Para optimizar el uso del conocimiento sobre la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas se aconseja promover la formación profesional y la investigación, incluida la participativa, con base en los fundamentos dados por científicos visionarios del manejo sostenible de los ecosistemas tropicales, la diversidad genética y de la fitoprotección.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Ecosistemas, Manejo integrado de plagas, Patógenos, Microorganismos benéficos.

**ABSTRACT. Biodiversity as the base in the pest exclusion and management.** The activities of the human population have left us in the red in ecological aspects, in particular those referred to as the loss of biodiversity and deterioration of systems, factors that affect the integrated management of pests (IPM) and sustainable production. Through this process, the plant species that provide us with food have been selected, with the objective that many toxic compounds can not poison humans, to remove their chemical defences. This situation increased the use of pesticides as the principal tactic for pest management. This article aims to re-emphasise the importance in IPM of the exclusion of pathogens and weeds that may be introduced to a country or region. In regard to plants, soil and plant surface microflora, the priority of their study and conservation in the tropic is analysed, placing a special emphasis on *in situ* work with wild species and the elimination of the possibilities of pathogen microevolution through multilined and horizontal resistance cultivar use. In order to emphasise the use of knowledges on biodiversity and the stability of ecosystems, professional formation and research, including participative, based on the fundamentals provided by visionary scientists of tropical ecosystem management, genetic diversity and plant protection are advised.

**Key words:** Biodiversity, Ecosystems, Integrated pest management, Pathogens, Benefic microorganisms.

### Introducción

A través de los siglos, a la raza humana se le ha alertado sobre la necesidad de conocer y respetar la naturaleza como lo expresa Séneca en sus Ensayos Morales,

advertencias desestimadas en forma egoísta y suicida en aras del desarrollo tecnológico. Sin embargo, en el quehacer científico o en el político-social, en la actualidad, se dispone de conocimientos que pueden respaldar

\* CATIE. Area Agricultura Ecológica. 7170 Turrialba, Costa Rica. EMail: ebustama@catie.ac.cr, grivas@catie.ac.cr y agamboa@catie.ac.cr

dar las decisiones de los responsables de liderar una comunidad; su utilización podría crear un ambiente pacífico y de respeto a la naturaleza o en su ausencia generar las condiciones sociales inequitativas unidas al desmedro por el recurso natural. Libros como el de Commoner (1977) "La escasez de la energía", Galbraith (1975) "La economía y el objetivo público" o de Gore (1993) "Earth in the balance" enfatizan lo anterior y señalan la urgencia a nivel mundial de proteger a la especie humana, de las consecuencias del uso indiscriminado de los recursos naturales, la contaminación y la pérdida de la biodiversidad. Es de esperar que las acciones concertadas se implementen en forma amplia y superen el nivel de diagnóstico y preocupación.

En la producción agrícola, la creciente demanda por alimentos y el uso de cultivos con altos rendimientos ha promovido el desarrollo de una tecnología con base en productos químicos sintéticos y cultivares con resistencia genética fundamentada en genes mayores; desafortunadamente, los primeros pueden causar daño a la comunidad y contaminar nuestros recursos básicos: suelo y agua; los segundos pueden tener una duración efímera. La disponibilidad de esta tecnología también afecta el enfoque profesional de muchos colegas agrónomos y biólogos que simplifican su actividad a identificar el organismo causal y a formular la táctica más conocida, soslayando la importancia del diagnóstico, niveles de decisión y las estrategias de manejo, bases conceptuales del manejo integrado de plagas (MIP) (Bustamante y Rivas 1999).

Sin embargo, la actividad de MIP muchas veces se limita a la presencia de la plaga a nivel del campo o invernadero, olvidando la importancia de medidas de fitoprotección como la exclusión a través de la cuarentena o la certificación de semillas, ya que la dispersión de las plagas o de la biodiversidad no deseada pueden incrementar los costos ecológicos y económicos (Bustamante y Patiño 1970).

Lo anterior indica que el análisis y solución de problemas patológicos aunque se enuncie como roya del cafeto o sigatoka negra, no se deben considerar como enfoques reduccionistas sino por el contrario, corresponde a un análisis del sistema agrícola para disminuir el desbalance existente.

Por lo tanto, este artículo presenta los resultados de algunas investigaciones y comentarios acerca de la importancia de la diversidad genética presente en la planta, los patógenos y microorganismos benéficos, así como de las interacciones que se dan con factores climáticos y la tecnología.

## Conceptos y fundamentos

**Naturaleza de la plaga.** Los ecosistemas selváticos constituyen la forma original de vida en el trópico; y por lo tanto son los biomas más maduros, diversificados, ricos, complejos y evolucionados. Desde el punto de vista fitosanitario pueden desempeñar los siguientes roles: 1) operar como fuentes de plagas; 2) proporcionar formas naturales de control biológico y 3) actuar como una rica fuente de germoplasma para el desarrollo de cultivares resistentes a factores fitosanitarios adversos.

La planta, al mismo tiempo que constituye la fuente de suministro de alimentos y fibras, es también uno de los factores que desequilibran el ecosistema, el cual por la acción del hombre, pasa de complejo y diversificado a uno simple y uniforme, tornándose fácilmente vulnerable a patógenos que no encuentran las barreras naturales propias del sistema natural. Además, la uniformidad genética de los ecosistemas agrícolas propician el desarrollo de epidemias, al adquirir el patógeno una fase de multiplicación más rápida. Como enfatiza Apple (1977), un cultivo en sí es una "plaga" pues está fuera de balance biológico.

Por lo general, las plantas en comunidades silvestres disponen de compuestos secundarios que proporcionan la defensa a plagas (Janzen 1973). Al seleccionarse plantas sin sustancias tóxicas a humanos y además con características agronómicas favorables a la manipulación del cultivo y el incremento de su producción, éstas tienen una mayor predisposición y susceptibilidad a artrópodos, babosas, bacterias, fitoplasmas, hongos, malezas, nematodos, plantas parásitas, protozoarios, vertebrados, viroides y virus (Browning 1998).

Esta selección por mayor producción y otras características agronómicas, demanda un nivel alto de energía con un posible deterioro hacia los mecanismos de defensa de la planta. Lo anterior ha creado la necesidad de reemplazar en los sistemas de producción agrícola las defensas internas perdidas en la selección, por compuestos químicos, sintéticos, denominados plaguicidas (Jansen 1973).

**Agricultura sostenible.** El enfoque actual de la agricultura sostenible se fundamenta en tres principios: sostenibilidad, equidad económica y productividad. En este último es importante tener criterios claros acerca de la eficiencia, diversidad de manejo, renovabilidad de recursos, y la fragilidad del sistema (Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales 1995).

Los dos primeros criterios tienen relación con el cultivo y las diferencias entre los materiales que se



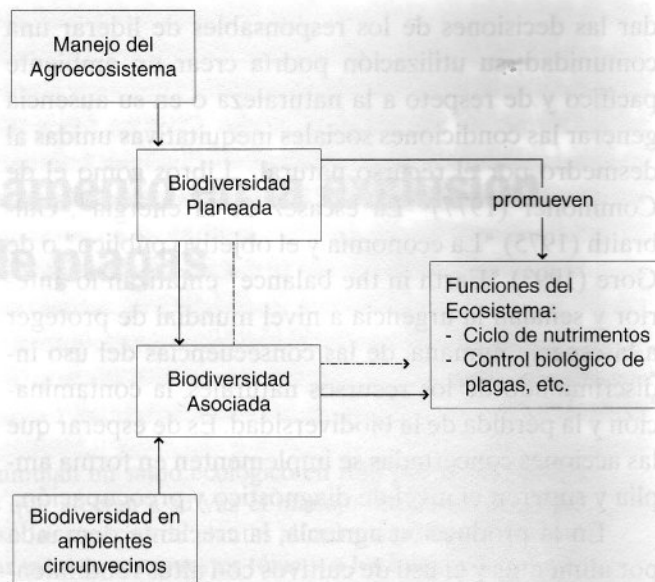
usan por su rendimiento, resistencia y manejo. En el criterio de fragilidad del sistema se incluye el factor plagas por su incidencia y severidad en la producción.

La fragilidad nos indica la importancia entre la diversidad de organismos-plaga que llegan y se establecen y aquella de los cultivares, microorganismos u organismos benéficos que pueden disminuir dicha fragilidad y permitir el desarrollo del cultivo hasta alcanzar los rendimientos esperados. Por esta razón en los sistemas de producción agrícola la presencia de una enfermedad debe considerarse como el resultado de un desbalance, debido al mal manejo del agroecosistema (Jansen 1973) y por lo tanto la solución al problema fitosanitario se debe buscar realizando el análisis de pérdidas de defensa propias de las plantas, evaluando la uniformidad genética, determinando la disminución de diversidad microbiana y midiendo el impacto del estrés tecnológico.

**Biodiversidad en los agroecosistemas: naturaleza y función.** La biodiversidad del agroecosistema alude a todas las especies de animales, plantas y microorganismos que existen e interactúan dentro de este sistema. Cada uno de estos componentes desempeña funciones específicas. Por ejemplo, los polinizadores, enemigos naturales, lombrices de tierra y la biota microbiana del suelo son los componentes claves de la biodiversidad, ya que ellos participan activamente en la polinización, en el control biológico, en la disponibilidad de nutrientes y en la descomposición de la materia orgánica, principalmente. El incremento de esas funciones, puede lograrse a través del compostaje, cultivos intercalados, agroforestería y rotaciones de cultivos, entre otras. (Altieri y Nicholls 1999).

Los agroecosistemas son entes dinámicos y dependen de los diferentes niveles de manejo; así como de los arreglos de cultivos en el tiempo y el espacio. Esta evolución modifica tanto las estructuras biológicas como las de cultivos, las socioeconómicas y ambientales.

Vandermeer y Perfecto (1995) señalan que en los agroecosistemas se pueden detectar dos componentes de la biodiversidad: 1) *Biodiversidad planeada*, o sea la asociada con los cultivos y la ganadería, ésta varía con el manejo y los arreglos espaciales de los cultivos establecidos y 2) *Biodiversidad asociada*, la cual incluye la flora y la fauna del suelo, herbívoros, carnívoros, descomponedores de materia orgánica, entre otros, que colonizan el agroecosistema en los ambientes circunvecinos y que pueden prosperar en éste, dependiendo de su manejo y estructura (Fig. 1).



**Figura 1.** Relaciones entre biodiversidad planeada y asociada, su rol en la promoción de funciones del ecosistema (Vandermeer y Perfecto 1995).

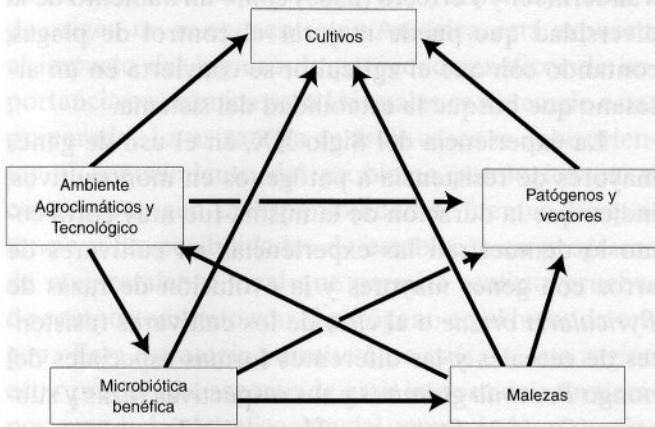
**Manejo integrado de plagas.** Por definición, el manejo integrado de plagas considera objetivos económicos, sociales, de protección al ambiente y a la salud y no tiene únicamente la meta de prevenir pérdidas en cantidad y calidad.

Este manejo de problemas fitosanitarios en un ecosistema agrícola indica una integración de métodos y disciplinas. La terminología ha evolucionado principalmente desde la disciplina entomológica; sin embargo, tiene raíces profundas en la fitopatología; a finales del siglo XIX ya se habían desarrollado métodos integrados (Smith *et al.* 1977), además las culturas precolombinas ya disponían de prácticas de sostenibilidad para el manejo de enfermedades (Thurston 1992).

Un ecosistema agrícola puede definirse como el complejo total de organismos de un área de cultivo, junto con todas las condiciones del medio modificado por las actividades agrícolas, industriales, sociales y recreacionales del hombre (Smith y Van den Bosh 1967).

Al considerar esta definición y las relaciones que conducen al desarrollo de una enfermedad, se llega a la conclusión de que es necesario disponer de un conocimiento adecuado de los factores que componen el patosistema antes de iniciar el manejo de los patógenos y sus interacciones (Fig. 2). De los componentes del ecosistema agrícola tropical, se debería tener especial conocimiento de las plantas, los patógenos, el proceso infeccioso y las principales interacciones que afectan esta relación, entre malezas, artrópodos, microbiota, microclima y la tecnología usada.

En el manejo de enfermedades se dispone de dos estrategias: reducción del inóculo inicial y reducción de la tasa de infección. En el primer caso se trata de excluir o erradicar el patógeno para evitar su llegada al sitio de producción, en el segundo el hospedante dispone de genes que le confieren resistencia al patógeno para evitar su establecimiento o limitar su avance en el tiempo, o también dispone de protección biológica o química.



**Figura 2.** Principales factores biológicos y ambientales del patosistema y sus interacciones.

En la figura 3 se presentan las dos estrategias mencionadas y su aplicación a diferentes fases del ciclo de vida del patógeno, de acuerdo a Roberts y Boothroyd (1984). Del análisis de las figuras 2 y 3 se deriva la importancia de conocer la diversidad existente en el hospedante, el patógeno y sus vectores, así como en las malezas y la microbiota.

## Diversidad de plantas y su importancia en la fitoprotección

El análisis de diversidad de plantas en un sistema de producción se puede hacer con relación a dos grupos: plantas no deseables y plantas útiles, ambos presentes en condiciones de campo y cuyo manejo puede significar, en el primer caso, un incremento en los costos de producción.

**Plantas no deseables.** En este grupo están las plantas denominadas malezas, las cuales son motivo de manejo en la mayoría de los cultivos, por su alta competencia por luz, nutrientes, agua y espacio. Esto las convierte en plantas que necesitan ser disminuidas en su población con el fin de conseguir los niveles de producción adecuados.

Estas plantas, además del factor competitivo, tienen también la posibilidad de albergar muchos de los patógenos, en especial hongos, bacterias, virus, insectos vectores y nematodos, que pueden afectar posteriormente a los cultivos principales, o contribuir a su permanencia en el suelo.

Existen casos donde estas malezas pueden llegar a multiplicar patógenos de importancia económica que en algunos casos invalidan la importancia de las medidas de rotación de cultivos. Este es el caso de la presencia de malezas albergadoras o susceptibles a bacterias como *Pseudomonas solanacearum*, *Agrobacterium tumefaciens*, o nematodos del género *Meloidogyne* spp., así como un gran número de hongos del suelo (Bustamante *et al.* 1970). En cuanto a patógenos foliares, las malezas pueden ser hospedantes o portadoras de virus que son diseminados por insectos vectores (Rivas Platero *et al.* 1995).



**Figura 3.** Estrategias y tácticas para el manejo de enfermedades de acuerdo a Roberts y Boothroyd (1984).



Con base en la situación anterior, una estrategia fundamental de MIP es evitar la dispersión de plantas indeseables. Esta dispersión puede ocurrir con la introducción de semillas de cultivos que vienen acompañadas de malezas, muchas de ellas exóticas en el país y las cuales en muchos casos son muy agresivas. Un ejemplo de este tipo de malezas es la *Rottboellia cochinchinensis*, la cual fue distribuida con semillas de cereales en América. La infestación de esta planta es más severa en las zonas tropicales de nuestro continente que en su lugar de origen (Holm *et al.* 1977).

En ocasiones las especies nativas constituyen un peligro como hospedantes de parásitos que pueden atacar especies o variedades de plantas introducidas. Las Heliconias, como albergadoras naturales de *P. solanacearum*, han ocasionado serios traumas en las plantaciones de banano establecidas en Centroamérica. También han sido vehículo de dispersión de esta bacteria a Hawaii y otros países.

Para disminuir los riesgos de esta diversidad no deseada, es importante considerar medidas de exclusión como cuarentenas o la producción de semilla certificada, herramientas fundamentales del manejo integrado de patógenos.

Es necesario enfatizar que muchas de estas introducciones biológicas una vez distribuidas en una región, constituyen un proceso irreversible que a pesar de costosos programas de erradicación es difícil asegurar su éxito.

**Plantas útiles.** La diversidad del hospedante y la naturaleza de las fuentes de resistencia constituyen uno de los fundamentos más importantes del MIP, por lo tanto es necesario estudiar el funcionamiento de los sistemas diversificados y de los ecosistemas naturales en relación con su impacto sobre el desarrollo de patógenos.

De similar interés es el análisis de la estrategia de mejoramiento en ausencia del patógeno, así como la vulnerabilidad de los cultivares comerciales y las necesidades de disponer de fuentes de resistencia y evitar la pérdida de materiales valiosos.

• **Importancia de sistemas diversificados y ecosistemas naturales**

En los sistemas de producción agrícola donde se practica el uso de cultivos asociados o mixtos, se considera que dicha diversidad provoca una baja incidencia de patógenos que pudieran afectarlos, como ocurre cuando se utilizan monocultivos donde no es posible alcanzar niveles altos de antagonismo y homeostasis de los patógenos (Browning 1974).

Bajo estas condiciones de cultivo diversificado, propio de los actuales agricultores pequeños y sus ancestros (Thurston 1992) muchos de los problemas fitosanitarios causados especialmente por hongos y virus pueden lograr una disminución, en especial en aquellos casos que son distribuidos por insectos y algunos de los cultivos no son de la preferencia de dichos vectores. La incorporación de árboles a un agroecosistema también es considerado por Tourjee *et al.* (1999) y Vandermeer y Perfecto (2000) como un aumento de la diversidad que puede mejorar el control de plagas, contando con que el agricultor se convierta en un artesano que busque la estabilidad del sistema.

La experiencia del Siglo XX, en el uso de genes mayores de resistencia a patógenos en monocultivos, indica que la duración de la misma fue muy corta como lo demuestran las experiencias en cultivares de arroz con genes mayores y la evolución de razas de *Pyricularia oryzae* o el caso de los cultivares resistentes de cereales y las diferentes formas especiales del hongo *Puccinia graminis* y sus respectivas razas y subrazas (Ou 1984, Stakman y Harrar 1957).

Esta situación de microevolución de organismos patógenos y la consecuente inactividad de genes anteriormente resistentes, ha llevado a la búsqueda de alternativas como cultivares multilineales, cultivares con resistencia horizontal o dilatoria condicionada por genes menores o al uso de materiales tolerantes, los cuales aunque exhiben susceptibilidad al patógeno puede tener un rendimiento satisfactorio (Browning *et al.* 1977).

Varios de los fundamentos, de las alternativas anteriores, los ilustran los trabajos realizados en Israel por Browning (1974). De acuerdo al modelo de cereales menores y sus royas, observaciones *in-situ* del comportamiento de los materiales indicaron que en el ecosistema natural de las poblaciones nativas de avena, cebada y trigo se encuentran componentes resistentes, susceptibles y tolerantes en una mezcla natural, con un equilibrio dinámico tal que no se observan epidemias. La presencia de 30% de materiales resistentes es suficiente para lograr este equilibrio, no sólo como un mecanismo de defensa a royas si no a otros patógenos (Walsh 1970). Estos resultados indican la importancia del uso de cultivares multilineales donde se puede disponer de más de 40% de componentes resistentes (Browning y Frey 1969).

La experiencia anterior indica que aunque en la actualidad la mayor cantidad de estudios de diversidad genética se refiere a materiales recolectados, el es-

tudio de esta diversidad en el lugar de mayor coevolución con los patógenos, nos brindaría la oportunidad de estudiar en América Latina muchos de los problemas de plagas prioritarios y que su control representa un costo muy alto, especialmente en plaguicidas, tal es el caso de Chile, tomate, papa, maíz, frijol y maní.

#### • **Mejoramiento por resistencia en ausencia del patógeno**

La producción agrícola de cultivos como el arroz, banano, café, caña de azúcar, cítricos y soya, cuyo centro de origen no se encuentra en América, está expuesta al impacto del ingreso de patógenos exóticos de importancia económica para los cuales es necesario estar preparado. La estrategia en estos casos se debe orientar al conocimiento del problema patológico en el centro de origen, la disponibilidad de fuentes de resistencia y las posibilidades de establecer un programa de mejoramiento local que permita realizar pruebas de comportamiento con el patógeno en el lugar de origen. Esta estrategia permite a un país o a una región estar preparada, aspecto de gran importancia en tiempos cuando la globalización del comercio hace que los riesgos de introducción de plagas puedan ser altos, situación que adquiere mayor trascendencia en el caso de cultivos perennes.

Un caso concreto que ilustra la importancia de esta estrategia es el programa de mejoramiento de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el cual a partir de 1970 inició el cruzamiento entre las mejores variedades comerciales y los materiales con fuentes de resistencia a la roya *Hemileia vastatrix*, de los cuales se destacaba el Híbrido de Timor. Las pruebas de resistencia fueron realizadas en Portugal a través del Centro de Investigaciones de roya del café. Con base en la selección adecuada se dispone de un cultivar de tipo compuesto con varias fuentes de resistencia a la roya (Moreno 1994).

El cultivar compuesto denominado "Variedad Colombia", con 18 años de ser cultivado por agricultores, demuestra la importancia de la previsión, pues fue entregado un año antes de la aparición de la roya. También destaca la validez de los fundamentos dados por Browning (1974) sobre el uso de la diversidad genética resultante de sus estudios en Israel.

Los trabajos de la Federación de Cafeteros de Colombia se han extendido a la investigación de otra amenaza de la caficultura latinoamericana, el hongo *Colletotrichum coffeanum* causante de la enfermedad de los frutos del café. La evaluación realizada indica que algunos de los materiales provenientes del cruce

miento Caturra x Híbrido de Timor poseen resistencia a este hongo y también a la roya (Moreno 1994).

#### • **Fuentes de resistencia**

Algunos trabajos sobre fuentes de resistencia demuestran la importancia que tienen en cultivos como arroz, caña, maíz y tomate. La búsqueda de genes de resistencia es conocida en arroz, donde por ejemplo en los años 70 el "grassy stunt virus" causó grandes pérdidas en países como India e Indonesia. El estudio de materiales silvestres y variedades de arroz mostró que de 6273 materiales sólo uno de ellos era resistente, una especie hindú *Oryza nivara*. Con base en esta fuente de resistencia y en materiales comerciales se crearon híbridos resistentes, los cuales, actualmente, son sembrados en áreas de cientos de kilómetros cuadrados en Asia (Wilson 1999).

La resistencia de los maíces latinoamericanos a casi la totalidad de las enfermedades de este continente (CIMMYT 1980), constituye una buena prueba del papel jugado por el equilibrio dinámico hospedante-patógeno e indica la importancia de un estudio *in situ* en América Central y México de los mecanismos de resistencia.

El control del mosaico de la caña de azúcar se hizo posible mediante las introducciones de variedades de plantas cuya elevada resistencia se derivó de la especie silvestre *Saccharum spontaneum* nativa de Java, posible lugar de origen del mosaico (Martin *et al.* 1961).

En relación al tomate comercial *Lycopersicon esculentum* en América Latina se dispone de otras especies que permiten el mejoramiento de estos materiales de acuerdo a necesidades fitosanitarias y de características agronómicas deseables del mismo. Dentro de estas especies encontramos *Lycopersicon chilense*, *Lycopersicon pennellii*, con características de resistencia a la sequía, *L. esculentum* con tolerancia a altas temperaturas y a la humedad, *Lycopersicon hirsutum* resistente a enfermedades e insectos plagas. *Lycopersicon peruvianum* una especie rica en vitamina C y resistente a plagas y *Lycopersicon pimpinellifolium*, que además de un alto contenido de vitaminas también dispone de una amplia resistencia a enfermedades (Wilson 1999).

Con estos ejemplos se puede visualizar el arsenal de especies resistentes a plagas y a algunos factores abióticos con los cuales podemos enfrentar en tomate problemas tan críticos como son bacterias causantes de marchitez (*P. solanacearum* y *Clavibacter* sp.), tizones (*Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*) así como problemas virales (geminivirus) y nematodos como el



complejo *Meloidogyne exigua*, de igual manera se podrían atender futuros problemas abióticos como son el caso de altas temperaturas, humedades y sequías.

La importancia de estos materiales ubicados en centros de origen y de domesticación es muy grande y valiosa para el control de plagas y la disponibilidad de características agronómicas especiales para los cambios climáticos que en la actualidad se empiezan a dar, en especial, por el fenómeno de invernadero y calentamiento del planeta. Esto indica que dentro del capital base del manejo integrado de plagas del futuro está el germoplasma, mucho del cual está disponible en este momento pero puede sufrir una erosión genética crítica al ser destruidos por programas de infraestructura o por la extensión de cultivos agrícolas o agroforestales, que se ubiquen en las áreas de domesticación y centro de origen. Un aspecto tan crítico como los anteriores, es la pérdida de materiales en colecciones *ex situ* por falta de apoyo para su conservación.

• **Vulnerabilidad de los cultivos comerciales**

Muchos cultivos comerciales en América Latina corresponden a especies con centros de origen ubicados en África o Asia. En general, los cultivos usados tienen una base genética muy restringida, lo cual puede causar en un momento determinado el colapso de dichos cultivos ante patógenos exóticos o nuevas razas. Algunos ejemplos son el banano, café y caña de azúcar, los cuales como se observa en el Cuadro 1, para el caso de Colombia, se dispone de materiales registrados y no registrados abundantes; sin embargo, los más utilizados son muy pocos. En otros países puede darse el mismo patrón de uso de materiales genéticos y por lo tanto es importante contar con las previsiones de diversidad en los programas de mejoramiento de cada cultivo.

La tecnología utilizada para la producción de semillas en ciertos casos ha limitado la diversidad genética, como ocurrió en los Estados Unidos en 1970 con el maíz (Agris 1988), donde se dieron pérdidas económicas significativas al presentarse una epidemia causada por *Helminthosporium maidis* debido al uso de esterilidad masculina citoplasmática, lo cual uniformó todos los materiales comerciales en el proceso de producción de los híbridos. De esta manera todos los materiales sembrados en dicho año en los Estados Unidos fueron susceptibles al *H. maidis*.

Ejemplos como el anterior se pueden dar en otros cultivos e indican que la biotecnología, al mismo tiempo que tiene un amplio campo en el apoyo a la agricultura y dispone de excelentes técnicas de micropropagación y de ingeniería genética, cuyo uso debe analizarse en forma cuidadosa para evitar la exposición de un cultivo a organismos con habilidad para generar epidemias.

• **Erosión genética**

Algunos casos concretos de posibles pérdidas de material han sido documentadas a través del tiempo y una de las más recientes se dio con maíz en los años 70 en el área de Jalisco al sur de Guadalajara, México donde se recolectó la especie *Zea diploperennis*. Este material tiene resistencia a enfermedades y posee características de crecimiento perenne y se ha estimado que sus genes de ser transferidos a *Zea mays* incrementarían la producción de maíz en el mundo por billones de dólares. Esta especie se encontraba distribuida en un área montañosa no mayor de 10 hectáreas y fue recolectada pocas semanas antes de haberse podido extinguir por uso de machete y fuego (Wilson 1999).

Un caso similar a este ocurrió en Ecuador donde se pudo recolectar una especie silvestre de aguacate

**Cuadro 1.** Número de cultivos registrados y no registrados más usados en Colombia para ocho de los principales cultivos durante 1983<sup>1</sup>.

Cultivos	Número de cultivos					Uso de semilla certificada
	Usados		Más usados			
	Registrados	No registrados	Registrados	No registrados	Area %	
Algodón	18	-	3	-	93,5	100,0
Arroz	14	6	3	-	87,5	65,8
Banano	-	1	-	1	100,0	-
Caña de azúcar	-	29	-	2	86,0	-
Café	-	4	-	3	99,5	-
Frijol	27	36	1	24	97,0	1,8
Maíz	62	22	6	12	92,0	12,4
Papa	27	6	2	-	55,0	0,2

<sup>1</sup> Información suministrada por la División de Semillas del Instituto Colombiano Agropecuario.

resistente al tizón de este cultivo, característica de gran valor para los productores de esta fruta en California y el mundo. Este material fue recolectado de una población de 12 árboles encontrados en una pequeña parcela de bosque que había quedado después de haber deforestado una gran porción del mismo, con el objeto de ubicar un grupo de personas (Gore 1993).

Los ejemplos anteriores indican que muchos materiales silvestres pueden haberse perdido en años anteriores, los cuales son imposibles de recuperar como germoplasma fundamental para situaciones en las cuales es necesario buscar genes para dar solución a problemas abióticos y bióticos futuros.

La pérdida de diversidad genética indica de acuerdo a la información del IPGRI (International Plant Genetic Institute) que varios de los cultivos pueden estar expuestos a un riesgo de erosión genética. Entre los más importantes para América Latina que enfrentan esta problemática están el aguacate, cacao, caña de azúcar, coco, café, chile, cucurbitáceas, maíz, soya, tomate y yuca (Gore 1993).

### **Diversidad de microorganismos y su importancia en fitoprotección**

Desde la perspectiva de la producción de alimentos y su diversidad se consideran dos grupos de microorganismos, el de los patógenos o no deseables para los sistemas de producción y el de aquellos que tienen las características y funciones de competencia y control de las plagas que podrían afectar los cultivos.

**Organismos no deseables.** A nivel mundial, la historia agrícola y forestal indica que a través del tiempo el número de organismos patógenos de cultivos se ha incrementado y con ellos los costos de manejo de plagas, creando la necesidad de emplear una gran cantidad de productos químicos con el fin de asegurar el control y rendimiento adecuado para satisfacer la demanda de alimentos (Agrios 1988, Browning 1974).

En los centros de origen estos microorganismos se encuentran en continua coevolución con las plantas que ellos afectan y cuando se moviliza semilla a nuevas áreas se pueden dispersar a los patógenos transmitidos por dichas semillas. Es importante hacer conciencia a las personas que movilizan este material pero desconocen los riesgos fitosanitarios y sólo toman en cuenta características agronómicas o el potencial genético con relación al rendimiento del cultivo (Browning 1974, Bustamante y Patiño 1970, Neergaard 1977).

### **• Impacto de la dispersión de patógenos**

El ingreso a Estados Unidos y a otros países de América del añublo del castaño, causado por el hongo *Endothia parasitica*, privó a esa nación de uno de sus más valiosos recursos forestales. Ningún patógeno había causado tales estragos en una población de plantas y sobre una extensión tan grande. Cerca de 25 millones de hectáreas de bosques de castaños fueron exterminados, debido a que la resistencia del castaño nativo (*Castanea dentata*) no había evolucionado al mismo nivel del parasitismo de su enemigo. Sin embargo, en el lejano Oriente la especie *Castanea mollissima*, apenas si presentaba la enfermedad, pues la coevolución con el patógeno le habían permitido desarrollar una elevada resistencia (Agrios 1988).

Hace varios años se introdujeron a Suramérica algunas variedades superiores de caucho (*Hevea brasiliensis*), procedentes del lejano Oriente, las cuales fueron rápidamente exterminadas por el organismo foliar *Dothidella ulei*. Durante los 75 años que el *Hevea* había sido cultivado y mejorado para producción en el Oriente, había perdido toda su resistencia ancestral al patógeno nativo de Suramérica. Los tipos silvestres del Brasil, de los cuales se habían derivado las nuevas variedades, por el contrario habían mantenido su resistencia, debido a que se habían expuesto continuamente a la infección y a la presión de la selección natural (Hoedt 1960). Este es un caso en el cual los países del lejano Oriente deberían prever el impacto de la introducción de la población suramericana del patógeno.

Otro ejemplo se presentó en Africa al introducir el maíz y seleccionar materiales sin ninguna resistencia a la roya del maíz (*Puccinia maidis* y *Puccinia polysora*) (Van der Plank 1968). Cuando el hongo fue llevado a este continente y la epidemia se presentó, el problema fue solucionado al regresar a América Central y coleccionar materiales de maíz con resistencia adecuada.

En la producción agrícola se registra otro ejemplo devastador como lo fue la hambruna causada en 1845 en Irlanda como consecuencia del ataque de *P. infestans* en los cultivos de papa. Esa epidemia trajo como consecuencia la muerte de muchas personas y la migración a otros países, en especial a Estados Unidos. Aproximadamente 150 años después y mediante la exportación a Europa de 25 000 toneladas de papa se diseminó la población de *P. infestans* A2, confinada originalmente en México. En la actualidad se teme que debido al cruzamiento del tipo A1 ampliamente



distribuido en el mundo con A2 puedan generarse razas más virulentas que complicarían la producción de este tubérculo (Gillis 1993).

#### • Medidas para evitar la dispersión de patógenos

Los ejemplos anteriores y muchos otros que se podrían citar ilustran la necesidad de proteger los cultivos establecidos mediante la aplicación de medidas cuarentenarias, prácticas de exclusión y la producción y certificación de semillas.

Otra estrategia sería reconocer los problemas que los materiales de propagación pueden tener y la posibilidad de usar servicios de cuarentena en terceros países. Esta opción brinda la posibilidad de disponer de germoplasma en un país libre de patógenos, lo cual permitiría una producción futura libre de costos extras por el control de enfermedades de importancia económica.

En el esquema de defensa fitosanitaria de los países, hacer conciencia en las personas que tienen la oportunidad de movilizar recursos genéticos es fundamental para el ahorro en medidas de control y el incremento de la sostenibilidad de los cultivos por una mejor limpieza de dichos materiales. En la selección de germoplasma para llevar a un país es necesario analizar la diversidad genética, ya que estos cultivos se desarrollarían en los países sin la coevolución con los patógenos.

El manejo de las enfermedades está estrechamente ligado al control fitosanitario de las semillas importadas, pero también a la supervisión de los viveros productores de material vegetal de propagación. La experiencia nos demuestra que la distribución sin control de materiales de propagación es la vía más rápida para diseminar los patógenos en áreas libres de ellos. El efecto desastroso de no aplicar medidas de control sanitario en los viveros se pudo observar en plantaciones de café, con la amplia diseminación de los nematodos del género *Meloidogyne*.

Los efectos dañinos pueden observarse también en árboles forestales y frutales, con la diseminación de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* y las enfermedades de origen viral o micoplásmico. Es indispensable, por lo tanto, la supervisión fitosanitaria por parte de las entidades privadas y estatales, para velar por una producción racional de plantas ornamentales, viveros forestales, de frutales y de café, que constituyen renglones básicos en la región.

Esta actividad, a nivel de viveros o en el campo, es hoy más importante que nunca, debido a los requisitos o certificación de productos exigidos en los nuevos tratados de la Organización Mundial de Comercio.

#### • Características de los patógenos

Los patógenos disponen de características que les permiten a través de su ciclo de vida competir y poder establecerse en un determinado hospedante.

Estas características ampliamente discutidas por Roberts y Boothroyd (1984) posibilitan el proceso infeccioso, su multiplicación y diseminación en un cultivo, la emigración a otros, y su supervivencia, de acuerdo a posibilidades ofrecidas por la diversidad de hospedantes, la competencia con la microbiota y las condiciones ambientales.

Las diferencias en los niveles de parasitismo o habilidad patogénica fueron descritas en forma amplia por McNew (1960), quien además tuvo el acierto de referir la especialización de los patógenos de acuerdo al tipo de interferencia de procesos fisiológicos de la planta.

Otra caracterización básica en su diversidad es su acción sistémica o no sistémica y el tipo de enfermedades que pueden causar, clasificadas éstas como castradoras (royas, carbones y ergot), eliminadoras (organismos causantes de la marchitez) y debilitadoras (muchas royas, mildes y patógenos causantes de manchas foliares) (Burdon 1993).

Los patógenos además disponen, en muchos casos, de amplios niveles de especialización en su interacción con el hospedante. Si se toma como modelo los hallazgos de E.C. Stakman con el hongo de la roya *P. graminis*, se podrá ver que este cuenta con formas que se especializan en atacar el trigo, la cebada o la avena. A su vez el hongo ataca cultivares dentro del trigo, de acuerdo a su especialización en razas y subrazas, conferida por su nivel de virulencia. A mayor virulencia de la raza mayor cantidad de cultivares puede atacar. La recombinación genética se puede iniciar a partir de basidiosporas que infectan el agracejo (*Berberis* spp.) lo cual puede dar origen a cientos de nuevas razas (Stakman y Harrar 1957).

Además de las evidencias que existen para las razas fisiológicas, también se dan para la existencia de razas ambientales de acuerdo al estudio genético de la población de *Puccinia graminis avenae* y la influencia de factores agroclimáticos (Browning y Bustamante 1973, Bustamante 1979).

La diversidad de los patógenos también se observa en su crecimiento poblacional, a unos se les denomina **estrategas r**, que se reproducen en grandes cantidades pero su vida es corta; en el otro extremo se encuentran los **estrategas K**, los cuales corresponden a especies que se multiplican por calidad, en pequeñas cantidades y tienen una larga vida (Robinson 1989).

En cuanto a la relación genética patógeno-hospedante, dada la virulencia o avirulencia del primero y la resistencia o susceptibilidad de la planta, ésta se encuentra magistralmente explicada por Flor (1971), quien con base en la interacción de las poblaciones de la roya del lino y esta planta, formuló su teoría de gen por gen.

Las interacciones de los patógenos con los otros componentes del patosistema (Fig. 2) pasaron de la parte descriptiva a la cuantitativa con Van der Plank (1968) quien diseñó los fundamentos de la epidemiología para explicar el desarrollo de las enfermedades de plantas en condiciones de campo, lo cual ha llevado a entender la importancia de la tasa de infección (Fig. 3) y a estudiar los factores físicos y biológicos que lo pueden reducir.

Dos de las características fundamentales en el caso de patógenos, en especial los hongos que atacan el follaje, son su movilidad y rapidez reproductiva, y su capacidad de evolución en presencia de cultivares resistentes o de plaguicidas. Esta última característica de habilidad micro-evolutiva de los patógenos se ha convertido en la muralla china para los programas de mejoramiento que tienen la necesidad de reemplazar periódicamente las fuentes de resistencia a un determinado microorganismo, con grandes costos económicos y ecológicos como corresponden a un sistema de producción no sostenible. Green *et al.* (1990) indican que más de 100 especies de hongos pueden desarrollar resistencia por lo menos a un fungicida.

Por su parte la biotecnología ha permitido en el caso de un patógeno de maíz la introducción de genes de uno de arveja que codifican la enzima pisinasa demetilasa. Esta transferencia habilitó a *Cochliobolus heterostrophus* para detoxificar la pisinasa de la arveja y convertirse en patógeno de esta planta, como lo es el hongo donante *Fusarium solani* (Schafer *et al.* 1989). Este trabajo indica el potencial evolutivo de los microorganismos al ampliar su capacidad de ataque de monocotiledóneas a las dicotiledóneas, la única condición previa es su habilidad patogénica.

**Microorganismos benéficos.** Con el aumento de las regulaciones y las restricciones en el uso de plaguicidas y la demanda de productos de agricultura orgánica, crece el interés por el uso de microorganismos benéficos como una alternativa en el MIP para el caso de patógenos de importancia económica. En la actualidad, el control biológico de patógenos se abre camino con el uso de bacterias, hongos y razas atenuadas de virus de uso en diferentes tipos de com-

post enriquecidos, tratamientos de semillas o protección cuando se injerta.

Una de las observaciones más conocidas sobre control biológico es la de los suelos supresivos en los cuales el desarrollo y la actividad de los patógenos es mínima, si se compara con la de los suelos conductivos, donde el microorganismo plaga tiene todas las ventajas para atacar la planta (Chet y Baker 1980). Aunque la supresividad se debe a muchas interacciones, se considera que su naturaleza se fundamenta en la diversidad biológica y es más común en suelos con pH entre 6 y 8. Esta característica se puede inducir en suelos conductivos, al agregar pequeñas cantidades del supresivo, o al hacer uso de enmiendas orgánicas (Baker y Cook 1974, Hoitink y Boehm 1999).

Además de esta evidencia de control biológico natural, se dan casos de manipulación del ecosistema agrícola donde se eliminan microorganismos que controlaban ciertos patógenos, lo cual ocasiona la aparición de nuevas enfermedades. Un ejemplo de esta situación es la presencia de *Colletotrichum coffeanum* en plantas de café en África inducida por el uso de fungicidas cúpricos.

Al igual que el manejo exitoso de insectos plagas con el *Bacillus thuringiensis*, en patógenos, los agentes biológicos tienen también casos exitosos de amplia aceptación comercial como es el uso en cítricos de razas atenuadas del virus de la tristeza al momento de injertar. Ejemplos similares se pueden dar con la utilización de bacterias en la protección de semillas. El manejo y uso de las comunidades microbianas se plantean hoy en día como alternativas en el MIP a nivel del suelo, la rizosfera, filosfera, frutos y semillas. Los principales mecanismos de protección se dan por competencia, antibiosis, hiperparasitismo, protección cruzada e inducción de resistencia en la planta a problemas de naturaleza fungosa, bacterial y viral (Baker 1985).

#### • **Uso de las comunidades microbianas del suelo y la rizosfera**

El suelo es un componente crítico en la estructura y función de los agroecosistemas, por lo tanto, su estabilidad depende en gran parte del manejo apropiado de la comunidad microbiana. Un desbalance puede significar un incremento de enfermedades causadas por patógenos presentes en el suelo como *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Verticillium* spp., *P. solanacearum*. Las principales fuentes de control biológico conocidas en la microbiota del suelo son *Trichoderma* spp. y *Gliocladium* spp., así como los hongos micorrízicos y las rizobacterias benéficas.



La microflora del suelo se desarrolla alrededor de las raíces de las plantas, ésta es estimulada por la presencia de exudados radicales, rizodeposiciones y otros elementos que aporta el hospedante. Los sistemas radicales de las plantas son los responsables de la microflora presente en el suelo (Miller *et al.* 1989). Dada la naturaleza heterotrófica de los microorganismos, la planta se constituye en la principal fuente de materia prima del sistema suelo-planta. La actividad microbiana, en el ámbito de la rizosfera, desempeña un papel muy importante en el desarrollo de una serie de actividades que repercuten en el crecimiento de la planta; gracias al establecimiento de estos organismos existe la disponibilidad de elementos minerales, relaciones simbióticas benéficas y el control biológico natural de organismos plaga habitantes del suelo (Ferrera-Cerrato 1995).

En este microcosmos encontramos una serie de entes vivientes que interactúan entre sí como es el caso de los actinomicetos, organismos patógenos (hongos, bacterias, nematodos) bacterias solubilizadoras de fosfatos y organismos fijadores de nitrógeno, entre otros. Las interacciones que se producen entre estos organismos serán determinantes para la calidad de los agroecosistemas y la colonización de organismos parásitos y simbioses (Lynch y Bragg 1985, Smil 1991).

Uno de estos simbioses, la micorriza, ocurre entre el micelio de un hongo y la raíz de una planta. Esta simbiosis desempeña un papel trascendental en la nutrición vegetal, la absorción de agua, la tolerancia a condiciones de estrés y a patógenos edáficos (Azcón y Barea 1996).

No deja de ser importante el papel de las micorizas en la distribución de recursos hasta la biota heterotrófica, a modo de un conducto controlado que une el flujo de carbono y el ciclo de nutrimentos en una pequeña escala de tiempo. Las interacciones bióticas con estos simbioses del suelo, tanto positivas como negativas, ejercen una influencia preponderante sobre la dinámica del ecosistema. Así, por ejemplo, los consumidores macroinvertebrados tienen un efecto positivo neto sobre los hongos MVA e indirectamente afectan la producción primaria, como vectores de sus esporas (Rabatin y Stinner 1989).

En el caso particular de las endomicorizas se ha documentado ampliamente el efecto de reducción en la multiplicación de nematodos agalladores en plantas micorizadas, de igual manera, la promoción del crecimiento ha sido satisfactoria (Rivas-Platero *et al.* 1998, Rivas-Platero y Cuervo 1998). La incorporación de

hongos micorrízicos en la producción de viveros puede ser una estrategia viable para aumentar y potenciar la flora microbiana de los suelos donde se establezcan las plantas.

A las bacterias de la rizosfera que colonizan las raíces se les conoce como "rizobacterias" (Schroth y Hancock 1982). Las rizobacterias pueden ejercer uno de los siguientes tipos de efectos en la planta hospedante: nocivo, neutral o benéfico. Los efectos generales de las rizobacterias benéficas son de dos tipos: promoción del crecimiento de la planta y como agentes de control biológico (Kloepper y Schroth 1981).

Las rizobacterias, además de promover el crecimiento de la planta, reducen la actividad de los hongos y bacterias patógenos en el rizoplaneo. Tal promoción indirecta del crecimiento puede ser considerada como control biológico, aún cuando esto no necesariamente está asociado con control de patógenos parásitos de la planta (Kloepper y Schroth 1981).

El análisis de la información disponible sobre el control biológico de patógenos de la raíz, llevaron a Gilbert *et al.* (1994) a introducir la idea de un mecanismo de escape al patógeno mediante el "camuflaje de la raíz". El fundamento es que cuando la población microbiana (*Bacillus cereus*) de la rizosfera es similar a la del suelo, la raíz es menos atractiva para los patógenos. Este fenómeno se presentó en los cultivos resistentes.

Si en la producción y uso de compost no solo se procura el mejoramiento de las condiciones del suelo, sino también proporcionar un vehículo de control biológico de los patógenos más importantes presentes en la microflora, se deben considerar dos condiciones esenciales: la naturaleza del sustrato usado y el enriquecimiento del compost con agentes de control biológico, una vez que este alcanza la fase de curado y la temperatura es menor de 40°C (Hoitink *et al.* 1997, Hoitink y Boehm 1999).

#### • Factores limitantes y favorables a la microbiota del suelo

Las poblaciones microbianas del suelo pueden ser afectadas por la manera en que el hombre cuida este recurso. Las actividades agrícolas, como la utilización de gran cantidad de insumos sintéticos (fertilizantes, plaguicidas, entre otros), eliminación de malezas con o sin herbicidas (cultivo en suelos desnudos) y la no rotación de cultivos, pueden afectar nocivamente a la biodiversidad de los procesos ecológicos del suelo (Zelles *et al.* 1994, Kennedy y Smith 1995). Se ha demostrado que en suelos donde predomina el monocul-

tivo y se utiliza gran cantidad de productos químicos, la comunidad microbiana y la macrofauna asociada es significativamente menor que en suelos donde ha predominado una rotación de cultivos (Filser *et al.* 1995).

Los suelos orgánicos o supresivos poseen una buena diversidad y abundancia de microorganismos, con la presencia de antagonistas que disminuyen o regulan la existencia de organismos patógenos (Nelson y Thornton 1997, Hointink y Boehm 1999). La diversidad de organismos presentes en el suelo es la responsable de la calidad y sostenibilidad de los suelos agrícolas. La calidad involucra la combinación de aspectos físicos, químicos y biológicos, los cuales dependen en gran medida de la actividad microbiana (Kennedy y Smith 1995).

La presencia de compuestos antifúngicos, resultantes de la incorporación de residuos de repollo y la solarización del suelo, demuestra la generación de un amplio rango de compuestos volátiles, como alcoholes, aldehídos, ácido sulfídrico e isotiocianatos, los cuales redujeron el número de propágulos de patógenos como *Pythium ultimum* y *Sclerotium rolfisii*, sin causar mayor daño a otros componentes de la microbiota. Este estudio mostró que, además de la actividad biológica de los microorganismos, existe la física de la solarización e igualmente la presencia de componentes volátiles que actúan como fungicidas (Gamliel y Stapleton 1993).

El uso de inoculantes biológicos, la incorporación de enmiendas orgánicas y las buenas prácticas agrícolas, tendientes a la conservación del suelo, así como la rotación de cultivos y el uso de leguminosas de cobertura, entre otras, pueden, en el largo plazo, contribuir a la recuperación de las poblaciones microbianas del suelo y con ello mejorar la calidad de este recurso.

#### • Manejo y uso de las comunidades microbiológicas de la filosfera

El conocimiento de la filosfera y la rizosfera, es fundamental para determinar la presencia de nutrientes o antibióticos que ofrezcan condiciones propicias o inhibitorias para el crecimiento y multiplicación del patógeno, o las condiciones de competencia con este organismo por espacio, agua, aire o nutrientes (Baker y Cook 1974).

En las fases iniciales de crecimiento de la planta, la principal fuente de nutrientes para los organismos epífitos es el tejido foliar y las cantidades de compuestos que contienen carbono y nitrógeno (principalmente azúcares aminoácidos) son pocos, lo que se refleja en bajos niveles de poblaciones microbianas

(Blakeman 1985). De los nutrientes exógenos se destacan partículas de suelo, polvo, iones y solutos del agua de lluvia, deposición de áfidos, microorganismos muertos y excrementos de insectos y aves, también el polen ha sido reconocido como nutriente (Andrews 1992).

Algunas sustancias liberadas por las esporas de los hongos y metabolitos microbianos extracelulares sirven de nutriente para organismos epífitos. Se ha documentado que las levaduras producen ácidos grasos que restringen el crecimiento de algunas bacterias y sirven como promotores del crecimiento de otras levaduras (Morris y Rouse 1985).

La competencia entre bacterias epífitas y esporas de algunos hongos fitopatógenos fue demostrada por el aprovechamiento de nutrientes presentes en las hojas, los cuales son esenciales para la germinación de esporas de hongos y por tanto, dichas bacterias tendrían un alto potencial para restringir la colonización de las hojas por patógenos fúngicos (Blakeman y Brodie 1977).

Se considera que la comunidad microbiana de la filosfera es un sistema abierto. La dinámica poblacional en este medio es producto de su multiplicación, inmigraciones, muertes y emigraciones (Andrews 1992). En cualquier planta podemos encontrar las hojas colonizadas por diversos microorganismos epífitos, los cuales se clasifican como residentes si son capaces de multiplicarse en la filosfera sin causar daños a las hojas y transitorios dispersados por el aire u otros agentes y permanecen latentes hasta que se presentan las condiciones ambientales adecuadas para su germinación (Blakeman y Fokkema 1982), en estos últimos se incluye *Mycosphaerella fijiensis*.

Existen desventajas en la filosfera con respecto a la rizosfera para la aplicación de prácticas de control biológico. Estas se resumen en variabilidad en las condiciones ambientales, menos importante en el suelo, y la amplia disponibilidad y efectividad de los fungicidas aplicados al follaje (Blakeman y Fokkema 1982).

Las bacterias constituyen el grupo más utilizado en control biológico por ser más numerosas en la microflora foliar, por su alto potencial de colonización y por su habilidad para utilizar diferentes formas de nutrientes bajo condiciones ambientales diversas (Blakeman 1993). Esto hace necesario el conocimiento de la filosfera y la selección de los organismos más eficaces.

El uso de bacterias en el control biológico de enfermedades foliares se ha constituido en una estrate-



gia promisorio por la evidencia de ejemplos exitosos (Windels y Lindow 1985).

El potencial y uso comercial de cepas del género *Bacillus* sp. en el control biológico es conocido en la roya del frijol (Baker *et al.* 1983) y en maní donde el uso de *B. cereus* más quitina controló el ataque de *Cercospora arachidicola* (Jacobsen y Backman 1993). En el género *Serratia*, *S. marcescens* es la especie más estudiada como controlador biológico y produce dos proteasas, una metaloproteasa, una serinoproteasa y una quitinasa (Lysenko 1976). Su uso se consideraría promisorio para el control del nematodo radical del tomate (Zavaleta-Mejía y Van Gundy 1989) y en arroz se ha comprobado su efecto sobre el tizón bacteriano del follaje (Sikia y Chowdhury 1993).

Los estudios en sigatoka negra se orientan hacia el uso de organismos capaces de secretar enzimas como la quitinasa y glucanasa o que formen estructuras de resistencia en condiciones climáticas adversas. Las bacterias de los géneros *Bacillus* spp. y *S. marcescens* se muestran como las más promisorias a nivel de campo y en casa de mallas (Rivera *et al.* 1993, Okumoto y Bustamante 1993a y 1993b, González *et al.* 1996, Talavera *et al.* 1998).

#### • Uso de microorganismo en semillas y frutos

Las cepas específicas del grupo *Pseudomonas fluorescens-putida* se usan como inóculo en semillas de cultivos para promover el crecimiento e incrementar la producción. La promoción del crecimiento por rizobacterias resulta de su actividad de privar del hierro a la microflora nativa. Las rizobacterias generan la producción extracelular de sideróforos, los cuales aprovechan el hierro ambiental, cualidad que es menos disponible en cierta microflora nativa (Kloepper *et al.* 1980).

En el área de poscosecha, Wilson (1994) y su grupo en California han obtenido importantes avances en inducción de resistencia en frutos de manzana. La inducción en sí necesita el uso de energía que en productos cosechados no es tan alta como en la planta completa. Las principales fuentes de inducción evaluadas por Wilson fueron: hongos antagonistas, razas no patógenicas, estimuladores biológicos, luz ultravioleta, radiación gama y calor.

El caso más exitoso de protección de frutos se ha dado en cítricos en el manejo de *Penicillium* spp. con la levadura *Pichia guilliermondii* raza US-7 (Wilson 1994).

Hasta 1993, los productos biológicos registrados en los Estados Unidos para el control de patógenos, era únicamente de seis, lo que no se considera una sorpresa si se toma en cuenta que la investigación orien-

tada al desarrollo de productos biológicos tiene de 15 a 20 años (Jacobsen y Backman 1993), actualmente supera los 30, con un alto porcentaje dedicado al tratamiento de semillas.

#### • Interacciones entre hospedantes y microorganismos benéficos

En las relaciones entre diferentes poblaciones de plantas y microorganismos benéficos se observan efectos positivos en los cuales el microorganismo se multiplica en forma más rápida y abundante en unas plantas que en otras (Smith y Goodman 1999).

En el caso de la relación arveja-*Pythium-B. cereus*, se encontró que en cultivares con resistencia intermedia más aplicaciones de *B. cereus* disminuye la incidencia de la enfermedad, lo cual no se presenta en la interacción con cultivares susceptibles (Smith *et al.* 1997).

Las consideraciones sobre el uso de energía de Jansen (1973) y los resultados anteriores de las interacciones hospedante-microorganismo benéfico podrían sugerir que los materiales con resistencia intermedia tienen la energía suficiente para inducir la resistencia al patógeno.

#### Consideraciones finales

El siglo XX nos deja un saldo ecológico en rojo en lo que se refiere a la pérdida de biodiversidad deseable, al incremento y dispersión de plagas y al deterioro de los ecosistemas; factores críticos en el manejo integrado de plagas y la producción sostenible. Por lo tanto, es vital desarrollar sistemas de producción racionales donde se elimine su fragilidad a plagas y se fomente el estudio *in situ* de las poblaciones, así como la colección, conservación y uso del recurso genético de planta y microbiota, y el uso de cultivos asociados.

En esta tarea se necesita hacer conciencia sobre el problema ambiental, alternativas y conocimientos disponibles para su solución, tarea factible con una herramienta tan poderosa como la Internet. Sin embargo, el nicho de discusión creativa sobre biodiversidad y el manejo del cultivo debe estar centrado en las universidades, núcleos de planeación, investigación y transferencia y en las asociaciones de agricultores y profesionales.

La conciencia fitosanitaria de exclusión debe fortalecerse a todo nivel para evitar la entrada de plagas, diversidad no deseable y costosa para los países, en los casos que es lógico actuar sobre la movilización y uso de material vegetal.

La enseñanza del MIP y la sostenibilidad debería

enfocarse sobre los fundamentos y conceptos, generados en cada país por los pioneros de la fitoprotección aunados a las de científicos visionarios que han trascendido en América Latina a través de sus enseñanzas y sus escritos, como es el caso de Ray Smith, Lawrence Apple y Joseph L. Saunders en Manejo Integrado de Plagas; David Jansen y John Artie Browning, estudiosos de los ecosistemas y el comportamiento de las plagas, el primero de ellos diseñó el concepto de producción sostenible en sistemas agrícolas tropicales hace más de 30 años; Harold H. Flor, John Niederhauser, Edwin C. Stakman y Rodrigo Gámez, científicos que nos han dado los fundamentos de las relaciones genéticas planta-patógeno-vector; J.E. van der Plank y Raul D. Robinson, estudiosos de las enfermedades en población, el primero de ellos considerado el padre de la epidemiología botánica; Frederick L. Wellman, Eddy Echandi, Carlos Garcés, Canuto Cardona, H. David Thurston, pioneros de la investigación y la enseñanza sobre el trópico, el último de ellos dedicado al estudio de los fundamentos de sostenibilidad en la agricultura azteca, inca y maya.

En la investigación del recurso genético planta, sería importante tener como propósito, el evitar la microevolución de patógenos por el uso de resistencia de genes mayores, diversidad restringida y uniformidad genética debida al uso de la tecnología.

Los avances en la protección biológica de semillas con microorganismos auguran su amplio uso en el futuro. Por su parte, la utilización de diferentes fuentes de materia orgánica incorporadas al suelo, las cuales funcionan como cajas negras, lo enriquecen e incrementan las defensas de la planta a las plagas.

## Literatura citada

Agrios, GW. 1988. *Plant pathology*. 3 ed. New York, Academic Press. 803 p.

Altieri, MA; Nicholls, C. 1999. Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. In Collins, WW; Qualset, CO. Eds. Biodiversity in agroecosystems. Boca Raton, Florida, CRC Press. p. 69-84.

Andrews, JH. 1992. Biological control in the phyllosphere. *Annual Review of Phytopathology* 30:603-635.

Apple, JL. 1977. The management of plant pathogens. In *Plant Pathology: An advanced treatise. How Disease is Managed*. J.G. Horsfall; E.B. Cowlings Eds. New York, Academic Press. v. 1. p. 79-101.

Azcón Aguilar, C; Barea, JM. 1996. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68: 1-24.

Baker, C; Thomas, C; Sasser, M; Mncfall, J. 1983. Inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phaseoli* and on development of rust pustules on bean leaves. *Phytopathology* 73:1148-1152.

Pareciera como si la planta volviera a reencontrarse con algunos compuestos que originalmente constituían su protección.

Lo anterior visualiza un área de estudios fundamentales en el futuro inmediato por una parte, la investigación en suelos tropicales de la microflora para conocer su naturaleza y función, y por otra parte estudios de toxicología de alimentos obtenidos en agricultura orgánica que nos permita conocer si los compuestos adquiridos por la planta para su defensa no son tóxicos.

El enriquecimiento de sustratos con microorganismos que demuestran grandes beneficios para la planta como es el caso de rizobacterias promotoras del crecimiento y hongos micorrízicos constituye otro campo de acción de gran importancia para proveer a la planta de defensas naturales y de una nutrición adecuada. El uso de cultivares con resistencia intermedia más estos organismos o sustancias inductoras de resistencia pueden ser una alternativa muy valiosa en el futuro. De igual importancia sería el uso de sustratos que enriquezcan la microbiota de la filosfera y permitan desestabilizar los patógenos.

El papel de la biotecnología es y será de suma importancia en la micropropagación de híbridos con resistencia a patógenos, la caracterización molecular de plantas y microorganismos y obviamente las posibilidades de la ingeniería genética.

Por la pertinencia al tema y la claridad del mensaje se incluye al final de este artículo una cita del libro de E.O. Wilson (1999) de una frase del conservacionista senegalés Baba Dioum: "Al final, sólo conservaremos lo que amamos, amaremos sólo lo que entendamos y entenderemos sólo lo que nos fue enseñado".

Baker, KR; Cook, JR. 1974. *Biological control of plant pathogens*. San Francisco, Freeman. 442 p.

Baker, R. 1985. Biological control of plant pathogens: definitions. In *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Hoy, M.A; Herzog, DC. Ed. sp.

Blakeman, JP. 1985. Ecological succession of leaf surface microorganisms in relation of biological control. In Windels CE; Lindow, SE. Eds. *Biological control of the phylloplane*. St. Paul, Minnesota, APS. p. 6-30.

Blakeman, JP. 1993. Pathogens in the foliar environment. *Plant Pathology* 42:479-493.

Blakeman, JP; Brodie, ID. 1977. Competition for nutrients between epiphytic microorganisms and germination of spores of plant pathogens on beetroot leaves. *Physiological Plant Pathology* 10:29-42.

Blakeman, JP; Fokkema, NJ. 1982. Potential for biological control of plant disease on the phylloplane. *Annual Review of Phytopathology* 20:167-192.

Browning, A. 1974. Relevance of knowledge about natural



enfocarse sobre los fundamentos y conceptos, generados en cada país por los pioneros de la fitoprotección aunados a las de científicos visionarios que han trascendido en América Latina a través de sus enseñanzas y sus escritos, como es el caso de Ray Smith, Lawrence Apple y Joseph L. Saunders en Manejo Integrado de Plagas; David Jansen y John Artie Browning, estudiosos de los ecosistemas y el comportamiento de las plagas, el primero de ellos diseñó el concepto de producción sostenible en sistemas agrícolas tropicales hace más de 30 años; Harold H. Flor, John Niederhauser, Edwin C. Stakman y Rodrigo Gámez, científicos que nos han dado los fundamentos de las relaciones genéticas planta-patógeno-vector; J.E. van der Plank y Raul D. Robinson, estudiosos de las enfermedades en población, el primero de ellos considerado el padre de la epidemiología botánica; Frederick L. Wellman, Eddy Echandi, Carlos Garcés, Canuto Cardona, H. David Thurston, pioneros de la investigación y la enseñanza sobre el trópico, el último de ellos dedicado al estudio de los fundamentos de sostenibilidad en la agricultura azteca, inca y maya.

En la investigación del recurso genético planta, sería importante tener como propósito, el evitar la microevolución de patógenos por el uso de resistencia de genes mayores, diversidad restringida y uniformidad genética debida al uso de la tecnología.

Los avances en la protección biológica de semillas con microorganismos auguran su amplio uso en el futuro. Por su parte, la utilización de diferentes fuentes de materia orgánica incorporadas al suelo, las cuales funcionan como cajas negras, lo enriquecen e incrementan las defensas de la planta a las plagas.

## Literatura citada

Agrios, GW. 1988. *Plant pathology*. 3 ed. New York, Academic Press. 803 p.

Altieri, MA; Nicholls, C. 1999. Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. In Collins, WW; Qualset, CO. Eds. Biodiversity in agroecosystems. Boca Raton, Florida, CRC Press. p. 69-84.

Andrews, JH. 1992. Biological control in the phyllosphere. *Annual Review of Phytopathology* 30:603-635.

Apple, JL. 1977. The management of plant pathogens. In *Plant Pathology: An advanced treatise. How Disease is Managed*. J.G. Horsfall; E.B. Cowlings Eds. New York, Academic Press. v. 1. p. 79-101.

Azcón Aguilar, C; Barea, JM. 1996. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68: 1-24.

Baker, C; Thomas, C; Sasser, M; Mncfall, J. 1983. Inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phaseoli* and on development of rust pustules on bean leaves. *Phytopathology* 73:1148-1152.

Pareciera como si la planta volviera a reencontrarse con algunos compuestos que originalmente constituían su protección.

Lo anterior visualiza un área de estudios fundamentales en el futuro inmediato por una parte, la investigación en suelos tropicales de la microflora para conocer su naturaleza y función, y por otra parte estudios de toxicología de alimentos obtenidos en agricultura orgánica que nos permita conocer si los compuestos adquiridos por la planta para su defensa no son tóxicos.

El enriquecimiento de sustratos con microorganismos que demuestran grandes beneficios para la planta como es el caso de rizobacterias promotoras del crecimiento y hongos micorrízicos constituye otro campo de acción de gran importancia para proveer a la planta de defensas naturales y de una nutrición adecuada. El uso de cultivares con resistencia intermedia más estos organismos o sustancias inductoras de resistencia pueden ser una alternativa muy valiosa en el futuro. De igual importancia sería el uso de sustratos que enriquezcan la microbiota de la filosfera y permitan desestabilizar los patógenos.

El papel de la biotecnología es y será de suma importancia en la micropropagación de híbridos con resistencia a patógenos, la caracterización molecular de plantas y microorganismos y obviamente las posibilidades de la ingeniería genética.

Por la pertinencia al tema y la claridad del mensaje se incluye al final de este artículo una cita del libro de E.O. Wilson (1999) de una frase del conservacionista senegalés Baba Dioum: "Al final, sólo conservaremos lo que amamos, amaremos sólo lo que entendamos y entenderemos sólo lo que nos fue enseñado".

Baker, KR; Cook, JR. 1974. *Biological control of plant pathogens*. San Francisco, Freeman. 442 p.

Baker, R. 1985. Biological control of plant pathogens: definitions. In *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Hoy, M.A; Herzog, DC. Ed. sp.

Blakeman, JP. 1985. Ecological succession of leaf surface microorganisms in relation of biological control. In Windels CE; Lindow, SE. Eds. *Biological control of the phylloplane*. St. Paul, Minnesota, APS. p. 6-30.

Blakeman, JP. 1993. Pathogens in the foliar environment. *Plant Pathology* 42:479-493.

Blakeman, JP; Brodie, ID. 1977. Competition for nutrients between epiphytic microorganisms and germination of spores of plant pathogens on beetroot leaves. *Physiological Plant Pathology* 10:29-42.

Blakeman, JP; Fokkema, NJ. 1982. Potential for biological control of plant disease on the phylloplane. *Annual Review of Phytopathology* 20:167-192.

Browning, A. 1974. Relevance of knowledge about natural

- ecosystems to development of pest management programs for agro-ecosystems. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 1:191-199.
- Browning, A; Bustamante, E. 1973. Evidence for environmental races of *Puccinia graminis avenae*. In *Internacional Congress of Plant Pathology* (2, 1973, Minnesota, Minneapolis). Abstract of papers. No. 117.
- Browning, A; Frey, KJ. 1969. Multiline cultivars as a mean of disease control. *Annual Review Phytopathology* 7:355-382.
- Browning, JA; Simons, MD; Torres, E. 1977. Managing host genes: epidemiologic and genetic concepts. In *Horsfall, J.G., Cowling, E.D. Plant Disease: and advanced treatise. How disease is managed.* New York, Academic Press. v. 1. p. 191-212.
- Browning, JA. 1998. One phytopathologist's growth through IPM to holistic plant health. *Annual Review of Phytopathology* 36:1-24.
- Burdon, JJ. 1993. The structure of pathogen populations in natural plant communities. *Annual Review of Phytopathology* 31:305-323.
- Bustamante, E. 1979. Efecto de la luz y el CO<sub>2</sub> en la susceptibilidad de la *Avena sativa* a *Puccinia graminis avenae*. In *Seminar of Coffee Rust Control* (1979, Paipa, Colombia) Report GTZ. p. 163-172.
- Bustamante, E; Patiño, H. 1970. Dinámica de un servicio de sanidad vegetal. *Agr. Tropical* (Colombia) 26:165-168.
- Bustamante, E; Patiño, H; Cárdenas, J. 1970. Consideraciones fitosanitarias sobre las malezas. *Agronomía Tropical* (Colombia) 26:189-193.
- Bustamante, E; Rivas, G. 1999. Elementos e importancia del diagnóstico de problemas fitosanitarios. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 52:1-15.
- Chet, I; Baker, R. 1980. Induction of suppressiveness to *Rhizotocnia solani* in soil. *Phytopathology* 70:994-98.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1980. CIMMYT looks ahead: a planning report for the 1980's. 78 p.
- Commoner, B. 1977. *La escasez de la energía.* Plaza y Janes. 318 p.
- Ferrera-Cerrato, R. 1995. Efecto de rizosfera. In *Ferrera-Cerrato, R. ; Pérez-Moreno, J. Eds. Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable.* Montecillo, México, Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. p. 36-53.
- Filser, J; Fromm, H; Nagel, RF; Winter, K. 1995. Effects of previous intensive agricultural management on microorganism and the biodiversity of soil fauna. *Plant and Soil* 170:123-129.
- Flor, HH. 1971. Currents status of the gene-for-gene concept. *Annual Review of Phytopathology* 9:275-296.
- Galbraith, JK. 1975. *La economía y el objetivo público.* Plaza y Janes. 318 p.
- Gamliel, A; Stapleton, JJ. 1993. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. *Phytopathology* 83:899-905.
- Gilbert, GS; Handelsman, J; Parke, L. 1994. Root camouflage and disease control. *Phytopathology* 84:222-225.
- Gillis, AM. 1993. The significant devastator gets around. *Biosciences* 43(6):368-371.
- González, R; Bustamante, E; Shannon, P; Okumoto, S; Leandro, G. 1996. Selección de microorganismos quitinolíticos en el control de *Mycosphaerella fijiensis* en banano. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 40:6-11.
- Gore, AL. 1993. *Earth in the balance: ecology and the human spirit.* New York, Penguin books. 407 p.
- Green, NG; Le Baron, HM; Moberg, WK. 1990. *Managing resistance to agrochemicals: from fundamental research to practical strategies.* Washington, American Chemical Society. sp.
- Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales. 1995. *Semillas para el futuro: agricultura sostenible y recursos naturales en las Américas.* 67 p.
- Hoedt, THGE. 1960. *Dothidella ulei* and the selection and breeding of *Hevea*. In *Natural Rubber Research Conference* (1960, Kuala Lumpur). *Proceedings.* 968 p.
- Hoitink, HAJ; Stone, AG; Han, DY. 1997. Supresión de enfermedades mediante el uso de compost. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 43:31-39.
- Hoitink, HAJ; Boehm, MJ. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annual Review of Phytopathology* 37:427-446.
- Holm, LG; Plucknett, DL; Pancho, JV; Herberger, JP. 1977. *The World's Worst Weeds, Distribution and Biology.* Honolulu, University Press of Hawaii p.139-145.
- Jacobsen, B; Backman, P. 1993. Biological and cultural plant disease controls alternatives and supplements to chemicals in IPM systems. *Plant Disease* 77(3):311-315.
- Janzen, DH. 1973. Tropical Agroecosystems: these habitats are misunderstood by the temperate zones, mismanaged by the tropics. *Science* 182:1212-1219.
- Kennedy, AC.; Smith, K.L. 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant Soil* 170:75-86.
- Kloepper, JW; Schroth, MN. 1981. Plant growth-promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobio conditions. *Phytopathology* 71:642-644.
- Kloepper, JW; Schroth, MN; Miller, TD. 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology*, 70:1078-1082.
- Lynch, JM; Bragg, E. 1985. Microorganisms and soil aggregate stability. *Adv. Soil Sci.* 2:133-171.
- Lysenko, O. 1976. Chitinase of *Serratia marcescens* and its toxicity to insects. *J. Invertebr. Pathol.* 27:385-386.
- Martin, JP; Abbott, EV; Hughes, CG. 1961. *Sugarcane diseases of the world.* New York, Elsevier. 542 p.
- McNew, GL. 1960. The nature, origin and evolution of parasitism. In *Plant pathology.* J.G. Horsfall; Dimmond A.E. Ed. New York, Academic Press. p 19-69.
- Miller, H; Henken, HJ; Van Veen, J.A. 1989. Variations and composition of bacterial populations in the rhizosphere of maize, wheat and grass cultivars. *Can. J. Microbiol.* 35:656-660.
- Moreno, G. 1994. Contribución del mejoramiento genético al desarrollo de la caficultura colombiana. *Innovación y Ciencia* (Colombia) 3(2):1-6.
- Morris, CE; Rouse, DI. 1985. Role of nutrients in regulating epiphytic bacterial populations. In *Windels, CE; Lindow, SE. Eds. Biological control of the phylloplane.* St. Paul, Minnesota, APS. p. 63-82.
- Neergaard, P. 1977. *Seed pathology.* New York, John Wiley. 839 p.
- Nelson, E; Thornton, M. 1997. *Microbiología de suelos.* In *Taller Internacional de Suelos* (1997, Tegucigalpa, Honduras). *Memoria.* El Zamorano p.15-19.



- Okumoto, S; Bustamante, E. 1993a. Efecto de enmiendas foliares sobre el desarrollo del tizón temprano causado por *Alternaria solani* y sobre la población bacteriana en tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 28:1-6.
- Okumoto, S; Bustamante, E. 1993b. Selección *in vitro* de bacterias antagonicas a *Alternaria solani*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 28:7-10.
- Ou, SH. 1984. Exploring tropical rice diseases: a reminiscence. Annual Review of Phytopathology 22:1-10.
- Rabatin, SC; Stinner, BR. 1989. The significance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungal-soil macroinvertebrate interactions in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 27:195-204.
- Rivas-Platero, GG; Cuervo Andrade, J. 1998. Interacción de hongos endomicorrizicos con *Meloidogyne exigua* en café. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 49: 68-72.
- Rivas-Platero, GG; Ramírez, P; Cubillo, D; Hilje, L. 1995. Detección de virus en plantas silvestres asociadas con el tomate y chile dulce en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 38:37-39.
- Rivas-Platero, GG; Rojas, T; Cuervo Andrade, J. 1998. Interacción del hongo vesículo arbuscular *Glomus* spp. con *Meloidogyne arabicida* en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 47:41-43.
- Rivera, JA; Bustamante, E; Guharay, F; Monterroso, D. 1993. Residualidad de diferentes dosis de *Bacillus thuringiensis* en el sistema café-*Hemileia vastatrix*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 27:1-4.
- Roberts, DA; Boothroyd, CW. 1984. Fundamentals of plant pathology. W.H: Freeman & Company. 432 p.
- Robinson, RA. 1989. Manejo de hospedantes en patosistemas agrícolas. México, Editorial Futura. 281 p.
- Schäfer, W; Straney, D; Ciuffetti, L; Van Etten, HD; Yoder, O.C.. 1989. One enzyme makes a fungal pathogen, but not a saprophyte, virulent to a new host plant. Science 246:247-249.
- Schroth, MN; Hancock, JG.. 1982. Disease-suppressive soil and root-colonizing bacteria. Science. 216:1376-1381.
- Smil, V. 1991. General Energetics: Energy in the biosphere and civilization. New York J. Wiley&Sons.sp
- Smith, KP; Handelsman, J; Goodman, RM. 1997. Modeling dosage-response relationship in biological control partitioning host responses to pathogen and biocontrol agent. Phytopathology 87:720-729.
- Smith, KP; Goodman, RM. 1999. Host variation for interactions with beneficial plant associated microbes. Annual Review of Phytopathology 37:473-491.
- Smith, RF; Van Den Bosch, R. 1967. Integrated Control. In Pest control: Biological, physical and selected chemical methods. Kilgore, WW; Doult, RL Eds. New York, Academic Press. p. 295-340.
- Smith, RF; Apple, JL; Bottrell, DC. 1977. The origins of integrated pest management concepts for agricultural crops. In Integrated Pest Management. Apple, JL ; Smith, RF. Eds. New York, Plenum Press. p. 1-16.
- Stakman, EC; Harrar, JG.. 1957. Principles of Plant Pathology. Nueva York, Ronald Press. 581 p.
- Sikia, P; Chowdhury, H. 1993. Phylloplane microflora for the control of bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. Indian Phytopathology 46(3):218-223.
- Talavera, ME; Bustamante, E; González, R; Sánchez, V. 1998. Selección y evaluación en laboratorio y campo de microorganismos glucanólíticos antagonistas a *Mycosphaerella fijiensis*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 47:24-30.
- Thurston, HD. 1992. Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. Westview Press. 280 p.
- Tourjee, KR; Shopland, JM; Warmund, M. 1999. Agroforestry, horticulture, and the evolution of cropping systems. Hortscience 34(1):22-24.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 1995. Breakfast of Biodiversity: the truth about rainforest destruction. Oakland, FFB. sp.
- Vandermeer, J; Perfecto, I. 2000. La biodiversidad y el control de plagas en sistemas agroforestales. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 55:1-5.
- Van Der Plank, JE. 1968. Disease resistance in plants. New York, Academic Press. 162 p.
- Wahl, I. 1970. Prevalence and geographic distribution of resistance to crown rust in *Avena sterilis*. Phytopathology 60:746-749
- Wilson, EL. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. Plant Disease 78:837-844.
- Wilson, EO. 1999. The diversity of life. Unmined Riches. Harvard University Press. 424 p.
- Windels, E; Lindow, S. 1985. Biological control on the phylloplane. St. Paul, Minnesota, APS. 169 p.
- Zavaleta-Mejía, E; Van Gundy, S. 1989. Volatile toxicity of *Serratia marcescens* Bizio and other bacteria on the root knot *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. Revista Mexicana de Fitopatología 7(2):188-194.
- Zelles, LQ; Gai, Y; MA, RX; Rackwitz, R; Winter, K; Beese, F. 1994. Microbial biomass, metabolic activity and nutritional status determined from fatty acid patterns and polyhydroxybutyrate in agricultural-managed soils. Soils Biol. Biochem. 26:439-446.

# Prácticas agrícolas para el manejo de *Bemisia tabaci* \*

Luko Hilje\*\*

**RESUMEN.** Las prácticas agrícolas tienen gran potencial dentro del manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), especialmente por su enfoque preventivo. Entre ellas destacan las vedas, fechas de siembra, rotación de cultivos, destrucción de rastrojos, eliminación de malezas, semilleros cubiertos con mallas, cubiertas flotantes, altas densidades de siembra, barreras vivas, coberturas al suelo, cultivos asociados, y riego aéreo. En este artículo se hace una revisión de su potencial de aplicación, así como de los avances en su investigación o utilización, con énfasis en la agricultura neotropical. Aunque en algunos casos hay importantes avances en su adopción e implementación por parte de los agricultores, en la mayoría se carece de datos económicos para fundamentar mejor su promoción entre ellos.

**Palabras clave:** Prácticas agrícolas, Manejo integrado de plagas, Mosca blanca, *Bemisia tabaci*, Geminivirus, América Latina.

**ABSTRACT.** Cultural practices for managing *Bemisia tabaci*. Cultural practices have great potential for developing integrated management schemes to deal with the whiteflies *B. tabaci*, especially because of their preventative nature. Some of the most promising practices are crop-free periods, planting dates, crop rotations, crop residue disposal, weed destruction, seedbeds covered with fine netting, floating covers, high planting densities, living barriers, ground covers, companion crops and sprinkler irrigation. This paper is intended to review the potential for application of cultural practices, as well as their status in terms of research and field utilization, with emphasis in neotropical agriculture. Even though in some cases adoption and implementation by growers have taken place, for the majority of practices economic data are scanty, as to better substantiate their promotion among growers.

**Key words:** Cultural practices, Integrated pest management, Whiteflies, *Bemisia tabaci*, Geminiviruses, Latin America.

## Introducción

Los serios problemas causados por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en los sistemas agrícolas de las regiones tropicales y subtropicales durante el último decenio, ya sea como plaga directa, por sus desmesuradas poblaciones, o como vector de geminivirus, han justificado grandes esfuerzos en investigación básica y en métodos para su manejo (Cock 1986a, Ohnesorge y Gerling 1986, Gerling 1990, Gerling y Mayer 1996).

La certeza de que no hay un método eficaz único y universal para lidiar con *B. tabaci* como plaga directa o como vector de geminivirus, ha propiciado los enfoques basados en la noción y prácticas del manejo integrado de plagas (MIP). Entre las tácticas

promisorias para dicho manejo destacan las prácticas agrícolas, por lo que a ellas se dedica la presente revisión, con el fin de ponderar su potencial de aplicación, así como los avances en su investigación o utilización, con énfasis en la agricultura neotropical.

Las prácticas agrícolas son el conjunto de métodos enfocados hacia el combate agrícola, agronómico o "cultural" de las plagas en los cultivos agrícolas. Es difícil definir o conceptualizar este tipo de prácticas, pues constituyen un grupo heterogéneo, en contraste con otras categorías de manejo de plagas, como el combate fitogenético, biológico o químico, que sí forman un conjunto conceptualmente coherente. No obstante, las caracteriza su orientación de tipo preventivo.

Aunque su definición varía entre autores (Palti

Recibido: 30/04/99. Aprobado: 09/05/2000

\* Presentado en el VII Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus. Managua, Nicaragua, Octubre, 1998.

\*\* Unidad de Fitoprotección, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Email:lhilje@catie.ac.cr



1981, Herzog y Funderburk 1986, Andrews y Howell 1989), hay varios elementos comunes en las definiciones: **a)** la manipulación deliberada del ambiente; **b)** la creación de un ambiente menos favorable para las plagas; y **c)** la utilización de prácticas agronómicas rutinarias del cultivo. Si bien muchas de las prácticas agrícolas son de empleo rutinario en un cultivo con fines productivos, y en forma inadvertida pueden disminuir los problemas de plagas, no todas lo son. En algunos casos basta con modificarlas levemente para que contribuyan a disminuir dichos problemas. En otros, simplemente se trata de prácticas nuevas para un cultivo, "adoptadas" de otros sistemas de producción.

Por tanto, quizás la siguiente definición sea más amplia: *El combate mediante prácticas agrícolas consiste en la manipulación de algunos componentes agronómicos de un agroecosistema (existentes o nuevos), para disminuir el daño causado por las plagas. Dichos componentes se relacionan con la manipulación del suelo (p.ej. labranza mínima, solarización, cortaduras, enmiendas y aporque), los insumos (p.ej. semilla y material de trasplante sanos, riego, agua, fertilizantes, reguladores de crecimiento y bioestimulantes), las plantas "acompañantes" (p.ej. cultivos asociados, secuencia y rotación de cultivos, coberturas vivas, cultivos trampa, barreras vivas y eliminación de hospedantes alternos), y del cultivo per se (p.ej. vedas, fechas, densidad y profundidad de siembra, podas, deshojas, eliminación de plantas enfermas y destrucción de rastrojos).*

### Antecedentes

En general, en las revisiones clásicas sobre *B. tabaci* (Cock 1986a, Ohnesorge y Gerling 1986, Gerling 1990, Gerling y Mayer 1996), las prácticas agrícolas para su manejo han recibido poca atención, en comparación con otros métodos de combate.

Por ejemplo, llama la atención que en la primera de ellas se dedicó apenas una página al tema de las prácticas agrícolas (Cock 1986b), entre las cuales se citan las vedas, la destrucción de rastrojos, las fechas de siembra, la destrucción de hospedantes alternos, el aislamiento del cultivo, los cultivos trampa y las coberturas al suelo. Además, el autor resalta que casi todas las aplicaciones son un tanto antiguas (previas a 1950), referidas sobre todo al tabaco y algodón, y provenientes de países asiáticos y africanos.

En las revisiones posteriores, Gerling (1990) omitió por completo el tema, mientras que en las otras dos abordó, con énfasis en hortalizas, en Israel. Tanto

Cohen y Berlinger (1986) como Berlinger y Lebiush-Mordechi (1996), resumieron los avances en la utilización de mallas finas en invernaderos o como cubiertas flotantes en el campo, de cultivos trampa y de coberturas inertes al suelo (aserrín, paja y plástico amarillo).

Un buen indicador de lo que se ha hecho en el continente americano en años recientes, son las presentaciones en las reuniones anuales referidas al tema, tanto en los EE.UU. como en América Latina. En los EE.UU., entre 1993 y 1998 se presentaron apenas 15 trabajos referidos en forma explícita a prácticas agrícolas, lo cual correspondió al 2% del total (789) y al 2,6% de aquellos relacionados con métodos de manejo (Henneberry *et al.* 1997, 1998). En el resto del continente, entre 1993 y 1997 se presentaron 29 trabajos sobre prácticas agrícolas, equivalentes al 13% del total (226) y al 23% de los de manejo (Taller Latinoamericano...1993, 1995, 1996, 1997, Mata *et al.* 1994).

Recientemente se hizo un buen esfuerzo para sistematizar la información acerca de prácticas agrícolas (International Workshop ... 1998), el cual incluyó los avances mundiales en cuanto a fechas de siembra, destrucción de rastrojos y de malezas, semilleros cubiertos, cubiertas flotantes, coberturas al suelo, cultivos asociados y riego aéreo.

### Limitaciones

Mundialmente, las siguientes prácticas agrícolas han sido evaluadas o utilizadas para el manejo de *B. tabaci*: vedas, fechas de siembra, rotación de cultivos, destrucción de rastrojos, eliminación de malezas, semilleros cubiertos con mallas, cubiertas flotantes, altas densidades de siembra, podas, esquemas de fertilización, barreras vivas, coberturas al suelo, cultivos asociados, cultivos trampa y riego aéreo (Cock 1986b, Cohen y Berlinger 1986, Salguero 1993, Berlinger y Lebiush-Mordechi 1996, International Workshop ...1998).

A pesar de que, en general, se reconoce el valor potencial de las prácticas agrícolas en dicho manejo, es llamativo que su utilización no sea más amplia. Esto posiblemente obedece a varias razones:

- Algunas implican grandes cambios en los esquemas convencionales de producción de los cultivos, lo que las hace poco atractivas para los productores. Ej: altas densidades de siembra, barreras vivas, coberturas al suelo, cubiertas flotantes, cultivos asociados y cultivos trampa.
- El efecto de aquellas cuya eficacia tiene sentido solamente si se aplican en regiones amplias es difícil

- de cuantificar o percibir, para así demostrar su utilidad. *Ej:* vedas, rotación de cultivos, fechas de siembra, y destrucción de rastrojos y malezas.
- Hay limitaciones de tipo experimental para medir el efecto de algunas de ellas (Hilje y Cubillo 1996), lo cual desestimula la investigación. Esto se debe sobre todo a que *B. tabaci* muestra gran movilidad diaria y puede diseminar los geminivirus rápidamente, lo cual dificulta la discriminación entre tratamientos (Oñoro 1996).
- La naturaleza preventiva de dichas prácticas ofrece mayor potencial para el manejo de *B. tabaci* como vector de geminivirus (pues evitan o minimizan el contacto entre el vector y la planta) que como plaga directa. Puesto que en los EE.UU., donde se ha realizado la mayor parte de la investigación sobre la mosca blanca, el problema más crítico son las altas densidades del insecto y no las virosis, hay poco o ningún interés en investigar acerca de las prácticas agrícolas. Una evidencia de esto es la menor proporción de presentaciones sobre el tema en los talleres anuales (2,6 vs. 23%), en comparación con los países neotropicales.

## Avances

A continuación se analizan las experiencias en la evaluación o utilización de prácticas agrícolas para el manejo de *B. tabaci*. Aunque no se trata de una revisión exhaustiva, resume la mayor parte de la información disponible en la literatura, y enfatiza las experiencias en Mesoamérica y el Caribe. La mayoría de esta información está contenida en informes nacionales o en resúmenes presentados en los talleres del *Plan de Acción para el Manejo de las Moscas Blancas y Geminivirus en América Latina y el Caribe* (Taller Latinoamericano ... 1993, 1995, 1996, 1997, Congreso Internacional ... 1998, Mata *et al.* 1994), en los cuales, lamentablemente, faltan datos más concretos sobre su funcionalidad, costos económicos y niveles de adopción por los agricultores.

**Fechas de siembra y vedas.** Aunque estas son dos prácticas diferentes, se les agrupa porque están unidas de manera indisoluble. Se fundamentan en la interrupción del ciclo de vida y la reproducción del insecto (Salguero 1993), ya que en los trópicos éste se mantiene activo todo el año (Hilje 1995).

Las primeras consisten en sembrar el cultivo de mayor interés en forma sincronizada dentro de una misma región. Además, es deseable que se siembre en las épocas en que los riesgos de daños son menores,

pero esto no siempre es posible, debido a los requerimientos del mercado; ello es especialmente crítico con cultivos de exportación (melón, sandía, etc.), que aprovechan "ventanas" muy específicas en el mercado internacional.

Por su parte, las vedas se orientan a evitar la siembra de otros hospedantes del insecto, entre las temporadas principales del cultivo de mayor interés, para evitar que actúen como "puente". Sin embargo, las vedas se dificultan porque *B. tabaci* es muy polífaga, con más de 500 hospedantes en el mundo (Greathead 1986); de éstos, Hilje (1999) ha recopilado una lista que incluye a 26 cultivos, para el continente americano. Además, a escala de micro-región, uno de los mayores obstáculos para su implantación es la heterogeneidad de los sistemas hortícolas en Mesoamérica y el Caribe, donde es frecuente hallar "mosaicos" de producción con muchas fincas pequeñas y medianas en las que se siembran varias hortalizas (tomate, chile y cucurbitáceas) y frijol, con gran variedad de esquemas espaciales y temporales.

A pesar de estas dificultades, hay experiencias muy valiosas que demuestran la eficacia de las fechas de siembra y las vedas, tanto en Florida (Dr. Philip Stansly 1998, Universidad de Florida, com. pers.) como en la República Dominicana. En dicho país, a estas prácticas se les ha dado un marco jurídico y expresado en decretos legales que, por su naturaleza, encontraron resistencia entre muchos agricultores inicialmente (Alvarez y Abud-Antún 1995). No obstante, su aplicación en combinación con otras medidas (híbridos tolerantes y uso racional de insecticidas) permitió superar la grave crisis causada a la industria tomatera entre 1992 y 1995 por el virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV) (Cuadro 1).

**Eliminación de malezas.** La polifagia de *B. tabaci* (Greathead 1986) abarca plantas silvestres u ornamentales, de las cuales en Mesoamérica y el Caribe, Hilje (1995) ha recopilado más de 50 especies, pertenecientes a 39 familias; sin embargo, algunas de estas especies son hospedantes alimenticios y reproductivos, mientras que otras son solamente alimenticios. Aunque algunas podrían ser importantes en la dinámica poblacional de *B. tabaci*, sin duda que la principal fuente de nuevos insectos son los cultivos *per se*, debido a las mayores áreas de siembra.

En cuanto a la importancia de estas plantas en las epidemias virales, es necesario conocer si efectivamente éstas portan los geminivirus. Hasta ahora, para los geminivirus nativos que afectan al frijol, co-



no el mosaico dorado del frijol (BGMV) (Dra. Pilar Ramírez 1997, Universidad de Costa Rica, com. pers.) y al tomate, como el moteado amarillo del tomate (ToYMoV) (Rivas *et al.* 1995, Jovel *et al.* 1999), no ha sido posible hallar sus reservorios silvestres; ello coincide con los datos para el moteado del tomate (ToMoV) en Florida (Polston *et al.* 1996). Estos resultados sugieren que no amerita gastar dinero y esfuerzos en eliminar las malezas, como fuentes de estos geminivirus (Polston *et al.* 1996).

**Destrucción de rastros.** La recomendación de destruir o incorporar al suelo los rastros, se fundamenta en evitar la rápida colonización de parcelas nuevas por parte de los adultos de *B. tabaci* (Salguero 1993). Esto es muy crítico en el caso de las virosis, pues en cultivos viejos la proporción de adultos virulíferos es muy alta, posiblemente cercana al 100%. Por ejemplo, cuando se establece una parcela cerca de campos viejos de tomate, en ella la tasa de la epidemia viral resulta muy alta desde el principio, en comparación con parcelas alejadas de campos viejos (Hilje 2000). Por tanto, además de la destrucción de rastros es recomendable sembrar las parcelas nuevas lejos de campos viejos.

La destrucción de rastros es una práctica comúnmente incluida en las leyes nacionales de sanidad vegetal, por su importancia obvia. En el caso del manejo de *B. tabaci*, su eficacia se ha demostrado en la República Dominicana, como complemento de las fechas de siembra y las vedas (Alvarez y Abud-Antún 1995).

**Semilleros cubiertos.** Esta es una práctica que se basa en la interferencia, mediante la exclusión física del insecto con mallas finas (Cohen y Berlinger 1986, Berger y Lebiush-Mordechi 1996, Baker 1998). Es especialmente crítica contra *B. tabaci* como vector, pues durante la etapa de semillero las plántulas son más susceptibles a la infección por geminivirus (Acuña 1983, Franke *et al.* 1983, Schuster *et al.* 1996).

Aunque la eficacia de este método se demostró en muchos años para el tomate (Anzola y Lastra 1978), el método se ha tratado de optimizar, para prolongar la permanencia de las plántulas bajo las mallas. Por tanto, se han buscado mallas que eviten el ingreso del vector y que permitan el paso de suficiente luz para evitar la etiolación de las plántulas, así como tipos de recipientes y de sustratos adecuados para la producción de plántulas con cepellón o "adobe" (Cubillo *et al.* 1994, 1999a, Rivas *et al.* 1994).

Actualmente se dispone de una tecnología desa-

**Cuadro 1.** Producción de tomate industrial en la República Dominicana, entre 1987 y 1998 \*

Temporada	Área (ha)		Rendimiento (kg/ha)	Procesado (t métricas)
	Cultivada	Cosechada		
1987-1988	8 659,40	8 659,40	21 636,70	185 025,50
1988-1989	8 805,00	8 805,00	21 636,70	190 863,60
1989-1990	8 987,90	8 538,50	20 194,30	172 788,00
1990-1991 <sup>1</sup>	9 056,60	8 150,90	20 194,30	164 945,00
1991-1992 <sup>1</sup>	7 992,30	7 992,30	21 889,10	175 311,40
1992-1993 <sup>2</sup>	6 855,30	3 729,40	21 030,90	78 590,90
1993-1994 <sup>2</sup>	9 150,90	6 603,80	11 251,10	74 443,40
1994-1995	3 471,70	3 471,70	25 242,80	87 818,20
1995-1996 <sup>3</sup>	8 086,50	6 915,40	27 853,70	193 014,80
1996-1997 <sup>4</sup>	9 339,60	8 939,70	27 680,60	247 954,50
1997-1998	9 559,70	7 298,20	25 964,10	189 775,50

Información aportada por el Sr. Jerry W. Dupuy (Compañía Barceló Industrial): En los primeros años hubo ataques leves, directos, de *B. tabaci* (1), pero en años posteriores se sumó el efecto devastador del TYLCV (2). Las prácticas adoptadas permitieron el resurgimiento de la industria de tomate, aunque hubo problemas adicionales que afectaron la producción. Por ejemplo, en la temporada 1995-1996 el ataque del TYLCV fue leve, pero hubo lluvias muy fuertes (3). Asimismo, en 1996-1997 los semilleros fueron destruidos por las fuertes lluvias, y a esto se sumó un ataque fuerte del TYLCV y del hongo *Phytophthora infestans* (4).

rollada por técnicos y agricultores que consiste en utilizar cartuchos de papel periódico, colocados dentro de pequeños túneles cubiertos con malla fina (Tildenet IN50) (Fig. 1A) durante los primeros 25-30 días desde la siembra (Cubillo *et al.* 1994, 1999a). Este método es barato, pues cuesta unos US\$ 950/ha. Aunque el costo inicial de la malla es alto, como ésta es reutilizable por varias temporadas, los costos se reducen progresivamente; si la malla se utilizara cinco veces, los costos totales se reducirían a US\$ 500/ha (Cubillo *et al.* 1999a). Esto se ha documentado en Costa Rica, que era el único en América Central donde predominaba la siembra directa, pero en años recientes dicha práctica se eliminó casi por completo (Granados y Hilje 1997).

En la actualidad, en varios países ha tomado fuerza la producción de plántulas en grandes invernaderos, como en Guatemala, Brasil y la República Dominicana. Además, países como Israel tienen una amplia y rica experiencia en la producción comercial de tomate dentro de invernaderos, para lo cual estos artificios se complementan con otros, tales como puertas dobles, potentes abanicos y trampas amarillas (Sachs 1998).

**Cubiertas flotantes.** El principio de esta práctica es el mismo de los semilleros cubiertos, pero las mallas se colocan directamente sobre las plantas en el campo (Fig. 1B). Como son livianas, se mueven conforme crece el cultivo (Natwick y Durazo 1985), pero deben eliminarse durante la polinización, para que las abejas puedan ingresar. Se han utilizado con éxito para producir cucurbitáceas y chile (Perring *et al.* 1989, Costa *et al.* 1994, Avilla *et al.* 1997, Natwick y Laemmlen 1998).

**Altas densidades de siembra.** Esta práctica se basa en que los geminivirus transmitidos por *B. tabaci* son de tipo persistente-circulativo (Lastra 1993), así como en la idea de que, al haber más plantas por unidad de área, la población colonizadora del vector debe distribuirse entre más plantas, por lo que muchas plantas podrían escapar de ésta (Salguero 1993, Sponagel y Fúnez 1994). Sin embargo, son pocos los experimentos informados en la literatura al respecto, los cuales incluyen al chile y al tomate (Avila y Pozo 1991, Sponagel y Fúnez 1994).

**Barreras vivas.** Los vuelos normales de *B. tabaci* se presentan predominantemente a menos de 2 m sobre el suelo (Gerling y Horowitz 1984), lo cual justificaría la colocación de barreras físicas alrededor de los campos.

Existen varias experiencias con barreras vivas de sorgo forrajero, maíz y zacate Johnson (Salguero 1993), algunas de las cuales se utilizan de manera habitual en grandes plantaciones de melón y otras cucurbitáceas contra áfidos; éstas también permiten que las abejas polinizadoras no sean desalojadas por los vientos fuertes en la estación seca. En Brasil, Gravena *et al.* (1984) utilizaron bandas de sorgo alrededor de campos de tomate, con lo que lograron reducir la densidad de adultos de *B. tabaci* y aumentar la de sus depredadores, lo cual ha promovido su uso en otros países. En México, en chile dulce, las barreras de maíz han sido eficaces para reducir la infección viral (Avila y Pozo 1991). En general, hay experiencias positivas con barreras de maíz, aunque poco documentadas, en varios países y especialmente en parcelas pequeñas (Fig. 1C).

**Coberturas al suelo.** Su utilización se fundamenta en los enfoques de repelencia visual o de interferencia en la localización del cultivo (Cohen 1982, Cohen y Berlinger 1986, Hilje 1993, Salguero 1993). En el caso del tomate, donde se han evaluado más, representan una opción eficaz durante la segunda mitad del período crítico, 30 días a partir del trasplante.

Las coberturas inertes plásticas, ya sean plateadas o amarillas, se utilizan a escala comercial en países como Israel y los EE.UU. (Fig. 1D), y reducen los proble-

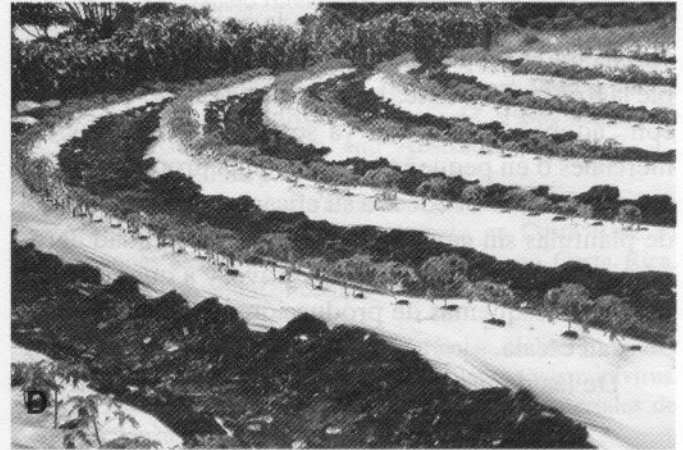
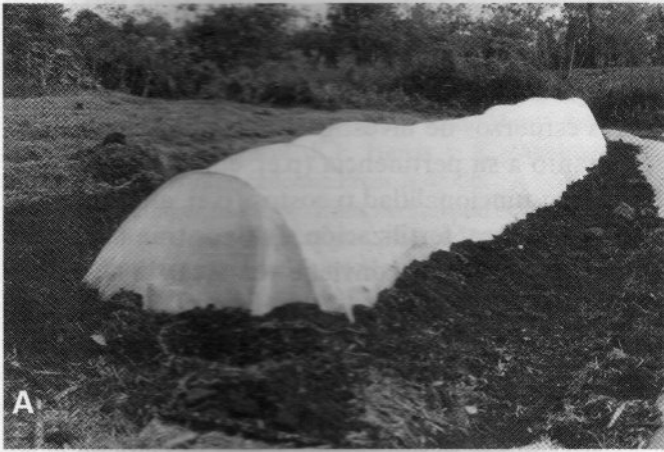
mas de enfermedades virales transmitidas por *B. tabaci* (Csizinszky *et al.* 1995, Berlinger y Lebiush-Mordechi 1996, Sachs 1998, Schuster *et al.* 1998). Sus mayores limitaciones son los altos costos, así como su eliminación y desecho, que causa contaminación ambiental.

Una opción, especialmente para pequeños productores, son las coberturas vivas de plantas silvestres (Fig. 1E), como el maní forrajero (*Arachis pintoi*, Fabaceae) y el cinquillo (*Drymaria cordata*, Caryophyllaceae) (Amador y Hilje 1993, Blanco y Hilje 1995, Hilje 1998, Cubillo *et al.* 1999b), pues éstas disminuyen la abundancia de adultos de *B. tabaci*, la incidencia y severidad del ToYMoV, y mejoran los rendimientos. Para superar la desventaja que representa su establecimiento lento, se ha evaluado el culantro (*Coriandrum sativum*, Umbelliferae) como cobertura, con resultados positivos; además, sus beneficios netos, de hasta US\$ 17 200/ha pueden incrementarse mucho (US\$ 25 400/ha), si el culantro se vendiera (Cubillo *et al.* 1999b).

**Cultivos asociados.** De más de 500 hospedantes de *B. tabaci* que existen (Greathead 1986), incluyendo plantas cultivadas, no todos son igualmente preferidos; incluso tal preferencia varía según los biotipos (Perring 1996). Esto da pie a la posibilidad de asociar cultivos con diferente grado de atracción, y de importancia económica, para el manejo de *B. tabaci*. Sin embargo, en este sentido es casi nulo lo que se ha hecho con cultivos intercalados (Salguero 1993), excepto con cultivos trampa. Esta práctica se basa en el enfoque de distracción, que consiste en sembrar otros cultivos o plantas silvestres que sean más atractivas para el insecto, y hacia las cuales se dirija (Hilje 1993).

Un ejemplo clásico es el de Al-Musa (1982), quien en Jordania demostró el efecto positivo de sembrar pepino (*Cucumis sativus*, Cucurbitaceae) intercalado con tomate, para reducir la incidencia del TYLCV. En Costa Rica, para *B. tabaci* en tomate se ha experimentado con la vainica (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) como cultivo trampa, tratada con insecticidas sistémicos, sembrando ya sea en surcos intercalados o en los costados por donde predomina el viento (Fig. 1F), pero los resultados no son concluyentes (Arias y Hilje 1993, Peralta y Hilje 1993, Hilje y Stansly inédito). En forma análoga, en Puerto Rico existen datos promisorios con okra (*Hibiscus esculentus*, Malvaceae), albahaca (*Ocimum basilicum*, Labiatae), crotalaria (*Crotalaria uncinata*, Fabaceae) y la planta ornamental *Wedelia trilobata* (Asteraceae) (Pantoja *et al.* 1998).





**Figura 1.** Ejemplos de prácticas agrícolas para el manejo de *B. tabaci*: semillero de tomate cubierto con malla fina (A); cubierta flotante en melón (B); barrera viva de maíz, en tomate (C); cobertura de plástico plateado, en tomate (D); cobertura viva de culantro en tomate (E); vainica como cultivo trampa, en tomate (F). (Fotos de L. Hilje, excepto la 1B, de Mario Colombo).

**Riego aéreo.** En Mesoamérica es bien conocido que las poblaciones de *B. tabaci* declinan marcadamente al inicio de la estación lluviosa, lo cual quizás obedece a un efecto mixto de la lluvia, al desalojar los adultos de las plantas (Hilje 1995) y aumentar la humedad relativa, que es perjudicial para las formas inmaduras jóvenes (Gerling *et al.* 1986). Esta idea originó el interés

en estudiar el efecto del riego aéreo sobre las poblaciones de *B. tabaci*. En California, tanto en melón como en algodón, se documentó que en parcelas tratadas diariamente con riego aéreo, los números de huevos y ninfas del insecto fueron menores, en comparación con la irrigación por surcos y con tratamientos químicos (Castle *et al.* 1996, Castle 1998).

## Síntesis

El análisis de las experiencias citadas refuerza la idea de que algunas prácticas agrícolas pueden ser una valiosa herramienta para el manejo de *B. tabaci* como vector de geminivirus.

El éxito del establecimiento de fechas de siembra y vedas, así como la destrucción de rastrojos en países como la República Dominicana, demuestra su viabilidad, a pesar de que han requerido un respaldo jurídico e, incluso, acciones coercitivas para su implementación. Actualmente, países como Brasil y Panamá están desarrollando experiencias análogas, pero priorizando las acciones persuasivas, en vez de las punitivas.

Aparte de dichas prácticas, la que ha ganado mayor y rápida aceptación en los cultivos en que es viable agrónomicamente, es la utilización de plántulas con "adobe", producidas ya sea en invernaderos comerciales o en pequeños túneles en la propia finca del agricultor. Esto obedece a su eficacia en la producción de plántulas sin geminivirus y de buena calidad agrónómica, a su bajo costo comparativo, y a que se adapta tanto a esquemas de producción de pequeña como de gran escala.

De las demás prácticas, algunas han demostrado

su eficacia para ciertos cultivos y escalas de producción (p.ej. coberturas al suelo, cubiertas flotantes y barreras vivas), mientras que otras aún ameritan mayores esfuerzos de investigación o validación, ya sea en cuanto a su pertinencia (p.ej. eliminación de malezas), su funcionalidad o costos (p.ej. altas densidades de siembra, fertilización, cultivos trampa y riego aéreo). Al respecto, conviene remarcar la necesidad de documentar de manera adecuada los aspectos relativos a los costos económicos de estas modificaciones en los sistemas productivos, lo cual ha sido poco atendido.

En síntesis, lo procedente y más urgente en la actualidad es la validación amplia (tanto agronómica como económica) de dichas prácticas en fincas de agricultores, ya sea en forma individual o junto con otras tácticas (incluyendo el uso racional de insecticidas), dentro de esquemas de MIP. Estas parcelas demostrativas permitirían exhibir resultados concretos y recibir sugerencias para mejorar las prácticas, y acelerar así la transferencia de tecnologías de MIP enmarcadas en los principios de convivencia con las plagas, prevención y sostenibilidad, lo cual parece ser viable en el caso de *B. tabaci* como vector de geminivirus (Hilje 2000).

## Literatura citada

- Acuña, W. 1993. Efecto de la infección de un geminivirus sobre el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*) a diferentes estadios de desarrollo de la planta. Tesis Lic. Agr. Universidad de Costa Rica. Sede del Atlántico. Turrialba, Costa Rica. 73 p.
- Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of Tomato Yellow Leaf Curl in Jordan. *Plant Disease* 66(7):561-563.
- Alvarez, P; Abud-Antún, A. 1995. Reporte de República Dominicana. In Taller Latinoamericano sobre Moscas Bancas y Geminivirus (4, 1994). Memoria. Caballero, R.; Pitty, A. Eds. Ceiba (Honduras) 36(1):39-47.
- Amador, R; Hilje, L. 1993. Efecto de coberturas vivas e inertes sobre la atracción de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), al cultivo de tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:14-21.
- Andrews, KL; Howell JR, HN. 1989. Utilización de controles culturales. In *Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro*. Andrews, K.L.; Quezada, J.R. Eds. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. p. 243-253.
- Anzola, D; Lastra, R. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical* 25(5):473-482.
- Arias, R; Hilje, L. 1993. Uso del frijol como cultivo trampa y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 27:27-35.
- Avila, J; Pozo, O. 1991. Manejo del vector: una estrategia para el control de virosis en el cultivo de chile. Folleto Técnico No.6. SARH. Tampico, México. 20 p.
- Avilla, C; Collar, JL; Duque, M; Pérez, P; Fereres, A. 1997. Impact of floating rowcovers on bell pepper yield and virus incidence. *HortScience* 32(5):882-883.
- Baker, JR. 1998. Insect screens and row crop covers for insect exclusion. In *International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases* (2, 1998, San Juan, Puerto Rico). Program and Abstracts. Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-96. (Resumen).
- Berlinger, MJ; Lebiush-Mordechi, S. 1996. Physical methods for the control of *Bemisia*. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Gerling D.; Mayer, R.T. Eds. United Kingdom, Intercept, p. 617-634.
- Blanco, J; Hilje, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 35:1-10.
- Castle, SJ. 1998. Suppression of whitefly infestations with sprinkler irrigation. In *International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases* (2, 1998, San Juan, Puerto Rico). Program and Abstracts. Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-99. (Resumen).
- Castle, SJ; Henneberry, TJ; Toscano, NC. 1996. Suppression of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) infestations in cantaloupe and cotton with sprinkler irrigation. *Crop Protection* 15(7):657-663.
- Cock, MJW. (ed.). 1986a. *Bemisia tabaci*- A literature survey. Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. 121 p.



- Cock, MJW. 1986b. Other control methods. In *Bemisia tabaci*- A literature survey. M.J.W. Cock Ed. Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. p. 59-61.
- Cohen, S. 1982. Control of whitefly vectors of viruses by color mulches. In Pathogens, vectors, and plant diseases: Approaches to control. K.F. Harris y K. Maramorosch (eds.). New York, Academic Press. p. 45-56.
- Cohen, S; Berlinger, MJ. 1986. Transmission and cultural control of whitefly-borne viruses. *Agric. Ecosys. Environ.* 17:89-97.
- Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas y V Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus (6, 1996, Acapulco, México). Memoria. 234 p.
- Costa, HS; Johnson, MW; Ullman, DE. 1994. Row covers effect on sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) densities, incidence of silverleaf, and crop yield in zucchini. *Jour. Econ. Entomol.* 87(6):1616-1621.
- Csizinszky, AA; Schuster, DJ; Kring, JB. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5):778-784.
- Cubillo, D; Chacón, A; Hilje, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 34:23-27.
- Cubillo, D; Sanabria, G; Hilje, L. 1999a. Evaluación de recipientes y mallas para el manejo de *Bemisia tabaci* mediante semilleros cubiertos, en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 51:29-35.
- Cubillo, D; Sanabria, G; Hilje, L. 1999b. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 51:10-20.
- Franke, G; Van Balen, L; Debrot, E. 1983. Efecto de la época de infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (Venezuela)* 6(2):741-743.
- Gerling, D. (ed.). 1990. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. New Castle, UK, Athenaeum Press. 348 p.
- Gerling, D; Horowitz, AR. 1984. Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77(6):753-759.
- Gerling, D; Mayer, RT. Eds. 1996. *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management.* United Kingdom. Intercept. 702 p.
- Gerling, D; Horowitz, AR; Baumgaertner, J. 1986. Autecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17:5-19.
- Granados, G; Hilje, L. 1997. Informe de Costa Rica. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (6, 1997, Santo Domingo, República Dominicana). Memoria. p. 3-4.
- Gravena, S; Churata Masca, MG; Arai, J; Raga, A. 1984. Manejo integrado da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinando visando reduçao de virose do mosaico dourado. *An. Soc. Entomolog. Brasil* 13(1):35-41.
- Greathead, AH. 1986. Host plants. In *Bemisia tabaci*- A literature survey. M.J.W. Cock. Ed. Silwood Park. UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. p. 17-26.
- Henneberry, TJ; Toscano, NC; Perring, TM; Faust, RM. Eds. 1997. Silverleaf Whitefly. 1997 Supplement to the Five-Year National Research and Action Plan: Progress Review, Technology Transfer, and New Research and Action Plan (1997-2001). 5th Annual Review. San Diego, California. U.S. Department of Agriculture. 272 p.
- Henneberry, TJ; Toscano, NC; Perring, TM; Faust, RM. Eds. 1998. Silverleaf Whitefly. National Research, Action, and Technology Transfer Plan, 1997-2001. 1st Annual Review of the Second Five-Year Plan. Charleston, South Carolina. U.S. Department of Agriculture. 187 p.
- Herzog, DC; Funderburk, JE. 1986. Ecological basis for habitat management and pest cultural control. In *Ecological theory and integrated pest management practice.* Kogan, M. Ed. New York, John Wiley. p. 217-250.
- Hilje, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:51-57.
- Hilje, L. 1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 35:46-54.
- Hilje, L. 1998. Living ground covers for managing whiteflies as vectors of geminiviruses. In *International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases (2, 1998, San Juan, Puerto Rico).* Program and Abstracts. Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-94. (Resumen).
- Hilje, L. 2000. Avances hacia el manejo sostenible del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en tomate, en Costa Rica. In *Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Vol. III.* García, J.E.; Fuentes, G. Eds. San José, Costa Rica, EUNED. (En prensa).
- Hilje, L; Cubillo, D. 1996. Prácticas agrícolas. In *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus.* L. Hilje (Ed.). Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No. 37. CATIE. p. 51-59.
- International Workshop on *Bemisia* and Geminiviral Diseases (2, 1998, San Juan, Puerto Rico). Mayer, RT; Maxwell, DP Eds. Program and Abstracts.
- Jovel, J; Ramírez, P; Valverde, B; Hilje, L. 1998. Determinación de fuentes de inóculo del moteado amarillo del tomate (ToYMoV) en Guayabo, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 54:20-26.
- Lastra, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales In *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.* L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. CATIE. p. 16-19.
- Mata, M de; Dardón, DE; Salguero, VE. Eds. 1994. *Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis.* Memorias III Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. Antigua Guatemala, Guatemala. 280 p.
- Natwick, ET; Durazo III, A. 1985. Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. *California Agriculture* 39(7-8):21-22.
- Natwick, ET; Laemmlen, FF. 1998. Protection from *Bemisia* sp.-transmitted virus diseases and whitefly infestation in cucurbit crops using row covers. In *International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases. Program and Abstracts (2, 1998, San Juan Puerto Rico).* Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-98. (Resumen).
- Ohnesorge, B; Gerling, D. Eds. 1986. *Bemisia tabaci*- Ecology and control. Special issue. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17:1-152.
- Oñoro, PR. 1996. Diseño y análisis estadístico. In *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus.*

- L. Hilje (Ed.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza No. 37. p. 112-126.
- Palti, J. 1981. Cultural practices and infectious crop diseases. Berlin, Springer-Verlag. 243 p.
- Pantoja, A; Bastidas, H; Cabrera, I; Torres, C; Stansly, PA. 1998. Effect of plant associations on management of the whitefly in commercial tomatoes in Puerto Rico. *In International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases (2, 1998, San Juan, Puerto Rico). Program and Abstracts.* Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-100. (Resumen).
- Peralta, L; Hilje, L. 1993. Un intento de control de *Bemisia tabaci* con insecticidas sistémicos incorporados a la vaina como cultivo trampa, más aplicaciones de aceite en el tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 30:21-23.
- Perring, TM. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. *In Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management.* Gerling, D.; Mayer, R.T. Eds. Intercept, United Kingdom. p. 1-16.
- Perring, TM.; Royalty, RN; Farrar, CA. 1989. Floating row covers for the exclusion of virus vectors and the effect of disease incidence and yield of cantaloupe. *Jour. Econ. Entomol.* 82(6):1709-1715.
- Polston, JE; Chellemi, DO; Schuster, DJ; McGovern, RJ; Stansly, PA. 1996. Spatial and temporal dynamics of tomato geminivirus and *Bemisia tabaci* (Genn.) in Florida tomato fields. *Plant Disease* 80(9):1022-1028.
- Rivas, GG; Lastra, R; Hilje, L. 1994. Retardo de la virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate, mediante semilleros cubiertos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 31:12-16.
- Rivas, G; Ramírez, P; Cubillo, D; Hilje, L. 1995. Detección de virus en plantas silvestres asociadas con el tomate y chile dulce en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 38:37-39.
- Sachs, Y. 1998. Role of cultural control in integrated management of whitefly on tomato in Israel. *In International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases (2, 1998, San Juan, Puerto Rico). Program and Abstracts.* Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-101. (Resumen).
- Salguero, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. *In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe.* L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 20-26.
- Schuster, DJ; Csizinszky, AA; Polston, JE. 1998. Colored mulches for managing whiteflies and hitefly vectored geminivirus in staked tomatoes. *In International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases (2, 1998, San Juan, Puerto Rico). Program and Abstracts.* Mayer, R. T.; Maxwell, D.P. Eds. p. L-97. (Resumen).
- Schuster, DJ; Stansly, PA; Polston, JE. 1996. Expressions of plant damage of *Bemisia*. *In Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage control and management.* D. Gerling & R.T. Mayer (Eds.). Hants, UK, Andover. p. 153-165.
- Sponagel, KW; Fúnez, MR. 1994. Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario mosca blanca/virus gemini en la producción de tomate. *Manual de recomendaciones.* Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 46 p.
- Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (2, 1993, Managua, Nicaragua). Memoria. 95 p.
- Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus (4, 1995, Honduras). Caballero, R.; Pitty, A. Eds. Memoria. Ceiba (Honduras) 36(1):1-168.
- Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus (6, 1996, Santo Domingo, República Dominicana). Memoria. 40 p.



# Comparación de tipos de trampas y atrayentes para la captura de hembras de *Ceratitis capitata*

Luis A. Vásquez\*

**RESUMEN.** Durante ocho semanas se evaluaron siete sistemas de trapeo, combinación selectiva de cuatro tipos de trampas (Jackson, OBDT, Tephri y MacPhail) y tres tipos de atrayentes sintéticos (atrayente seco alimenticio, Trimedlure y atrayente alimenticio líquido) con y sin agua, para evaluar su eficacia en la captura de hembras de *Ceratitis capitata* Wiedemann en plantaciones de café (*Coffea arabica*) y naranja ortanique (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*), en dos localidades de Honduras. La presencia de agua en las trampas no tuvo ningún efecto sobre la eficacia o la selectividad de los sistemas de trapeo. Todas las trampas con la combinación de tres atrayentes sintéticos fueron más eficaces que las trampas con proteína líquida. Sin embargo, la eficacia de las trampas varió con la densidad poblacional de *C. capitata*, debido posiblemente a su diseño. Los sistemas de trapeo MacPhail, OBDT y Tephri, todas con el atrayente alimenticio sintético, fueron dos veces más eficaces que las trampas Jackson con Trimedlure como atrayente para detectar la presencia de *C. capitata* a bajas densidades. Todos los sistemas de trapeo con atrayentes alimenticios fueron igualmente selectivos para hembras de *C. capitata*, capturando en promedio cinco veces más hembras que machos.

**Palabras claves:** *Ceratitis capitata*, Trampas, Atrayentes alimenticios.

**ABSTRACT.** Comparison of types of traps and attractants for the capture of *Ceratitis capitata* females. During 8 weeks seven different trapping systems, a selective combination of four types of traps (Jackson, OBDT, Tephri and MacPhail) and three synthetic attractants (dry feeding attractants, Trimedlure and liquid feeding attractants) with or without water were compared for their efficacy in capturing female *C. capitata* Wiedemann in coffee (*Coffea arabica*) and ortanique orange (*Citrus reticulata* x *Citrus sinensis*) plantations in two different localities of Honduras. The presence of water in the traps had no effect on the efficacy or the selectivity of the trapping systems. All the traps with the combination of three synthetic lures were more effective than the liquid protein traps in capturing *C. capitata* females. However, the efficacy of the traps varied with the population density of *C. capitata*, possibly due to the design of the traps. The MacPhail, OBDT and Tephri trapping systems, all with the synthetic food lure, were twice as effective as the Trimedlure-baited Jackson traps in detecting the presence of *C. capitata* at low population densities. All the trapping systems with food lures were equally selective for *C. capitata* females, capturing on average five times as many females as males.

**Key words:** *Ceratitis capitata*, Traps, Synthetic lures.

## Introducción

La mosca del Mediterráneo o mosca Med, *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) es una de las moscas de la fruta más dañinas del mundo. Su importancia se deriva del daño que causan sus larvas al barrenar una gran diversidad de frutas y vegetales y del costo económico y ambiental que produce su control. Sin embargo, el daño más importante, quizás, lo provoca su sola presencia porque cuando se identifica

en un país, su producción frutícola es sometida a estrictas medidas cuarentenarias, limitando severamente sus exportaciones.

Se cree que *C. capitata* es nativa de Africa, de donde se extendió al Mediterráneo y luego al continente Americano (Back y Pemberton 1915). Actualmente, es una de las especies de mosca de la fruta más ampliamente distribuida en el mundo (White y Elso-Harris 1992). A pesar de que se ha reportado que esta especie tiene más de 350 especies de plantas hospedantes se presume que fueron los cítricos su principal vehículo de diseminación hacia América (Liquido et

Recibido: 30/11/98. Aprobado: 09/05/2000

\* Investigador, Departamento de Protección Vegetal, FHIA. Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras. E-mail: dinvest@simon.intertel.hn

al. 1990, Howse y Knapp 1996). En Centroamérica fue reportada por primera vez en Costa Rica en 1955, de donde se diseminó, principalmente, desde las plantaciones de café al resto de Centramérica, llegando a Honduras en 1976 (Rull Gabayet 1995). En la actualidad el principal hospedante de *C. capitata* en Honduras y presuntamente en el resto de Centro América es el café (*Coffea arabica*); sin embargo, también se ha informado atacando naranja agria (*Citrus aurantium*), naranja dulce (*Citrus sinensis*), almendra tropical (*Terminalia catappa*) y naranja ortanique (*Citrus reticulata* x *C. sinensis*) (Sponagel *et al.* 1996).

La estrategia, que a largo plazo, ha resultado más exitosa para el control de *C. capitata* es la erradicación mediante la liberación masiva de moscas estériles o control autocida. El objetivo de este control es lograr que las moscas estériles liberadas compitan y se apareen exitosamente con las moscas normales en el campo, previniendo así su reproducción. Debido a que las moscas hembras tienen un número limitado de apareamientos, la eficacia del control autocida puede ser mejorada mediante el desarrollo de métodos de sexado genético (McInnis *et al.* 1986, 1994) que permiten liberaciones exclusivas de machos estériles. Se cree que el sexado genético puede mejorar sustancialmente el impacto del control autocida, reducir significativamente los costos de producción y minimizar el daño que las moscas hembras estériles pudieran causar a los frutos al tratar de ovipositar en ellos (McInnis *et al.* 1986, 1994). Para monitorear el impacto de las liberaciones autocidas, especialmente, cuando se liberan solo machos estériles, es necesario desarrollar un sistema de trapeo selectivo para moscas hembras, las cuales pueden ser posteriormente evaluadas por su fertilidad.

El color de la trampa y el olor de su atrayente son los factores que más afectan la selectividad sexual de un sistema de trapeo. El color verde, por ejemplo, se cree que es más eficaz para atraer hembras de *C. capitata*, mientras que el amarillo atrae más a los machos de esta especie (Heath 1997, *Comunicación personal*). Esto probablemente sea una adaptación evolutiva de las moscas de la fruta para encontrar sus hospedantes, alimento o lugares de apareo. Las moscas de la fruta también detectan su alimento por medio del olor. Sin embargo, a diferencia de las moscas macho, las hembras tienen un requerimiento extra de proteína en su dieta, la que necesitan para la producción de huevos, lo cual las hace más receptivas al olor de atrayentes alimenticios con alto contenido de proteína. Esto ha convertido a los atrayentes con proteína líquida (por ejemplo

NuLure® + borax) en el método estándar para la captura selectiva de hembras de *C. capitata*.

Se ha observado que los atrayentes líquidos presentan algunos problemas en cuanto a su eficacia, duración y selectividad; además, de que aceleran la descomposición de las moscas capturadas. Los esfuerzos por mejorar la eficacia de los atrayentes han conducido al desarrollo de un nuevo atrayente alimenticio sintético seco, compuesto de acetato de amonio + putrescine + trimetil-amina. Este nuevo compuesto ha demostrado ser más eficaz y práctico de utilizar en estudios realizados en más de ocho países y probablemente, sea el futuro sustituto de la proteína líquida (Vásquez y Díaz 1998, Epsky *et al.* 1999).

Los atrayentes secos tienen la ventaja de que son más prácticos de utilizar y evitan el riesgo de derrames cuando las trampas son manipuladas. Sin embargo, la presencia de agua en las trampas puede tener un papel determinante en la atracción de *C. capitata*, especialmente en zonas muy secas (Heath *et al.* 1998).

El objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de un sistema de trapeo selectivo para atraer hembras *C. capitata* de uso práctico en programas de erradicación autocida, se evaluó la sensibilidad de los sistemas de trapeo bajo condiciones ecológicas distintas y diferentes densidades poblacionales de la plaga utilizando trampas con atrayentes secos con y sin agua, comparándolas con los métodos estándar que son las trampas tipo MacPhail con proteína hidrolizada y las trampas tipo Jackson con trimedlure como atrayente.

## Materiales y métodos

**Ubicación.** Los experimentos se realizaron en dos localidades ecológicamente distintas de Honduras. El experimento I se realizó en la aldea Las Mercedes, Valle de Comayagua, a una altitud de 680 msnm y con clima semiárido. Se seleccionó una plantación de café con 11 años de establecida, un área de siembra de 23 ha, sin sombra, de topografía plana y una densidad de 6250 plantas/ha (1,6 x 1,0 m). La cosecha se realiza en los meses de setiembre a diciembre.

El experimento II se realizó en aldea La Ceibita, Santa Cruz de Yojoa, a una altitud de 280 msnm y con clima húmedo. Se seleccionó una plantación de naranja ortanique con 14 años de establecida, un área de 10 ha, con topografía de pendientes moderadas. La densidad de siembra es de 303 árboles/ha (6 x 5,5 m). La cosecha se realiza en los meses de enero a marzo.

En ambas localidades la población de *C. capitata* es uniforme durante el año y está directamente rela-



cionada con el ciclo de producción de café, el cual es su hospedante principal.

**Atrayentes.** Se utilizaron los siguientes atrayentes: 1- Acetato de amonio (atrayerente seco alimenticio); 2- Putrescine (atrayerente seco alimenticio); 3- Trimetil-amina (atrayerente seco alimenticio); 4- Trimedlure (Kairomona sexual selectiva para moscas machos) y 5- NuLure 9% + borax 3% + agua 88% (atrayerente alimenticio líquido).

**Tipos de trampa.** Se evaluaron las siguientes trampas: 1- Jackson (**JT**); 2- "Open Bottom Dry Trap" (**OBDT**); 3- "International Pheromone MacPhail" (**MacPhail**) y 4- Tephri (**Tephri**).

**Tratamientos.** El experimento incluyó siete tratamientos, producto de la combinación selectiva de cuatro tipos de trampa y tres tipos de atrayentes. Los tratamientos fueron: **T1.** Jackson con Trimedlure. (**JT seca**). **T2.** OBDT con Acetato de amonio + Putrescine + Trimetil-amina. (**OBDT seca**). **T3.** MacPhail con Acetato de amonio + Putrescine + Trimetil-amina + 300 ml de agua + 2 gotas de surfactante (**MacPhail agua**). **T4.** MacPhail con Acetato de amonio + Putrescine + Trimetil-amina + sin agua + 1 pastilla (2 x 1,5 x 0,4 mm) de DDVP (tóxico) (**MacPhail seca**). **T5.** MacPhail con 300 ml de NuLure 9% + borax 3% + agua 88% (**MacPhail NuLure**). **T6.** Tephri con Acetato de amonio + Putrescine + Trimetil-amina + 300 ml de agua + 2 gotas de surfactante (**Tephri agua**) y **T7.** Tephri con Acetato de amonio + Putrescine + Trimetil-amina + sin agua + 1 pastilla de DDVP (tóxico) (**Tephri seca**).

**Metodología.** Ambos experimentos se establecieron a principios del ciclo productivo del café y 6 meses antes de la cosecha de naranja ortanique, el hospedante utilizado en Yojoa. La naranja ortanique no es el hospedante preferido por *C. capitata* lo que lo hace un cultivo ideal para evaluar la sensibilidad de las trampas en condiciones de baja densidad poblacional del insecto.

Las trampas en Comayagua fueron colocadas los primeros días de setiembre y en Yojoa los últimos días de junio de 1997. En ambas localidades las trampas fueron retiradas cuando *C. capitata* alcanzó la máxima densidad poblacional en la zona (que en ambas localidades coincide con el período de mayor cosecha de café).

En cada localidad se colocaron un total de 35 trampas, distribuyendo 7 trampas en 5 bloques o hileras. Todas las trampas se colocaron a una distancia de 25 a 35 m una de otra y fueron dispuestas en cinco hileras de árboles de café o naranja ortanique, a razón de siete trampas por hilera. Las trampas fueron colo-

cadadas en las plantas a una altura de 2 m en la parte suroeste de la corona del árbol. Los siete tratamientos fueron colocados al azar dentro de cada hilera. Después de cada monitoreo se realizó una rotación secuencial de las trampas dentro de su respectiva hilera. Los atrayentes secos fueron reemplazados, a las cuatro semanas después de haber comenzado el estudio, excepto, el trimedlure que se reemplazó cada dos semanas. El atrayerente líquido fue reemplazado una vez por semana. En la ausencia de agua se utilizó el tóxico DDVP para matar las moscas. En el caso de las trampas Tephri las tabletas de DDVP fueron colocadas en una canasta interior. En el caso de las trampas MacPhail la tableta de DDVP fue colocada en el fondo del compartimiento inferior de la trampa. Los restos de los atrayentes se depositaron en recipientes plásticos, los cuales fueron retirados del área experimental después de cada muestreo.

Los experimentos tuvieron una duración de 8 semanas y se tomaron los datos de captura dos veces por semana. En cada fecha de muestreo se registró el número de *C. capitata* hembras y machos capturadas por trampa, el número y especie de otras moscas de la fruta así como de otros insectos capturados. Durante cada muestreo se completó el volumen de agua de las trampas que lo necesitaban.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el uso de Análisis de Varianza (ANOVA) por medio del programa estadístico de computación Minitab, Versión 11 (Minitab Inc. 1993). La separación de medias se realizó mediante la prueba de Rango Múltiple de Duncan con una confiabilidad del 95%. Contrastes lineales previamente planificados entre combinaciones de las medias de los tratamientos fueron analizados mediante el método Scheffé para comparaciones múltiples con un rango de confiabilidad de 95% (Ott 1988). Los tratamientos con trampas Jackson fueron excluidos del análisis de varianza y separación de medias cuando se analizaba la captura de moscas hembras, porque son altamente selectivos. Para esto se utilizó el logaritmo base 10 de la variable en estudio  $+1, \log_{10} [X + 1]$  para los datos de Comayagua y la raíz cuadrada de los datos  $\text{SQRT}(X)$  para los datos de Yojoa. Para el estudio de selectividad por medio de la proporción de captura de hembras, se calculó la captura total de cada trampa en todo el período y luego fue convertida a porcentaje de captura de hembras por trampa ( $\text{No. hembras} / \text{No. machos} + \text{No. hembras}$ ). Para cumplir con los requisitos de igualdad de la Varianza del error entre los tratamientos, las trampas que no

capturaron moscas hembras durante todo el período experimental fueron removidas del análisis.

## Resultados y Discusión

**Hembras de *C. capitata* capturadas.** Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos cuando fueron comparados por el número de hembras capturadas en Yojoa ( $F= 10,22$ ;  $df = 5479$  ;  $P < 0,0001$ ) y en Comayagua ( $F= 81,88$ ;  $df = 5479$  ;  $P < 0,0001$ ). En Comayagua los tratamientos más eficaces en la atracción de hembras de *C. capitata* fueron OBDT seca, MacPhail seca y MacPhail agua mientras que Mac Phail con NuLure fue la menos eficiente con una captura de 20 hembras diarias (Cuadro 1).

En Yojoa los resultados fueron diferentes, Tephri agua, Tephri seca y MacPhail seca fueron los tratamientos más eficaces. La trampa MacPhail con NuLure no capturó ninguna hembra de *C. capitata* en esta localidad.

En promedio se capturaron en todas las trampas 304 veces más hembras de *C. capitata* en Comayagua que en Yojoa. En Comayagua todas las trampas con el atrayente sintético seco (acetato de amonio + putrescine + Trimetil-amina) capturaron 3 a 10 veces más hembras de esta especie que el tratamiento estándar con proteína hidrolizada (Cuadro 1). Los resultados muestran la superioridad del atrayente alimenticio sintético sobre el método estándar de trapeo con proteína líquida, especialmente en condiciones de baja densidad poblacional. Los resultados de este estudio son consistentes con los resultados obtenidos en estudios conducidos en las mismas localidades en 1996 (Vásquez y Díaz 1998).

Considerando que todos los tratamientos que ostentaron los primeros tres lugares tenían el mismo tipo de atrayente, la diferencia en captura de hembras de *C. capitata* entre los tratamientos y las localidades

es probablemente atribuible a diferencias en el tipo de trampa utilizada, a la presencia de agua en las trampas o a la densidad poblacional de la plaga. Los contrastes planeados para los tratamientos con o sin agua demostraron que la adición de agua a las trampas Mac Phail o Tephri no afectó la eficiencia en la captura de hembras de *C. capitata* en ambas localidades. Probablemente, la adición de agua a las trampas sea significativa en zonas de extrema sequía. Durante el período experimental en Comayagua se registró una humedad relativa (HR) promedio de 52% y una precipitación pluvial (ppt) diaria de  $1 \pm 4$  mm (rango de 0 a 20 mm/día); en Yojoa 77% HR y  $27 \pm 5$  mm de ppt diaria (rango de 0 a 130 mm/día)(Contraste 1, Cuadro 2).

El tipo de trampa si tuvo un efecto significativo en la captura de hembras de *C. capitata* en Comayagua. Las trampas MacPhail capturaron en promedio 2,5 veces más hembras de *C. capitata* (159 hembras/trampa/día) que las trampas Tephri (64 hembras/trampa/día) (Contraste 2, Cuadro 2). Sin embargo, esta diferencia en captura entre los dos tipos de trampas no fue significativa en Yojoa (Contraste 2, Cuadro 2). Esto indica que las trampas MacPhail son más eficaces que las trampas Tephri para capturar grandes volúmenes de moscas, debido a que son más grandes y tienen menos aberturas por donde se puedan escapar. En el trapeo masivo de *C. capitata* las trampas MacPhail fueron más eficaces que las trampas Tephri.

Las trampas OBDT secas no mostraron diferencias significativas en la captura de hembras de *C. capitata* cuando fueron comparadas con el promedio de captura producido por las trampas MacPhail + Tephri secas (Contraste 3, Cuadro 2).

De todas las trampas evaluadas solo la OBDT no se puede utilizar con atrayentes líquidos, lo cual podría considerarse una desventaja; sin embargo, bajo

**Cuadro 1.** Promedio ( $\pm$  DE) de captura diaria de hembras de *C. capitata* por tratamiento. Las Mercedes, Valle de Comayagua y La Ceibita, Santa Cruz de Yojoa; 1997

Tratamiento	Las Mercedes, Comayagua		Tratamiento	La Ceibita, Yojoa	
	Captura diaria <sup>1</sup>	Relativo <sup>2</sup>		Captura diaria <sup>1</sup>	Relativo <sup>2</sup>
OBDT seca	201 $\pm$ 77	a	Tephri agua	0,65 $\pm$ 0,97	a
MacPhail seca	168 $\pm$ 126	ab	Tephri seca	0,53 $\pm$ 0,98	ab
MacPhail agua	149 $\pm$ 129	b	MacPhail seca	0,53 $\pm$ 0,96	ab
Tephri agua	65 $\pm$ 35	c	OBDT seca	0,37 $\pm$ 0,77	b
Tephri seca	63 $\pm$ 40	c	MacPhail agua	0,11 $\pm$ 0,37	c
MacPhail NuLure	20 $\pm$ 16	d	MacPhail NuLure	0,00 $\pm$ 0,00	c

(n=80)

<sup>1</sup> Tratamientos con las mismas letras no son estadísticamente diferentes (ANOVA, Prueba de Rango Múltiple de Duncan sobre datos transformados  $\text{Log}_{10} [X + 0,1]$  y  $\text{SQR}(X)$ ,  $\alpha = 0,05$ ,  $df = 5479$  para Comayagua y Yojoa respectivamente).

<sup>2</sup> Relativo en base al tratamiento estándar de captura de *C. capitata* (MacPhail NuLure).



**Cuadro 2.** Contrastes lineales planeados entre los promedios de captura diaria de hembras de *C. capitata* por tratamiento. Las Mercedes, Valle de Comayagua y La Ceibita, Santa Cruz de Yojoa; 1997.

Contraste/Tratamiento		Localidad	Promedio del contraste	Cuadrado Medio del Contraste <sup>1</sup>
1	MacPhail agua + Tephri agua comparadas con	Comayagua	107 ± 56 V.S.	0,03 NS
	MacPhail seca + Tephri seca	Yojoa	116 ± 83 0,76 ± 0,67 V.S.	
2	MacPhail seca + MacPhail agua comparadas con	Comayagua	159 ± 128 V.S.	0,79 S
	Tephri seca + Tephri agua	Yojoa	64 ± 38 0,32 ± 0,66 V.S.	
3	MacPhail seca + Tephri seca comparada con	Comayagua	116 ± 83 V.S.	0,36 NS
	OBDT seca	Yojoa	201 ± 77 0,53 ± 0,97 V.S.	
			0,37 ± 0,77	0,40 NS

<sup>1</sup> Método Sheffe's S sobre datos transformados  $\text{Log}_{10} [X + 0,1]$  y  $\text{SQRT}(X)$  para Comayagua y Yojoa respectivamente. NS= No hay diferencias significativas cuando las medias de los tratamientos son comparadas con el cuadrado medio del error de 0,39 para Yojoa y 0,37 para Comayagua). S= hay diferencias significativas  $F(0,05; 6549)$ .

las condiciones ambientales de este estudio esto no fue así. Esta información es importante debido a que las trampas OBDT son mucho más fáciles de manejar y su costo es 2 a 3 veces menor que el de las trampas MacPhail o Tephri. Además, al momento de seleccionar el tipo de trampa y el atrayente a utilizar es necesario considerar algunas desventajas de las trampas húmedas que incluyen la necesidad de acarrear agua en cada muestreo, el agua dentro de las trampas atrae con mayor frecuencia a otros insectos no deseados y acelera el proceso de descomposición de las moscas capturadas. Esto último es especialmente contraproducente cuando se hacen evaluaciones de fertilidad en programas de control autocida.

**Captura de adultos de ambos sexos de *C. capitata*.** Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos cuando fueron comparados por el número de adultos de ambos sexos de *C. capitata* capturadas en Yojoa ( $F= 12,71= 6549$  ;  $P < 0,0001$ ) y en Comayagua ( $F= 70,03$ ;  $df = 6549$ ;  $P < 0,0001$ ). En Comayagua el tratamiento más eficaz fue OBDT seca con una captura de 235 moscas diarias. El tratamiento MacPhail con NuLure fue el menos eficaz con una captura promedio de 24 moscas diarias (Cuadro 3). En esta localidad OBDT seca y MacPhail fueron más eficaces que Tephri en el trapeo masivo de *C. capitata*. Tanto OBDT seca como MacPhail con y sin agua capturaron además 0,6 a 1,2 veces más *C. capitata* que las trampas

**Cuadro 3.** Promedio de captura diaria de *C. capitata* de ambos sexos por tratamiento. Las Mercedes, Valle de Comayagua y La Ceibita, Santa Cruz de Yojoa. 1997.

Tratamiento	Las Mercedes, Comayagua		Tratamiento	La Ceibita, Yojoa	
	Captura diaria <sup>1</sup>	Relativo <sup>2</sup>		Captura diaria <sup>1</sup>	Relativo <sup>2</sup>
OBDT seca	235 ± 126	a 1,2	Tephri agua	0,88 ± 1,15	a 2,1
MacPhail seca	198 ± 200	b 0,9	MacPhail seca	0,65 ± 1,00	ab 1,3
MacPhail agua	173 ± 189	b 0,6	Tephri seca	0,63 ± 1,09	b 1,3
Jackson seca	106 ± 87	c 0,0	OBDT seca	0,46 ± 0,83	bc 0,6
Tephri agua	79 ± 56	d -0,3	Jackson seca	0,28 ± 0,72	c 0,0
Tephri seca	75 ± 64	d -0,3	MacPhail agua	0,14 ± 0,42	d -0,5
MacPhail NuLure	24 ± 26	e -0,8	MacPhail NuLure	0,00 ± 0,00	d -1,0

<sup>1</sup> Tratamientos con las mismas letras no son estadísticamente diferentes (ANOVA, Prueba de Rango Múltiple de Duncan sobre datos transformados  $\text{Log}_{10} [X + 0,1]$ , y  $\text{SQR}(X)$ ,  $\alpha= 0,05$ ,  $df = 6549$  para Comayagua y Yojoa respectivamente).

<sup>2</sup> Relativo en base al tratamiento con las trampas Jackson que son el método estándar de detección de *C. capitata*.

**Cuadro 4.** Contrastes lineales planeados entre los promedios de captura diaria de *C. capitata* de ambos sexos. Las Mercedes, Valle de Comayagua y La Ceibita, Santa Cruz de Yojoa. 1997.

Contraste/ Tratamiento	Localidad	Promedio del contraste	Cuadrado Medio del Contraste <sup>1</sup>
Tratamientos con el atrayente alimenticio sintético V.S.	Comayagua	152 ± 127	0,44 S
		V.S.	
Trampa Jackson con trimedlure	Yojoa	0,55 ± 0,90	0,83 S
		V.S.	
		0,28 ± 0,72	

<sup>1</sup> Método Sheffe's S sobre datos transformados  $\text{Log}_{10}[X + 0,1]$  y  $\text{SQRT}(X)$  para Comayagua y Yojoa respectivamente. NS, No hay diferencias significativas cuando son las medias de los tratamientos son comparadas con el cuadrado medio del error de 0,21 para Yojoa y 0,37 para Comayagua). S, hay diferencias significativas  $F(0,05; 6549)$ .

Jackson, demostrando su potencial para el trapeo masivo de moscas.

Los resultados obtenidos en Yojoa fueron diferentes a los de Comayagua. En Yojoa los tratamientos más eficaces fueron Tephri con agua y MacPhail seca con una captura diaria de *C. capitata* de 0,88 y 0,65, respectivamente (Cuadro 3). En esta localidad, Mac Phail con NuLure no capturó ningún espécimen de *C. capitata* durante todo el experimento. La sensibilidad del atrayente alimenticio sintético fue evidenciado con las trampas Tephri, MacPhail y OBDT las cuales capturaron de 0,6 a 2,1 más especímenes de *C. capitata* que la trampa Jackson seca.

La detección temprana de la presencia de *C. capitata* es de gran importancia tanto para programas de cuarentena como para la detección de poblaciones tempranas en plantaciones frutícolas. La trampa Jackson con trimedlure como atrayente es considerada el sistema de trapeo más sensible del mercado y actualmente es el método estándar utilizado en programas

**Cuadro 5.** Selectividad de captura de *C. capitata* por tratamiento. Las Mercedes, Valle de Comayagua y La Ceibita, Santa Cruz de Yojoa. 1997.

Tratamiento	Comayagua		Tratamiento	Yojoa	
	% <sup>1</sup>	hembras: machos		% <sup>1</sup>	hembras: machos
MacPhail agua	86	6,3 : 1	Tephri seca	88	5,0 : 1
OBDT seca	86	6,0 : 1	MacPhail seca	83	4,3 : 1
MacPhail seca	85	6,0 : 1	OBDT seca	83	4,2 : 1
Tephri seca	83	5,1 : 1	MacPhail agua	79	3,0 : 1
Tephri agua	83	5,0 : 1	Tephri agua	74	2,9 : 1
MacPhail NuLure	82	4,7 : 1	MacPhail NuLure	00	0,0 : 0

<sup>1</sup> Porcentaje de hembras capturadas por tratamiento

de detección de *C. capitata*. Sin embargo, en este estudio el atrayente alimenticio sintético seco fue, en cualquiera de las trampas juntas 1,4 veces más eficaz que las trampas Jackson + trimedlure en la captura de *C. capitata* en Comayagua y 2 veces más eficaz en Yojoa (Cuadro 4). Esto indica que el atrayente alimenticio sintético no solo es más eficaz para la captura de *C. capitata* hembras sino que también es más eficaz para la detección temprana de *C. capitata* de cualquier sexo. Es necesario realizar más investigación para determinar la rentabilidad de utilizar cualquiera de los dos atrayentes.

**Selectividad de los sistemas de trapeo.** La selectividad en captura de hembras de *C. capitata* varió de 2,9 a 6,3 hembras por cada macho capturado y el orden de selectividad fue distinto entre las localidades (Cuadro 5). Sin embargo, para ninguna de estas proporciones se determinó diferencia significativa entre los tratamientos ( $\alpha = 0,05$ ). Es decir, unos tratamientos capturan más hembras de *C. capitata* que otros, pero la proporción sexual de captura fue la misma. Esta información coincide con los datos obtenidos en años anteriores con los mismos atrayentes (Vásquez y Díaz 1998).

**Otras especies de moscas de la fruta capturadas.** En la localidad de Yojoa se capturaron un total de 227 moscas del género *Anastrepha* spp., 66% del total de estas moscas capturadas fueron *A. obliqua*, 33% *A. ludens* y 1% *A. striata*. Los tratamientos con trampas MacPhail capturaron el 87% de todas las moscas de otras especies capturadas. Las trampas MacPhail seca y con agua capturaron 4,7 veces más otras especies de moscas de la fruta que las trampas Tephri y OBDT seca, a pesar de que todas tenían el mismo atrayente alimenticio sintético. Posiblemente, las trampas MacPhail sean más atractivas o más eficaces que las trampas Tephri o OBDT seca para la captura de otras moscas de la fruta. Es necesario realizar más estudios para confirmar esta observación. En la localidad de Comayagua no se capturaron otras especies de moscas de la fruta



**Otras Familias de insectos capturados.** Las moscas comunes (Diptera: Muscidae), hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y saltamontes (Orthoptera: Acrididae) fueron capturados esporádicamente en cantidades significativas en las trampas colocadas en Comayagua. Los tratamientos con los cuales se capturaron más insectos de otras familias fueron las trampas MacPhail agua, MacPhail NuLure y Tephri agua. En Yojoa no se recolectaron cantidades significativas de insectos de otras familias.

## Conclusiones

El atrayente alimenticio sintético seco a base de Acetato de amonio + Putrescine + Trimetil-amina es más eficaz para capturar *C. capitata* que los atrayentes líquidos a base de proteína hidrolizada y más sensibles que los atrayentes secos a base de Trimedlure para detectar la presencia de *C. capitata*.

Bajo las condiciones ambientales descritas en este estudio la presencia de agua en las trampas no tiene ninguna influencia sobre la captura de *C. capitata*. Sin embargo, el tipo de trampa si tuvo influencia sobre la eficacia de captura y esta varió de acuerdo a la densidad poblacional de las moscas capturadas.

## Recomendaciones

Los estudios demuestran que es posible realizar muestreos selectivos de *C. capitata* hembras utilizando el atrayente alimenticio sintético de tres componentes. Es necesario realizar estudios que permitan estimar si es rentable económicamente o no el utilizar este tipo de atrayente en programas de erradicación, especialmente si estos programas incluyen un componente de liberaciones exclusivas de machos estériles.

## Agradecimientos

Este estudio fue financiado parcialmente por la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA). El autor agradece a Javier Díaz, Arnold Cribas y Wilfredo Martínez por su colaboración en la realización de este experimento.

## Literatura citada

Back, EA; Pemberton, CE. 1915. Life history of the Mediterranean fruit fly from the standpoint of parasite introduction. *J. Arg. Res.* 3 (5): 363-378.  
 Beroza, M; Green, N; Gertler, SI. 1961. New attractants for the mediterranean fruit fly. *J. Agric. Chem.* 9: 361-365.  
 Epsky, ND; Heath, RR. 1996. Development of a dry trap with synthetic food-based attractants for female medfly attractant systems.

Epsky, ND; Hendrichs, J; Katsoyannos, BI; Vásquez, LA; Ros, JP; Zümreoglu, A; Pereira, R; Bakri, A; Seewooruthun, SI; Heath, RR. 1999. Field evaluation of female-targeted trapping systems for *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in seven countries. *J. Econ. Entomol.* 92(1): 156-164.  
 Fernández, PL. 1995. Bases teóricas y conceptos sobre trapeo y atrayentes. *In* Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta. (9, 1995, Chiapas, México). p. 155-162.  
 Gertler, SI; Steriner, LF; Mitchell, WC; Barthel, WF. 1958. Esters of 6-Methyl-3-cyclohexene-1-carboxylic acid as attractants for the mediterranean fruit fly. *J. Agric. Food. Chem.* 6: 592-594.  
 Howse, PE; Knapp, JJ. 1996. Pheromones of mediterranean fruit fly: presumed mode of action and implications for improved trapping techniques. *In* McPheron, BA; Steck, GJ. Ed. *Fruit fly pests.* Florida, USA, St. Lucie Press. p. 91-99  
 Jang, EB; Light, DM. 1996. Olfactory Semiochemicals of Tephritids. *In* McPheron, BA; Steck, G. J. Ed. *Fruit fly pests.* Florida, USA, St. Lucie Press. p. 73-90  
 Liquido, NJ; Cunningham, RT; Nakagawa, S. 1990. Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 survey). *J. Econ. Entomol.* 83: 1863-1878.  
 McInnis, DO; Wong, TTY; Tam, SYT. 1986. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): suppression efficiencies of unisexual and bisexual sterilized release population in field cages. *Ann. Entomol. Soc. America.* 79: 931-937.  
 McInnis, DO; Wong, TTY; Tam, SYT. 1994. Population suppression and sterility rates induced by variable sex ratio, sterile insect releases of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Ann. Entomol. Soc. America* 87: 231-240.  
 McPhail, M. 1939. Protein lures for fruitflies. *J. Econ. Entomol.* 32: 758-761.  
 Metcalf, RL; Metcalf, ER. Ed. 1992. *Plant kairomonas in insect ecology and control.* New York, Chapman and Hall. 168 p.  
 MINITAB. 1993. *Release 9 handbook.* State College, Pa, Minitab Inc.  
 Ott, L. 1988. *An introduction to statistical methods and data analysis.* PWS-Kent Publishing Co. 835 p.  
 Rull Gabayet, JA. 1995. Programa Moscamed en Centroamérica. Tapachula, México, DGSV-SAGAR/Programa Moscamed. 9 p. (No publicado).  
 Schuneman, MA. 1993. *Manejo Integrado de la mosca de la fruta.* México, Trillas. 251 p.  
 Sponagel, KW; Díaz, FJ; Cribas, A. 1996. Las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) y su importancia en la agricultura de Honduras. La Lima, Honduras, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 75 p.  
 Severin, HP; Severin, HC. 1913. A historical account of the use of kerosene to trap the mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata* Wied) *J. Econ. Entomol.* 6: 347-351.  
 Steiner, LF. 1952. Fruit fly control in Hawaii with poison-bait sprays containing protein hydrolysates. *J. Econ. Entomol.* 45: 838-843.  
 Steiner, LF; Miyashita, DH; Christenson, LD. 1957. Angelica oils as mediterranean fruit fly lures. *J. Econ. Entomol.* 50: 505.  
 White, TTY; Elso-Harris, MM. 1992. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics.* Wallingford, UK, CAB International. 601 p.  
 Vásquez, LA; Díaz, J. 1998. Métodos de captura de hembras de hembras de *Ceratitidis capitata* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 49:42-50.

# Efecto de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas

Yolanda Guevara\*  
Anna Maselli\*  
María del Carmen Sánchez\*

**RESUMEN.** El efecto bactericida de varios extractos vegetales fue evaluado sobre bacterias patógenas de mango (*Mangifera indica*), girasol (*Helianthus annuus*), lechoso o papaya (*Carica papaya*) y banano (*Musa* sp.). La investigación se realizó en el laboratorio de Bacteriología del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. Las pruebas se realizaron con discos de papel de filtro esterilizados y tres tiempos de secado (húmedos, secados por 24 h y secados por 48 h). Posteriormente, se colocaron seis discos, cada uno impregnado con un extracto vegetal diferente, en cajas de Petri donde crecían los cultivos de bacterias puras. Las 17 especies evaluadas pertenecen a las familias: Acanthaceae, Apocynaceae, Boraginaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Sapotaceae y Umbelliferae y a dos familias no determinadas. Los extractos se prepararon de cuatro maneras: material fresco licuado con agua destilada en la proporción 1:3 p/v; infusión de material vegetal fresco en proporción 1:6 p/v; infusión de material vegetal fresco en proporción 1:3 p/v y infusión de material vegetal seco en proporción 1:6 p/v. A las 48 h los mejores efectos bactericidas *in vitro*, para el control del género *Erwinia* se consiguieron con culantro (*Eryngium foetidum*), yuquilla (*Ruellia tuberosa*) y cundeamor (*Momordica charantia*). El extracto de mamón (*Melicocca bijuga*) tuvo efecto bactericida sobre *Pseudomonas* sp. en banano.

**Palabras clave:** Extractos vegetales, *Erwinia*, *Pseudomonas syringae*, *Eryngium foetidum*, *Ruellia tuberosa*, *Melicocca bijuga*, *Momordica charantia*.

**ABSTRACT. Effect of plant extracts for the control on plant pathogenic bacteria.** The bactericidal effect of several plant extracts was evaluated against pathogenic bacteria from mango (*Mangifera indica*), sunflower (*Helianthus annuus*), papaya (*Carica papaya*) and banana (*Musa* sp.). The investigation was performed in the Bacteriological laboratory of the National Agricultural Research Centre of Venezuela. The tests were performed with sterilised filter paper discs and three drying times (moist, dried for 24 hours and dried for 48 hours). Six discs were then placed, each one impregnated with a different plant extract, on Petri dishes where pure bacteria cultures were growing. The 17 species evaluated belong to the families: Acanthaceae, Apocynaceae, Boraginaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Sapotaceae and Umbelliferae and two undetermined families. Extracts were prepared in four ways: fresh material liquidised with distilled water in a 1:3 w/v proportion; infusion of fresh plant material in a 1:6 w/v proportion; infusion of fresh plant material in a 1:3 w/v proportion and infusion of dried plant material in a 1:6 w/v proportion. After 48 hours, the greatest bactericidal effects *in vitro*, for control of the *Erwinia* genus were found with coriander (*Eryngium foetidum*), yuquilla (*Ruellia tuberosa*) and cundeamor (*Momordica charantia*). The extract of mamón (*Melicocca bijuga*) had bactericidal effects against *Pseudomonas* sp. on banana.

**Key words:** Plant extracts, *Erwinia*, *Pseudomonas syringae*, *Eryngium foetidum*, *Ruellia tuberosa*, *Melicocca bijuga*, *Momordica charantia*.

## Introducción

La agricultura del nuevo milenio debe establecer nuevas alternativas de control que produzcan un menor impacto ambiental, que permitan reducir significativa-

mente el uso de plaguicidas, los cuales por su elevado costo, también representan una limitante para los productores. La utilización de extractos vegetales para el control de enfermedades representa una alternativa

Recibido: 04/01/99. Aprobado: 09/05/2000

\* Departamento de Protección Vegetal. FONAIAP-CENIAP. Apdo. 4653, Maracay 2101-A. Edo. Aragua, Venezuela.



para el manejo integrado de los cultivos, debido a su bajo costo y al menor impacto sobre el ambiente y los alimentos. No obstante, hay pocos trabajos sobre el control de bacterias fitopatógenas con extractos de plantas.

Lipa y Jarosz (1989) en trabajos con ajo, (*Allium sativum*) preparado como jugo y pulpa, determinaron una inhibición en el crecimiento de *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* (Smith & Bryan), Young, Dye & Wilkie.

Mosch y Zeller (1989) evaluaron el efecto de los extractos de *Mahonia aquifolium* Nutt., *Berberis vulgaris* L., *Rhus typhina* L. y ajo contra *Erwinia amylovora* (Burill) en el hospedante altamente susceptible *Cotoneaster salicifolius* var. *floccosus*. Las plantas fueron asperjadas con los extractos vegetales durante la floración, antes de la inoculación con el patógeno así como a los 5 y 12 días posteriores a la inoculación del patógeno. Todos los extractos vegetales redujeron significativamente los niveles de infección obteniendo entre 25,6% y 53,2% de control. El resultado de los extractos más efectivos (*M. aquifolium* y *B. vulgaris*) fue mejor a los 41 días después de la inoculación que a los 27 días después de la misma; sugiriendo que estos extractos pueden inducir resistencia de la planta al patógeno.

Mosch y Klingauf (1989) observaron inhibición de la bacteria *E. amylovora* en pruebas de difusión en agar, con extractos acuosos de *Juglans nigra* L., *B. vulgaris* y *R. typhina* aplicados en concentraciones de 5, 2% y 1,25%, respectivamente. Los extractos de *J. nigra* y *R. typhina* no perdieron su actividad cuando fueron almacenados por 11 días a 10 °C ó 20 °C; mientras que *B. vulgaris* redujo su actividad luego de 8 días de almacenamiento.

Mosch *et al.* (1990) trabajando con la misma bacteria y en pruebas con los mismos extractos vegetales a esas mismas concentraciones, obtuvieron resultados comparables a los que observaron cuando usaron estreptomycin a 17 ppm. En condiciones de campo, los extractos de *B. vulgaris*, *R. typhina*, *M. aquifolium* y *A. sativum*, aplicados como profilácticos a *C. salicifolius* var. *floccosus*, lograron 53% de control.

Zaccheo (1990) informó que extractos, de meristemas apicales de pera cv. Bartlett al 1% tuvieron efectos bacteriostáticos *in vitro* contra *E. amylovora*.

Alstroem (1992) señaló que los extractos de café y té poseen actividad antibacteriana para las razas 1 y 2 de *Pseudomonas syringae* pv. *psidi* (Sackett), Young, Dye & Wilkie y para la raza 1 de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder), Young, Dye & Wilkie.

En Venezuela, algunos cultivos frutales y oleaginosos de importancia son el mango (*Mangifera indica* L.), la lechoso o papaya (*Carica papaya* L.), el banano (*Musa* sp.) y el girasol (*Helianthus annuus* L.).

El mango es afectado por una enfermedad conocida como bacteriosis del mango, que es ocasionada por *Erwinia mangiferae* (Doiige) Bergey y *Erwinia carotovora* (L. R. Jones Holland); las cuales causan pudrición de los frutos, lesiones con exudado en el tronco y debilitan las plantas ocasionando pérdidas en el rendimiento. Después de un tiempo y en casos severos, esta enfermedad ocasiona la muerte de los árboles enfermos (Guevara *et al.* 1980, Guevara *et al.* 1985).

El cultivo de papaya también es afectado por una marchitez bacteriana causada por el género *Erwinia*, la cual ha provocado la muerte de plantaciones enteras de este cultivo en Venezuela (Guevara *et al.* 1993).

La bacteria *Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith es la causante en el cultivo del banano de la enfermedad conocida como hereque, cuyos síntomas en las hojas bajas son un amarillamiento anormal que se propaga a las hojas superiores. El follaje se marchita muriendo posteriormente, quedando las hojas adheridas al pseudotallo. En estados avanzados de la enfermedad, ésta invade las hojas del cogollo. Si esta bacteriosis se inicia durante el desarrollo del racimo produce una pudrición de la pulpa en algunos dedos de ciertas manos (Venezuela 1967).

En el girasol, la enfermedad conocida como tizón bacteriano, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *helianthi* (Kawamura) Young, Dye & Wilkie ha provocado graves pérdidas en el rendimiento del cultivo porque destruye el área foliar de la planta (Aponte 1989, Arsejuvic *et al.* 1994, Moch y Klingauf 1989, Maselli 1997).

El control de estas enfermedades bacterianas se ha hecho difícil por los elevados costos de los plaguicidas, en su mayoría antibióticos, y a su escasa disponibilidad en el mercado. Por esta razón, el uso de extractos acuosos vegetales para el control de las bacterias fitopatógenas mencionadas, representa una nueva alternativa para los agricultores. El objetivo de trabajo fue evaluar el efecto bactericida de algunos extractos acuosos de plantas.

## Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en el laboratorio de Bacteriología del Departamento de Protección Vegetal, del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), en Venezuela. Se evaluó el efecto bac-

tericida de varios extractos vegetales sobre algunas bacterias patógenas del mango, papaya, banano y girasol, los cuales se presentan en el Cuadro 1. Las plantas utilizadas para preparar los extractos fueron recolectadas en El Limón, Maracay, Estado Aragua e identificadas en el Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Las partes y las proporciones usadas para cada extracto se especifican en el Cuadro 1.

**Preparación de la suspensión bacteriana.** Para preparar las suspensiones de cada una de las bacterias se utilizaron cultivos puros de 48 h de crecimiento, provenientes de la colección de bacterias fitopatógenas del Laboratorio de Bacteriología Vegetal del CENIAP.

Los cultivos puros de las colonias bacterianas se removieron de las cajas de Petri, mediante un triángulo de vidrio estéril, preparando la suspensión con 50 ml de agua destilada estéril. Estos recipientes que contenían suspensión se agitaron durante 10 minutos, con un agitador mecánico, para su homogenización. Para cada suspensión, se usaron 0,25 ml que se distribuyeron, uniformemente, en cajas de Petri que contenían agar nutritivo. Luego se colocaron los discos de papel de filtro impregnados con los extractos vegetales. Las cajas se incubaron entre 48 a 72 horas a 28°C.

**Preparación de los extractos vegetales.** Los extractos vegetales (Cuadro 1) se prepararon de cuatro maneras: 1- licuando material vegetal fresco, con agua destilada, en proporción 1:3 (p/v), 2- utilizando material vegetal fresco y preparando una infusión, en proporción 1:6 (p/v), 3- usando material vegetal fresco, preparando una infusión, en proporción 1:3 (p/v) y 4- utilizando material vegetal seco, preparado como infusión, en proporción 1:6 (p/v). Todos los extractos vegetales se filtraron y se guardaron, en recipientes de vidrio estériles, durante 16 h en la oscuridad. Después se utilizaron en las pruebas de control.

**Evaluación de los extractos.** La evaluación de extractos se realizó siguiendo el método de discos de papel en cajas para pruebas de fungicidas y bactericidas (Lorian 1980). Los discos de papel de filtro previamente esterilizados, de 6 mm de diámetro, se colocaron en cajas de Petri vacías y estériles. Posteriormente, se agregaron 2 ml del extracto vegetal a evaluar; esto se realizó con cada uno de los extractos de plantas. Los discos se utilizaron de tres formas: 1- húmedos, 2- se dejaron secar en las cajas Petri durante 24 h a temperatura ambiente y 3- se dejaron secar en las cajas Petri durante 48 h a temperatura ambiente. Después, se colocaron 6 discos, cada uno impregnado con

**Cuadro 1.** Plantas preparadas como extractos acuosos y evaluadas como bactericidas *in vitro*.

Familia botánica	Especie	Nombre común	Parte de la planta utilizada	Preparación de la planta	Proporción (planta: agua)
Acanthaceae	<i>Ruellia tuberosa</i> L.	Yuquilla	Toda la planta	Infusión fresca	1:6
Acanthaceae	<i>R. tuberosa</i> L.	Yuquilla	Hoja, flor	Licuado fresco	1:3
Apocynaceae	<i>Lochnera rosea</i> (L.) Rchb.	Buenas tardes	Hoja, flor, fruto	Licuado fresco	1:3
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i> L.	Rosa de berbería	Hoja	Infusión fresca	1:6
Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i> L.	Rabo de alacrán	Toda la planta	Infusión fresca	1:3
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor	Hoja, flor, tallo	Infusión fresca	1:3
Cucurbitaceae	<i>M. charantia</i> L.	Cundeamor	Hoja, flor, tallo	Licuado fresco	1:3
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Flor escondida	Toda la planta	Infusión seca	1:6
Lauraceae	<i>Persea americana</i> L.	Aguacate	Hoja	Licuado fresco	1:3
?	?	Maleza	Toda la planta	Licuado fresco	1:3
?	?	Maleza	Toda la planta	Infusión fresca	1:6
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	Alelí	Hoja	Infusión seca	1:6
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayabo	Hoja	Licuado fresco	1:3
Sapindaceae	<i>Melicocca bijuga</i> L.	Mamón	Hoja	Licuado fresco	1:3
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito	Hoja	Licuado fresco	1:3
Umbelliferae	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Culantro	Toda la planta	Infusión fresca	1:3
Umbelliferae	<i>E. foetidum</i> L.	Culantro	Toda la planta	Licuado fresco	1:3
?	?	Chiflera	Hoja	Infusión fresca	1:6
?	?	Chiflera	Hoja	Licuado fresco	1:3

?= especie o familia sin identificar



un extracto vegetal diferente, en las cajas de Petri en las cuales se había sembrado la suspensión de la bacteria pura. A partir de las 48 h se determinó si había un halo de inhibición alrededor de cada disco; el cual se midió con una regla graduada en mm y representó el efecto bactericida de cada planta. El extracto vegetal que no desarrolló halo inhibitorio alrededor del disco se consideró sin efecto bactericida (-), si presentó 1 mm de inhibición se consideró que tenía poco efecto bactericida ( $\pm$ ), y si el halo fue igual o mayor a 2 mm consideró con efecto bactericida (+). Los testigos se prepararon en la misma forma, pero se agregó agua destilada estéril en vez de extracto vegetal. Se utilizó un testigo y tres repeticiones por tratamiento esto se hizo para cada extracto de planta y cepa de bacteria.

## Resultados y discusión

En todos los experimentos se obtuvo crecimiento de las bacterias sembradas en las cajas testigo, los cuadros 2, 3, 4 y 5 presentan las medias aritméticas de las observaciones.

Ningún extracto vegetal tuvo efecto bactericida sobre *P. syringae* pv. *helianthi*, patógeno del girasol (Cuadros 2, 3, 4 y 5).

Jaroz y Lipa (1988) estudiaron la actividad de la alicina, un compuesto básico activo presente en el jugo de ajo y en el liofilizado de ajo (Albarep), contra *Pseudomonas syringae* obteniendo cierta sensibilidad a este compuesto. Alstroem (1992) encontró que los efectos antibacteriales a *P. syringae* dependieron de la raza y tipo de prueba utilizada en el laboratorio

Para *Erwinia* sp. patógeno del cultivo de la papa, se observó un efecto bactericida con el extracto de yuquilla, cuando se preparó licuando la planta fresca, obteniéndose un halo de inhibición de 2 mm (Cuadro 5).

Para las bacterias que atacan el mango, se presentaron diferencias según los aislamientos y la metodología usada (discos secos de 24 y 48 h). En el caso de *E. mangiferae* (aislamiento 1107) con el extracto de alelí se obtuvo un halo de 1 mm (Cuadro 2); mientras que para el extracto de culantro el halo inhibitorio fue de 2 mm (Cuadro 3). El aislamiento 1236 produjo halos inhibitorios de 4 mm y 5 mm para los extractos de cundeamor y culantro, respectivamente (Cuadro 3). El extracto de caimito causó un halo inhibitorio de 2 mm para el aislamiento 1250 (Cuadro 5). Para *E. carotovora* no se obtuvo efecto bactericida con ninguno de los extractos de las plantas evaluadas (Cuadros 3, 4 y 5). Jaroz y Lipa (1988) informaron que esta bacteria era muy sensible a la alicina y con el jugo de ajo al 5% obtuvieron mayor actividad bacteriostática y bactericida que con el 5% de liofilizado de ajo.

Con respecto a las bacterias epifíticas del mango, con el aislamiento trementina se observó que el extracto de flor escondida causó un halo de inhibición de 1 mm mientras que los extractos de cundeamor y culantro produjeron los halos inhibitorios de 3,5 mm y 3 mm, respectivamente (Cuadros 2 y 3). Para este mismo patógeno y con el aislamiento aceite, los extractos de rabo de alacrán y culantro causaron halos inhibitorios de 3 mm (Cuadro 3).

**Cuadro 2.** Evaluación del efecto bactericida de seis extractos de plantas, aplicados en discos con 24 horas de secado, Venezuela.

Cultivo afectado	Bacteria	No. de aislamiento	Extracto acuoso vegetal					
			Flor escondida (1)	Rabo de alacrán (2)	Alelí (1)	Cundeamor (2)	Culantro (2)	Culantro (3)
Girasol	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1217	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1229	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1216	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1224	-	-	-	-	-	-
Mango	?	Aceite	-	-	-	-	-	-
Mango	<i>Erwinia mangiferae</i>	1107	-	-	$\pm$	-	-	-
Mango	<i>E. mangiferae</i>	1188	-	-	-	-	-	-
Mango	?	Trementina	$\pm$	-	-	-	-	-

? = bacteria epifítica de mango de género desconocido

- = sin efecto bactericida

$\pm$  = poco efecto bactericida

(1) = infusión planta seca, proporción 1: 6

(2) = infusión planta fresca, proporción 1: 3

(3) = licuado planta fresca, proporción 1: 3

**Cuadro 3.** Evaluación del efecto bactericida de seis extractos de plantas, aplicados en discos con 48 horas de secado.

Cultivo afectado	Bacteria	No. de aislamiento	Extracto acuoso vegetal					
			Flor escondida (1)	Rabo de alacrán (2)	Alelí (1)	Cundeamor (2)	Culantro (2)	Culantro (3)
Girasol	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1217	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1229	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1216	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1224	-	-	-	-	-	-
Mango	?	Aceite	-	+	-	-	+	-
Mango	<i>Erwinia mangiferae</i>	1107	-	-	-	-	+	-
Mango	<i>E. mangiferae</i>	1188	-	-	-	-	-	-
Mango	?	Trementina	±	-	-	+	+	+
Mango	<i>Erwinia carotovora</i>	1173	-	-	-	-	-	-
Mango	<i>E. mangiferae</i>	1236	-	-	-	+	+	-
Lechosero	<i>Erwinia</i> sp.	Sin número	-	-	-	-	-	-

? = bacteria epifítica de mango de género desconocido  
 - = sin efecto bactericida  
 + = buen efecto bactericida  
 ± = poco efecto bactericida

(1) = infusión planta seca, proporción 1: 6  
 (2) = infusión planta fresca, proporción 1:3  
 (3) = licuado planta fresca, proporción 1: 3

Para el patógeno del banano, *Pseudomonas* sp. se determinó un efecto bactericida con el extracto de mamón, observando un halo de inhibición de 2 mm (Cuadro 5). Hutagalung (1988) comprobó que una enfermedad bacteriana del tomate causada por *P. solanacearum* decreció cuando se añadieron 10 ml de suspensión de 35 g de bulbos de ajo en 77 ml de agua estéril, ó 6 g de ajo machacado a la rizosfera, resultando en un crecimiento normal de las plantas y en un incremento en el peso de sus frutos. Asman y Hadad (1989) informaron que la aplicación del extracto de cebolla suprimió la intensidad de la enfermedad, causada por esta misma bacteria, a los rizomas de jengi-

bre hasta por 3 meses posteriores del trasplante. Estos resultados permitieron producir jengibre en la misma área de siembra, cuando los rizomas son cosechados tempranamente (a los tres meses). Otros investigadores (Ahmed y El-Shazley 1987) observaron que los extractos acuosos de las malezas *Medicago hispida* Gaertn. (*M. polymorpha* L.), *Melilotus* spp., *Coronopus squantitus*, *Anagallis arvensis* L. y *Ammi majus* Walt. Fl. Carol presentaron toxicidad moderada contra *P. solanacearum*.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que tanto la metodología utilizada para preparar los extractos vegetales como el tiempo de seca-

**Cuadro 4.** Evaluación de poder bactericida de seis extractos de plantas, aplicados a discos húmedos

Cultivo afectado	Bacteria	No. de aislamiento	Extracto acuoso vegetal					
			Chiflera (1)	Rosa de berbería (1)	Yuquilla (1)	Chiflera (2)	Leguminosae (2)	Maleza (1)
Girasol	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1217	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1229	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1216	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1224	-	-	-	-	-	-
Mango	?	Aceite	-	-	-	-	-	-
Mango	<i>Erwinia mangiferae</i>	1107	-	-	-	-	-	-
Mango	<i>E. mangiferae</i>	1188	-	-	-	-	-	-
Mango	?	Trementina	-	-	-	-	-	-
Mango	<i>Erwinia carotovora</i>	1173	-	-	-	-	-	-
Mango	<i>E. mangiferae</i>	1236	-	-	-	-	-	-
Lechosero	<i>Erwinia</i> sp.	Sin número	-	-	-	-	-	-

? = bacteria epifítica de mango de género desconocido  
 - = sin efecto bactericida

(1) = infusión planta fresca, proporción 1: 6  
 (2) = licuado planta fresca, proporción 1: 3



**Cuadro 5.** Evaluación del efecto bactericida de siete extractos de plantas, aplicados como discos húmedos

Cultivo afectado	Bacteria	No. de aislamiento	Extracto acuoso vegetal						
			Aguacate (1)	Caimito (1)	Guayabo (1)	Yuquilla (1)	Cundeamor (1)	Mamón (1)	Buenas tardes (1)
Girasol	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1217	-	-	-	-	-	-	-
Girasol	<i>P. syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	1224	-	-	-	-	-	-	-
Banano	<i>Pseudomonas</i> sp.	1253	-	-	-	-	-	+	-
Lechozero	<i>Erwinia</i> sp.	Sin número	-	-	-	+	-	-	-
Mango	<i>Erwinia carotovora</i>	1173	-	-	-	-	-	-	-
Mango	*	1250	-	+	-	-	-	-	-
Mango	*	1249	-	-	-	-	-	-	-
Mango	*	1255	-	-	-	-	-	-	-

+ = buen efecto bactericida  
- = sin efecto bactericida

(1) = licuado planta fresca, proporción 1: 3  
\* = género sin identificar

do de los discos influyeron en los resultados; en el Cuadro 6 se pueden observar estas diferencias para las bacterias patógenas del mango. Por ejemplo para *E. mangiferae* se determinó un efecto bactericida con el extracto de alelí con discos con 24 h de secado; por el contrario, para este mismo patógeno y extracto pero con discos con 48 h de secado no se produjo ningún efecto (Cuadro 6). Sin embargo, con el extracto de culantro no se observó efecto a las 24 h pero si a las 48 h (Cuadro 6). Para el aislamiento aceite, el extracto de rabo de alacrán presentó efecto cuando se emplearon discos secados durante 48 h. Con culantro se observaron diferencias según la preparación del extracto, lográndose efecto de inhibición cuando la

planta fresca se preparó como infusión (Cuadro 6). Con el aislamiento de trementina, el extracto de flor escondida no varió según el tiempo de secado; por el contrario, el extracto de cundeamor y culantro solo lograron efecto bactericida con discos secados por 48 horas.

Estos resultados son los primeros obtenidos en Venezuela y resultan prometedores porque los extractos de alelí, culantro, cundeamor, yuquilla y mamón pueden representar un bactericida potencial para el control de los géneros *Erwinia* y *Pseudomonas*. No obstante, es necesario realizar las pruebas a nivel de umbráculo usando diferentes aislamientos y con concentraciones diferentes de un mismo extracto y utilizando discos húmedos así como con varios días de secado.

**Cuadro 6.** Evaluación del efecto bactericida *in vitro* de extractos de plantas, en mango según el tiempo de secado.

Cultivo afectado	Bacteria	No. de aislamiento	Extracto acuoso vegetal	Discos secados durante	
				24 h	48 h
Mango	<i>E. mangiferae</i>	1107	Alelí (3)	±	-
			Culantro (1)	-	+
	Bacteria epífita de mango (género desconocido)	Aceite	Rabo de alacrán (1)	-	+
			Culantro (1)	-	+
			Culantro (2)	-	+
	Bacteria epífita de mango (género desconocido)	Trementina	Flor escondida (3)	±	±
			Cundeamor (1)	-	+
			Culantro (1)	-	+
			Culantro (2)	-	+

+ = buen efecto bactericida  
- = sin efecto bactericida  
± = poco efecto bactericida

(1) = infusión planta fresca, proporción 1: 3  
(2) = licuado planta fresca, proporción 1:3  
(3) = infusión planta seca, proporción 1:6

## Conclusiones

Los extractos vegetales de alelí, culantro, cundeamor y yuquilla, preparados con plantas frescas, resultaron ser promisorios como bactericidas *in vitro* para el control de bacterias del género *Erwinia*.

## Literatura citada

- Ahmed, AH; El-Shazley, M. 1987. Toxic extracts of the weeds. IV Bactericidal activity of weed extracts. Alexandria J. Agric. Res. 32 (1): 395-403.
- Alstroem, S. 1992. Antibacterial activity of tea and coffee wastes against some plant pathogenic *Pseudomonas syringae* strains. J. of Phytopathology 136 (4): 329-334.
- Aponte, A. 1989. Enfermedades del girasol detectadas en Venezuela. FONAIAP Divulga (Venezuela) Julio-diciembre:23-27.
- Arsejevic, M; Venete, RJ; Mascovic, S. 1994. *Pseudomonas syringae*, pv. *helianthi* (Kawamura 1934) (Dye Wilkie et. Young 1978) a pathogen of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Phytopathology 142:199-208.
- Asman, A; Hadad, E. 1989. The application of agrimicin, hull ash, onion and garlic extracts on the soil for ginger plantation infected by *Pseudomonas solanacearum*. Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Indonesia) 4 (2): 64-69.
- Guevara, Y; Rondón, A; Solórzano, R. 1980. Bacteriosis del mango (*Mangifera indica* L.) en Venezuela. I- Sintomatología e identificación. Agronomía Tropical (Venezuela) 30(1-6):65-76.
- Guevara, Y; Rondón, A; Arnal, E; Solórzano, R. 1985. Bacteriosis del mango (*Mangifera indica* L.) en Venezuela. II- Distribución, perpetuación, diseminación y evaluación de la resistencia de variedades. Agronomía Tropical (Venezuela) 35(4-6):63-75.
- Guevara, Y; Rondón, A; Maselli, A; Salcedo, F; Betancourt, J. 1993. La marchitez bacteriana del lechoso (*Carica papaya* L.) en Venezuela. Agronomía Tropical (Venezuela) 43(3-4):107-115.
- Hutagalun G, L. 1988. Garlic bulb as a material for suppressing the incidence of bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith) on tomatoes. Buletin Penelitian Hortikultura 16 (1): 84-93.
- Jaros, J; Lipa, J. 1988. Bacteriostatic and bactericidal activity of garlic preparations against six species of phytopathogenic bacteria of the genera *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. Polish Agricultural Annual. Serie E. Plant Protection 18 (2): 191-199.
- Lipa, J; Jaros, J. 1989. Inhibitory and bactericidal action of garlic preparations on *Pseudomonas lachrymans* SM et B. carsner an etiological agent of angular spot of Cucumber *P. fluorescens* migula and *P. aeruginosa*. Schroeter migula Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin (Poland) 30 (1-2): 7-14.
- Lorian, V. 1980. Antibiotics in Laboratory Medicine. New York, U.S.A. Department of Pathology. Albert Einstein College of Medicine Ed. 432 p.
- Maselli, A. 1997. Tizón bacteriano del girasol (*Helianthus annuus* L.) en Venezuela: caracterización del agente causal, reacción de híbridos comerciales y transmisión del patógeno por semilla. Tesis de MSc. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía (Maracay). 72 p.
- Mosch, J; Klingauf, F. 1989. *In vitro* studies of the efficacy of plant extracts against the fireblight pathogen, *Erwinia amylovora* (Burill). Winslow et al. Narichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 41 (8-9): 121-123.
- Mosch, J; Zeller, C. 1989. Control of fireblight (*Erwinia amylovora*) with selected plant extracts. Narichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 41 (8-9): 149-151.
- Mosch, J; Klingauf, F; Zeller, W. 1990. On the effect of plant extracts against fire blight (*Erwinia amylovora*). Acta Horticulturae 273:355-361.
- Venezuela 1967. Servicio Shell para el agricultor. Serie A (29). Cambures 1:58.
- Zaccheo, A. 1990. Growth of *Erwinia amylovora* on extracts of susceptible Rosaceae. Acta Horticulturae N° 273, 339-341.



## Uso de *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia argentifolii* en melón

Mario Orozco-Santos\*  
Javier Farias-Larios\*\*  
Joel López-Pérez\*\*\*  
Norma R. Ramírez-Vázquez\*\*\*\*

**RESUMEN.** La mosca blanca de la hoja plateada (*Bemisia argentifolii*) es la plaga más importante del melón en México. El control de esta plaga mediante aplicaciones foliares de insecticidas sintéticos no ha sido eficaz. El objetivo de este trabajo fue evaluar dos formulaciones comerciales del hongo *Beauveria bassiana* para el control de *B. argentifolii* en melón cantaloupe, bajo condiciones tropicales. Se evaluaron tres dosis de la formulación Mycotrol ES, y la dosis comercial de Naturalis-L, así como endosulfán y un testigo. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. El efecto de los tratamientos sobre *B. argentifolii* se determinaron mediante el conteo de ninfas y adultos en las hojas de melón, el número de frutos y el rendimiento comercial. La mortalidad de ninfas y adultos de mosca blanca fue similar para las tres dosis de Mycotrol ES. Para el control de ninfas y adultos no se determinaron diferencias estadísticas entre Mycotrol ES, Naturalis-L y endosulfán, mientras el testigo presentó la mayor densidad de ninfas y adultos y no produjo frutos debido a la abundante población de *B. argentifolii*. *B. bassiana* redujo las poblaciones de mosca blanca, con respecto al testigo. Sin embargo, el uso del entomopatógeno deberá estar en función de la infestación del insecto y de la etapa de desarrollo del cultivo.

**Palabras claves:** *Bemisia argentifolii*, Mosca blanca, *Beauveria bassiana*, Control biológico, Melón, Manejo integrado de plagas, México, Trópico seco.

**ABSTRACT.** Use of *Beauveria bassiana* for the control of *Bemisia argentifolii* in melon. Silver leaf white fly (*B. argentifolii*) is the most important pest of melon in Mexico. Control of this pest with foliar applications of chemical insecticides has not been effective. The objective of this research was to evaluate two commercial formulations of the fungus *B. bassiana* for the biological control of *B. argentifolii* in cantaloupe melon under tropical conditions. Three rates of the Mycotrol ES formulation, and the commercial dose rate of Naturalis-L, as well as endosulfan, and a control were evaluated. Treatments were distributed in a randomised block design with four replicates. The effects of the treatments on *B. argentifolii* were determined by counting the nymphs and adults on melon leaves, the number of fruits and commercial yield. The mortality of white fly nymphs and adults was similar for the three doses of Mycotrol ES. For control of nymphs and adults no statistical differences were determined between Mycotrol ES, Naturalis-L and endosulfan, whilst the greatest density of nymphs and adults was observed in the control and no fruits were produced due to the abundant *B. argentifolii* population. *B. bassiana* reduced the white fly populations, compared to the control. However, use of the entomopathogen should be a function of the insect infestation and the growing stage of the crop.

**Key words:** *Bemisia argentifolii*, Silverleaf whitefly, *Beauveria bassiana*, Biological control, Muskmelon, Integrated Pest Management, Mexico, Dry tropic.

Recibido: 09/06/99. Aprobado: 09/05/2000

\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Tecomán. Apartado Postal 88. 28100 Tecomán, Colima, México. Email: morozco@palmera.colimanet.com

\*\* Universidad de Colima Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Apartado Postal 36. 28100 Tecomán, Colima, México. Email: jfarias@volcan.ucol.mx.

\*\*\* Universidad Autónoma de Sinaloa. ESCAADER. Apartado postal 279. Guamúchil, Sinaloa, México.

\*\*\*\* Tesista de Ingeniería Agronómica. Universidad de Colima. FCBA. Tecomán, Colima, México.

## Introducción

La mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) es una plaga que afecta la mayoría de los cultivos hortícolas, de muchas regiones productoras del mundo (Gill 1992, Brown *et al.* 1995). Este insecto causa daños directos a los cultivos mediante la succión de savia e indirectos a través de la excreción de mielecilla, en donde se desarrolla el hongo *Capnodium* sp., que produce la fumagina (Byrne *et al.* 1990). Además es un vector importante de enfermedades virales (Cohen 1990, Brown y Bird 1992, Torres-Pacheco *et al.* 1996). La mosca blanca es un insecto polífago con más de 500 hospedantes, entre los que se incluyen cultivos anuales, ornamentales, industriales, frutales y malezas (Byrne *et al.* 1990, Brown *et al.* 1995, Orozco-Santos *et al.* 1995a).

Durante mucho tiempo, la especie *B. tabaci* fue la que prevaleció. Sin embargo, posteriormente se ha detectado una nueva especie identificada como *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, la cual es más perjudicial que la primera (Barinaga 1993, Bellows *et al.* 1994). A esta especie se le conoce como mosca blanca de la hoja plateada o biotipo B de *B. tabaci* (Yokomi *et al.* 1990, Brown *et al.* 1995). En ataques severos puede provocar la muerte de las plantas y causar pérdidas totales en el rendimiento (Farias-Larios *et al.* 1994).

Actualmente, *B. argentifolii* es la especie más importante en diversas especies de hortalizas en México. Se ha informado su presencia en 15 estados de la República Mexicana: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Durango, Jalisco, Colima, Distrito Federal, Morelos, Oaxaca y Chiapas (Montealegre-Lara 1996).

El complejo de moscas blancas ha sido controlado principalmente mediante aspersiones de insecticidas sintéticos como: paratión metílico, endosulfán y metamidofós (Servín-Villegas *et al.* 1997) e imidacloprid (Farias-Larios *et al.* 1994), lo cual puede provocar problemas de resistencia, contaminación ambiental, resurgimiento de plagas secundarias, acumulación de residuos tóxicos en los frutos e intoxicación de los trabajadores agrícolas (Pimentel 1995). El control biológico mediante hongos entomopatógenos combinado con el uso de prácticas culturales y hospedantes menos susceptibles representan una alternativa viable para el manejo del insecto y reduce la dependencia a los plaguicidas sintéticos (Fransen 1990, Lacey *et al.* 1995).

Considerando la importancia de contar con alternativas no contaminantes dentro de un manejo inte-

grado de plagas, la evaluación de agentes de control biológico es prioritario en la búsqueda de nuevos productos para el combate de mosca blanca. En estudios previos, se ha demostrado la efectividad biológica del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin en el combate de este insecto, bajo condiciones de campo en climas templados (Lacey *et al.* 1995, Jaronski *et al.* 1996, Wraight y Bradley 1996).

El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de formulaciones comerciales a base de *B. bassiana* para el control de *B. argentifolii* en el cultivo del melón, bajo condiciones de trópico seco en el occidente de México.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó durante 1997 en un huerto de melón (*Cucumis melo* L. Cv. Gold Rush) establecido en los terrenos del Campo Experimental Tecomán en el estado de Colima, México, ubicado a una altitud de 40 msnm, 18° 55 latitud norte y 103° 53 longitud oeste. El suelo es de tipo Feozem háplico y un clima BS1 semiseco cálido.

La siembra se efectuó el 24 de enero de 1997, bajo un sistema de producción con riego por goteo y acolchado con plástico negro. Se depositó una semilla cada 25 cm en el centro de las camas de 2 m de ancho. Se fertilizó con 150-100-150 kg/ha de N, P y K, aplicándose la mitad del nitrógeno y potasio, junto con todo el fósforo al momento de la siembra y el resto por medio del sistema de riego.

Se evaluaron dos insecticidas biológicos (Mycotrol ES® y Naturalis-L®), a base del hongo *B. bassiana*, comparándolo con el insecticida sintético endosulfán (Thiodan) y un testigo sin aplicación (Cuadro 1). Mycotrol ES contiene 25% de ingrediente activo, que corresponde a  $2 \times 10^3$  conidias viables de *B. bassiana*/950 ml de producto formulado (Wraight y Bradley 1996). Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de

**Cuadro 1.** Relación de tratamientos evaluados para el control de mosca blanca de acuerdo al ingrediente activo y la dosis de producto formulado por hectárea. Tecomán, Colima, México. 1997.

Tratamientos	Ingrediente activo	Dosis L/ha
Mycotrol ES	<i>B. bassiana</i>	0,5
Mycotrol ES	<i>B. bassiana</i>	1,0
Mycotrol ES	<i>B. bassiana</i>	2,0
Naturalis-L	<i>B. bassiana</i>	0,75
Thiodan	endosulfán	2,0
Testigo	---	---



bloques al azar con cuatro repeticiones, tomando como unidad experimental la parcela de tres camas de 2 m de ancho y 10 m de longitud.

Las aspersiones se iniciaron cuando se detectaron más de 3 ninfas de mosca blanca por hoja y continuaron con intervalos de 3 a 6 días. Las aplicaciones fueron dirigidas al follaje de las plantas, para lo cual se utilizó una aspersora de mochila motorizada marca Solo, con una presión de 75 a 90 libras por pulgada cuadrada, generando turbulencia para que el producto aplicado se depositara en el envés de las hojas; se asperjó 350 L de solución formulada/ha. Las fechas de las aplicaciones fueron: 24 de febrero, 3, 10, 14, 20 y 25 de marzo y 1 de abril. La temperatura mínima y máxima durante el experimento fluctuó entre 15°C y 21°C y de 30°C a 35°C, respectivamente. La humedad relativa mínima varió entre 31% y 68%, y las máximas entre 89% y 100%. Todas las aplicaciones de los tratamientos se realizaron por la mañana, con una temperatura ambiente de 20°C a 24°C.

Durante el ciclo del cultivo se efectuaron dos aplicaciones (27 de febrero y 17 de marzo) de insecticidas para el control de minador (*Lyriomyza sativae* Blanchard) y barrenadores del fruto (*Diaphania* sp.). Los insecticidas aplicados fueron: cyromazina (100 g/ha) y azinfos metílico (2 kg/ha). También se realizó una aplicación de benomyl (350 g/ha) para el control de cenicilla polvorienta (*Erishiphe cichoracearum* D.C.).

**Población de mosca blanca.** La cuantificación de los adultos se realizó dos veces por semana, para ello se seleccionaron al azar 10 plantas de la cama central, tomándose como muestra dos hojas terminales/planta. La recolección de los datos se realizó entre las 7:00 y 8:00 h, porque a esa hora, el insecto tiene poca movilidad debido a que las temperaturas fluctuaron entre 18°C y 22°C (Butler y Henneberry 1991). Durante el desarrollo del cultivo, se cuantificó en tres ocasiones la población de ninfas, para lo cual se tomó una hoja de la parte media de la guía principal de 10 plantas de la cama central (1 hoja/planta). En cada hoja se contó el número de ninfas presentes en cinco cuadros de 1 cm para lo cual se utilizó un microscopio estereoscópico. También, se cuantificó el número de ninfas que fueron las afectadas por el hongo *B. bassiana*. Las ninfas infectadas por el hongo se caracterizan por la coloración rojiza (Wraight y Bradley 1996). Los conteos se realizaron a los 15, 30 y 46 días después de la primera aplicación de los tratamientos el 24 de febrero.

La eficacia de control se calculó considerando la población de ninfas y adultos en el testigo (100% de

no control) y mediante regla de tres, se obtuvo el porcentaje de no control para cada tratamiento, al cual se le restó 100 y el resultado se consideró como la eficacia en % de control del tratamiento.

**Rendimiento.** Se cosecharon los frutos de todas las plantas tratadas y se registró el número de frutos por cama y el rendimiento comercial por parcela experimental.

Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza y se hizo una comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad.

## Resultados

**Población de ninfas de mosca blanca.** En las tres fechas de muestreo, las parcelas de melón tratadas con los insecticidas biológicos y el sintético presentaron menor población de ninfas con respecto al testigo (Cuadro 2). No se determinaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las dosis de Mycotrol ES, Naturalis-L y endosulfán. Las plantas en el tratamiento testigo presentaron altos índices de colonización de ninfas de mosca blanca (de 73,5 a 203,5 ninfas/cm<sup>2</sup>), siendo más elevados durante las últimas etapas de desarrollo del cultivo.

**Cuadro 2.** Efecto de insecticidas biológicos sobre la población total de ninfas de mosca en hojas de melón Gold Rush. Tecomán, Colima, México. 1997.

Tratamientos	Dosis L/ha	Total de ninfas/cm <sup>2</sup> después de		
		15 DDPA	30 DDPA	46 DDPA
Mycotrol ES	0,5	18,0a*	7,1a	44,5a
Mycotrol ES	1,0	18,7a	8,3a	59,3a
Mycotrol ES	2,0	14,4a	5,5a	61,9a
Naturalis-L	0,75	29,8a	8,1a	61,4a
Endosulfán	2,0	17,5a	4,4a	31,2a
Testigo	---	73,5b	102,7b	203,5b

DDPA = Días después de la primera aplicación de los tratamientos (24/Feb/97).

\* Medias con misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey ( $P = 0,05$ ).

**Población de ninfas de mosca blanca afectadas por *B. bassiana*.** Las plantas tratadas con Mycotrol ES y Naturalis-L registraron mayor número de ninfas micosadas, que las tratadas con endosulfán y que las del testigo (Cuadro 3), lo cual demuestra la actividad entomopatogena de los tratamientos biológicos evaluados. La presencia de *B. bassiana* en las plantas testigo y en las del tratamiento con endosulfán se debió a la infección natural proveniente de las unidades ex-

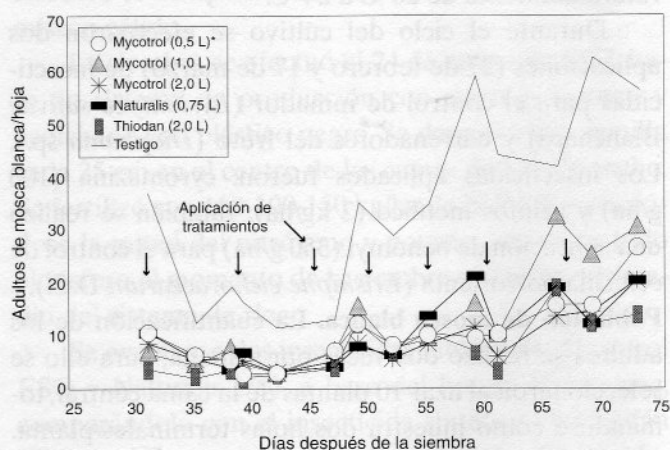
perimentales tratadas con el hongo entomopatógeno y no al efecto de los productos. A los 15 días después de la aplicación (DDPA), se registró el mayor número de ninfas micosadas (12 - 13,8 ninfas/cm<sup>2</sup>) con relación al resto de las fechas de muestreo. Sin embargo, no hubo diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre las tres dosis de Mycotrol ES y la de Naturalis-L. Por el contrario, a los 30 y 46 DDPA, se determinó mayor actividad entomopatógena de *B. bassiana* (3,9 - 4,3 ninfas/cm<sup>2</sup>) para todas las dosis de Mycotrol ES con respecto a Naturalis-L (2,2 ninfas/cm<sup>2</sup>). En el último muestreo (46 DDPA), la mayor eficacia biológica fue con la dosis más alta de Mycotrol ES (2 L/ha) seguida por la dosis intermedia (1 L/ha). El promedio general de ninfas micosadas fue mayor ( $P < 0,05$ ) con todas las dosis de Mycotrol ES (7,3 a 8,4 ninfas/cm<sup>2</sup>), seguido por Naturalis-L (5,6 ninfas/cm<sup>2</sup>), con respecto a endosulfán (0,1 ninfas/cm<sup>2</sup>) y el testigo (0 ninfas/cm<sup>2</sup>) (Cuadro 3).

**Población de adultos de mosca blanca.** La aplicación de las tres dosis de Mycotrol ES, así como Naturalis-L y endosulfán redujeron las poblaciones de adultos de mosca blanca con respecto al testigo (Fig. 1). En las primeras etapas de desarrollo del melón (hasta los 45 días después de la siembra) la población de mosca blanca en los tratamientos con los insecticidas biológicos y el sintético fue inferior a 10 adultos/hoja. A partir de los 50 días se incrementó la presencia del insecto, fluctuando entre 10 - 30 insectos/hoja. En todas las fechas de muestreo, el testigo presentó el mayor número de insectos/hoja. Durante los primeros 55 días después de la siembra, la población de adultos en el testigo fluctuó entre 10 - 40 moscas/hoja, durante las últimas etapas de desarrollo del cultivo la presencia del insecto se incrementó, registrándose más de 60 adultos/hoja (Fig.1).

La colonización promedio de ninfas y la población de adultos de mosca blanca sobre el follaje de las

plantas de melón se redujo significativamente ( $P < 0,05$ ) con la aplicación de cualquiera de las dosis de Mycotrol ES, Naturalis-L y endosulfán (Cuadro 4). Con los tratamientos de Mycotrol ES se logró un control de ninfas entre 77,2% - 81,7%, mientras que para adultos varió de 64,2% entre 74,3%. El tratamiento con Naturalis-L logró una eficiencia de control de ninfas y adultos de 73,8 y 68,9%, respectivamente, mientras que con endosulfán osciló entre 86% y 82,2%, respectivamente (Cuadro 4). No se determinaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la población de ninfas y adultos de *B. argentifolii* entre dosis de Mycotrol ES, Naturalis-L y endosulfán (Cuadro 4).

**Rendimiento.** Las poblaciones extremadamente altas de mosca blanca durante todo el ciclo del cultivo, ocasionaron reducciones importantes en el rendimiento de fruta en todos los tratamientos evaluados. En las parcelas sin tratamiento (testigo), los daños fueron del 100% de fruta comercial. Las plantas tratadas con My-



**Figura 1.** Efecto de la aplicación de insecticidas biológicos y sintéticos sobre la población de adultos de mosca blanca en el follaje del melón Gold Rush. INIFAP, Campo Experimental Tecomán. Agosto de 1997. \*Dosis/ha.

**Cuadro 3.** Número de ninfas de mosca blanca afectadas por *B. bassiana* en hojas de melón Gold Rush por efecto de insecticidas biológicos. Tecomán, Colima, México. 1997.

Tratamientos	Dosis L/ha	Ninfas afectadas por <i>B. bassiana</i> /cm <sup>2</sup> después de			
		15 DDPA	30 DDPA	46 DDPA	Promedio
Mycotrol ES	0,5	12,0 a*	3,9 a	5,5 b	7,3 a
Mycotrol ES	1,0	13,8 a	4,0 a	6,5 ab	8,1 a
Mycotrol ES	2,0	12,6 a	4,3 a	8,7 a	8,4 a
Naturalis-L	0,75	12,4 a	2,2 b	2,2 c	5,6 ab
Endosulfán	2,0	0,3 b	0,2 c	0,0 d	0,1 b
Testigo	---	0,2 b	0,0 c	0,0 d	0,0 b

DDPA = Días después de la primera aplicación de los tratamientos (24/Feb/97).

\* Medias con misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey ( $P = 0,05$ ).



**Cuadro 4.** Eficacia de control de insecticidas biológicos sobre adultos y ninfas sanos de mosca blanca en hojas de melón Gold Rush. Tecomán, Colima, México. 1997.

Tratamientos	Dosis L/ha	Ninfas sanas <sup>z</sup>		Adultos sanos <sup>x</sup>	
		Ninfas/cm <sup>2</sup> (No.)	Eficacia de control (%)	Adultos/hoja (No.)	Eficacia de control %
Mycotrol ES	0,5	23,2 a*	81,7	8,7 a	74,3
Mycotrol ES	1,0	28,8 a	77,2	12,1 a	64,2
Mycotrol ES	2,0	27,2 a	78,5	10,2 a	69,8
Naturalis-L	0,75	33,1 a	73,8	10,5 a	68,9
Endosulfán	2,0	17,7 a	86,0	6,0 a	82,2
Testigo	---	126,5 b	0,0	33,8 b	0,0

<sup>z</sup> Datos promedio de tres muestreos realizados el 11/Mar/97, 26/Mar/97 y 11/Abr/97, respectivamente.

<sup>x</sup> Datos promedio de 14 muestreos realizados del 25/Feb/97 al 7/abr/97.

\* Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey (P = 0,05).

control ES, Naturalis-L y endosulfán tuvieron mayor rendimiento y número de frutos comerciales con respecto al testigo (Cuadro 5). Los mayores rendimientos de fruta fueron registrados en las parcelas tratadas con Mycotrol ES en dosis de 0,5 L/ha seguido por aquellas asperjadas con endosulfán y Mycotrol ES en la dosis de 2,0 L/ha, aunque éstas no difirieron de las obtenidas con Naturalis-L.

**Cuadro 5.** Efecto de insecticidas biológicos sobre el rendimiento comercial de fruta de melón Gold Rush. Tecomán, Colima, México. 1997.

Tratamientos	Dosis L/ha	Rendimiento en parcelas de 60 m <sup>2</sup>	
		Número de frutos	kg de fruta
Mycotrol ES	0,5	30,3 a*	21,6 a
Mycotrol ES	1,0	13,0 bc	8,9 bc
Mycotrol ES	2,0	21,8 ab	15,3 ab
Naturalis-L	0,75	16,8 ab	12,1 ab
Endosulfán	2,0	27,3 ab	21,1 a
Testigo	---	0,0 c	0,0 c

\*Las medias con misma letra son estadísticamente iguales según prueba de Tukey (P = 0,05).

## Discusión

Los resultados del experimento indican que Mycotrol ES es promisorio para el control de mosca blanca y constituye una alternativa viable para su incorporación en programas de manejo integrado de esta plaga.

Durante el experimento se registraron altas poblaciones de mosca blanca, lo cual se reflejó en los altos índices de colonización del insecto y en los severos daños en las plantas testigo. Las tres dosis de Mycotrol ES evaluadas (0,5; 1,0 y 2,0 L/ha) y Naturalis-L (0,75

L/ha) redujeron la población de ninfas y adultos del insecto de manera similar al tratamiento con endosulfán (2 L/ha). La presencia de ninfas micosadas por *B. bassiana*, en cada uno de los tratamientos, es un reflejo de su actividad biológica como agente de control. A mayor cantidad de ninfas micosadas se presentó mayor eficacia del producto. Los resultados de este estudio demuestran la efectividad biológica de *B. bassiana*, aplicado en su formulación comercial Mycotrol ES, sobre ninfas de *B. argentifolii* en el cultivo del melón.

Estos resultados confirman la actividad entomopatógena de este producto sobre mosca blanca, lo cual coincide con lo informado en estudios previos sobre *B. tabaci* y *B. argentifolii* (Lacey *et al.* 1995, Jaronski *et al.* 1996, Wraight y Bradley 1996). Con base en la cantidad de ninfas micosadas, Mycotrol ES en dosis de 2,0 L/ha fue el tratamiento que registró mayor actividad biológica sobre los estados inmaduros del insecto. La aplicación de endosulfán también redujo la población de mosca blanca, lo cual coincide con estudios previos realizados en cultivos como calabacita, tomate y algodón, en los cuales se reportó su eficacia como insecticida (Powell y Stofella 1993, Horowitz 1993).

Durante el desarrollo vegetativo del cultivo de melón (15 - 30 días) se registró una elevada migración de adultos de mosca blanca procedente de siembras comerciales adyacentes a la parcela experimental, lo cual trajo como consecuencia altos índices de oviposición del insecto (datos no registrados) y una posterior colonización de ninfas. Los cultivos vecinos se encontraban en la etapa de cosecha, en la cual no se usan insecticidas sintéticos, provocando un incremento notable en la población de mosca blanca en estas parcelas y consecuentemente la migración a huertos jóvenes. A los 46 días, en las plantas testigo, se registraron más de

200 ninfas/cm<sup>2</sup> y después de esta fecha, la población de adultos se incrementó significativamente hasta alcanzar los 60 especímenes/hoja. Este aumento de la población de adultos, después de los 45 días, se atribuye a la nueva generación de la plaga como producto de las oviposiciones ocurridas durante el desarrollo vegetativo del melón. El ciclo de vida de *B. tabaci* es de 22 días en el cultivo del tomate (Salas y Mendoza 1995) y de 23 - 26 días en plantas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) y algodón (*Gossypium hirsutum*) (Bethke et al. 1991).

En las parcelas testigo no se obtuvo producción de fruta con calidad comercial, lo cual es consecuencia de la alta incidencia de mosca blanca durante todo el estudio. El mayor daño al cultivo fue ocasionado por las altas poblaciones de ninfas (hasta 200 ninfas/cm<sup>2</sup>) al succionar la savia de las plantas. Las plantas de las parcelas sin tratamiento no lograron completar su ciclo biológico y en la mayoría de ellas, se observó desecamiento y pérdida del área foliar entre los 60 y 70 días después de la siembra (5 a 15 días antes de la cosecha). Los frutos producidos en estas plantas tuvieron una reticulación (enmallado) deficiente o ausente, tamaño pequeño, consistencia blanda, e infestación completa por el hongo *Capnodium* sp. Por el contrario, las parcelas tratadas con los insecticidas biológicos y el sintético lograron producir fruta comercial a pesar de la fuerte presión de la plaga. El rendimiento estimado en los tratamientos de Mycotrol ES, en dosis de 0,5 y 2,0 L/ha y endosulfán, fue de 3,6; 2,6 y 3,5 ton/ha, respectivamente. No obstante, estos valores de rendimiento se estiman bajos, considerando que en experimentos previos se han obtenido hasta 30 ton/ha (Orozco-Santos et al. 1995b). Estas diferencias en rendimiento pueden ser atribuidas al daño ocasionado por la alta incidencia de *B. argentifolii*. Algunos estudios han demostrado que densidades de población promedio de esta plaga de 0,5 y 2 ninfas/cm<sup>2</sup> de área foliar o de 3 y 10 adultos/hoja, ocasiona pérdidas de 5% a 15% del rendimiento en el cultivo del melón cantaloupe (Riley y Palumbo 1995). En este estudio, las altas densidades promedio de ninfas en las plantas asperjadas con Mycotrol ES (23 - 27 individuos/cm<sup>2</sup>), Naturalis-L (33 ninfas), endosulfán (18 ninfas) y en el testigo (127 ninfas), explican la drástica reducción del rendimiento en las parcelas tratadas con insecticidas biológicos y sintéticos; así como la producción nula en el testigo.

El uso de insecticidas es una de las formas de control de mosca blanca más común; sin embargo, el uso irracional de insecticidas sintéticos ha ocasionado pro-

blemas de resistencia del insecto, contaminación ambiental y daños a la salud humana (Pimentel 1995). Actualmente, su control debe estar orientado hacia un manejo integrado que contemple el uso de dos o más métodos de control (biológico, cultural, genético, físico y químico) (Gerling 1992).

El uso de *B. bassiana* puede ser contemplado en programas de manejo integrado de mosca blanca en melón, en los cuales se utilizan también prácticas de acolchado con plásticos reflectivos (Kelly et al. 1989, Orozco-Santos et al. 1995b, Csizinszky et al. 1999), cubiertas flotantes (Costa et al. 1994, Orozco-Santos et al. 1995c), trampas amarillas pegajosas (Gillespie y Quiring 1992), eliminación de hospedantes (Orozco-Santos et al. 1995a), fechas de siembra y como última alternativa, el uso de insecticidas sintéticos (Powell y Stoffella 1993). Sin embargo, el uso de hongos entomopatógenos deberá estar en función de la infestación del insecto y la etapa de desarrollo del cultivo. El control biológico debe ser empleado bajo condiciones de baja prevalencia de mosca blanca y en casos de poblaciones altas de la plaga puede ser complementado con las alternativas mencionadas.

## Conclusiones

El Mycotrol ES mostró eficacia biológica sobre los estados inmaduros de *B. argentifolii*. Este insecticida biológico en todas las dosis redujo la población de ninfas y adultos del insecto. Además, su actividad se reflejó en la colonización del hongo sobre estados inmaduros de mosca blanca. A los 46 días después de la primera aplicación de los tratamientos, Mycotrol ES en dosis de 2,0 L/ha registró el mayor número de ninfas micosadas con relación a la dosis de 0,5 L/ha.

Naturalis-L también registró actividad patógena sobre los estados inmaduros de mosca blanca. Las plantas tratadas con este producto redujeron la población de ninfas y adultos durante todo el ciclo del melón. Sin embargo, a los 30 y 46 días después de la primera aplicación de los tratamientos, mostró menor eficacia biológica que Mycotrol ES.

En ataques severos y sin medidas de control, la mosca blanca puede ocasionar pérdidas en rendimiento hasta de 100%. Por tanto, el uso de este hongo deberá estar en función de la infestación del insecto y de la etapa de desarrollo del cultivo.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agríco-



las y Pecuarias por el financiamiento para la realización de este proyecto (K0199-B9710). Al Campo Experimental Tecomán por las facilidades brindadas para la realización de estos experimentos.

## Literatura citada

- Barinaga, M. 1993. Is devastating whitefly really a new species?. *Science*. 259: 30.
- Bellows, TS Jr.; Perring, TM; Gill, RJ; Headrick, DH. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. America*. 87:195-206.
- Bethke, JA; Paine, TD; Nuessly, GS. 1991. Comparative biology, morphometrics, and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Ann. Entomol. Soc. America*. 84:407-411.
- Brown, JK; Bird, J. 1992. Whitefly transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean basin. *Plant Disease* 76:200-225.
- Brown, JK; Frohlich, DR; Rosell, RC. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex. *Annu. Rev. Entomol.* 40:511-534.
- Butler, GR; Henneberry, TJ. 1991. Effect of oil sprays on sweetpotato whitefly and phytotoxicity on watermelons, squash and cucumbers. *Southwestern Entomologist* 16:63-72.
- Byrne, DN; Bellows, TS Jr; Parrella, MP. 1990. Whiteflies in agricultural systems. In *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Gerling, D. Ed. Great Britain, Intercep. p. 227-261.
- Cohen, S. 1990. Epidemiology of whitefly-transmitted viruses. In *Whiteflies: their bionomics, pest status and management*. Gerling, D. Ed.. Great Britain, Intercep. p. 211-225.
- Costa, HS; Johnson, MW; Ullman, DE. 1994. Row covers effect on sweetpotato whitefly (Homoptera:Aleyrodidae) densities, incidence of silverleaf, and crop yield in zucchini. *J. Econ. Entomol.* 87(6):1616-1621.
- Csizinszky, AA; Schuster, DJ; Polston, JE. 1999. Effect of ultraviolet-reflective mulches on tomato yields and on the silverleaf whitefly. *HortScience*. 34(5):911-914.
- Farias-Larios, J; Orozco-Santos, M; Guzmán, S. 1994. Effect of Imidacloprid on sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations on cantaloupe melon. In *Congreso Nacional de Entomología. Annual Meeting Southwestern Branch-ESA*. (29, 1994, Monterrey, México). p.188-189.
- Fransen, JJ. 1990. Natural enemies of whiteflies: Fungi. In *Whiteflies: their binomics, pest status and management*. D. Gerling, Ed. Great Britain, Intercep. p. 187-209.
- Gerling, D. 1992. Approaches to the biological control of whiteflies. *Florida Entomologist* 75 (4):447-456.
- Gill, RJ. 1992. A review of the sweetpotato whitefly in southern California. *Pan-Pacific Entomologist* 68: 144-152.
- Gillespie, DR; Quiring, DJM. 1992. Flight behavior of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera:Aleyrodidae), in relation to yellow sticky traps. *The Canadian Entomologist*. 124:907-916.
- Horowitz, AR. 1993. Control strategy for the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, late in the cotton-growing season. *Phytoparasitica* 21 (4): 281-291.
- Jaronski, ST; Lord, JC; Paden, R. 1996. Evaluation of *Beauveria bassiana* (Mycotrol) with pyrethroids for control of whitefly in spring cantaloupes 1995. *Arthropod Management Tests* 21:102-103.
- Kelly, JW; Adler, PH; Decoteau, DR; Lawrence, S. 1989. Colored reflective surfaces to control whitefly on poinsettia. *HortScience*. 26 (4):1045.
- Lacey, LA; Fransen, JJ; Carruthers, R. 1995. Global distribution of naturally occurring fungi of *Bemisia*, their biologies and use as biological control agents. In *Bemisia: Taxonomy, Biology, Damage Control and Management*. Intercept. Hants, UK.
- Montealegre-Lara, AL. 1996. Situación actual de la mosca blanca en México. In *Simposium de Control Biológico de Mosquita Blanca y 19 Congreso Nacional de Control Biológico (1996, Culiacán, Sinaloa, México)*. Memorias. p. 1-33.
- Orozco-Santos, M; Robles-González, M; Farias-Larios, J. 1995a. Some host plants of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) under mesh-shade house conditions in Colima, México. *Southwestern Entomologist* 20 (1): 111-112.
- Orozco-Santos, M; Pérez-Zamora, O; López-Arriaga, O. 1995b. Effect of transparent mulch on insect populations, virus diseases, soil temperature, and yield of cantaloupe in a tropical region. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 23: 199-204.
- Orozco-Santos, M; Pérez-Zamora, O; López-Arriaga, O. 1995c. Floating row cover and transparent mulch to reduce insect populations, virus diseases and increase yield in cantaloupe. *Florida Entomologist*. 78 (3):493-501.
- Pimentel, D. 1995. Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. *J. Agr. Environ. Ethics* 8:17-29.
- Powell, CA; Stoffella, PJ. 1993. Influence of endosulfan sprays and aluminum mulch on sweetpotato whitefly disorders of zucchini squash and tomatoes. *J. Prod. Agric.* 6(1):118-121.
- Riley, DG; Palumbo, JC. 1995. Interaction of silverleaf whitefly (Homoptera:Aleyrodidae) with cantaloupe yield. *J. Econ. Entomol.* 88 (6):1726-1732.
- Salas, J; Mendoza, O. 1995. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera:Aleyrodidae) on tomato. *Florida Entomologist*. 78 (1):154-160.
- Servín-Villegas, R; Martínez, JL; Troyo-Diéguez, E; Ortega-Rubio, A. 1997. Susceptibilidad de adultos de *Bemisia argentifolii* (Belows & Perring), a insecticidas de uso común en Baja California Sur, México. *Southwestern Entomologist* 22(1): 91-101.
- Torres-Pacheco, I; Garzón-Tiznado, JA; Brown, JK; Becerra-Flora, A; Rivera-Bustamante, RF. 1996. Detection and distribution of geminiviruses in Mexico and the southern United States. *Phytopathology* 86:1186-1192.
- Wraight, SP; Bradley, CA. 1996. Use of Mycotrol (*Beauveria bassiana*) for biological control of *Bemisia* whiteflies in field crops. In *Simposium de Control Biológico de Mosquita Blanca. 29 Congreso Nacional de Control Biológico (1996, Culiacán, Sinaloa, México)*. Memorias. p. 29-33.
- Yokomi, RK; Hoelmer, KA; Osborne, LS. 1990. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. *Phytopathology* 80:895-900.

# Comparación de una cepa de *Beauveria bassiana* con insecticidas utilizados para el control de *Plutella xylostella*

Armando Acuña P.\*  
Manuel Carballo V.\*\*

**RESUMEN.** Se comparó el efecto de una cepa de *Beauveria bassiana* con insecticidas utilizados convencionalmente para el control de la palomilla del repollo (*Plutella xylostella*), en dos épocas de siembra (seca y lluviosa). La investigación se realizó en Capellades, Costa Rica, una de las zonas donde se cultiva repollo. Los tratamientos evaluados fueron: suspensión acuosa de *B. bassiana*, aislamiento 447; suspensión acuosa de *B. bassiana* mezclada con 25% de la dosis comercial del insecticida cartap; *Bacillus thuringiensis* (Javelin); cartap en dosis comercial; cartap en subdosis (25% de la dosis comercial) y un testigo (agua). El menor número de larvas vivas de la palomilla, el menor daño a la cosecha y el mejor rendimiento se obtuvo con *B. thuringiensis* y el cartap en dosis comercial; mientras que los tratamientos con *B. bassiana*, lograron un control intermedio entre los mejores tratamientos y el testigo. El rendimiento de repollo en el tratamiento con *B. bassiana* en agua se redujo en 37% respecto al mejor tratamiento en la época seca y en 29,6% en la época lluviosa. El análisis económico determinó que el cartap en dosis comercial y el *B. thuringiensis* fueron los mejores tratamientos durante la época seca y la lluviosa, respectivamente.

**Palabras claves:** *Beauveria bassiana*, *Plutella xylostella*, Control biológico, Repollo, Costa Rica.

**ABSTRACT.** Comparison of *Beauveria bassiana* strain with insecticides used for control of *Plutella xylostella*. The effect of a *B. bassiana* strains was compared with insecticides conventionally for the control of the diamond back moth of the cabbage (*P. xylostella*) was evaluated over two planting seasons (dry and rainy). The investigation was performed in Capellades, Costa Rica, one of the areas for cabbage cultivation. The treatments used were: aqueous suspension of *B. bassiana*, isolate 447; aqueous suspension of *B. bassiana* mixed with 25% of the dose rate of the commercial insecticide cartap; *Bacillus thuringiensis* (Javelin); cartap commercial dose rate; Sub dose of cartap (25% of the commercial dose rate) and control. The lowest number of living moth larvae and also least damage to harvest and greatest yield were obtained with *B. thuringiensis* and the commercial dose rate of cartap; whilst in the treatments with *B. bassiana*, control was intermediate between the best treatments and the control. The yield of cabbage in the treatment with *B. bassiana* in water was reduced by 37% compared to the best treatment in the dry season and by 29.6% in the rainy season. The economic analysis determined that the best treatments were cartap at a commercial dose rate during the dry season and *B. thuringiensis* during the rainy season.

**Key words:** *Beauveria bassiana*, *Plutella xylostella*, Biological control, Repollo, Cabbage, Costa Rica.

## Introducción

La palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L., Lepidoptera: Plutellidae, es el principal factor limitante en la producción de repollo en Costa Rica (Monge

1991, CATIE 1990). La siembra de este cultivo en forma escalonada durante todo el año y la presencia de crucíferas silvestres, permite a la plaga disponer de alimento permanente, lo cual favorece su reproducción e incremento de la población (CATIE 1990). Ante esta problemática, los productores han adoptado de programas calendarizados (semanales y bisemanales) de aplicación de plaguicidas, sin considerar el grado de in-

Recibido: 26/09/98. Aprobado: 09/05/2000

\* Consultor independiente. La Suiza, Turrialba, Costa Rica.

\*\* CATIE. Area de Fitoprotección. Turrialba 7170, Costa Rica.  
EMail: mcarball@catie.ac.cr



festación, el nivel de daño y los muestreos poblacionales, lo cual contribuye a incrementar los problemas de contaminación ambiental y la presencia de residuos tóxicos en el producto cosechado y a un control ineficaz de la plaga debido al desarrollo de resistencia a los insecticidas (Blanco *et al.* 1990, Fuentes y Carballo 1995, Carballo *et al.* 1989, Monge 1991). Uno de los insecticidas que ya ha presentado problemas de resistencia en Costa Rica es el metamidofós (Carazo *et al.* 1999).

Entre las alternativas para el manejo de esta plaga, están el control microbiano mediante la utilización de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill; no obstante, se han realizado pocos trabajos sobre este tema. Fuentes y Carballo (1995) evaluaron diferentes aislamientos de *B. bassiana* para el control de larvas de la palomilla y seleccionaron el aislamiento 447 como el más virulento. Ellos determinaron una concentración media letal ( $CL_{50}$ ) de  $2,2 \times 10^5$  conidios/ml, una  $CL_{95}$  de  $5,1 \times 10^7$  conidios/ml y un tiempo medio letal ( $TL_{50}$ ) de 2,5 días para la concentración de  $1,0 \times 10^7$  conidios/ml. Estos autores también evaluaron el potencial de *B. bassiana* para el control de la palomilla en condiciones de invernadero, mediante la utilización del hongo en concentraciones de  $5 \times 10^6$ ,  $5 \times 10^7$  y  $5 \times 10^8$  conidios/ml, logrando porcentajes de mortalidad de 13,3; 89,7 y 96,7%, respectivamente. Gutiérrez (1991), en un estudio con el aislamiento 117 de *B. bassiana* y dos métodos de aplicación, obtuvieron una  $CL_{50}$  de  $6,43 \times 10^6$  conidios/ml para la aplicación foliar y  $4,16 \times 10^5$  conidios/ml con la aplicación tópica.

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de una cepa de *B. bassiana* con insecticidas convencionalmente utilizados en Costa Rica para el control de *P. xylostella*, tanto en la época seca como en la lluviosa.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en Capellades de Alvarado, provincia de Cartago, Costa Rica, ubicado a  $9^{\circ}, 55'$  latitud norte y  $83^{\circ} 49'$  longitud oeste y una altura de 1735 msnm, una precipitación de 2300 mm y una temperatura de  $18,6^{\circ}\text{C}$ . El estudio se desarrolló en dos épocas de siembra del cultivo, la época seca entre febrero y mayo de 1993, y la época lluviosa entre julio y octubre del mismo año. Se utilizó la variedad de repollo utilizada fue Izalco.

Los tratamientos evaluados, aplicados semanalmente fueron: *B. bassiana*, aislamiento 447, en una concentración de  $5 \times 10^7$  conidios/ml; *B. bassiana* ( $5 \times 10^7$  conidios/ml) + 25% de la dosis comercial de cartap

(Padán 50PS) 0,425 g i.a./L; *Bacillus thuringiensis* (Javelin 6,4 % WG), a una concentración de 0,77 g i.a./L; cartap (Padán 50 PS) a una concentración de 1,78 g i.a./L; cartap en subdosis (25% de la dosis comercial) (0,425 g i.a./L) y testigo (agua). Durante la siembra en época lluviosa, la subdosis de cartap, se redujo a 0,21 g i.a./L, debido a que la dosis del 25% tenía un efecto directo sobre la mortalidad de las larvas. En todos los tratamientos se usó el adherente Nu-film en una concentración de 0,05%. Las aplicaciones se realizaron entre las 7:30 y 9:30 am.

Se usó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, con parcelas de  $16 \text{ m}^2$ .

Se realizaron conteos de larvas vivas cada 15 días, a partir de los 23 días luego de un periodo de recuperación por trasplante de las plántulas de repollo, muestreando cinco plantas por parcela. En cada planta se revisaron las cuatro primeras hojas envoltentes y la sección central de la planta. Para la estimación del número de pupas y larvas muertas, se realizaron cinco muestreos, con intervalos de 15 días entre cada uno en ambos ciclos de siembra. Se cuantificó el número de los cadáveres presentes en la cuatro hojas envoltentes y en la sección central de la planta.

Para evaluar el rendimiento, el repollo cosechado se clasificó en primera calidad (sin daño o daño leve), segunda calidad (daño leve a mediano) y producto no comercial (daño fuerte). Después de la separación del producto se determinó el peso en kg por parcela útil y luego se calculó el rendimiento por hectárea.

Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% para los conteos quincenales de larvas y el total acumulado de los cinco muestreos para el rendimiento de repollo. Se usó una transformación a raíz cuadrada para los conteos de larvas y pupas.

Los análisis económicos se realizaron utilizando presupuestos parciales, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal de los beneficios netos. Se utilizaron precios de los insumos y productos de marzo del 2000 y una tasa de comparación de valor del dinero de 8%. El costo de *B. bassiana*, se estimó en base a los costos de producción en el laboratorio de control microbiano del CATIE.

## Resultados y discusión

**Número de larvas vivas.** En la época seca, el número total de larvas vivas en el testigo fue muy alto (71,30) y diferente ( $P < 0,05$ ) de los restantes tratamientos, que presentaron menos de 11,65 larvas. En la época lluviosa, el número de larvas vivas en el testigo fue de 43,25

y de 34,32 con el tratamiento de cartap en subdosis; para otros tratamientos disminuyó a menos de 16,9 larvas (Cuadros 1 y 2).

El número de larvas, según fechas de muestreo, fue variable. Durante la época seca, el testigo presentó el mayor número de larvas vivas en los muestreos posteriores a 39 días después del trasplante y solo el muestreo realizado a los 23 días no presentó diferencias con respecto a los demás tratamientos, debido a que éste se realizó inmediatamente después de la segunda aplicación y los niveles de infestación eran bajos porque las plantas eran muy pequeñas (Cuadro 1). Los tratamientos de *B. thuringiensis* y de cartap en dosis comercial presentaron la menor población de larvas, mostrando el mejor control. Así mismo, el tratamiento de *B. bassiana* y de *B. bassiana* más cartap en subdosis, presentaron un buen control con valores significativamente más bajos que el testigo y similares a los otros tratamientos. Para el tratamiento con cartap en subdosis se observó un incremento leve en la población de larvas en los dos últimos muestreos.

La infestación de larvas en la época seca fue baja en los primeros dos muestreos, pero luego se incrementó, posiblemente debido a que durante este tiempo no existió ningún factor natural de mortalidad capaz de reducir las poblaciones, por lo cual alcanzó niveles muy elevados, principalmente en la etapa de formación de la cabeza, la cual constituye el período crítico principal (Carballo y Hruska 1989). El control de la palomilla en la época seca es más costoso, porque se requieren más aplicaciones de plaguicidas; además de los efectos que estos productos tienen sobre el ambiente, la salud de productores y consumidores y el desarrollo de resistencia a los insecticidas (Monge 1991, CATIE 1990). Aun cuando no se ha encontrado resistencia de *P. xylostella* a cartap (Carazo *et al.*

1999), en otros países si se han establecido niveles de resistencia de la plaga a este insecticida (Cheng *et al.* 1984 citado por Carazo *et al.* 1999).

En la época lluviosa, el testigo presentó el mayor número de larvas totales, pero el tratamiento de cartap en subdosis no fue diferente ( $P < 0,05$ ), al testigo en tres de los muestreos realizados, principalmente porque durante esta época, la subdosis de cartap se redujo a la mitad, con respecto a la siembra en época seca (Cuadro 2). Los otros tratamientos lograron un control casi total después de los 55 días, beneficiados también por el efecto de la lluvia que incluso tuvo un efecto significativo en el testigo, en el cual aún cuando la población de larvas se afectó, el daño ya era significativo. En ambas épocas de siembra el mejor tratamiento para el control de larvas fue *B. thuringiensis*.

Durante la época lluviosa, la infestación de larvas fue muy alta a los 23 y 39 días, debido a la migración de adultos desde plantaciones aledañas abandonadas en las cuales la infestación era muy alta. Esto se logró controlar en todos los tratamientos excepto en el testigo y en el de cartap en subdosis. Esta condición incidió directamente en el rendimiento de repollo, como se discutirá más adelante.

**Número de larvas y pupas muertas.** En los tratamientos con *B. bassiana*, se determinó un número muy alto de cadáveres de larvas y pupas muertas de *P. xylostella*. (Cuadro 3). Los cadáveres presentaban una coloración blanca por la presencia de micelio y esporas y estaban adheridos a las hojas, principalmente en el envés. La capacidad de adherencia por varios días le permitió al hongo una mayor dispersión de los conidios y constituyó una importante fuente de inóculo para nuevas infestaciones de la plaga. En los otros tratamientos, aunque se registró el número de larvas muertas de *P. xylostella*, éstas no presentaron los sín-

**Cuadro 1.** Efecto de diferentes tratamientos sobre el número de larvas vivas de *P. xylostella* por planta en cinco muestreos realizados con intervalos de 15 días y total de los cinco muestreos, durante la época seca.

Tratamientos	No. larvas					Total***
	23 ddt*	39 ddt	55 ddt	71 ddt	87 ddt	
<i>B. bassiana</i>	2,12 a	0,36 b	1,87 b	2,36 b	1,60 bc	8,30 c
<i>B. bassiana</i> +cartap (subdosis)	2,12 a	1,22 b	0,73 bc	0,31 b	0,00 c	4,40 cd
<i>B. thuringiensis</i> (Javelin)	0,36 a	0,25 b	0,06 c	0,36 b	0,00 c	1,03 d
Cartap dosis comercial	2,16 a	0,06 b	0,00 c	0,36 b	0,00 c	2,60 d
Cartap en subdosis	1,66 a	1,46 ab	0,25 b	3,59 b	4,68 b	11,65 b
Testigo	2,00 a	4,95 a	7,98 a	34,40 a	21,96 a	71,30 a

\* Medias con igual letra no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

\*\* ddt, días después del trasplante.

\*\*\* acumulado de los cinco muestreos



**Cuadro 2.** Efecto de seis tratamientos sobre el número de larvas vivas de *P. xylostella* por planta para cinco muestreos realizados a intervalos de 15 días y total de los cinco muestreos, durante la época lluviosa.

Tratamientos	No. larvas					
	23ddt*	39 ddt	55 ddt	71 ddt	87 ddt	Total
<i>B. bassiana</i>	8,00 abc	6,65 bc	0,06 c	0,00 b	0,25 bc	15,00 c
<i>B. bassiana</i> +cartap (subdosis)	10,39 ab	6,15 bc	0,36 c	0,00 b	0,00 c	16,90 c
<i>B. thuringiensis</i> (Javelin)	4,91 c	2,73 c	0,56 c	0,00 b	0,06 c	8,30 d
Cartap dosis comercial	7,46 bc	6,60 bc	1,49 bc	0,00 b	0,93 bc	16,50 c
Cartap en subdosis	6,85 bc	19,00 a	4,91 ab	0,00 b	3,56 ab	34,30 b
Testigo	13,98 a	11,80 ab	6,74 a	4,80 a	5,93 a	43,25 a

Medias con igual letra no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey al 5%.  
ddt: días después del trasplante.

omas de infección de *B. bassiana*. Al comparar las dos épocas de siembra, se observó que el número de cadáveres adheridos a la planta fue mayor en la época seca que en la lluviosa. Además en ésta última, la lluvia desprende las esporas de las larvas mientras que en la época seca éstas permanecieron sobre los cadáveres por mucho tiempo, favoreciendo la contaminación de una mayor cantidad de larvas.

Lecuona y Alves (1996) señalan que la sobrevivencia del inóculo sobre el follaje es fundamental para incrementar el contagio del hospedante. Estos autores también mencionan varios factores importantes que determinan la sobrevivencia de los entomopatógenos en el campo, como son la radiación solar, la humedad relativa y la temperatura; la lluvia es considerada como un factor importante que incide en la diseminación de hongos.

**Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento.** Durante la época seca, el rendimiento de repollo de primera calidad, fue similar en los tratamientos de cartap en dosis comercial, *B. thuringiensis* y *B. bassiana*+cartap en subdosis, ( $P<0,05$ ) seguido por el tratamiento con cartap en subdosis y *B. bassiana*, el cual fue 37%

menor con respecto al mejor tratamiento (cartap en dosis comercial) (Cuadro 4). En el tratamiento testigo no se cosechó repollo de primera ni de segunda calidad. Con respecto al repollo de segunda calidad, los rendimientos fueron bajos y no hubo diferencia entre los tratamientos, pero sí con el testigo.

Durante la época lluviosa, el mejor rendimiento de repollo de primera calidad se logró con los tratamientos de *B. thuringiensis*, seguido por *B. bassiana*+cartap en subdosis y cartap en dosis comercial y *B. bassiana* y finalmente el cartap en subdosis. Para este último el rendimiento se redujo en 57%. En el testigo no se cosechó repollo de primera calidad. La producción de repollo de segunda calidad, fue mayor en la época lluviosa que en la época seca y no presentó diferencias significativas entre tratamientos, excepto con el testigo, para el cual la cosecha fue nula. El comportamiento del tratamiento de cartap en subdosis difirió entre épocas de siembra, debido a que durante la época seca se aplicó una subdosis equivalente a la cuarta parte de la dosis normal y tuvo un efecto regular en el control de la plaga, pero en la época lluviosa, la subdosis se redujo a la octava parte de la dosis co-

**Cuadro 3.** Efecto de diferentes tratamientos sobre el número de larvas y pupas muertas de *P. xylostella* por planta, acumuladas en los cinco muestreos durante dos épocas de siembra de repollo.

Tratamientos	Larvas		Pupas		Total	
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
<i>B. bassiana</i>	19,6 a	11,6 a	8,2 a	3,7 a	27,8 a	15,2 a
<i>B. bassiana</i> +cartap (subdosis)	5,2 b	14,1 a	14,2 a	2,4 a	19,3 a	16,5 a
<i>B. thuringiensis</i> (Javelin)	1,3 c	0,1 b	0,4 b	0,1 b	1,7 b	0,1 b
Cartap dosis comercial	1,9 bc	1,6 b	0,4 b	0,1 b	2,4 b	1,7 b
Cartap en subdosis	1,2 c	0,0 b	1,1 b	0,0 b	2,3 b	0,0 b
Testigo	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b

Medias con igual letra no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey al 5%.  
ddt, días después del trasplante.

**Cuadro 4.** Rendimiento de repollo de primera y segunda calidad, en kg/ha, en respuesta a seis tratamientos para el control de *P. xylostella* en dos épocas de siembra.

Tratamiento	Epoca seca		Epoca lluviosa	
	1a Calidad	2a Calidad	1a Calidad	2a Calidad
<i>B. bassiana</i>	49219 c	15572 a	41529 ab	36335 a
<i>B. bassiana</i> +cartap (subdosis)	64983 ab	18263 a	51526 a	34028 a
<i>B. thuringiensis</i> (Javelin)	67098 ab	13649 a	54794 a	25569 a
Cartap dosis comercial	72673 a	17110 a	42874 ab	36527 a
Cartap en subdosis	59408 bc	21916 a	29225 b	29798 a
Testigo	0 d	0 b	0 c	0 b

\* Medias con igual letra no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey al 5%.

mercial, por lo que su efecto en el control de la plaga y sobre el rendimiento de repollo fue menor; no obstante, mostró un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) cuando se aplicó en mezcla con *B. bassiana*.

No obstante, a que la concentración de *B. bassiana* utilizada resultó efectiva para reducir la infestación de *P. xylostella* y que los rendimientos de repollo con este tratamiento fueron buenos, probablemente, aún podría mejorarse el control utilizando formulaciones del hongo más adecuadas que las evaluadas en este estudio. Una alternativa es evaluar el efecto que tiene la emulsión de *B. bassiana* en aceite, tanto mineral como vegetal. Este tipo de emulsión ha sido evaluado en otras investigaciones (Prior *et al.* 1988, Carballo 1996). Contreras *et al.* (1997) utilizó *B. bassiana* en aceite de soya para el control del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*) obteniendo buenos resultados debido a que el aceite posee propiedades que evitan la evaporación y permite la aplicación en gotas más pequeñas que las utilizadas con suspensiones acuosas. Además, la formulación en aceite mejora la persistencia de los conidios en la superficie del cultivo y permite usar concentraciones más bajas del hongo.

Estos aspectos, así como el uso de equipos de aplicación de bajo volumen, deben ser evaluados en condiciones de campo.

En el análisis de dominancia para la siembra de época seca, se determinaron dos tratamientos no dominados. Se procedió a realizar el análisis de tasa de retorno marginal lo que permitió determinar, de acuerdo a la tasa de comparación utilizada, que el tratamiento que produjo los mayores beneficios netos en este ciclo fue el cartap en dosis comercial (Cuadro 5).

El análisis de dominancia para la época lluviosa, determinó tres tratamientos no dominados. Se procedió a realizar el análisis de tasa de retorno marginal lo que permitió determinar, de acuerdo a la tasa de comparación utilizada, que el tratamiento que produce los mayores beneficios netos en esta época fue *B. thuringiensis* (Cuadro 6). En ambos ciclos, los tratamientos con *B. bassiana* resultaron dominados pero podría mejorarse utilizando un producto a base de este hongo formulado, de mayor eficacia y menor costo, considerando que la concentración utilizada fue alta pero que se puede reducir según la información generada en Nicaragua (Díaz *et al.* 1999).

**Cuadro 5.** Rendimiento, beneficio bruto, costos variables, beneficio neto y tasa de retorno marginal para diferentes tratamientos de control de *P. xylostella* en la época seca.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Beneficio bruto (\$/ha)	Costo variable (\$/ha)	Beneficio Neto (\$/ha)	TRM (%)
<b>No dominados</b>					
Cartap dosis comercial	72673	9625,6	318,7	9306,8	1304,9
Cartap (subdosis)	59408	7868,6	193,7	7674,9	3962,6
Testigo	0,0	0,0	0,0	0,0	-
<b>Dominados</b>					
<i>B. bassiana</i> +cartap (subdosis)	64983	8607,0	380,7	8226,3	-
<i>B. bassiana</i>	49219	6519,1	342,2	6176,9	-
<i>B. thuringiensis</i> (Javelin)	67098	8887,2	332,9	8554,2	-



**Cuadro 6.** Rendimiento, beneficio bruto, costos variables, beneficio neto y tasa de retorno marginal para diferentes tratamientos de control de *P. xylostella* en la época lluviosa.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Beneficio bruto (\$/ha)	Costo variable (\$/ha)	Beneficio Neto (\$/ha)	TRM (%)
<b>No dominados</b>					
<i>B. thuringiensis</i> (Javelin)	54794	7257,5	332,9	6924,6	11044,9
Cartap dosis comercial	42874	5678,7	318,7	5359,9	1152,9
Cartap subdosis	29225	3870,9	174,4	3696,4	2118,9
Testigo	0,0	0,0	0,0	0,0	-
<b>Dominados</b>					
<i>B. bassiana</i> +cartap subdosis	51526	6824,6	361,5	6463,2	-
<i>B. bassiana</i>	41529	5500,5	342,2	5158,3	-

## Literatura citada

- Acuña, A. 1995. Evaluación del control microbiológico y químico de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) en repollo *Brassica oleracea*. Tesis Ing. Agr. Sede Regional del Atlántico, Universidad de Costa Rica. 85 p.
- Blanco, H; Shannon, P; Saunders, JL. 1990. Resistencia de *Plutella xylostella* (Lep:Plutellidae) a tres piretroides sintéticos en Costa Rica. Turrialba 40(2):154-159.
- Carazo R, E; Cartín L, VM; Monge V, LA; Lobo S, JA; Araya R, L. 1999. Resistencia de *Plutella xylostella* a deltametrina, metamidofós y cartap en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 53:52-57.
- Carballo, M. 1996. Evaluación de la mortalidad de *Cosmopolites sordidus* (Germar) por efecto de diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals). In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (6, 1996, Acapulco, México) Memorias. p. 148
- Carballo, M; Hernández, M; Quezada, JR. 1989. Efecto de los insecticidas y de las malezas sobre *Plutella xylostella* (L) y su parasitoide *Diadegma insularis* (Cress) en el cultivo del repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 11:1-20.
- Carballo, M; Hruska, A. 1989. Períodos críticos de protección y efecto de la infestación de *Plutella xylostella* (L). (Lep:Plutellidae) sobre el rendimiento de repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 14:46-60.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. Turrialba, Costa Rica, CATIE/MIP. 80 p.
- Contreras, T; Carballo, M; Hidalgo, E; Bustamante, E. 1997. Evaluación de trampa de pseudotallo y formulaciones de *Beauveria bassiana* Bals en el control del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 46:44-49.
- Díaz, BJ; Guharay, F; Miranda O, F; Molina, AJ; Zamora, SM; Zeledón, ZR. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del repollo. CATIE/INTA/UNA. Serie Técnica, Manual Técnico No.38. 103 p.
- Fuentes, G; Carballo, M. 1995. Evaluación de aislados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para el control de *Plutella xylostella* (L.) Lepidoptera: Yponomeutidae. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35:14-18.
- Gutiérrez, C. 1991. Control de larvas de *Plutella xylostella* (L) con la mezcla de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. más Nu-Film 17. Tesis MSc., Turrialba, Costa Rica. CATIE. 73 p.
- Lecuona, RE; Alves, SB. 1996. Epizootiología. In R. Eslenona (Ed.) Microorganismo, patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Buenos Aires, Argentina. p.17-34.
- Monge, J. 1991. Diagnóstico sobre el combate de *Plutella xylostella* (L.) (Lep:Plutellidae) en el cultivo del repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 22:41-45.
- Prior, C; Jollands, P; Patourel, GLE. 1988. Infectivity of soil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina:Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera:Curculionidae). Journal of Invertebrate Pathology 52:66-72.

# Efecto de *Metarhizium anisopliae* sobre plagas rizófagas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en Colombia

María Denis Lozano Tovar\*  
 María Nelly Rodríguez S.\*\*  
 Norma Constanza Vásquez A.\*\*\*  
 Guillermo Sánchez Gutiérrez\*\*\*\*

**RESUMEN.** El municipio de Cajamarca es el principal productor de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*, Umbeliferaceae) en Colombia, con un área de siembra de 5000 ha anuales. Este cultivo constituye el eje del sistema de producción y la principal fuente de ingreso para los agricultores. El problema más importante del cultivo es el complejo de chisas (Coleoptera: Melolonthidae), las cuales ocasionan pérdidas hasta de 30% e incrementan los costos de producción en 22%. Entre estas plagas están los géneros *Plectris*, *Serica* y *Macroductylus*. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de *Metarhizium anisopliae* en el control de larvas de estas plagas. Para la multiplicación de *M. anisopliae* se utilizó una cepa aislada de *Serica* en la zona de Cajamarca. Las larvas se recolectaron en diferentes fincas de la zona y se mantuvieron en cuarentena por 30 días para la determinación de la CL<sub>50</sub> y TL<sub>50</sub> del entomopatógeno. Se evaluaron seis concentraciones de *M. anisopliae* en suspensión acuosa (10<sup>0</sup> - 10<sup>10</sup> conidias/ml) sumergiendo las larvas por 10 seg. Se empleó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. La sintomatología presentada por las larvas afectadas fue similar en los tres géneros, caracterizándose por puntos de entrada pardos y negros localizados cerca o en las aberturas naturales de éstas. *Serica* y *Plectris* fueron más susceptibles al hongo que *Macroductylus*. Para *Serica* sp. se determinó una CL<sub>50</sub> de 2,07 x 10<sup>4</sup> conidias/ml y una TL<sub>50</sub> de 22 días; para *Plectris* la CL<sub>50</sub> fue de 8,6 x 10<sup>3</sup> conidias/ml y una TL<sub>50</sub> de 46,86 días, en *Macroductylus* la CL<sub>50</sub> de 4,16 x 10<sup>13</sup> conidias/ml y una TL<sub>50</sub> de 207 días.

**Palabras clave:** Control biológico, *Plectris*, *Serica*, *Macroductylus*, *Metarhizium anisopliae*, Arracacha, Colombia

**ABSTRACT. Effect of *Metarhizium anisopliae* on rhizophages pests on arracacia (*Arracacia xanthorrhiza*) in Colombia.** The municipality of Cajamarca is the main producer of arracacia (*A. xanthorrhiza*, Umbeliferaceae) in Colombia, with an annual planting area of 5000 ha. This crop forms the basis of the production system and is the main source of income for the farmers. A complex of chisas (Coleoptera: Melolonthidae) is the most important problem affecting the crop, causing losses of up to 30% and increasing the costs of production by 22%. Amongst these are larvae of the genera *Plectris*, *Serica* y *Macroductylus*. The objective of this research was to evaluate the effect of *M. anisopliae* for the control of larvae of these pests. A strain of *Serica* isolated from the Cajamarca zone was used for the multiplication of *M. anisopliae*. The larvae were collected from different farms in the zone and maintained in quarantine for 30 days in order to determine the CL<sub>50</sub> and TL<sub>50</sub> of the entomopathogen. Six concentrations of *M. anisopliae* (10<sup>0</sup> - 10<sup>10</sup> conidias/ml) in aqueous suspension against larvae submerged for 10 seconds were evaluated. A completely randomised experimental design with 6 treatments and 3 replications was used. The symptoms presented by the affected larvae was similar in the 3 genera and were characterised by entrance points of a brown and black colour, localised near or in their natural openings. *Serica* and *Plectris* genera are more susceptible to the fungus than *Macroductylus*. A CL<sub>50</sub> of 2.07 x 10<sup>4</sup> conidias/ml and a TL<sub>50</sub> of 22 days was determined for *Serica*; for *Plectris* the CL<sub>50</sub> was 8.6 x 10<sup>3</sup> conidias/ml and TL<sub>50</sub> 46.86 days, and in *Macroductylus* the CL<sub>50</sub> was 4.16 x 10<sup>13</sup> conidias/ml and the TL<sub>50</sub> of 207 days.

**Key words:** Biological control, *Plectris*, *Serica*, *Macroductylus*, *Metarhizium anisopliae*, Arracacia, Colombia

Recibido: 14/08/98. Aprobado: 9/5/2000

\* Investigadora I.A. Entomología C.I. Nataima - CORPOICA. A.P. 064. Espinal, Colombia.

\*\* I.A. Umata Coello (Tolima), Colombia.

\*\*\* I.A. Investigadora Asistente - Creced Norte Tomima, Ibagué, Colombia.

\*\*\*\*I.A. MSc. Ph.D. Sanidad Vegetal - ICA, Ibagué, Colombia.



## Introducción

El área cultivada de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Umbeliferaceae) en Cajamarca, Colombia representa el 74,9% del área total sembrada de este cultivo en el departamento de Tolima. Este cultivo constituye la principal fuente de ingresos de los agricultores de la región; su producción es permanente, registrándose los mayores volúmenes en los meses de agosto, septiembre y octubre.

La importancia de la arracacha como alimento en la zona Andina radica en su contenido de carbohidratos (24%) y particularmente en el contenido de proteínas (2,5 – 3,0%); también se le atribuyen algunas propiedades medicinales a las raíces.

En Cajamarca se han incrementado los daños causados por plagas en este cultivo, llegando a registrarse pérdidas de hasta un 40% de la producción

El ataque de plagas, especialmente coleópteros de la familia Melolonthidae, disminuye el rendimiento del cultivo e incrementa los costos de producción, lo cual ha provocado en la región un uso excesivo de plaguicidas sintéticos. El uso desmedido de plaguicidas y fertilizantes así como el empleo de métodos de control y de rotación del cultivo no adecuados han ocasionado que las larvas de especies sean consideradas plagas de importancia primaria para los cultivos de la zona (Sánchez y Vásquez 1996).

Gutiérrez y Vásquez (1996) señalaron que entre 1994 y 1995, la población de larvas de coleópteros en la región estaba compuesta por: *Cyclocephala* sp. 25%, *Phyllophaga* sp. 24%, *Macrodactylus* sp. e *Isonychus* sp. 17%, *Anomala* sp. 17%, *Serica* sp. 11% y *Plectris* sp. 7%.

Las larvas de los coleópteros están entre los insectos del suelo más destructores y problemáticos y generalmente, cuando los campos están infestados por estas plagas, los cultivos germinan pero detienen su crecimiento (Metcalf y Flint 1966).

Durante el estado larval causan daños de importancia económica ya que cortan las raíces y los tallos de las plantas, provocando pérdidas en el rendimiento. Algunos de los cultivos afectados son frijol, maíz, pastos, frutales, hortalizas, papa y forestales, también se les ha observado masticando follaje, flores y frutos (Londoño y Gil 1994).

Durante su vida las larvas de estas plagas atraviesan por tres instares cuyo tamaño varía con la edad. Estas se ubican principalmente en el área de raíces de la planta y permanecen allí de 6 a 7 meses. El último instar es el más voraz y pueden causar daños al comerse las raíces de su hospedante. Londoño (1995) infor-

mó que en 1992 las pérdidas por estas plagas en plantaciones de maíz y frijol oscilaron entre 50% y 80% de la producción por volcamiento del maíz y la pérdida del tutor para el frijol.

La oviposición y desarrollo de estas plagas depende de las condiciones ambientales; las época lluviosa favorece la oviposición, eclosión, desarrollo y desplazamiento, tanto de larvas como de adultos (Pardo 1991).

La especie de *Macrodactylus*, comúnmente observadas en el follaje de diversas plantas, se distribuyen en los pisos térmicos cálido y medio; se les ha colectado en Boyacá, Nariño, Cauca, Antioquía, Valle del Cauca, Caldas y Tolima. Los adultos de este género se alimentan de follaje de curuba, manzana, ciruela, frijol, maíz, granadilla, frambuesa y fresa, en las cuales afecta las estructuras florales. *Serica* sp. es común en los suelos cultivados, pero especialmente, en terrenos con abundante materia orgánica (Pardo 1994). Los adultos son localizados abundantemente en las temporadas de emergencia dañando el follaje de aguacate, durazno, ciruela. Las larvas comen raíces de pastos y otras plantas (Pardo 1994).

Se ha informado el daño de *Plectris* sp. en varios cultivos del oriente Antioqueño, en Anolaima y Silvania (Cundinamarca) y en varios municipios del departamento del Tolima. Nanclares y Ramírez (1992) reportaron el ataque de este género en papa criolla (*Solanum phureja*) en el municipio de la Unión, Antioquia.

Las enfermedades fungosas en los insectos son comunes y frecuentes y muchas veces logran reducir las poblaciones de insectos por epizootias significativas y virtualmente todos los insectos son susceptibles a estas enfermedades. Muchos hongos entomopatógenos pueden ser utilizados para el control de coleópteros, ya que las enfermedades virales y bacterianas son raras en los escarabajos (Hajek y Leger 1994).

Londoño y Pérez (1994) informaron como agentes causantes de mortalidad de larvas de estas plagas en el oriente Antioqueño a *Bacillus popilliae*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *B. brogniartii*, nematodos y parasitoides. Sánchez y Vásquez (1996) identificaron como agentes benéficos en zona de Cajamarca a los hongos *M. anisopliae*, *B. bassiana* y *Septobasidium* sp.; a los nematodos del género *Hexameris* sp. y parasitoides de la familia Tiphidae.

Por ello, se realizan esfuerzos para buscar alternativas de control microbiano mediante el uso de entomopatógenos. Este control es permanente, seguro y

económico, no tiene efectos colaterales como toxicidad o contaminación ambiental y no representa peligro en su uso.

Metchnikoff en estudios sobre el hongo *M. anisopliae* observó que las larvas eran infectadas cuando estaban en el suelo, junto con larvas enfermas o en contacto con esporas del hongo y reconoció la importancia de su producción artificial para el control de insectos (Rosas 1994).

Krassiltschik en 1988, citado por Rosas (1994), reprodujo masivamente las esporas de la muscardina verde y aplicó el hongo en el campo para el control del picudo de la remolacha logrando mortalidades entre el 55% y 80% de la larva en el campo.

*Metarhizium* ha sido utilizado para el control de insectos plaga en cultivos comerciales. El éxito de la aplicación de estos plaguicidas biológicos ha conducido a la investigación sobre aspectos biológicos, ecológicos y patológicos (López y Rivera 1994).

*M. anisopliae* posee características especiales tales como variedad de hospedantes, fácil producción masiva sobre sustratos simples, viabilidad de las conidias en el suelo por largos períodos de tiempo. Estas propiedades lo convierte en una alternativa de control que puede ser usado eficientemente en el control de insectos plagas (Avila y Umaña 1988).

Guagliumi y Aquino (1977) lograron la reproducción comercial del hongo, sembrándolo en botellas de Roux y en bolsas de polietileno esterilizables e incubadas entre 22°C y 36°C de temperatura. Este sistema de multiplicación resultó bastante práctico, económico y produjo altos rendimientos (Jiménez y Rodríguez 1994).

Por tanto, resulta necesario identificar agentes biológicos causantes de mortalidad en insectos del suelo, así como determinar los métodos económicos de multiplicación en laboratorio y evaluar su eficiencia. El objetivo de este trabajo fue establecer la virulencia y patogenicidad de la cepa nativa de *M. anisopliae* sobre los géneros *Plectris*, *Serica* y *Macroductylus* determinando la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) y el tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) de cada uno de ellos.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó bajo condiciones de laboratorio, en las instalaciones de entomología de la Universidad de Tolima localizada a 40° 16' latitud N y 75° 15' longitud O, en la ciudad de Ibagué, ubicada a 1180 msnm, con una media de temperatura promedio de 22°C, humedad relativa entre 75% y - 80%, precipita-

ción media de 1200 mm. El trabajo tuvo una duración de 18 meses.

Se emplearon larvas de *Plectris*, *Serica*, y *Macroductylus*, recolectadas en diferentes fincas de la zona productora de arracacha (Cajamarca), las cuales fueron cuarentenadas por 30 días en cajas que contenían suelo estéril. Semanalmente se les suministró los tubérculos de arracacha como alimento y el suelo fue regado cada tres días con agua estéril. La cepa del entomopatógeno evaluada fue aislada de larvas del género *Serica* afectadas naturalmente en el campo. El aislamiento se realizó en el Centro de Investigación Nataima de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, El Espinal, Tolima, Colombia.

Para la multiplicación del hongo se emplearon pequeñas porciones del cultivo puro y esporulado y se introdujeron en botellas de vidrio que contenían 50 g arroz por botella como medio de cultivo esterilizado. La siembra se hizo en la cámara de flujo laminar y bajo condiciones de asepsia.

Las concentraciones utilizadas para la inoculación de las larvas fueron  $10^0$ ,  $10^2$ ,  $10^4$ ,  $10^6$ ,  $10^8$  y  $10^{10}$  conidias/ml, las cuales fueron obtenidas de una suspensión madre siguiendo el método de las diluciones seriales (Moraes y Alves 1986).

El tratamiento de las larvas se realizó por el método de la vía húmeda que consistió en sumergirlas en la suspensión homogeneizada de concentración conocida. Para cada tratamiento se utilizaron 30 larvas, las cuales se colocaron dentro de una bolsa de tul y se sumergieron por 10 segundos en la suspensión. Las larvas del testigo se sumergieron en agua destilada. Las larvas tratadas fueron colocadas en unidades experimentales (10 larvas/unidad experimental), que contenían suelo procedente de la zona de Cajamarca. El suelo fue esterilizado en autoclave a 15 libras por pulgada cuadrado por 30 minutos durante 3 días consecutivos. Las larvas fueron alimentadas semanalmente con arracacha, zanahoria (*Daucus carota*) y papa criolla. El suelo fue humedecido cada tres días para evitar la deshidratación de las larvas.

Semanalmente las larvas fueron revisadas y se registró su sintomatología (puntos de entrada del hongo), mortalidad total, sobrevivencia y esporulación. Las larvas de *Serica* sp. fueron evaluadas hasta los 30 días, mientras que para las de *Plectris* sp. y *Macroductylus* sp. el análisis se realizó hasta los 55 días después de inoculadas. Las larvas de *Serica* sp. y *Plectris* sp. utilizadas eran de tercer instar y las de *Macroductylus* sp. de segundo instar, debido a que la mayoría de las lar-



vas recolectadas de cada género correspondían a esos instares.

Se determinó el número de conidias por larva esporulada. Para cada tratamiento se tomaron tres larvas totalmente esporuladas (más del 90% del cuerpo cubierto por conidias del hongo) y tres parcialmente esporuladas (entre 50 y 70% del cuerpo cubierto por conidias del hongo) en las cuales se cuantificó el número de conidias presentes colocándolas en 9 ml de agua destilada más Agral al 0,5%; con un agitador manual se homogeneizó la suspensión para iniciar el conteo de conidias en la cámara de Neubauer.

Para la determinación de la  $CL_{50}$  y  $TL_{50}$ , se usaron los datos de mortalidad total, los cuales se sometieron al análisis de Probit y a pruebas de confianza  $/X^2/$ . El diseño estadístico utilizado fue el completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Para el análisis de varianza, los datos de mortalidad fueron transformados por la fórmula  $\sqrt{\chi+1}$  y corregida por la fórmula de Abbot.

### Resultados y discusión

La sintomatología presentada por las larvas afectadas por *M. anisopliae* fue similar en los tres géneros, caracterizándose por puntos de entrada pardos y negros semejante a quemaduras, los cuales se producen alrededor de los espiráculos, en medio de los tarsos, cerca a la región anal, entre los pliegues abdominales y entre la unión de la cabeza y el tórax (Fig. 1).

Después que el hongo penetró la larva, ésta disminuyó sus movimientos y dejó de alimentarse hasta

morir, adquiriendo una consistencia rígida. La esporulación empezó a observarse en las larvas a los dos días después de su muerte, para ser invadida totalmente entre los 4 - 8 días siguientes, dependiendo del género. Inicialmente, en los puntos de entrada se presentaron micelios de color blanco que luego avanzaron cubriendo totalmente la larva. Una vez esporuladas se tornaron de color verde intenso pasando luego a verde oscuro (Fig. 2).

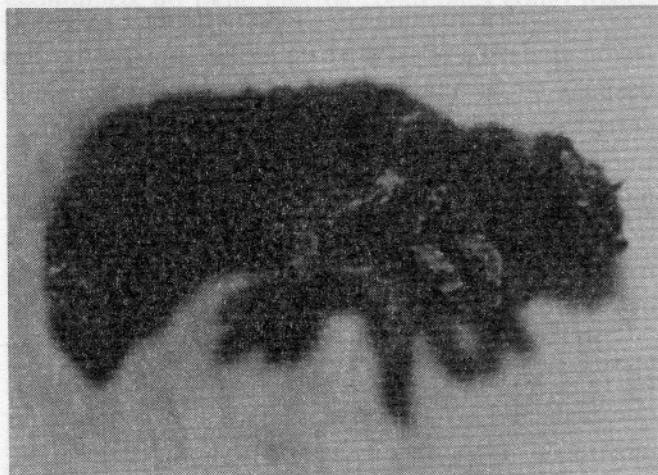
El hongo aplicado en concentraciones bajas causó estrés en las larvas, haciéndolas más susceptibles al ataque de bacterias y ácaros; y las larvas de *Macrodactylus* mostraron mayor incidencia de otro hongo entomopatógeno *Septobasidium* sp. a medida que aumentaba la concentración aplicada.

Los mejores tratamientos fueron  $10^{10}$  y  $10^8$  conidias/ml. A los 12 días después de inoculadas (ddi) las larvas con el tratamiento  $10^{10}$  conidias/ml se obtuvieron mortalidades del 66% y 10% para *Serica* y *Plectris*, respectivamente (Cuadro 1). Mientras que con el tratamiento  $10^8$  la mortalidad fue del 40% en *Serica* y 10% en *Plectris* (Cuadro 1).

A los 30 días después de la inoculación la mortalidad en el género *Serica* fue del 71% tanto con el tratamiento  $10^{10}$  como con  $10^8$ ; *Plectris* alcanzó 50% y 40%; mientras que en *Macrodactylus* fue de 10% (Cuadro 1). Estos resultados demuestran que *Serica* es más susceptible a *M. anisopliae*; quizás porque la cepa nativa evaluada fue aislada de este género; sin embargo, el hongo es capaz de atacar *Plectris* y *Macrodactylus*. Según Rosas (1994) las cepas de este hongo son patóge-



**Figura 1.** Tarsos de la larva afectadas por puntos de entrada del hongo *M. anisopliae*.

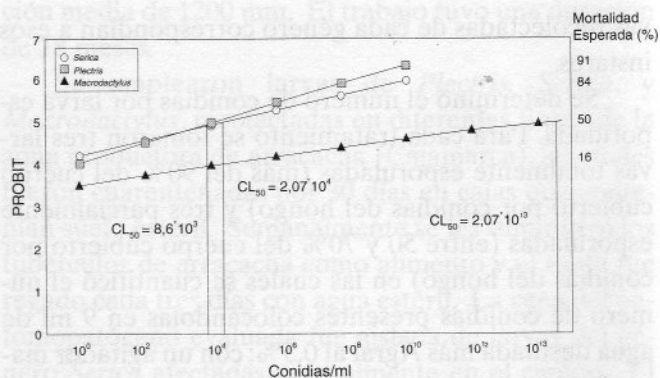


**Figura 2** Larva del género *Plectris* presentando esporulación del hongo *M. anisopliae*

**Cuadro 1.** Porcentaje de mortalidad acumulada de *Serica* sp., *Plectris* sp. y *Macroductylus* sp. con diferentes concentraciones de conidias de *M. anisopliae* por ml, días después de la inoculación (ddi) CRECED Norte. Ibagué, Tolima.

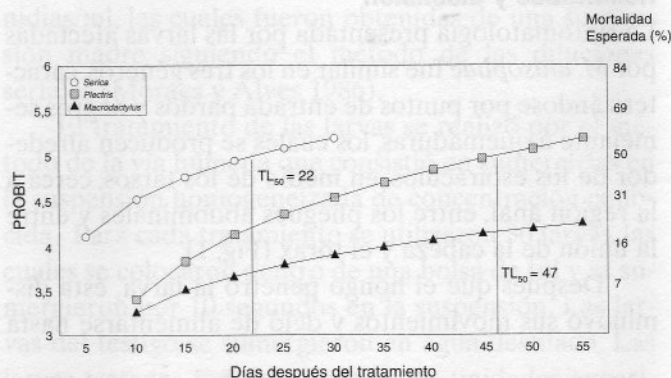
Tratamiento Conidias/ml	Género	Porcentaje de mortalidad ddi		
		12	30	55
10 <sup>10</sup>	<i>Serica</i>	66	71	-
	<i>Plectris</i>	10	50	71
	<i>Macroductylus</i>	4	10	21
10 <sup>8</sup>	<i>Serica</i>	40	71	-
	<i>Plectris</i>	10	40	43
	<i>Macroductylus</i>	7	10	21
10 <sup>6</sup>	<i>Serica</i>	20	57	-
	<i>Plectris</i>	6	33	43
	<i>Macroductylus</i>	0	7	10
10 <sup>4</sup>	<i>Serica</i>	20	57	-
	<i>Plectris</i>	7	27	43
	<i>Macroductylus</i>	0	3	10
10 <sup>2</sup>	<i>Serica</i>	13	36	-
	<i>Plectris</i>	3	17	25
	<i>Macroductylus</i>	0	0	10
10 <sup>0</sup>	<i>Serica</i>	0	6	-
	<i>Plectris</i>	0	0	6
	<i>Macroductylus</i>	6	6	6

nas únicamente para la especie del insecto del cual fueron aisladas. Hernández y Rodríguez (1992) informaron que hay una especificidad en los aislamientos de *M. anisopliae* en el Oriente Antioqueño. Londoño (1993) considera que esta especificidad puede deberse a la diversidad de especies de insectos del suelo presentes en esa zona del país, situación similar se presenta en la zona de Cajamarca, en la cual hay ocho géneros pertenecientes a tres subfamilias (Sánchez y Vásquez 1996).



**Figura 3.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) y porcentaje de mortalidad esperada para *Serica*, *Plectris* y *Macroductylus*.

La CL<sub>50</sub> de *Serica* fue de 2,07x10<sup>4</sup> conidias/ml, la de *Plectris* de 8,6x10<sup>3</sup> conidias/ml y la de *Macroductylus* de 4,16x10<sup>13</sup> conidias/ml (Fig. 3). La TL<sub>50</sub> para el género *Serica* fue de 22 días, la de *Plectris* de 46,86 días y la de *Macroductylus* fue de 207 días (Fig. 4).



**Figura 4.** Tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>) y porcentaje de mortalidad esperada para *Serica*, *Plectris* y *Macroductylus*.

El porcentaje de mortalidad en *Plectris* fue más alto con respecto a los otros dos géneros estudiados a partir del tratamiento de 10<sup>4</sup> conidias/ml y fue menor con respecto a *Serica* en el tratamiento de 10<sup>2</sup> conidias/ml. (Fig. 3). Tanto en *Plectris* y *Serica* para obtener una mortalidad del 50% fueron necesarias concentraciones similares, las cuales oscilaron entre 8 x 10<sup>3</sup> y 2 x 10<sup>4</sup> conidias/ml. *Macroductylus* presentó una mortalidad muy baja, necesiéndose una concentración mayor a las evaluadas para alcanzar la TL<sub>50</sub>.

La cepa nativa de *M. anisopliae* aislada de especímenes de *Serica* constituye una alternativa para el manejo de las larvas de este género y de *Plectris*, debido a su especialización para vencer los mecanismos de de-



fensa del insecto hospedante; y a la adaptabilidad que tiene a las condiciones ecológicas de la zona productora de arracacha en Cajamarca. Rivera (1994) en evaluaciones del producto comercial Destruxin, con base en una cepa no específica de *M. anisopliae*, no observó evidencias del control de insectos plaga del suelo.

La baja efectividad de la cepa de *M. anisopliae* sobre *Macroductylus*, se puede explicar por el estado de desarrollo del insecto en el momento del experimento (segundo instar). Al respecto, Rosas (1994) señaló que los insectos de ciclo biológico largo, en los últimos instares son más sensibles que los primeros. Esto indica la presencia de cierta resistencia de los insectos relacionados con la edad. Las larvas tratadas de *Serica* y *Plectris* eran de tercer instar, y mostraron más susceptibilidad a la acción del hongo.

Según Morón y Terrón (1988), el ciclo biológico de *Macroductylus* es de 322 días, mientras que Ruíz y Posada (1985) determinaron que el ciclo de vida de *A. scarabaeidae* Burm, varía de 342 a 348 días. En general se considera que los géneros de la familia Melolonthidae poseen ciclos biológicos largos.

También la baja susceptibilidad del género *Macroductylus* a *M. anisopliae* está relacionada con los mecanismos de defensa del hospedante. Londoño y Gil (1994) en estudios con el aislamiento del hongo Ma-4 y Ma-7 determinaron que el aislamiento Ma-4 no causó mortalidad sobre larvas del género *Phyllophaga* pero su capacidad patogénica fue alta sobre larvas de *Ancognata scarabaeoides* alcanzando 70% de mortalidad a los 30 días después de la aplicación, mientras Ma-7 tardó 38 días para empezar a causar mortalidad sobre larvas de *Phyllophaga* sp.

Se observó que el número de conidias en las larvas esporuladas, que mueren por efecto del hongo, es independiente de la concentración con la que fueron

tratadas, (Cuadro 2). De la población de larvas de *Serica* sp. tratadas con este entomopatógeno, el 70,6% murió por efecto del hongo y el 96% de ellas esporuló. Mientras que la población de *Plectris* el 69,3% murió por efecto del hongo y el 68% de estas esporuló, y del total de larvas de *Macroductylus* tratadas el 26% murió por efecto del hongo y el 64% esporularon (Cuadro 3).

**Cuadro 2.** Cantidad de conidias/ml en larvas parcial y totalmente esporuladas, tratadas con diferentes concentraciones de *M. anisopliae*. CORPOICA, CRECED Norte. Ibagué, Tolima.

Tratamiento (conidias/ml)	Larvas totalmente esporuladas (conidias/ml)	Larvas parcialmente esporuladas (conidias/ml)
10 <sup>10</sup>	1,13 x 10 <sup>8</sup>	7,4 x 10 <sup>7</sup>
10 <sup>8</sup>	1,2 x 10 <sup>8</sup>	8,1 x 10 <sup>7</sup>
10 <sup>6</sup>	9,5 x 10 <sup>7</sup>	7,4 x 10 <sup>7</sup>
10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>8</sup>	1,2 x 10 <sup>8</sup>
10 <sup>2</sup>	1,09 x 10 <sup>8</sup>	1,02 x 10 <sup>8</sup>

Las larvas que esporulan son fuente de inóculo y logran que el entomopatógeno persista en el suelo infectando nuevas larvas. Higuera (1995) señaló que la persistencia de *M. anisopliae* en el suelo es de dos años después de la aplicación, reportando 20 veces más propágulos de colonia que el suelo no tratado con el hongo.

Las larvas que esporulan son fuente de inóculo y logran que el hongo entomopatógeno persista en el suelo infectando nuevas larvas. Higuera (1995) determinó persistencia del hongo *M. anisopliae* en el suelo dos años después de tratado, reportando 20 veces más unidades formadoras de colonias que en el suelo no tratado con el hongo.

**Cuadro 3.** Porcentaje de mortalidad total, mortalidad corregida y larvas esporuladas por *M. anisopliae* en los géneros *Serica* sp., *Plectris* sp., y *Macroductylus* sp. CRECED Norte. Ibagué, Tolima.

Tratamiento (conidias/ml)	Mortalidad Total (%)			Larvas esporuladas (%)			Mortalidad Corregida (%)		
	S	P	M	S	P	M	S	P	M
10 <sup>10</sup>	86,66	83,33	33,33	73,33	73,33	23,33	71,40	71,40	20,68
10 <sup>8</sup>	73,33	86,66	33,33	73,33	46,66	23,33	71,40	42,82	20,68
10 <sup>6</sup>	73,33	70,00	26,66	60,00	40,00	10,00	57,17	35,76	6,92
10 <sup>4</sup>	73,33	63,33	20,00	60,00	46,60	13,33	57,17	42,82	10,34
10 <sup>2</sup>	46,66	43,33	16,66	40,00	30,00	13,33	35,76	25,05	10,34
10 <sup>0</sup>	6,66	6,66	3,30						

S= *Serica* P= *Plectris* M= *Macroductylus*.

## Conclusiones

*Serica* sp. presentó alta susceptibilidad a *M. anisopliae*, la CL<sub>50</sub> de *Plectris* y *Serica* fue similar oscilando entre  $8 \times 10^3$  y  $2 \times 10^4$  conidias/ml respectivamente. Se recomienda aplicaciones de  $10^6$  conidias/ml que garantizan mortalidades por encima del 60%.

El nivel de susceptibilidad de las larvas de *Serica*, *Plectris* y *Macrodactylus*, a *M. anisopliae* está relacio-

nada a la especificidad de la cepa nativa y con el instar larval, siendo más susceptibles las de tercer instar. Por tanto, es necesario realizar trabajos de selección de cepas nativas de *M. anisopliae* que permitan hacer un manejo eficaz de todos los géneros de insectos plaga del suelo presentes en el sistema de producción de arracacha.

## Literatura citada

- Avila, E; Umaña, I. 1988. Aspectos de la biología y patogenicidad del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, sobre *Aenolamia varia* (F). Revista ICA. 23: 155-166.
- Hajek, AE; Leger, ST. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect host. Annual Review of Entomology 39: 293-322.
- Hernández, P; Rodríguez, M. 1992. Evaluación del hongo *M. anisopliae* (Metschnikoff) sorokin en el control de chizas (Coleoptera: Scarabaeidae). Medellín, Col., Universidad Nacional de Colombia.
- Higuera, J. 1995. Persistencia del hongo *M. anisopliae* (Metschnikoff) sorokin en suelos tratados para el control de chizas (Coleoptera: Scarabaeidae). Medellín, Universidad Nacional de Colombia.
- Jiménez, YA; Rodríguez, DA. 1994. Efecto de dos hongos entomopatógenos, calfos y sobrepastoreo sobre la chinche *Collaria columbiensis* en pasto Kikuyo. In Congreso Sociedad de Entomología (21, 1994, Colombia). Memorias.
- Londoño, M. 1993. Posibilidades del control biológico en el manejo de la chisa (Col: Scarabaeidae) para el Departamento de Antioquia. In Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología no. 28.
- Londoño, MG; Gil, DT. 1994. Patogenicidad de dos aislamientos de *M. anisopliae* sobre chisa (Coleoptera: Scarabaeidae) In Congreso Sociedad Colombiana de Entomopatología (21, 1994, Colombia). Memorias.
- Londoño, M; Pérez, M. 1994. Reconocimiento de los enemigos naturales de la chisa o mojoyoy (Coleoptera: Scarabaeidae) en el Oriente Antioqueño. Revista Colombiana de Entomología 20(3).
- Londoño, M. 1995. Estrategias para el manejo de la chisa (Col: Scarabaeoidea) en Antioquia. In Simposio Nacional del Crisantemo (2, 1995, Antioquia, Colombia). Memorias. ASOCOLFLORES.
- López N, JC; Rivera, MA. 1994. Aislamiento selectivo de entomopatógeno *M. anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin Deuteromycotina: (Hyphomycetes). In Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (21, 1994, Colombia). Memorias.
- Metcalf, CL; Flint, WP. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. México, Editorial Continental. sp.
- Moraes, SA; Alves, S. 1986. Quantificacao de inoculo de patógenos de insectos. In Controle Microbiano de insectos. Sao Paulo, Brasil, Manole. sp.
- Morón, MA.; Terrón, R. 1988. Entomología Práctica. 1 ed. México. Instituto de Ecología.
- Nanclares, G; Ramírez, E. 1992. Reconocimiento de chizas (Col: Scarabaeidae) en cuatro municipios del Oriente Antioqueño. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. sp.
- Pardo L, LC. 1991. Coleópteros de la zona plana del Valle del Cauca; registros taxonómicos, observaciones ecológicas y económicas generales. Agricultura Tropical 28:3.
- Pardo L, C. 1994. Escarabajos (Coleóptero Melolonthidae) de importancia agrícola en Colombia. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (21, 1994, Colombia). Memorias.
- Rivera V, JJ. 1994. Manejo de chizas, su control mediante el uso de Destruxin (*M. anisopliae*) y Beauveril (*Beauveria bassiana*) en el cultivo de la arracacha (*Arrachacia xanthorrhiza* B.). Ibagué, CRECED Norte Tolima, Colombia.
- Rosas, JL. 1994. Hongos entomopatógenos para el control de plagas insectiles In Curso de Control Biológico (5, 1994, Oaxaca, México). Memorias.
- Ruiz, N; Posada, L. 1985. Aspectos biológicos de las chizas en la Sabana de Bogotá. Revista Colombiana de Entomología.
- Sánchez, G; Vásquez, N. 1996. Manejo de plagas en Arracacha. Boletín de Investigación. CORPOICA. Ibagué. Tolima. Colombia.



# Susceptibilidad de *Bemisia tabaci* a *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio

Elizabeth Q.Ramos\*  
Sérgio B. Alves\*  
Marcel R. Tanzini\*  
Rogério B. Lopes\*

**RESUMEN.** Se evaluó la susceptibilidad de huevos y ninfas de primer instar de *Bemisia tabaci* biotipo B (= *Bemisia argentifolii*) a *Beauveria bassiana* (cepa PL63 y Conidia® de AgrEvo). La investigación se realizó en el laboratorio de Patología y Control Microbiano de Insectos de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. En los bioensayos se usaron discos de hojas de soya con los bordes inmersos en agar-agua al 2%. Los tratamientos evaluados fueron suspensiones de las dos cepas del *B. bassiana* en una concentración de  $1 \times 10^8$  conidios/ml, y un testigo (agua). Todos los tratamientos fueron aplicados mediante torre de Potter (3ml/placa de Petri/15lb/p<sup>2</sup>). Las cepas PL 63 y Conidia® causaron una mortalidad de 62% y 71,5%, respectivamente. Los huevos no fueron susceptibles a *B. bassiana*.

**Palabras clave:** *Bemisia tabaci*, Mosca blanca, *Beauveria bassiana*, Control biológico, Susceptibilidad.

**ABSTRACT.** Susceptibility of *Bemisia tabaci* to *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. The susceptibility of eggs and nymphs of first instar *B. tabaci* biotype B (= *Bemisia argentifolii*) to *B. bassiana* (PL63 and AgrEvo Conidia®) was evaluated. The investigation was performed in the Pathology and Microbial control of insects laboratory of the Sao Paulo University, Brazil. Soybean leaf disks were used in the bioassays with the borders immersed in 2% agar-water. The treatments evaluated were suspensions of the two *B. bassiana* strains at the concentration of  $1 \times 10^8$  conidia/ml, and a control. All the treatments were applied through a Potter tower (3ml/Petri dish/15lb/in.<sup>2</sup>). Strains PL63 and Conidia® caused mortality of 62% and 71.5%, respectively. Eggs were not susceptible to *B. bassiana*.

**Key words:** *Bemisia tabaci*, Whyteflies, *Beauveria bassiana*, Biological control, Susceptibility.

## Introducción

La mosca blanca (*Bemisia tabaci* Hemiptera: Aleyrodidae) se encuentra en regiones tropicales y subtropicales del mundo, y es considerada una plaga de gran relevancia para diversos cultivos de importancia económica. En Brasil, el género *Bemisia* causa daños a diversos cultivos. Sin embargo, en el mundo se han descrito aproximadamente 1200 especies de mosca blanca pero probablemente el número real es mucho mayor (Gerling 1990).

Actualmente, la importancia de estos insectos está aumentando en cultivos comerciales, especialmente en condiciones de invernadero. Esta plaga provoca

pérdidas tanto por daño directo por su alimentación, como por daño indirecto por transmisión de enfermedades virales. La alta capacidad reproductiva, la facilidad de dispersión de las especies, la diversidad de hospedantes alternos y principalmente, el desarrollo de poblaciones resistentes a muchos insecticidas han provocado el aumento de las poblaciones en el campo.

La integración de diversas tácticas de control puede ser eficaz para la reducción de la infestación de la plaga y del impacto económico a niveles aceptables. Dentro de las alternativas evaluadas, el control biológico constituye una de las principales opciones para el control de esta plaga.

Recibido: 23/11/98 Aprobado: 09/05/2000

\* Departamento de Entomología, Fitopatología e Zoología Agrícola – Sector Entomología ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11 CEP: 13418-900. Caixa Postal 9, Piracicaba, SP, Brasil. Email: eqramos@carpa.ciagri.usp.br

El control microbiano, principalmente, mediante la utilización de hongos entomopatógenos, representa una práctica importante dentro de un programa de manejo integrado de la mosca blanca en muchos cultivos. Los estudios y el entendimiento de las relaciones entre patógenos y hospedantes y su integración con el ambiente son importantes para el desarrollo y la utilización de estos organismos en condiciones de campo. Los entomopatógenos, pueden ser producidos y aplicados fácilmente y su utilización es semejante a la de otros plaguicidas usados por los agricultores, lo cual los convierte en una alternativa práctica y viable para el control de vectores y pueden ser complementados con control químico (Alves *et al.* 1998).

En el control de *B. tabaci* mediante hongos entomopatógenos pueden utilizarse dos estrategias básicas. La primera es una técnica inoculativa, donde se procura incrementar el control natural y establecer gradualmente el patógeno en el área. La segunda se basa en la utilización masiva de un entomopatógeno, y debe ser empleada cuando se busca una reducción inmediata de la población de la plaga. Estas estrategias son definidas por una serie de factores, incluyendo el método de introducción del patógeno, el desarrollo poblacional de la plaga, características del patógeno y el nivel de daño provocado por el insecto (Gerling 1990).

Existen varias especies de hongos entomopatógenos capaces de provocar enfermedad y muerte en las poblaciones de mosca blanca. Algunas de las más importantes pertenecen al género *Aschersonia*, de la clase Coelomycetes, las cuales pueden ser consideradas como agentes importantes que actúan naturalmente sobre plagas de cítricos, incluyendo a los aleirodídeos. Este hongo ataca las ninfas de *B. tabaci* causándoles una apariencia rosáceo-rojiza y la época más favorable para la presencia de epizootias coincide con la de mayor precipitación (Rombach y Gillespie 1988, Alves 1998). En Brasil, las especies de mosca blanca que atacan cítricos, pueden ser comúnmente encontradas en plantaciones infectadas por *A. aleyrodis* (Cassino *et al.* 1995). En algunos estados de los Estados Unidos, principalmente en Florida, *Dialeurodes citri* y *D. citrifolii* son consideradas, actualmente, plagas totalmente controladas por este hongo (Rombach y Gillespie 1988, Gerling 1990).

La aplicación de *A. aleyrodis* sobre diferentes fases de desarrollo del insecto, evidencian una alta tasa de infección y el control de todos los instares. Los huevos inoculados no fueron afectados y las ninfas recién

eclosionadas fueron contaminadas llegando a alcanzar una mortalidad del 94%; las fases inmaduras más desarrolladas, (tercero y cuarto instar ninfal), fueron menos sensibles al tratamiento (Fransen *et al.* 1987).

También se han evaluado nuevas cepas de *B. bassiana*, específicas para el biotipo B de mosca blanca, formuladas como Mycotech, las cuales han alcanzado entre 80%-90% de eficacia en plantaciones hortícolas. Otra cepa de *B. bassiana*, formulada comercialmente es Naturalis-L, siendo el único tratamiento no químico disponible para el cultivo de tomate (De Barro 1995).

El género *Paecilomyces* también tiene gran potencial para el control de esta plaga. La enfermedad en insectos provocada por este hongo es conocida como muscardine amarillo. Además de poseer cepas que pueden atacar nematodos fitopatógenos, este género también se presenta sobre larvas de coleópteros y otros órdenes de insectos. *P. fumosoroseus* y *P. farinosus* causan infección sobre aleirodídeos. Osborne *et al.* (1990) en un estudio en condiciones de laboratorio sobre el efecto de cepas de *P. fumosoroseus* altamente virulentas a *B. tabaci* señalaron que las ninfas inoculadas con el hongo, en altas concentraciones, desarrollaron rápidamente infección alcanzando una mortalidad superior al 90% a las 72 h después de aplicado en condiciones de laboratorio.

El hongo *Verticillium lecanii*, es una de las especies más utilizada y estudiada para el control de mosca blanca. Este patógeno también ataca frecuentemente ácaros, pulgones y cochinillas en regiones tropicales y subtropicales. En Europa, formulaciones comerciales de este entomopatógeno son normalmente usadas para el control de mosca blanca. Además de los hongos entomopatógenos citados, otros como *Cladosporium* spp., *Erynia radicans* y *Fusarium* spp. también han sido informados infectando mosca blanca (Gerling 1990).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la susceptibilidad de huevos y ninfas de primer instar de *B. tabaci*, biotipo B, al hongo *B. bassiana* en condiciones de laboratorio.

## Materiales y métodos

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Patología y Control Microbiano de Insectos, del Departamento de Entomología de la "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", "Universidade de São Paulo", en Piracicaba, Brasil, entre abril y octubre de 1998.

En los bioensayos se utilizaron insectos de la especie *B. tabaci* biotipo B (= *Bemisia argentifolii*), reco-



lectados en plantaciones de soya (*Glycine max*) en Campinas-SP. Los insectos adultos fueron criados en invernadero (2,5m<sup>2</sup>) con paredes cubiertas con malla plástica y el techo de vidrio. La temperatura y la humedad fueron controladas por un sistema de ventilación, con condiciones de 27 ±3°C y 80±10%HR, condición similar a las encontradas en el campo. Las plantas fueron cultivadas durante 20 días, para que alcanzaran un tamaño adecuado para establecer la colonia del insecto.

La inoculación para los bioensayos se realizó sobre hojas de plantas de soya, las cuales constituyeron el sustrato de oviposición. Para este fin se usó una jaula forrada con tela de seda transparente para cada repetición, para un total de cinco repeticiones por tratamiento. En cada hoja trifoliada se colocaron 30 adultos por jaula, durante 24 h. Después de la oviposición fueron retiradas las jaulas y los adultos. Las evaluaciones de la patogenicidad de *B. bassiana* se realizaron en huevos y ninfas de primer instar de mosca blanca. La cepa utilizada fue obtenida de *Atta* sp. en Piracicaba, SP en 1992 y fue registrada en el Banco de Patógenos del Laboratorio de Patología y Control Microbiano de Insectos, como PL63. Para las ninfas también se evaluó la formulación comercial Conidia® (AgrEvo). Después del período de oviposición, las hojas fueron cortadas con perforador de 2,5 cm de diámetro, y colocadas en cajas de Petri de 60x15 mm, conteniendo 10 ml de agar-agua al 2% cada una. Posteriormente, fueron asperjadas con 3 ml de una suspensión de 1x10<sup>8</sup> conidios/ml de PL63 para huevos y para las ninfas de primer instar. Además de ese tratamiento, se evaluó la formulación Conidia®, siendo estandarizada a 1x10<sup>8</sup> conidios/ml de la suspensión original de la formulación. Al testigo se le aplicó 3 ml de agua destilada. Todos los tratamientos fueron as-

perjados utilizando una torre de Potter, calibrada a una presión de 15 libras por pie cuadrado. Después las cajas de Petri se trasladaron a una cámara bioclimática a 26 ±1°C, 80±5 %HR y 12 h de fotofase. Las aspersiones sobre huevos fueron realizadas a las 24, 48 y 72 h después de la oviposición (o sea en huevos de 1, 2 y 3 días) y en las ninfas de primer instar a los ocho días de la aplicación.

Las evaluaciones se realizaron diariamente, registrándose la mortalidad para cada repetición y la mortalidad acumulada durante todo el experimento. Los huevos fueron evaluados durante 9 días y las ninfas durante 5 días. También se registró la mortalidad confirmada o sea aquella que se comprobó que fue causada por el patógeno, para lo cual fueron retirados 100 insectos muertos por disco y colocados en placas de plástico acrílico, con papel filtro estéril. Los insectos fueron lavados con alcohol a 70% y agua destilada. Posteriormente, fueron mantenidos en una cámara húmeda para el desarrollo de la esporulación del hongo sobre los cadáveres de las ninfas.

Los resultados de las variables evaluadas, tanto de huevos como de ninfas de *B. tabaci*, fueron transformados en porcentajes. El diseño estadístico utilizado fue irrestricto al azar y se realizó un análisis de varianza, las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Para el análisis estadístico, los datos fueron transformados en log x+3.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en el bioensayo realizado con huevos de *B. tabaci* biotipo B se presentan en el Cuadro 1. Un día después de la oviposición (DDO) y siete días después de la aplicación (DDA) no se determinaron diferencias estadísticas entre los tratamientos para el porcentaje de huevos eclosionados. A los

**Cuadro 1.** Porcentaje promedio acumulado de eclosión de ninfas de *B. tabaci* biotipo B, a partir de huevos tratados con *B. bassiana* cepa PL 63. ESALQ/USP 1998.

Tratamientos	Porcentaje promedio de eclosión después de					
	1 DDO		2 DDO		3 DDO	
	7 DDA	8 DDA	7 DDA	8 DDA	7 DDA	8 DDA
Testigo	38,2	99,9 a	57,6a	92,6 a	60,3a	96,9a
<i>B. bassiana</i>	34,1	88,7b	35,9b	65,7b	46,2b	90,4b
F	0,05 n.s.	6,5*	26,9*	39,6*	9,6*	8,1*
CV (%)	18,46	1,4	3,1	1,7	2,9	0,7

DDO=días después oviposición

DDA=días después aplicación

n.s.=no significativo a 5% de probabilidad

\*= significativo a 5% de probabilidad

ocho DDA se determinó una reducción del 11,3% de los huevos tratados con *B. bassiana*, en relación al testigo. Dos días después de la oviposición, siete y ocho DDA se determinó una reducción en la cantidad de huevos tratados con el hongo del 37,7 y 28,9%, respectivamente, con relación al testigo, lo que demuestra el efecto del hongo en estos períodos. Hubo una tendencia de reducción de los porcentajes de ninfas eclosionadas de los huevos a los cuales se aplicó el hongo a los tres días después de la oviposición, siendo de 23,4% y 6,7%, respectivamente, a los siete y ocho días después de la aplicación. Sin embargo, en este último día, el porcentaje promedio de eclosión de ninfas fue superior a 90%.

Cabe señalar que el hongo retardó el tiempo de eclosión de las ninfas de *B. tabaci* a los ocho DDA, para los tres períodos de aplicación de los tratamientos sobre los huevos, pero a los nueve DDA la eclosión de ninfas fue de 100%. Por lo tanto, las aspersiones de entomopatógenos sobre los huevos de esta plaga retardaron la eclosión, pero no la impidieron.

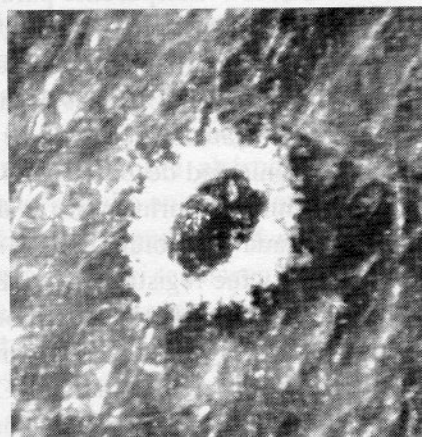
Fransen *et al.* (1987) señaló que el control de huevos de *T. vaporarium* no era eficaz mediante *A. aleyrodis*. Candido (1999) estudiando la susceptibilidad de diferentes estados de desarrollo de *B. tabaci* a *P. amoeneroseus*, también indicó que el porcentaje de huevos infectados fue bajo (4,1%), en relación con el de adultos (67%). Esa diferencia en la capacidad de infección en huevos y adultos de mosca blanca, por hongos entomopatógenos, probablemente tiene relación con los componentes químicos presentes en la cutícula, que actúan estimulando la germinación y penetración de los patógenos en el hospedante (Tanada y Kaya 1993). También, la menor susceptibilidad de los huevos puede estar relacionada a las barreras físicas del propio corium. Probablemente, esto impidió la colonización del embrión durante tres días del período embrionario, pero no evitó la alta mortalidad de ninfas después de siete u ocho días de la inoculación.

En relación a las ninfas de primer instar de *B. tabaci*, se obtuvo una eficiencia de 78,2% para la cepa PL63 y de 89,5% con la formulación Conidia® ocho días después de la inoculación (Cuadro 2); no se observaron diferencias estadísticas entre estos tratamientos, pero sí con respecto al testigo. Esto puede ser comprobado con la mortalidad confirmada de 62,3% y 71,5%, respectivamente confirmando el desarrollo del hongo en ambos tratamientos en ninfas de primer instar entre tres y cinco días después de aplicadas las conidias en condiciones de alta humedad (Fig. 1).

**Cuadro 2.** Porcentaje promedio de mortalidad acumulada y confirmada de ninfas de primer instar de *Bemisia tabaci* biotipo B, tratadas con *B. bassiana* ocho días después de la inoculación. ESALQ/USP 1998.

Tratamientos	Mortalidad acumulada	Mortalidad acumulada confirmada
Testigo	0,00 b	0,00 b
<i>B. bassiana</i> (PL 63)	78,2 a	62,3 a
<i>B. bassiana</i> (Conidias®)	89,5 a	71,5 a
F	83,6*	517,5*
CV (%)	23,4	6,1

\*= significativo a 5% de probabilidad



**Figura 1.** Ninfa de primer instar de *B. tabaci* biotipo B con conidiogénesis de *B. bassiana*. ESALQ/USP, 1998.

En evaluaciones de la cepa PL 63 para el control de ninfas de *B. tabaci* y la incidencia del mosaico dorado del cultivo de frijol, en condiciones de campo e invernadero, Alves *et al.* (1999) obtuvo 56,7% de mortalidad de ninfas en invernadero, logrando una reducción del 70% de la población e incidencia de virosis en el campo. En otros estudios (Wraight *et al.* 1998, Vega y Bolaños 1999) también se ha observado el efecto de los hongos entomopatógenos sobre ninfas de mosca blanca.

La ventaja de *B. bassiana* para el control de mosca blanca está relacionada con la facilidad de producción de este hongo, permitiendo su uso para la aplicación en grandes áreas.

## Conclusiones

Bajo condiciones de laboratorio fue comprobado la susceptibilidad de *B. tabaci* biotipo B a *B. bassiana* cepa PL63 y Conidia® en ninfas del primer instar; sin embargo, en huevos no se observó colonización de la cepa PL63.



## Literatura citada

- Alves, SB; Lopes, JRS; Alves, LFA; Moino JR, A. 1998. Controle microbiano de artrópodos associados a doenças de plantas. In Controle Biológico. Melo, IS; Azevedo, JL. Ed., Jaguariúna, CNPMA-Enbrapa. 264 p.
- Alves, S.B. 1998. Fungos entomopatogênicos. In Alves, SB Ed. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo, Fealq. 1168 p.
- Alves, SB; Ramos, EQ; Lopes, RB; Tamai, MA; Silveira, C. 1999. Eficiência de *Beauveria bassiana*, imidacloprid e thiacloprid no controle de *Bemisia tabaci* "biotipo B" e na incidência do mosaico dourado na cultura do feijão. In Encontro Latino-americano e do Caribe sobre Moscas Brancas e Gemini-virus, (8, 1999, Recife, Brasil) Anais. p.103.
- Candido, GFO. 1999. Virulence of the entomopathogenic fungus *Paecilomyces amoeneroseus* (Hennings) Samson toward the whitefly *Bemisia argentifolii* Belows and Perring. Thesis MSc. Riverside, USA, University of California. 100 p.
- Cassino, PCR; Perruso, JC; Viegas, EC; Soares, MA. 1995. Incidência do fungo entomófago *Aschersonia aleyrodis* Webber em pragas dos citrus no estado do Rio de Janeiro. In Congresso Brasileiro de Entomologia, (15, 1995, Caxambú, MG, Brasil). Resumos. p. 387.
- De Barro, PJ. 1995. *Bemisia tabaci* biotype B: a review of its biology, distribution and control. Canberra, Australia, CSIRO. 58 p.
- Fransen, JJ; Winkelman, K; Van Lentern, JC. 1987. The differential mortality at various life stages of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae), by infection with the fungus *Aschersonia aleyrodis* (Deuteromycotina: Coelomomycetes). Journal of Invertebrate Pathology 50:158-165.
- Gerling, D. 1990. Whiteflies: their bionomics, pest status and managment. Andover, UK, Intercept. 348 p.
- Osborne, LS; Storey, GK; McCoy, CW; Walter, JF. 1990. Potential for controlling the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, with the fungus, *Paecilomyces fumosoroseus*. In International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control (5, 1990, Adelaide, Australia). Poceedings. p. 386-390.
- Rombach, MC; Gillespie, AT. 1988. Entomogenous hyphomycetes for insect and mite control on greenhouse crops. Biocontrol News and Information 9(1):7-18.
- Tanada, Y; Kaya, HK. 1993. Insect Pathology. Academic Press. 616 p.
- Vega, JR; Bolaños, TA. 1999. Manejo de *Bemisia tabaci* mediante barreras vivas y *Paecilomyces* en Oaxaca, México. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 52:80-88.
- Wraight, SP; Carruthers, RI; Bradley, CA; Jaronski, STK; Lacey, LA; Wood, P; Galaini-Wraight, S. 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii*. Journal of Invertebrate Pathology 71:217-226.

# Metodología para la cría masiva de *Phyllophaga* spp.

Eduardo Hidalgo\*  
Susan M Smith\*\*  
Philip Shannon\*\*\*  
Claudio Arroyo\*

**RESUMEN.** Se evaluó una metodología de cría masiva de larvas de *Phyllophaga* spp. estudiando el efecto de la temperatura y dos regímenes de alimentación (semanal y quincenal) sobre la supervivencia de las larvas de este grupo de insectos. La metodología consistió en la captura de adultos, los cuales fueron colocados en baldes con suelo y follaje para la oviposición. Posteriormente, los huevos, en grupos de 100, fueron trasladados a cajas plásticas de 13.2 L donde permanecieron hasta que el 50% de las larvas alcanzaron el segundo instar larval. Las larvas de segundo y tercer instar fueron criadas individualmente en vasos plásticos con suelo y plántulas de maíz como alimento. Las condiciones óptimas de cría fueron a 23°C para el primer instar y 26°C con un régimen de alimentación semanal para el segundo y tercer instar.

**Palabras clave:** *Phyllophaga*, Larva; Cría masiva, Metodología

**ABSTRACT. Methodology for mass rearing of *Phyllophaga* spp.** A mass rearing methodology for white grubs (*Phyllophaga* spp.) was evaluated, studying the effect of temperature and two feeding regimes (weekly and fortnightly) on survival of larvae of these insect group. The methodology consisted of the capture of adults and placing them in buckets containing soil and foliage for oviposition. Groups of 100 eggs are then transferred to 13.2 L plastic boxes and maintained until about 50% of the larvae reach the second instar stage. Second and third instar larvae were reared individually in plastic cups with soil and maize seedlings as food. The optimum rearing conditions were 23°C for the first instar and 26°C with a weekly feeding regime for the second and third instars.

**Key words:** *Phyllophaga*, Mass rearing, Larvae, Methodology

## Introducción

Los estados larvales del género *Phyllophaga* son plagas importantes en gran cantidad de cultivos del continente americano, en los cuales reducen su rendimiento por el debilitamiento o muerte de las plantas, como resultado del hábito rizófago de la plaga. La distribución de algunas especies de *Phyllophaga* parece estar influenciada por la cantidad y distribución de la precipitación y la elevación sobre el nivel del mar (msnm). *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard), especie de ciclo anual, aparece principalmente en zonas húmedas, entre los 500 y 1800 msnm, mientras que *Phyllophaga elenans* (Saylor), especie de ciclo bianual, se localiza en zonas más bajas, con temperatura

promedio más alta y una estación seca bien marcada (King y Saunders 1979). En América Latina las pérdidas anuales causadas por este género en el cultivo de maíz han sido estimadas en \$135 millones (datos no publicados). En este género el ciclo de vida largo, de uno o dos años (King 1984) constituye una de las características que más limitan su control y ha sido una limitante en los trabajos de selección de agentes entomopatógenos con potencial como controladores biológicos (Shannon *et al.* 1993).

Es muy importante desarrollar metodologías de cría masiva que permitan suplir larvas libres de enfermedades y con un desarrollo homogéneo, para su utilización en investigaciones con hongos entomopatóge-

Recibido: 11/01/1999. Aprobado: 09/05/2000

\* Unidad de Fitoprotección, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Email: ehidalgo@catie.ac.cr

\*\* International Institute of Biological Control (IIBC), Silwood Park, Ascot SL5 7TA, Reino Unido

\*\*\* Natural Resources Institute (NRI), University of Greenwich, Central Avenue, Chatham Maritime, Kent ME4 4TB, Reino Unido



nos. También es necesario contar con un método de cría eficaz para la producción de inóculo de otros parásitos obligados de esta plaga, como *Bacillus popilliae*, que únicamente puede ser reproducido eficientemente en sus hospedantes.

El Laboratorio de Control Biológico de CATIE ha desarrollado una metodología de cría masiva de esta plaga, la cual gradualmente ha sido mejorada y actualmente permite la cría de aproximadamente 9000 larvas por año, con posibilidades de aumentar la producción.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la temperatura y de dos regímenes de alimentación (quincenal y semanal) sobre el desarrollo de *P. menetriesi*.

### Metodología para la cría masiva

**Captura de adultos.** La captura de adultos de *Phyllophaga* se realizó en el campo al atardecer o durante las primeras horas de la noche, utilizando trampas de luz portátiles del tipo "Luiz de Queiros" (Silveira Neto 1972) con tubos fluorescentes, con una batería de 12v, también se pueden recolectar manualmente las parejas durante la cópula, cuando se les encuentran en los estratos inferiores de árboles y otras plantas. En Costa Rica, *P. menetriesi* muestra preferencia por *Erythrina* spp., especialmente *E. poeppigiana*, mientras *P. elenans* se encuentra en grandes números sobre guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y jocote (*Spondias purpurea*). No obstante, algunas especies de *Phyllophaga* se encuentran en sitios diferentes. *P. obsoleta*, en la localidad de Tierra Blanca de Cartago en Costa Rica, a 2100 msnm, se puede localizar principalmente sobre el suelo sin cobertura o hierbas con menos de 50 cm de altura.

**Oviposición.** Los adultos capturados se separaron por sexo con base en las características morfológicas externas del orificio genital. Veinticinco parejas de adultos se colocaron en baldes plásticos con capacidad de 25 L, los cuales tenían perforaciones en la tapa y contenían un volumen aproximado de 10 L de suelo esterilizado, de textura franca, con un contenido de humedad de aproximadamente 22%. Este procedimiento es utilizado por Goonawadene (1985) para la cría de *Popillia japonica*.

El suelo, recolectado del campo, se manipuló para desagregarlo y se pasó por una malla de 0,5 cm. Posteriormente, se sometió a una temperatura de 93°C por 24 h, en un esterilizador de suelo para invernadero. El suelo esterilizado se extendió en una capa

de aproximadamente 3 cm de grosor, por 48 h o más, para permitir la eliminación de gases tóxicos que causan la muerte de los insectos. El proceso de esterilización podría ser opcional; en otras investigaciones han determinado que su ausencia no afectó la oviposición. Sin embargo, este proceso se practica rutinariamente en los procesos de cría, para reducir el riesgo de contaminación por ácaros foréticos en las larvas.

El suelo estéril se utilizó para llenar baldes, donde se colocó un recipiente de vidrio, cubierto hasta la mitad por tierra. El recipiente contenía agua en un 50% de su capacidad y en él se introdujeron tallos tiernos con follaje de las plantas de las cuales se alimentaban los insectos recolectados. Además los tallos sirvieron como soporte para los insectos durante la copulación. El material vegetativo se reemplazó y los adultos muertos se removieron cada cuatro o cinco días, para evitar la acumulación de material orgánico en descomposición y reducir el desarrollo de ácaros.

Si no es posible obtener follaje del hospedante principal para la alimentación de los adultos durante todo el ciclo experimental, éstos se pueden alimentar con hospedantes secundarios. Adultos de varias especies de *Phyllophaga*, criadas en el insectario de la Unidad de Control Microbial del CATIE, han mostrado la capacidad de alimentarse de diversas especies vegetales y no únicamente del hospedante habitual.

La oviposición puede tardar hasta dos semanas y prolongarse por dos meses. Se utilizó una temperatura entre 22°C -24°C, que es la más favorable para estimular la oviposición en *P. menetriesi* y *P. elenans*.

**Extracción de huevos.** Los huevos se extrajeron cada 4-5 días, para lo cual se sacó todo el suelo contenido en el balde y se removió manualmente sobre bandejas plásticas con una espátula. Los huevos se encontraron sueltos o cubiertos por una capa fina de suelo, por tanto fue necesario desagregarlo para asegurar una buena detección. Los huevos se mantienen a 22-24°C en recipientes pequeños, con una cantidad de suelo húmedo (22% de humedad) que apenas los cubra. Los huevos fértiles aumentan de tamaño (aproximadamente 5 días antes de eclosionar). A esta temperatura, la eclosión ocurrió a los 10 días de la oviposición.

Para evitar la contaminación con ácaros, regularmente se examinaron los grupos de huevos bajo un microscopio binocular, que permitió detectar su presencia sobre la superficie. Debido a la gran cantidad de huevos fue suficiente, si se determinaba una alta infestación, se eliminaba toda la producción proveniente

te del recipiente contaminado, e inmediatamente los adultos vivos y vigorosos se trasladaban a otro balde, reemplazando el suelo y el follaje. Es posible limpiar los huevos contaminados con soluciones diluidas de hipoclorito de sodio, pero esto produce altas tasas de mortalidad.

**Eclosión y desarrollo del primer instar larval.** Dos días antes de la fecha prevista para la eclosión, los huevos que habían aumentado de tamaño se colocaron en contenedores para la cría del primer instar. Los contenedores son cajas plásticas de 13,2 L (Rubbermaid Clear Box Keepers 40 x 27,5 x 15 cm), con una capa de 3 cm de suelo, previamente esterilizado durante 24 h a una temperatura de 93°C. Seis o siete días antes de colocar los huevos, se sembró arroz, colocándose 25 g de semilla humedecida durante 24 h, sobre la capa de suelo. Cuando éstas germinaron, se produjo una masa densa de raíces finas, la parte aérea de las plántulas fue cortada y retirada de las cajas. Posteriormente, se colocaron grupos de 100 huevos, que habían aumentado de tamaño, en la superficie y se cubrieron con una segunda capa de suelo y semilla de arroz (previamente remojada en agua durante 24 h). Estos se incubaron a 23-24°C durante 25-30 días, agregando una nueva capa de suelo y semilla de arroz a 10 días. Si el desarrollo de las larvas se atrasa se repite este procedimiento a los 20 días. Los puntos críticos considerados en esta fase fueron: la presencia de una masa densa de raíces (En los tres instares larvales de *Phyllophaga* se presenta el canibalismo, pero este puede ser disminuido durante el primer instar proporcionando raíces en abundancia para su alimentación) y el corte y retiro de los tallos y hojas de las plántulas de arroz para prevenir el crecimiento de las poblaciones de ácaros. Una mortalidad de 20-25% en esta fase se consideró normal.

**Cría del segundo y tercer instar larval.** Después de 25-30 días de eclosionar, aproximadamente el 50% de las larvas pasó a segundo instar y fue necesario separarlas para evitar el canibalismo. A partir de este momento, las larvas se criaron individualmente en vasos plásticos desechables de 200 ml que contenían 100 ml de suelo esterilizado, a estos se les suministró semanalmente una (para L2) ó dos (para L3) plántulas de maíz de seis días de edad. Las larvas de primer instar se colocaron nuevamente en la caja, suministrando nuevas plántulas de arroz para que continuaran su desarrollo.

**Efecto de temperatura y frecuencia de alimentación sobre el desarrollo de *P. menetriesi*.** Siguiendo la metodología para la cría masiva descrita en los párrafos anterior-

es, se estudió el efecto de la temperatura y la frecuencia de alimentación sobre el porcentaje de sobrevivencia de los diferentes instares inmaduros de *P. menetriesi*, con el fin de optimizar la metodología desarrollada.

**Tratamientos.** Se evaluó el efecto de cuatro temperaturas (20, 23, 26 y 29°C) sobre la eclosión de huevos y la sobrevivencia de larvas del primer instar, y dos frecuencias de alimentación (semanal y quincenal) bajo estas mismas temperaturas, sobre la tasa de desarrollo y sobrevivencia de larvas de segundo y tercer instar de *P. menetriesi*.

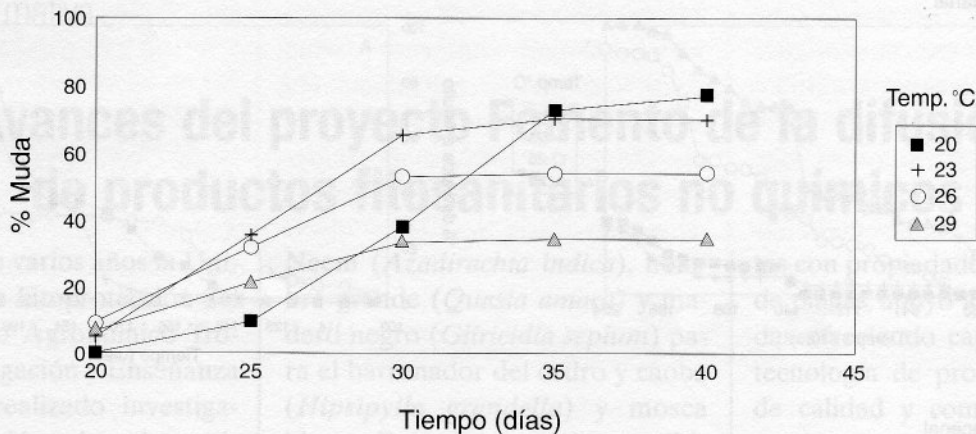
Los tratamientos con temperaturas de 20 y 29°C fueron mantenidos en cámaras bioclimáticas y aquellos que requerían 23 y 26°C fueron colocados en cuartos de cría con temperatura regulada mediante el uso simultáneo de un aparato de aire acondicionado y un calentador de aire, calibrado para mantener esta temperatura en un rango de  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

## Resultados y discusión

Se observó un efecto negativo del incremento en la temperatura sobre el proceso de eclosión y sobrevivencia de las larvas durante su paso por el primer instar. Las larvas criadas a 20°C mostraron el mayor porcentaje de éxito en alcanzar al segundo instar (77%); sin embargo, estas presentaron una tasa de desarrollo más lenta que las larvas criadas a temperaturas superiores (Fig. 1). El desarrollo de las larvas criadas a 23°C fue el más rápido y el porcentaje que alcanzó el segundo instar en este tratamiento fue de 69%. No obstante, a que la tasa de desarrollo inicial en los tratamientos a 26 y 29°C fue superior a la del tratamiento a 20°C, ésta se detuvo a los 30 días, alcanzando 54% y 35% de sobrevivencia hasta el segundo instar. Las larvas criadas a estas temperaturas mostraron cuerpos flácidos y poca acumulación de grasa en sus tejidos.

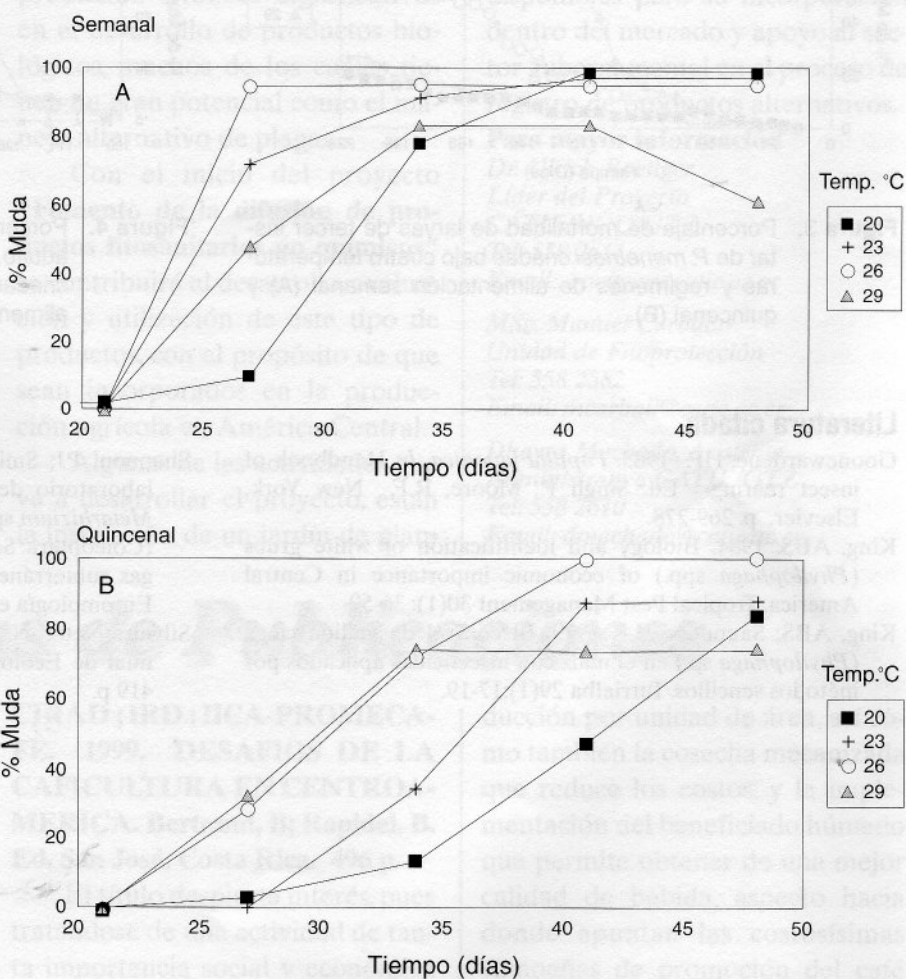
La duración promedio del segundo instar a 23 y 26°C fue de 27,4 ( $\pm 1,7$ ) y 27,2 ( $\pm 1,3$ ) días, respectivamente, cuando la alimentación fue semanal (Fig. 2A) y se registró una mortalidad de 1,7 y 6,7%, respectivamente. A 20 y 29°C la duración promedio del segundo instar se incrementó a 33 ( $\pm 3,4$ ) y 29 ( $\pm 2,7$ ), con mortalidades de 0 y 8,3%. La duración promedio de este instar aumentó bajo el régimen de alimentación quincenal (Fig. 2B). La alimentación semanal y 26°C fue la combinación que aceleró el desarrollo de segundo a tercer instar de *P. menetriesi*; mientras que el desarrollo de las larvas mantenidas a 20°C fue más bajo con ambos regímenes de alimentación.



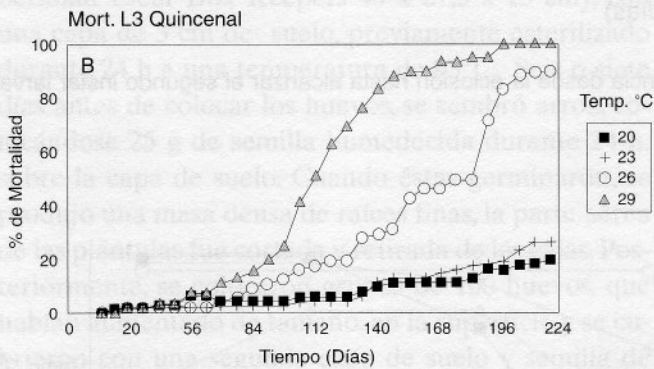
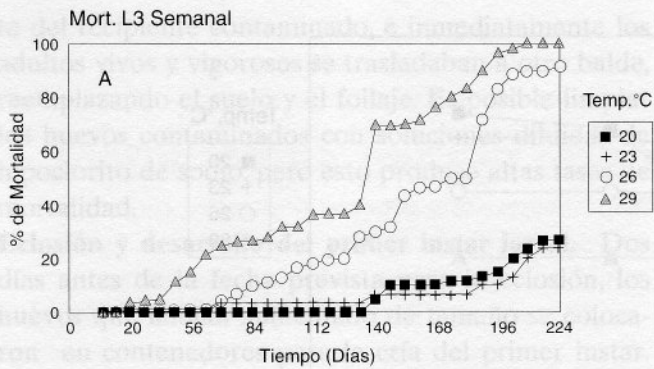


**Figura 1.** Efecto de cuatro temperaturas de cría en la sobrevivencia desde la eclosión hasta alcanzar el segundo instar larval de *P. menetriasi*.

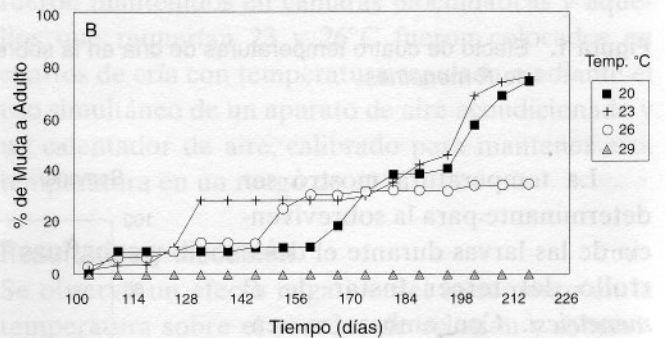
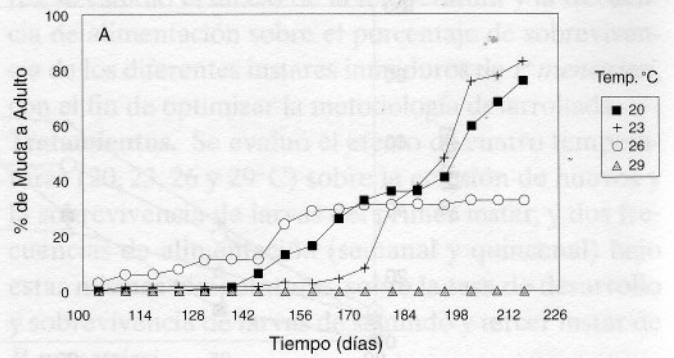
La temperatura mostró ser determinante para la sobrevivencia de las larvas durante el desarrollo del tercer instar de *P. menetriasi*. Con ambas frecuencias de alimentación, el porcentaje de mortalidad más alto se obtuvo en aquellos tratamientos incubados a temperaturas constantes de 26 y 29°C. En ambos tratamientos, el 33% de larvas alcanzaron el estado adulto a 26°C mientras que el 100 % de las larvas criadas a 29°C murieron aproximadamente de la semana 28 después del inicio del experimento (Figs. 3A y 3B). A temperaturas menores (20 y 23°C), hubo un mayor porcentaje de sobrevivencia hasta la fase de adulto, alcanzado un 76,7% y 75% de éxito, respectivamente, cuando fueron alimentados quincenalmente y un 76,7% y 83,3% cuando recibieron alimentación semanal (Figs 4A y 4B).



**Figura 2.** Efecto de cuatro temperaturas de cría y dos regímenes de alimentación, (A) semanal y (B) quincenal, en la duración del segundo instar larval de *P. menetriasi*.



**Figura 3.** Porcentaje de mortalidad de larvas de tercer instar de *P. menetriesi* criadas bajo cuatro temperaturas y regímenes de alimentación semanal (A) y quincenal (B).



**Figura 4.** Porcentaje de sobrevivencia hasta la muda a adulto, de larvas de tercer instar de *P. menetriesi* criadas bajo cuatro temperaturas y regímenes de alimentación semanal (A) y quincenal (B).

### Literatura citada

Goonewardene, HF. 1985. *Popillia japonica*. In Handbook of insect rearing. Ed. Singh P; Moore, R.F. New York, Elsevier. p. 269-278.

King, ABS. 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga* spp.) of economic importance in Central America. *Tropical Pest Management* 30(1): 36-50.

King, ABS; Saunders, JL. 1979. El control de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en el maíz con insecticidas aplicados por métodos sencillos. *Turrialba* 29(1):17-19.

Shannon, PJ; Smith, SM; Hidalgo, E. 1993. Evaluación en laboratorio de aislamientos costarricenses y exóticos de *Metarhizium* spp. y *Beauveria* spp. contra *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae). In *Diversidad y manejo de plagas subterráneas*, Xalapa, México, Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. p.203-215.

Silveira-Neto; Nakano, S; Barbin, O; Villanova, D. 1972. *Manual de Ecología de Insectos*. Piracicaba, Brasil, CERES. 419 p.



## Avances del proyecto Fomento de la difusión de productos fitosanitarios no químicos

Durante varios años la Unidad de Fitoprotección del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) ha realizado investigación y capacitación sobre alternativas al control químico de plagas agrícolas y forestales. Una de las tácticas en la que más estudios se han llevado a cabo es el control microbiano, para lo cual se han evaluado hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* para el control de plagas como picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*), picudo del chile (*Anthonomus eugenii*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), bacterias como *Bacillus popilliae* para el control de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.). Otro de los métodos evaluados es el uso de extractos vegetales como repelentes o disuasivos de oviposición y alimentación, entre los que están el

Neem (*Azadirachta indica*), hombre grande (*Quasia amara*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) para el barrenador del cedro y caoba (*Hipsipylla grandella*) y mosca blanca. Para el control de esta última plaga también se han probado aceites vegetales y minerales.

Todas estas actividades han producido avances significativos en el desarrollo de productos biológicos, muchos de los cuales tienen un gran potencial como el manejo alternativo de plagas.

Con el inicio del proyecto "Fomento de la difusión de productos fitosanitarios no químicos" se contribuirá al desarrollo, evaluación y utilización de este tipo de productos, con el propósito de que sean incorporados en la producción agrícola en América Central.

Algunas de las actividades que va a desarrollar el proyecto, están la instalación de un jardín de plan-

tas con propiedades para el control de plagas, apoyo a empresas privadas ofreciendo capacitación sobre tecnología de producción, control de calidad y comercialización de productos no químicos, estudios de la oferta de este tipo de productos en los países de América Central y evaluación de productos biológicos disponibles para su incorporación dentro del mercado y apoyo al sector gubernamental en el proceso de registro de productos alternativos.

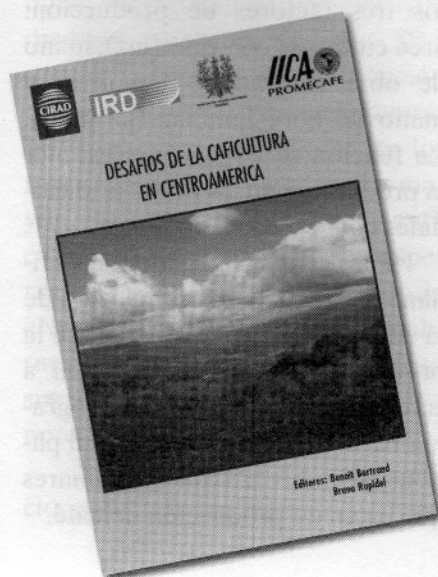
### Para mayor información

Dr. Ulrich Roettger  
Líder del Proyecto  
CATIE/NOQ/GTZ  
Tel: 558 2611  
Email: roettger@catie.ac.cr

MSc. Manuel Carballo  
Unidad de Fitoprotección  
Tel: 558 2582  
Email: mcarball@catie.ac.cr

Dhayra Machado, Asistente  
Administrativa CATIE/GTZ  
Tel: 558 2610  
Email: dmachado@catie.ac.cr

## Reseñas de Publicaciones



CIRAD ; IRD ; IICA-PROMECAFE. 1999. DESAFÍOS DE LA CAFICULTURA EN CENTROAMÉRICA. Bertrand, B; Rapidel, B. Ed. San José, Costa Rica. 496 p.

El título despierta interés, pues tratándose de una actividad de tanta importancia social y económica para Centroamérica, especialmente por el desafío que representa la tecnología que la caficultura brasileña viene desarrollando en el campo, con el cultivo "adensado" y el consecuente aumento de pro-

ducción por unidad de área, así como también la cosecha mecanizada que reduce los costos, y la implementación del beneficiado húmedo que permite obtener de una mejor calidad de bebida, aspecto hacia donde apuntan las costosísimas campañas de promoción del café de los países Centroamericanos.

El libro está dividido en trece capítulos que condensan las experiencias y puntos de vista de treinta y tres autores, en su mayoría investigadores del cultivo de café en

la región. Cada capítulo es complementado por una amplia revisión bibliográfica que permitirá a quienes deseen, profundizar en algún tema. Un aspecto que el libro no contiene, es el criterio especializado de catadores de la bebida, so-

bre la calidad de taza de los materiales genéticos altamente productivos, resultado de cruzamiento con el Híbrido de Timor.

*Reseñado por: MSc. Luis Guillermo Ramírez. ICAFE. Regional de Turrialba, Costa Rica.*

# Tesis de Posgrado

**Calderón, M. 1999. Estándares para la transformación de la producción tradicional a la producción orgánica de café en fincas diversificadas. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.**

La investigación se realizó en el departamento de Olancho, en el nordeste de Honduras. El grupo meta lo conformaron los productores de café afiliados a la Cooperativa Agroforestal Río Plátano Limitada (COAFORPLA), con sede en la aldea Las Marías, Jurisdicción del municipio de Dulce Nombre de Culmí.

Se recolectó información de 134 productores de café en 28 comunidades para un total de 137 fincas (tres productores son propietarios de dos fincas cada uno). Las fincas se encuentran a una altitud de 600-800 msnm.

La descripción de la producción tradicional de café de los pequeños productores se representó por medio de la función de producción Cobb-Douglas, tomando como variable dependiente el rendimiento y como variables independientes los tres factores de producción: área cultivada con café (mz), mano de obra contratada (lempiras) y mano de obra familiar (jornales). La función se utilizó para estimar la producción de las fincas tradicionales convertidas a orgánicas.

Para el análisis económico y financiero se hizo una simulación de la situación deseada, es decir, de la producción de café tradicional a café orgánico. Se utilizó el programa Farmod del Banco Mundial para modelar las 128 fincas familiares que están en producción de café.

## Nuevas Publicaciones

participativa, tales como conceptos y métodos, los actores, los aspectos institucionales, la vinculación de la investigación participativa con los servicios de extensión y los factores condicionantes a nivel macro.

Esta memoria consta de cinco capítulos. El primero presenta un marco conceptual del tema; segundo incluye dos charlas magistrales, una sobre investigación, extensión y pequeños productores y la otra sobre el futuro de la investigación participativa. El tercer capítulo presenta cuatro experiencias de instituciones de América Latina en aspectos como forestería campesina en Guatemala, metodología Campesino a Campesino en Nicaragua, en experiencia del PRIAG conocida como Agricultores Experimentadores y del IPRA-CIAT sobre los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL).

Las experiencias de CATIE sobre investigación participativa, entre las que están la del proyecto MIP-Nicaragua y la del Proyecto Olafo se presentan en el capítulo 4. El capítulo 5 contiene las discusiones y conclusiones del taller.

### Mayor información:

*Kees Prins*

*Area de Socioeconomía Ambiental  
CATIE*

*Email: prins@catie.ac.cr*

II Taller de Investigación Participativa  
Buscando la convergencia

Actas del Taller realizado en CATIE  
del 25 al 27 de agosto de 1998



CATIE



**Taller de Investigación Participativa: Buscando la convergencia (2, 1998, Turrialba, Costa Rica). 1999. Actas del Taller. Prins, K.; Galloway, G.; Fassaert, C.; Nilsson, M. Eds. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 110 p. (Serie Técnica. Reuniones Técnicas no. 6.)**

El objetivo de esta publicación es presentar a la comunidad científica, los resultados del II Taller de Investigación Participativa celebrado en CATIE. Uno de los objetivos de este evento fue el intercambio de experiencias en el tema, tanto desarrollado por CATIE como por instituciones que trabajan en el tema.

En el taller se consideraron cinco aspectos de la investigación



Los flujos financieros de las fincas analizadas se descontaron a la tasa real activa promedio de los primeros siete meses de 1999, esto es, restándole a 30% la inflación de 12,5% para una tasa de descuento de 17,5% anual.

En el análisis financiero individual, 102 fincas obtuvieron una TIR mayor al 17,5%. El criterio adoptado para aceptar una finca como elegible para la certificación fue restar una desviación estándar de la TIR con respecto a la TIR promedio (TIR = 31,4%), a la TIR de cada una de las 128 fincas (TIR<sub>i</sub> - 1 $\sigma$ <sub>TIR</sub>), donde  $\sigma$ <sub>TIR</sub> = 11,7%.

Se seleccionaron 71 fincas tradicionales susceptibles a transformarse en producción orgánica de café con ventajas comparativas al resto de las demás fincas. Al realizar el análisis financiero global de estas fincas se obtuvo una TIR de 32,7% y un VAN en Lps. 3 519 892 para un período de producción de diez años.

Se realizó un análisis de sensibilidad en tres escenarios: a) sin incrementos en la productividad de las fincas convertidas, es decir, con la producción observado; b) una disminución de 10% a 5% en el sobreprecio observada; c) sin incrementos en la productividad y disminución del sobreprecio por café orgánico certificado de 10% - 5%.

La situación de producción orgánica esperada resultó favorable al ser castigada mediante los tres escenarios explicados. La mayor sensibilidad se presenta ante cambios en los rendimientos esperados. Al evaluarse el flujo de efectivo con los rendimientos observados se obtuvo una TIR que supera en 6,5 puntos al costo de oportunidad.

La disminución del sobreprecio por café orgánico certificado

no presentó mayor sensibilidad cuya variación fue de apenas 1,9 puntos por debajo de la situación deseada evaluada originalmente.

El tercer escenario consistió en juntar los escenarios a y b resultando un TIR de 21,9%, situación que da mayor confianza para decidir convertir las fincas tradicionales a fincas orgánicas.

**Romero, A. 1999. Producción de almácigo de café con abonos orgánicos. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 79 p.**

La producción de almácigos de buena calidad es una fase crítica en la caficultura y es fundamental para el éxito de la actividad. Con el propósito de evaluar el efecto de abonos orgánicos en la producción de almácigo de café, en condiciones de sol y sombra, como alternativa para sustituir el uso de fertilizantes químicos y promover la caficultura ecológica, se llevó a cabo esta investigación en el área experimental Cabiria del CATIE, Turrialba, Costa Rica durante el período comprendido entre febrero y agosto de 1999.

Los tratamientos fueron tres niveles de abono verde de *Erythrina poeppigiana*, tres tipos de abono bocashi en diferentes proporciones de mezcla, abono de pulpa de café, gallinaza y lombricompost, así como también la asociación micorrízica y fertilización química. Todos los tratamientos se dispusieron de manera aleatoria en el campo, siguiendo el diseño experimental de parcelas divididas con dos niveles de intensidad lumínica: plena exposición solar y sombreamiento artificial de 50%, utilizando sarán. A los seis meses del trasplante se evaluaron las siguientes variables: altura de planta (cm), vigor, número de nudos, porcentaje de defolia-

ción, incidencia de chasparria, contenido de materia seca y de nutrientes. Bajo la condición de 50% de sombreamiento, las plantas de café tuvieron mayor crecimiento en la mayoría de los tratamientos con abonos orgánicos, excepto con biomasa de poró donde se observaron los menores valores. En general, en los tratamientos con bocashi fueron más evidentes las diferencias estadísticas entre condiciones de iluminación, lo que refuerza la suposición de una interacción positiva entre la sombra y el efecto del abono tipo bocashi. El manejo convencional generalmente tuvo un comportamiento similar a los tratamientos con bocashi, gallinaza y pulpa de café, con los cuales las plantas de café tuvieron mejor crecimiento; lo cual demuestra que estas enmiendas son capaces de sustituir la fertilización química. No hubo interacción estadísticamente significativa entre tratamientos y condición de iluminación para las variables defoliación e incidencia de chasparria, la adición de micorriza al suelo no difirió del testigo suelo solo, además, estas plantas mostraron poco desarrollo y vigor. Los análisis foliares solo mostraron deficiencias de zinc, a pesar de que su nivel en el suelo y en todos los sustratos fue alto, sin embargo, esto garantizó su absorción.

Con 50% de sombra, los resultados mostraron que no hay diferencias para todas las variables entre la fertilización química y la orgánica. El crecimiento de las plantas en el sustrato suelo fue menor que en la mayoría de los tratamientos orgánicos. Estos resultados comprueban que los abonos orgánicos como bocashi, gallinaza y pulpa de café son eficientes sustitutos de los fertilizantes

sintéticos debido al comportamiento mostrado por las plantas. El lombricompost aunque tuvo un efecto significativo respecto al testigo, no fue de los tratamientos orgánicos más destacados. Para la preparación de abono tipo bocashi para almácigo de café se puede sustituir las granzas de arroz por cascarilla de café sin afectar la calidad del abono ni su efecto favorable sobre las plantas. La mejor proporción de mezcla de abono suelo fue 25:75.

**Astorga, C. 1999. Caracterización de variedades cultivadas de café (*Coffea arabica* L.) conservadas en el banco de germoplasma del CATIE. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 130 p.**

El cultivo del café ha sido tradicional en Centro América y ha estado ligado al desarrollo social y económico de la región, generando el 3,8% del Producto Interno Bruto y ocupó el tercer lugar en la producción mundial. En 1996 la producción estaba concentrada principalmente en manos de pequeños agricultores; además esta actividad ha representado una fuente importante de empleo.

La especie más cultivada en el mundo es *C. arabica*, originaria de las regiones altas de Etiopía y Kenia y cultivada en las tierras altas de América tropical. El material genético actualmente cultivado tiene como origen una base genética muy estrecha, derivada básicamente de dos poblaciones de porte alto Typica y Bourbon a partir de muy pocas semillas introdu-

cidas en el siglo, XVIII y XIX de Holanda y la Isla Bourbon. Con el descubrimiento y selección de una planta de porte bajo en Brasil, se desarrolló la variedad Caturra, la cual permite cosechas más fáciles y densidades de siembra más altas, pero susceptibles a la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y a los nematodos. Otro esquema de mejoramiento genético se generó a partir de los híbridos de Timor, las variedades que derivan son resistentes a la roya, a algunas especies de nematodos y a algunas cepas de la antracnosis del fruto (*Colletotrichum kahawae*).

Los objetivos de esta investigación fueron evaluar en CATIE, la capacidad de los marcadores moleculares para la caracterización varietal de café y evaluar la diversidad genética del material cultivado (Typica, Bourbon, Silvestres, e Introgresados) de café por marcadores moleculares y observaciones agro-morfológicas.

Para la caracterización agro-morfológica se utilizaron características de la planta, fruto y grano. Se determinó para las características morfológicas una alta variabilidad genética entre variedades y entre árboles. La variación entre variedades es producto de la variación genética, en tanto que la variación entre árboles es producto de la influencia del medio ambiente, factores fisiológicos y de manejo del germoplasma, por ser materiales homocigotos.

El color del brote de café es una característica importante para clasificar las dos poblaciones bási-

cas de Typica y Bourbon. Los componentes de varianza indican que el factor variedad es el que más contribuye a la variabilidad observada, y los índices de heredabilidad demuestran que es factible obtener progresos genéticos en programas de selección en las variedades estudiadas.

Las características de fruto, grano y fertilidad permitieron determinar la variabilidad genética presente entre grupos de café. La característica de relleno del fruto se presentó como la más importante para clasificar variedades entre el grupo Typica y Bourbon.

Para la caracterización molecular se utilizó RAPD. El polimorfismo detectado fue alto debido a la presencia de genotipos de *C. canephora* y al grupo de introgresados; sin embargo, el número de marcadores polimórficos fue bajo. Por medio del cálculo de las similitudes entre individuos, dendrogramas y análisis de componentes principales se estimó las distancias genéticas entre grupos, y se generó la clasificación de los grupos genéticos. Se identificó los marcadores diferentes entre cada grupo y los marcadores comunes entre grupos.

La distancia genética entre el grupo Typica y Bourbon fue no significativa, demostrando la estrecha base genética que caracteriza estos grupos; sin embargo, la distancia genética de estos grupos respecto al grupo Silvestres fue significativamente mayor, presentando una mayor variabilidad genética entre estos grupos.



# Futuros Eventos

9 - 13 Julio, 2000

## **XXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XII Taller Internacional de Carbones**

**Información:** Guillermo Fuentes Dávila  
E-Mail: g.fuentes@cgiar.org  
Fax: 64-145898

31 Julio - 11 Agosto, 2000

## **Curso Especial Agricultura y Biodiversidad: Una perspectiva desde América Latina**

**Información:** Area de Capacitación, CATIE  
Turrialba, Costa Rica  
E-Mail: capacita@catie.ac.cr  
Fax: 556 0176 / Tel: 556 6021

4 - 6 Agosto, 2000

## **II Congreso Nacional de Educación Ambiental**

**Información:** Universidad Champagnat  
Miraflores, Perú  
E-Mail: cpc@champagnat.edu.pe

12 - 16 Agosto, 2000

## **The American Phytopathology Society (APS) Annual Meeting Hyatt Regency**

**Información:** New Orleans, LA, USA  
E-Mail: aps@scisoc.org / <http://www.scisoc.org>  
Tel.: 651 454 7250 / Fax: 651 454 0766

20 - 26 Agosto, 2000

## **21st International Congress of Entomology**

**Información:** D.L. Gazzoni  
Iguassu Falls, Brazil.  
E-Mail: francovi@sercomtel.com.br  
Web: [www.embrapa.br/ice](http://www.embrapa.br/ice)

30 - Agosto - 1 Setiembre, 2000

## **21 Congreso de Fitopatología y Ciencias Afines**

**Información:** ASCOLFI  
Palmira, Colombia  
E-Mail: ascolfi@telesat.com.co  
Fax: 57-92-275-0557

15 - 23 Setiembre, 2000

## **5° Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamerica y el Caribe, 13° Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica, 5° Congreso**

## **de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamerica y el Caribe**

**Información:** ATACORI  
Apto. 2327, San José, Costa Rica  
Tel. (506) 220 3945  
E-Mail: diecana@sol.racsa.co.cr

23 - 30 Setiembre, 2000

## **Sorghum and Pearl Millet Diseases Guanajuato, México**

**Información:** M. Clark  
Dept. of Plant Pathology and Microbial  
Texas A&M Univ. College Station, Texas  
77843-2132 USA  
E-Mail: mclark@ppserver.tamu.edu

25 - 28 Setiembre, 2000

## **El Control Etológico en la Agricultura Sustentable: Uso de feromonas, trampas de colores y luz para el control de plagas**

**Información:** RAAA  
Lima, Perú  
E-Mail: rapalpe@terra.com.pe

20 - 28 Octubre, 2000

## **XX Reunión Latinoamericana de Rhizobiología**

**Información:** Guillermo Zvietcovich Masciotti  
Asociación Latinoamericana de Rhizobiología  
Arequipa, Perú  
E-Mail: zvicov@lared.net.pe

11 - 15 Junio, 2001

## **IV Seminario Internacional de Sanidad Vegetal**

**Información:** I.S. Ramírez  
C.P. 11600, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba  
E-Mail: inisav@ceniaf.inf.cu  
Fax. 537 240535

2 - 5 Agosto, 2001

## **Symposium on the Practice of Biological Control Importation and Management of Natural Enemies in the New Millennium Bozeman, Montana, USA**

**Información:** T. Kring. Dept. of Entomology  
University of Arkansas, Fayetteville  
AR 72701, USA  
E-Mail: tkring@comp.uark.edu

# MOSCA BLANCA AL DIA



No. 31

Coordinador: Luko Hilje  
(lhilje@catie.ac.cr)



Junio, 2000



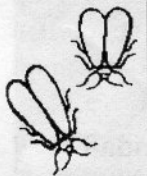
## Nota editorial

Con este número, en el que aparece un artículo sobre el estatus de las moscas blancas como plagas en dicho país, aceptamos con beneplácito la incorporación de Chile al *Plan de Acción para el Manejo de las Moscas Blancas y Geminivirus en América Latina y el Caribe*. Además, existe el interés de vincularse más con los miembros de los otros 18 países miembros de nuestro *Plan*, lo cual esperamos concretar a partir del **IX Taller**, en que se espera su participación. ¡Bienvenidos, colegas chilenos!



## IX Taller

El **IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus** se realizará en ciudad de Panamá, del 22-24 de noviembre del 2000. **Contacto provisional:** Ing. José Angel Guerra. IDIAP. Apdo. 6-4391, Panamá. Tel (507) 966-8763 Fax: (507) 966-8474. [idiapaz@cerco.net](mailto:idiapaz@cerco.net), [joanguie@hotmail.com](mailto:joanguie@hotmail.com), [joseange10@hotmail.com](mailto:joseange10@hotmail.com). Ing. Fanny Domínguez MIDA. [fsdedominguez@hotmail.com](mailto:fsdedominguez@hotmail.com)



## Moscas blancas en Chile

Hasta ahora se ha informado de 14 especies de Aleyrodidae presentes en Chile, entre las cuales no figura *Bemisia tabaci*, aunque sí su congénere *B. berbericola*. No obstante, *B. tabaci* se detectó en Chile en 1998, en plantas de alfalfa provenientes de los EE.UU. Dichas plantas fueron tratadas, y así se logró erradicar este foco. En 1999 se detectó nuevamente, esta vez en viveros sobre *Hibiscus* y *Euphorbia*, en tres regiones del país, de dos de las cuales pudo ser erradicada. En la otra región además apareció en parques públicos, pero la situación no se vislumbra grave, ya que la localidad en la que se estableció (Iquique) está en el extremo norte del país, separada de las zonas más productivas de la zona central por el Atacama, que es el desierto más árido del mundo.

Las otras especies presentes en Chile son las siguientes: *Aleuroparadoxus punctatus*, *Aleurothrixus floccosus*, *Aleurothrixus porteri*, *Aleyrodes tiniaeoides*, *Bemisia berbericola*, *Dialeurodes citri*, *Dialeurodes natickis*, *Metaleurodicus*

*phalaenoides*, *Metaleurodicus pigeanus*, *Paraleyrodes* spp., *Siphoninus phillyreae*, *Trialeurodes swahundus*, *Trialeurodes unadutus* y *Trialeurodes vaporariorum*. De éstas, las especies consideradas como plagas agrícolas en dicho país son *A. floccosus* y *T. vaporariorum*. Otras dos especies que han tenido importancia en ciertas épocas fueron *S. phillyreae* (presente en la zona central de Chile, donde provocó gran daño en *Fraxinus urbanos*) y *D. citri* (importante en cítricos hace algunas décadas, pero desplazada por *A. floccosus*).

En cuanto a *A. floccosus*, la cual ataca cítricos en general, es una plaga primaria según algunos autores, y su importancia varía según las condiciones climáticas imperantes; en algunas temporadas alcanza altas poblaciones, pero sin causar una disminución significativa en la producción. Es atacada por varias especies de parasitoides, entre las que sobresalen *Cales noacki* y *Encarsia* spp. (Aphelinidae).

Por su parte, *Trialeurodes vaporariorum* tiene como principales hospedantes al tomate, pimentón o chile dulce, tabaco, zapallo, pepino, melón, frejol, alfalfa, y varias plantas ornamentales (*Euphorbia*, *Begonia* y *Chrysantemum*); también se ha detectado en kiwi, guayabo, palto, ciruelo, vid y eucalipto. Es una plaga primaria en invernaderos y es la principal plaga de tomate y cucurbitáceas sembradas bajo plásticos. Es atacada sobre todo por *Encarsia* spp. y *Eretmocerus* spp. (Aphelinidae).

(Información aportada por el Ing. Pedro Mondaca. Departamento de Protección Agrícola. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. Fax (56-2) 696-6480 [pmondaca@sag.minagri.gob.cl](mailto:pmondaca@sag.minagri.gob.cl)).



## REDCAHOR

Como se sabe, REDCAHOR (*Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana*) es copatrocinador de este boletín. A continuación incluimos información remitida por el Ing. Jorge Hernán Echeverri, M.Sc, a quien se puede contactar en: IICA. San José, Costa Rica. Tel. (506) 229-0222, Fax (506) 229-4689, [jechever@iica.ac.cr](mailto:jechever@iica.ac.cr)

**Identificación de especies y biotipos de moscas blancas en algunas áreas hortícolas de la Península de Azuero, Panamá, 1999.** El estudio se realizó con el objetivo de identificar las especies y biotipos de moscas blancas existentes en algunas áreas de la península de Azuero. La península de Azue-

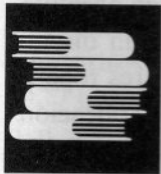


ro está localizada geográficamente entre 7°13'-8°08' N y 79°59'-80°59' O. Se tomaron muestras de cinco cultivos en 12 localidades diferentes en el área de estudio. Los cultivos se repitieron en varias localidades. En total, se analizaron 90 individuos. De estos, 60 individuos se identificaron como del biotipo **B**, 12 fueron del biotipo **A** y 18 no se pudieron identificar, ya sea por errores operativos o porque el patrón no correspondió con ninguno de los disponibles. Todas las muestras correspondieron a *Bemisia tabaci* (Gennadius). La ubicación de las parcelas no influyó en la presencia de determinado biotipo. El biotipo **A** se identificó en las muestras tomadas de los cultivos ají o chile picante, tomate y melón. El biotipo **B** se encontró en las muestras de todos los cultivos y las localidades, pero todos los individuos recolectados en zapallo correspondieron a dicho biotipo, el cual causa el *síndrome de la hoja plateada*. (Autores: José Angel Guerra, Orencio Fernández, Oscar Gutiérrez, Anayansi Murillo y Natalia Villarreal).



## Plan EE.UU.

Como se informó en **MBDía 30**, del 6 al 8 de febrero del 2000 se efectuó en San Diego, California, la reunión anual sobre mosca blanca (**1997-2001: Third Annual Review of the Second 5-Year Silverleaf Whitefly Research, Action and Technology Transfer Plan**). Pronto saldrá publicada la memoria de dicho evento, de lo cual informaremos oportunamente.



## Publicaciones gratuitas

De todas las reuniones anuales sobre mosca blanca en los EE.UU. se publica una memoria, muy rica en información de gran actualidad. Se nos ha informado que existe un excedente de copias de algunos años, por lo que los interesados podrían adquirirla en forma gratuita. Para ello basta con enviar un mensaje electrónico al Dr. Robert M. Faust, (USDA-ARS-NPS, Maryland, rmf@ars.usda.gov), diciendo: "Dear Sir: I would kindly appreciate receiving copies of the document *Silverleaf Whitefly. National Research, Action, and Technology Transfer Plan*".



## Bibliografía

Una vez más, como todos los años, en enero del 2000 apareció otro addendum, esta vez el quinto, con 405 nuevas referencias, del documento *Bibliography of Bemisia tabaci (Gennadius) and Bemisia argentifolii Bellows and Perring*. (S.E. Naranjo, G.D. Butler y T.J. Henneberry). Dicha actualización, así como la bibliografía completa sobre *Bemisia*, se pueden acceder en el siguiente sitio:

<http://pwa.ars.usda.gov/wcrl/>. Otra opción es que usted envíe un diskette en blanco y le será devuelto con el contenido de los documentos, para lo cual debe enviar su solicitud al Dr. Steve Naranjo: *Western Cotton Research Laboratory, 4135 E. Broadway Phoenix, AZ 85040*. Fax 602-379-4509, snaranjo@ix.netcom.com



## Congreso mundial

Como se informó en varios **MBDía** previos, del 20 al 26 de agosto del 2000 se realizará en Iguazú, Brasil, el simposio *Challenges and opportunities for pest management of Bemisia in the new century*, como parte del *XXI International Congress of Entomology*. Es organizado por los doctores Steve Naranjo, Regina Vilarinho, Peter Ellsworth y Odair Fernandes. **Contacto: Dr. Décio Gazzoni** (EMBRAPA/CNPSo). Caixa Postal 231. CEP 86001-970 Londrina, Paraná, Brasil. Tel (043) 371-6213, Fax: (042) 371-6100 o 371-6213, [gazzoni@cnpsa.embrapa.br](mailto:gazzoni@cnpsa.embrapa.br) y <http://www.embrapa.br/ice>



## Reunión europea

Como se informó en **MBDía 30**, del 28 de febrero al 3 de marzo del 2001 se realizará en Ragusa (Sicilia, Italia), el *European Whitefly Symposium*, organizado por la Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas (EWSN). Para mayor información, contactar la EWSN Office: John Innes Centre, Norwich Research Park, Colney Lane, Norwich NR4 7 UH United Kingdom. Tel. +44(0) 1603 452571, Fax +44(0) 1603 456844, [network.ewsn@bbsrc.ac.uk](mailto:network.ewsn@bbsrc.ac.uk) y <http://www.jic.bbsrc.ac.uk/hosting/eu/ewsn>

Asimismo, acaba de ser publicado el número 3 del *EWSN Newsletter*, en el cual aparece información sobre la presencia de geminivirus y closterovirus en chile dulce y tomate; de biotipos de *B. tabaci*; y de parasitoides y depredadores, así como de aspectos cuarentenarios de moscas blancas en Europa.

ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, DENTRO DE LA REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, EN LA SIGUIENTE DIRECCION: <http://www.catie.ac.cr/información/RMIP/>

POR FAVOR, FOTOCOPIE EL BOLETIN Y ENVIÉLO RAPIDAMENTE A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA

Este boletín es copatrocinado por:

**CATIE**





# Acciones MIP en hortalizas

## Alternativas biológicas de manejo de *Heliothis virescens* y *Spodoptera* spp. en tomate industrial, República Dominicana<sup>1</sup>

Maira Castillo  
 Laura López  
 J. Pablo Morales-Payán  
 Simón Alcántara

J. Richard Ortiz

### Introducción

El tomate es el principal cultivo hortícola en República Dominicana; anualmente, se siembran aproximadamente 10 000 hectáreas (Navarro *et al.* 2000, Secretaría de Estado de Agricultura 2000). Los gusanos de fruto se encuentran entre las principales plagas de este cultivo en el país (Jiménez *et al.* 1999, SODIAF 1999).

Entre las especies de gusanos del fruto más importantes están *Heliothis virescens* y *Spodoptera* spp. El control de estas plagas se ha basado principalmente en el uso de plaguicidas sintéticos. Aún cuando los agricultores utilizan productos que consideran eficaces, existe preocupación por el uso excesivo de estos plaguicidas. Esta preocupación es especialmente válida, durante la fase de fructificación, debido a la posible contaminación de los frutos con residuos de plaguicidas. Además, el abuso en el uso de plaguicidas ocasionan serios daños al ambiente e incrementan los cos-

tos de producción. Sin embargo, existe poca información generada en el país sobre el manejo de gusanos de fruto de tomate mediante el uso de alternativas, tales como entomopatógenos y extractos de plantas como el nim (*Azadirachta indica*).

El objetivo de este estudio fue evaluar el extracto de nim (*A. indica*), el *Bacillus thuringiensis* y el virus de la poliedrosis nuclear (VPN) para el control de gusanos de fruto en tomate industrial.

### Materiales y métodos

El experimento se realizó entre diciembre 1998 y marzo 1999 en Azua, ubicada a 18° 22' Norte y 70° 50' Oeste. El suelo es franco y profundo. Se utilizó el cultivar de tomate industrial 'Gem Pride'. El manejo se realizó siguiendo las recomendaciones locales de producción, excepto las de manejo de gusanos del fruto. Los tratamientos evaluados fueron *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (1 kg/ha a 53 000 unidades bacteriales/mg), *Azadiractina*

(94 ml extracto de nim/100 L de agua/ha), virus de la poliedrosis nuclear (1,4 kg/ha a 1,2 x 10<sup>10</sup> cuerpos poliédricos/kg), control químico según prácticas locales convencionales (secuencia de cloropirifós 400 g i.a/ha y dos explicaciones de metomil 265 g i.a./ha) y testigo absoluto (sin control). Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El criterio de aplicación (umbral de acción) fue: más de cuatro huevos o dos larvas L1 o L2 en 16 plantas, ó dos frutos perforados en 25 frutos inspeccionados. Las aplicaciones se iniciaron con la floración del cultivo. Se realizó una cosecha concentrada (frutos maduros y sobremaduros) y se evaluó el rendimiento de frutos de tomate procesables. A los resultados se les realizó un análisis de varianza y separación de medias (nivel de 5%).

### Resultados y discusión

Con base en los umbrales de acción utilizados fue necesario aplicar los tratamientos con diferentes frecuencias. A los 35 días del tras-

<sup>1</sup> Avances de la investigación desarrollada por el Departamento de Investigaciones Agropecuarias (DIA) de la Secretaría de Estado de Agricultura, la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) y la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), República Dominicana, miembros del Comité Dominicano de la Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR).



plante habían gusanos en cantidades suficiente para justificar la aplicación de todos los tratamientos (Nim, *B. thuringiensis*, VPA y clorpirifós). A los 42 días del trasplante la cantidad de gusanos encontrados hizo necesaria la aplicación de *B. thuringiensis* y de un insecticida sintético (metomil). A los 49 días del trasplante se aplicaron todos los tratamientos nuevamente (Nim, *B. thuringiensis*, VPA y el insecticida sintético metomil). A los 55 y 75 días del trasplante sólo fue necesario controlar los gusanos en las plantas que fueron protegidas con Nim. Es decir, por los niveles de presencia de gusanos encontrados en un período de 5 semanas, se debieron realizar cinco aplicaciones de Nim, tres de los insecticidas sintéticos y *B. thuringiensis* y dos del VPA (Cuadro 1).

Se obtuvo un rendimiento similar de tomate con las tres aplicaciones de *B. thuringiensis*, dos del VPN y tres del insecticida sintético (clorpirifós y metomil) (62,50 – 70,77 t/ha). El Nim fue poco efectivo controlando *H. virescens* y *Spodoptera*, y debió ser aplicado en cinco ocasiones; no obstante, presentó la mayor cantidad de frutos con gusanos al momento de la cosecha y el menor rendimiento de frutos (Cuadro 1).

Las plantas a las cuales se aplicó únicamente Nim para el control de gusanos tuvieron una productividad 28% menor que las plantas protegidas con VPN o insecticidas sintéticos (metomil y clorpirifós). El testigo sufrió pérdidas de productividad de aproximadamente 30% (Cuadro 1), lo cual indica que el control de estas plagas es económicamente importante.

Se determinó que las pérdidas causadas por los gusanos de frutos también se redujeron al utilizar in-

**Cuadro 1.** Evaluación de cinco tratamientos para el control de *H. virescens* y *Spodoptera* spp. y número de aplicaciones necesarias y rendimiento de tomate industrial. República Dominicana

Tratamientos	Número de aplicaciones desde la floración a la cosecha	Rendimiento de frutos	Pérdida de rendimiento <sup>1</sup> (t/ha)
Insecticidas sintéticos	3	70,77	0,00
VPN	2	64,41	6,36 NS
<i>B. thuringiensis</i>	3	62,50	8,37 NS
Nim	4	50,52	20,25*
Testigo	--	49,75	21,02*
		12,97	

\* Valor de diferencia mínima significativa:

<sup>1</sup> Respecto al control con insecticidas sintéticos

secticidas sintéticos tradicionales (metomil y clorpirifós), VPN o *B. thuringiensis*. Desde el punto de vista ambiental, la aplicación de estas dos alternativas biológicas es mucho más segura y adecuada. Económicamente, se debe evaluar el costo-beneficio para estos tres tratamientos, considerando el precio del tomate, el costo de los productos y número de aplicaciones

necesarias para obtener un control satisfactorio. Con VPN podría tratarse de mejorar su eficacia y rendimiento utilizando un umbral más bajo que permitiera tres aplicaciones y un mayor tiempo para su actividad biológica

Esta evaluación es preliminar y se continuará validando los resultados obtenidos.

### Literatura citada

- Jiménez, J; Morales-Payán, JP; Santos, BM. 1999. Evaluación de cultivares de tomate industrial (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Mao, Provincia Valverde. Revista Investigación (República Dominicana) 1(2):44.
- Navarro, F; Medina, J; Celado, R. 2000. Ensayo regional de recursos genéticos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Investigación (República Dominicana) 2(1): 5-8.
- Secretaría de Estado de Agricultura. 2000. Anuario Estadístico Agropecuario de la República Dominicana 1999. Santo Domingo. 124 p.
- SODIAF (Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales). 1999. Diagnóstico de la tecnología de producción, limitantes y necesidades de investigación en tomate industrial en el sur de la República Dominicana. 20p.

### REDCAHOR en INTERNET

Visite el sitio de REDCAHOR en la Web y podrá consultar los Boletines con la información más actualizada sobre hortalizas, como resultados de investigación, avances y logros de la Red, reseñas de publicaciones, etc. así como las Memorias de Cursos y Talleres sobre diferentes aspectos como comercialización y mercadeo, MIP, recursos fitogenéticos, cultivares comerciales. También está disponible la información sobre los Servicios ofrecidos por la Red, y Futuros eventos.

La dirección de la página es:

<<http://www.iica.ac.cr/redcahor>>



## Efectos a largo plazo de los plaguicidas sintéticos

Samuel

**E**l alto costo social derivado del uso de plaguicidas sintéticos continúa siendo uno de los temas más controversiales en agricultura, ambiente y salud pública.

En los países en desarrollo existen considerables motivos de preocupación sobre los riesgos para la salud humana derivados del uso excesivo de estos productos.

Además de las intoxicaciones agudas producidas por el empleo de plaguicidas sintéticos, éstas sustancias también pueden ocasionar efectos a largo plazo. Estos efectos pueden definirse como los procesos patológicos que se desarrollan

en el organismo, generalmente por la exposición repetida a dosis bajas, independiente del período de latencia o de la intensidad de la exposición.

Entre los principales efectos a largo plazo causados por el empleo de plaguicidas sintéticos que han sido demostrados hasta la fecha se encuentran diversos tipos de trastornos, los cuales son definidos en el glosario incluido al final de este artículo. Es necesario mencionar que algunos de los plaguicidas citados tienen una legislación legal diferente en cada país de América Central, sobre este tema se publicará próximamente un artículo en esta misma sección.

### Trastornos Neurológicos<sup>2</sup>

Neurotoxicidad retardada

Ciertos organofosforados como leptofós y carbamatos como carbaril

Cambios de conducta

Algunos insecticidas organofosforados

Lesiones del sistema nervioso central

Insecticidas organoclorados y organofosforados; fungicidas mercuriales

Neuritis periférica

Herbicidas clorofenoxi, piretroides y algunos insecticidas organofosforados

### Reproductivos<sup>3</sup>

Esterilidad en el hombre

Dibromocloropropano (DBCP)

Disminución del índice de fertilidad

Captán (en animales y posiblemente en hombres), 2,4-D, 2,4,5-T

### Cutáneos

Dermatitis de contacto

Paraquat; captafol; 2,4-D y mancozeb

Reacción alérgica

Barbán, benomilo, DDT, lindano, zineb, malatión

Reacciones fotoalérgicas

Hexaclorobenceno, benomilo, zineb

Cloracné

Hexaclorobenceno, pentaclorofenol, 2,4,5-T por contaminación con policloro dibenzodioxinas y dibenzofuranos

Porfiria cutánea tardía

Hexaclorobenceno

### Cáncer

Carcinógenos humanos

Compuestos arsenicales, aceites minerales y cloruro de aluminio (aditivo)

<sup>1</sup> Coordinador Subregional Proyecto Plagsalud/OPS. San José, Costa Rica. E-mail: henaosam@or.ops-oms.org

<sup>2</sup> Se han descrito, además por exposición a arsenicales, bromuro de metilo y rodenticidas como el talio.

<sup>3</sup> Se han registrado efectos en el sistema reproductivo de los animales hembra expuestos a la clordecona, el ritam y el ziram.



Probablemente carcinógenos humanos

Dibromuro de etileno, oxido de etileno, clordecona, derivados del ácido fenoxiacético, DDT, mirex, toxafeno, 1,3-dicloropropano, hexaclorobenceno, hexaclorociclohexano, nitrofen

El IARC (International Agency for Research on Cancer) calificó como suficiente la evidencia de Carcinogenicidad del DDT en animales de experimentación debido a un incremento de tumores de hígado relacionado con la dosis - respuesta, posterior a la aplicación subcutánea y administración oral en ratones y ratas y un incremento en la incidencia de nódulos hepáticos después de la administración oral en hamsters.

#### **Oftalmológicos**

Formación de cataratas

Diquat

Atrofia del nervio óptico

Bromuro de metilo

Alteraciones de la mácula

Fentión

#### **Mutagénicos<sup>4</sup>**

Suficiente evidencia de actividad mutagénica

Dibromuro de etileno

#### **Neumonitis y fibrosis pulmonar**

Paraquat

#### **Aborto espontáneo**

Aldrin, Disulfuro de carbono, derivados del arsénico y del mercurio, hexaclorociclohexano y dieldrin

#### **Teratogénicos**

Carbaril, captán, folpet, captafol, pentacloronitrobenceno, paraquat, maneb, ziram, zineb y benomilo

#### **Hepáticos**

DDT, mirex, clordecona, pentaclorofenol y compuestos arsenicales

#### **Cistitis hemorrágica**

Clordimeform

#### **Inmunotóxicos**

Organoclorados (Dicofol), organofosforados (Triclorfón), carbamatos metálicos (Organo-estánicos), paraquat

Los plaguicidas responsables de los trastornos del sistema inmunológico, alteran su estructura normal, perturban sus respuestas (alterando recuentos y funciones de los linfocitos T y neutrófilos) y reducen la resistencia a los antígenos y agentes infecciosos de las personas expuestas.

Además en nuestros países muchas de las personas expuestas a estos plaguicidas son niños y adultos con desnutrición, quienes ya tienen bajas sus defensas inmunológicas.

Se ha demostrado que el paraquat desregula la actividad de los macrófagos, aumentando la secreción de los radicales libres de oxígeno.

Los estudios que se citan a continuación muestran algunos problemas a largo plazo que se han presentado en los países del América Central por el uso de plaguicidas:

- En un estudio sobre tumores malignos poco frecuentes en la niñez, atendidos en el Hospital Nacional de Niños de Costa Rica, se determinó que un 71% de los pacientes provenían de zonas rurales agrícolas. Los autores sugieren una relación entre la aparición de los tumores y el empleo de plaguicidas en el área rural (Lobo *et al.* 1985).

- En Costa Rica se realizaron estudios epidemiológicos y de laboratorio en 72 pacientes estériles pertenecientes a una población de 630 trabajadores bananeros en edad reproductiva que aplicaron por tiempos variables, el nematocida 1,2 dibromo-3-cloropropano (DBCP). Se encontró una correlación positiva ( $r=0,99$ ) altamente significativa entre el número de horas de aplicación y el porcentaje de trabajadores estériles. Además se observó una disminución del conteo espermático (oligospermia o azospermia) al aumentar la exposición de los trabajadores a este plaguicida. (Ramírez y Ramírez 1980).
- En Nicaragua, el grupo de investigación sobre efectos crónicos de los plaguicidas de la Universidad Nacional Autónoma, León han encontrado 7 personas afectadas de neuropatía periférica secundaria a intoxicación por plaguicidas organofosforados, entre enero de 1992 y diciembre de 1995. Las edades de los pacientes estaban en el rango de 15 a 47 años, con predominio del sexo masculino. Entre los plaguicidas involucrados estaban el metamidofos (MTD), el clorpirifos (Lorsban) y el malatión (Cy-tion) (Cuadra *et al.* 1997).
- Un estudio realizado en Costa Rica entre 1981 y 1993 describe las diferencias geográficas en la incidencia de cáncer en este país e investiga la hipóte-

<sup>4</sup> Algunos autores estiman que en la actualidad los plaguicidas con efectos mutagénicos llegan a 263 (Herrera *et al.* 1989)

sis de que algunas de estas diferencias estén relacionadas con el uso de plaguicidas.

En las comunidades urbanas fue más frecuente el cáncer de pulmón, colon, recto, mama y útero mientras que en las rurales fue el cáncer de estómago, cervix y piel (Wesseling *et al.* 1997).

Si bien es cierto los efectos a largo plazo no están aún bien cuantificados, es necesario reconocer que constituyen una permanente amenaza para el ser humano y su descendencia y por lo tanto deben ser enfrentados en un futuro inmediato con medidas efectivas tales como:

- El empleo de métodos de producción alternativos menos dependientes y contaminantes como los usados en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y la Agricultura Orgánica.
- El establecimiento de controles a los plaguicidas de mayor riesgo a través de la prohibición o restricción de aquellos no permitidos o restringidos en su país de origen.
- El seguimiento estricto al cumplimiento de la legislación existente.
- El mejoramiento de las condiciones de higiene y seguridad para las personas expuestas.
- El fomento y la consolidación de la participación ciudadana, especialmente, los trabajadores y la comunidad más expuesta.

## Literatura consultada

- Baker, S; Wilkinson, Ch. 1990. The Effects of pesticides on Human Health. Advances in Modern Environmental Toxicology. New Jersey U.S.A. Vol XVIII.
- Cuadra, R; Delgado, E; McConnell, R. 1997. Estudio de casos de neuropatía periférica por organofosforados. In Congreso Nacional: Impacto de plaguicidas en ambiente, salud, trabajo y agricultura (1997, Managua, Nicaragua). Memorias. p. 133-136.
- Cocco, P; Borja, V. 1999. Estudio sobre los efectos a largo plazo de la exposición a DDT. Pesticide Safety News (Italia) 2(1):1.
- Dickoff, DJ; Gerber, O; Turouskz, Z. 1987. Delayed Neurotoxicity after Ingestion of Carbamate Pesticides. Neurology 37:1229-1231.
- Henao, S; Finkelman, J; Lilia, A; de Koning, HW. 1993. Plaguicidas y Salud en las Américas. Washington, OPS/OMS. Serie Ambiental no. 12
- Herrera, A; De la Peña, E. 1989. Genotoxicidad/Carcinogenicidad de los Plaguicidas. Revista de Toxicología (España) 6(3):353-367.
- IARC (International Agency for Research on Cancer) Monographs for the evaluation of Carcinogenic Risk of Chemical to Humans. Occupational exposures in insecticide application and some pesticides. IARC vol 53 p. 179-249.
- Lobo, F; García, I; Vargas, G; Barrantes, JC. 1985. Tumores malignos poco frecuentes en el niño: aspectos clínicos y epidemiológicos. Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. 42(11):670-676.

- Morgan, PD. 1989. Recognition and Management of Pesticide Poisonings. 4 ed. Washington, EPA. sp.
- Ramírez, AL; Ramírez, CM. 1980. Esterilidad masculina causada por la exposición laboral al nematocida 1,2 dibromo-3 cloropropano. Acta Médica Costarricense 23(3):219-222
- Repetto, R; Baliga, S. 1996. Los Plaguicidas y el Sistema Inmunitario. World Resource Institute, Washington D.C. sp.
- Vainio, H. 1987. Occupational Cancer Prevention. Cancer. Res. Clin. Oncol. 113:403-412.
- Wesseling, C; Antich, D; Hogstedt, C; Rodríguez, AG; Ahlbom, A. 1997. Geographical differences of cancer incidence in Costa Rica in Relation to Environmental and Occupational Pesticide Exposure. In Health Effects From Pesticide use in Costa Rica. Stockholm, UNA. sp.
- WHO ; UNEP. 1990. Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture. Geneva, World Health Organization.
- WHO. 1982. European Cooperation on Environmental Health Aspects of the Control of Chemicals. Interim Document 9, Copenhagen, World Health Organization,.
- WHO. 1984. Paraquat an Diquat. Environmental Health Criteria No. 39, Geneva, World Health Organization.
- WHO . UNEP – ILO. 2000. Hazardous Chemicals in Human and Environmental Health. Geneva.

## Glosario

- Alergia.** Estado de hipersensibilidad inducido por la exposición a un antígeno específico (alergeno).
- Antígeno.** Sustancia capaz bajo condiciones apropiadas de inducir una respuesta específica de inmunidad.
- Cáncer.** Enfermedad que resulta del desarrollo de un tumor maligno que se extiende tanto a los tejidos que le rodean como a tejidos distantes.
- Catarata.** Opacidad del cristalino o de su cápsula en uno o ambos ojos, debilitando la visión o causando ceguera.
- Cistitis hemorrágica.** Inflamación de la vejiga acompañada de sangrado.
- Cloracné.** Erupción acneiforme causada por exposición a compuestos de cloro.
- Dermatitis.** Proceso inflamatorio de la piel.
- Hepatotóxico.** Sustancia que produce daño al hígado, especialmente, mediante la acumulación de grasa o produciendo la muerte de sus células.
- Fotoalérgico.** Sensibilización de la piel a la luz debido en general a la acción de químicos, plantas o medicamentos
- Fibrosis pulmonar.** Formación de tejido fibroso en las paredes alveolares de los pulmones
- Mácula.** Área ovalada de la retina sensitiva, localizada en el polo posterior del ojo, ligeramente por debajo del disco óptico. Es el sitio de absorción de las longitudes de luz cortas.
- Mutagénico.** Agente capaz de producir cambios genéticos en células diferentes a aquellas, ocurre durante la recombinación genética normal.
- Neumonitis.** Inflamación del tejido pulmonar producido, entre otras causas, por la inhalación de sustancias químicas
- Neurotoxicidad retardada.** Acción tóxica en el tejido nervioso que se inicia de una a tres semanas después a la exposición a ciertos plaguicidas, con o sin cuadro previo de intoxicación aguda.
- Porfiria cutánea tardía.** Forma esporádica de porfiria (trastorno del metabolismo de las porfirinas) caracterizado por lesiones cutáneas crónicas que varían entre fragilidad ligera de la piel hasta retracción cicatrizal crónica.
- Sistema nervioso periférico.** Porción del sistema nervioso que consta de los nervios y ganglios externos del cerebro y la médula espinal.
- Teteratógeno.** Sustancia capaz de producir anomalías estructurales no heredables de origen prenatal y que se encuentran al momento del nacimiento o un tiempo después.



# Hoja TECNICA

No. 33

CATIE



## Coberturas vivas para el manejo de la mosca blanca en tomate

Luko Hilje<sup>1</sup>  
Philip A. Stansly<sup>2</sup>

### Introducción

El cultivo del tomate en el continente americano es afectado por al menos 17 geminivirus transmitidos por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). El efecto de los geminivirus sobre el rendimiento del tomate depende de la edad de la planta en el momento de la infección, y es más serio en los primeros dos meses del desarrollo de la planta, el cual se considera como el *período crítico*.

En América Central y el Caribe es frecuente que todas las plantas de una parcela de tomate resulten infectadas por geminivirus, a veces con síntomas severos que pueden causar muy bajos rendimientos y grandes pérdidas económicas. Este alto nivel de incidencia puede ocurrir con una densidad de apenas un adulto de la mosca blanca por cada tres plantas, como se ha documentado para Costa Rica.

Este hecho explica por qué el control del vector exclusivamente mediante insecticidas es ineficaz en términos de rendimientos, costos de producción e impacto ambiental. Por lo tanto, es urgente buscar enfoques que conduzcan a prácticas congruentes con el concepto de producción sostenible. Es decir, deben ser

rentables y, a la vez, no ser contaminantes del ambiente ni adversas para las personas.

Una opción es establecer un *manejo preventivo*, orientado a evitar o minimizar el contacto entre la mosca blanca y la planta de tomate durante el período crítico. Es decir, aunque es imposible evitar que la mosca llegue, si se pudiera retardar su arribo los daños no serían tan fuertes. Para aplicar este enfoque, el período crítico se puede dividir en dos etapas: de semillero y de campo.

Durante la *etapa de semillero*, es posible producir plántulas sanas dentro de túneles cubiertos con malla fina. Con las investigaciones del CATIE se ha logrado obtener plántulas sin virus, de hasta 28 días de edad, y de excelente calidad agronómica. Para esto, los semilleros se pueden hacer en varios tipos de recipientes, incluyendo cartuchos de papel periódico, que son de bajo costo y sencilla confección, los cuales son descritos en la Hoja Técnica No. 12.

Para la *etapa de campo* hay varias posibilidades, entre las que están algunas *prácticas agrícolas*, como las coberturas al suelo. Estas pueden ser inertes o vi-

Este es un aporte del proyecto *Development of crop associations for managing geminiviruses vectored by whiteflies in tomatoes* (CS-AES-7 y FG-CR-108), financiado por el U.S. Department of Agriculture (USDA).

<sup>1</sup> Unidad de Fitoprotección, CATIE, Turrialba, Costa Rica Email: lhilje@catie.ac.cr

<sup>2</sup> Southwest Florida Research & Education Center (SWFREC), University of Florida, Immokalee, Florida U.S.A.

vas. Las coberturas inertes (especialmente algunos tipos de plásticos plateados y amarillos) se han investigado a fondo y actualmente se utilizan con éxito a escala comercial, en países como Israel y los EE.UU. Su funcionalidad reside en la perturbación del comportamiento del insecto vector, sobre todo mediante repelencia física, alejándolo de las plantas de tomate y otros cultivos.

Sin embargo, a pesar de su éxito, existe la preocupación con su eliminación después de utilizarlas, ya que estos plásticos no son biodegradables. No obstante, existe una forma de solventar este problema, y es empleando coberturas vivas, como se discute a continuación.

### Requisitos y atributos

En varios experimentos realizados por el CATIE con tomate de mesa, se ha demostrado que cuando este cultivo se siembra junto con coberturas vivas y se compara con el tomate sembrado en un suelo desnudo, se obtienen mejores rendimientos. Por tanto, así se podría coexistir con el complejo mosca blanca-geminivirus. Hasta ahora, las coberturas evaluadas con éxito son el maní forrajero (*Arachis pintoi*, Fabaceae) (Fig. 1A), el "cinquillo" o "guarda rocío" (*Drymaria cordata*, Caryophyllaceae) (Fig. 1B) y el culantro de Castilla (*Coriandrum sativum*, Umbelliferae) (Fig. 1C).

Aunque se desconoce en detalle el mecanismo de acción de las coberturas vivas, se sabe que algunos homópteros normalmente son atraídos por el contraste entre las longitudes de onda que emiten las plantas y las del suelo desnudo. Por tanto, las coberturas vivas posiblemente enmascaren al cultivo, por lo que éste resulta protegido, sobre todo de adultos inmigrantes que son portadores de virus (virulíferos).

No obstante, tanto las coberturas evaluadas hasta ahora como cualesquiera otras, deberían llenar una serie de **requisitos**, entre los que sobresalen los siguientes: fácil establecimiento y rápido crecimiento; nula o poca competencia con el tomate; y que no sean hospedantes de la mosca blanca ni los geminivirus, ni tampoco de otros patógenos.

Por ejemplo, hasta ahora se ha documentado que ninguna de las tres coberturas evaluadas hospeda a la mosca blanca, a geminivirus ni a otros patógenos. Sin embargo, dos de ellas (maní forrajero y "cinquillo") son lentas en su establecimiento, a diferencia del culantro, que está adaptado a condiciones de luz plena. En cuanto a la competencia con el cultivo, es deseable un sistema radical reducido y superficial, como sucede

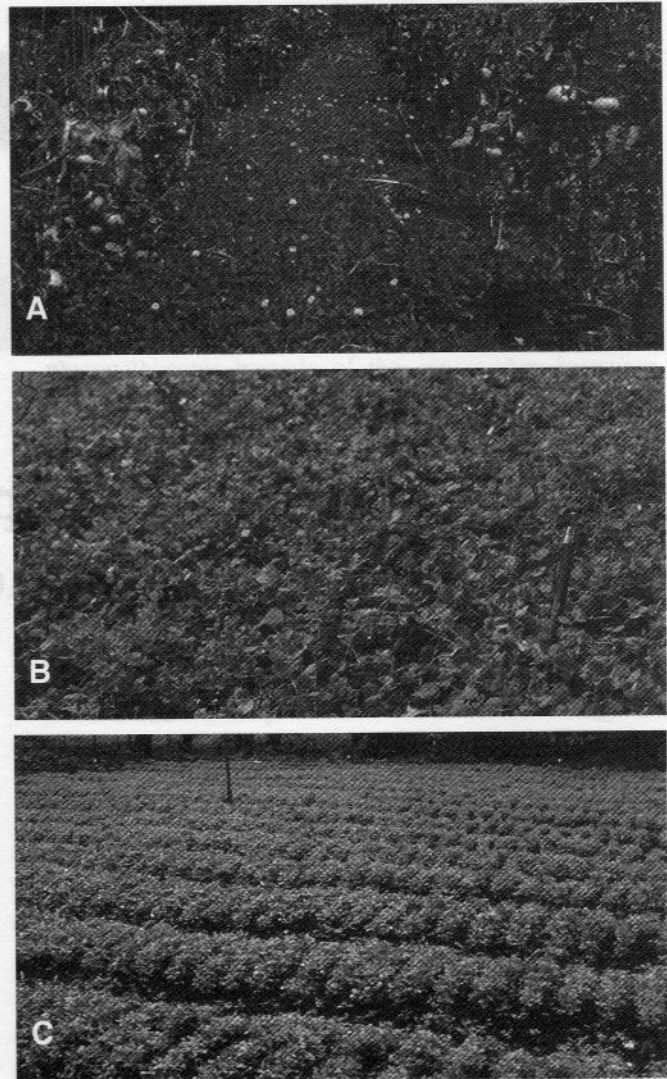


Figura 1. Coberturas vivas de maní forrajero (A), "cinquillo" (B) y el culantro (C).

con el "cinquillo" y el culantro, pero no con el maní forrajero. No obstante, también es necesario que al trasplantar el tomate se elimine la cobertura en un área pequeña alrededor de la base de la planta para reducir la competencia.

Además de los requisitos antes mencionados, hay varios **atributos deseables** en una cobertura, tales como: bajo costo de establecimiento; disponibilidad local; aporte de materia orgánica y de nutrimentos al suelo; reservorios de enemigos naturales de la mosca blanca y otras plagas; y aporte de ingresos adicionales, por venta de semillas, forraje u otros productos. Por ejemplo, de las coberturas evaluadas, no se ha observado que ninguna actúe como reservorio de enemigos naturales de mosca blanca, solamente el maní forrajero incorpora nitrógeno al suelo, y solamente el culantro se puede vender para consumo.



Por tanto, es obvio que ninguna cobertura por sí sola puede satisfacer todos los requisitos y los atributos anotados. Entonces el desafío es procurar el balance entre ambos tipos de factores, así como la compatibilidad de la utilización de cada tipo de cobertura en los sistemas de producción de cada agricultor.

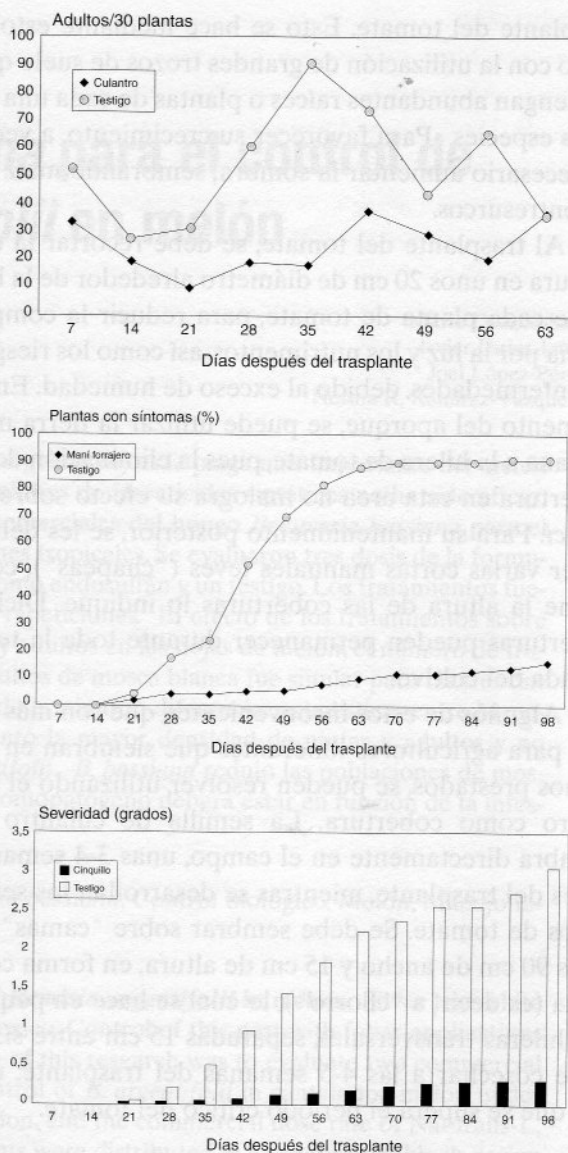
## Logros

En los experimentos del CATIE, en el tomate sembrado con coberturas vivas aparecen menos adultos de mosca blanca, disminuyen la incidencia y severidad de las enfermedades causadas por geminivirus, y se obtienen buenos rendimientos. No obstante, no hay una cobertura que supere a las otras en todos los casos, sino que la posición relativa de cada una de ellas ha variado según el experimento.

En todo caso, las diferencias entre una parcela de tomate sembrada con coberturas y una con el suelo desnudo son muy marcadas. Esto se observa claramente en los casos (tomados de diferentes experimentos) de la menor afluencia de adultos de mosca blanca hacia parcelas de tomate asociado con culantro (Fig. 2A), de la menor incidencia del moteado amarillo del tomate en tomate asociado con maní forrajero (Fig. 2B) y de la menor severidad de dicha enfermedad en tomate asociado con "cinquillo" (Fig. 2C).

En dichos experimentos no se aplicaron insecticidas, para poder distinguir bien el efecto específico de cada tipo de cobertura. Además, es evidente que casi siempre, hacia el final de la temporada del cultivo, la afluencia de adultos es mayor hacia las parcelas con coberturas vivas, lo cual no tiene impacto adverso sobre el rendimiento. Este resultado podría explicarse porque, al cerrarse el dosel del cultivo, las coberturas quizás dejan de ser percibidas por el insecto; además, porque las plantas de tomate en dichas parcelas son más suculentas, por estar menos afectadas por la enfermedad viral, y quizás sean más atractivas para *B. tabaci*.

En cuanto a los rendimientos, también han variado en cada experimento, pero en todos han superado tanto al testigo absoluto (tomate en suelo desnudo, sin aplicaciones de insecticida), como al testigo comercial (tomate con el insecticida imidacloprid, aplicado según la recomendación comercial). Por ejemplo, en ciertos experimentos, los rendimientos fueron de hasta 40 t/ha para el maní forrajero, 36 t/ha para el "cinquillo" y 30 t/ha para el culantro, las cuales son cifras altas, considerando que en Costa Rica los rendimientos comerciales del tomate de mesa varían entre 21-35 t/ha.



**Figura 2.** Contraste entre parcelas con suelo desnudo y parcelas con diferentes coberturas, para la abundancia del vector (A), y la incidencia (B) y severidad (C) de virus.

Estos rendimientos corresponden a ganancias netas de hasta US \$ 38 000, \$ 32 000 y \$ 31 000 por hectárea, respectivamente. No obstante, en el caso del culantro puede haber ganancias adicionales, las cuales han sido de \$ 5000/ha, en promedio.

## Establecimiento

La experiencia en el manejo agronómico de las coberturas vivas evaluadas es incipiente, por lo que debe mejorarse aún, con la participación y experiencia de los agricultores.

Por ejemplo, tanto el maní forrajero como el "cinquillo" se deben establecer unos tres meses antes del

trasplante del tomate. Esto se hace mediante estolones o con la utilización de grandes trozos de suelo que contengan abundantes raíces o plantas de cada una de estas especies. Para favorecer su crecimiento, a veces es necesario aumentar la sombra, sembrando maíz en los entresurcos.

Al trasplante del tomate, se debe recortar la cobertura en unos 20 cm de diámetro alrededor de la base de cada planta de tomate, para reducir la competencia por la luz y los nutrientes, así como los riesgos de enfermedades, debido al exceso de humedad. En el momento del aporque, se puede utilizar la tierra más cercana a la hilera de tomate, pues la eliminación de la cobertura en esta área no malogra su efecto sobre *B. tabaci*. Para su mantenimiento posterior, se les deben hacer varias cortas manuales leves ("chapeas"), conforme la altura de las coberturas lo indique. Dichas coberturas pueden permanecer durante toda la temporada del cultivo.

Algunos de estos inconvenientes, que son más serios para agricultores itinerantes que siembran en terrenos prestados, se pueden resolver utilizando el culantro como cobertura. La semilla de culantro se siembra directamente en el campo, unas 3-4 semanas antes del trasplante, mientras se desarrollan los semilleros de tomate. Se debe sembrar sobre "camas" de unos 90 cm de ancho y 15 cm de altura, en forma continua (es decir, a "chorro"), lo cual se hace en pequeñas hileras transversales, separadas 15 cm entre sí. Se debe cosechar a las 4-5 semanas del trasplante, una vez que se supera el período crítico del tomate.

### Sugerencias y precauciones

La información aquí presentada se refiere solamente a tres especies de coberturas. No obstante, es posible que existan otras especies de plantas silvestres que puedan satisfacer el balance entre los requisitos y atributos indicados previamente, pero antes deben ser bien evaluadas.

Como sugerencias para los técnicos y los agricultores, a continuación se incluyen los nombres de algunas especies que, al menos por su hábito rastrero y su sistema radical superficial, podrían ser buenas candidatas como coberturas vivas. Ellas son la verdolaga de playa o verdolaguita (*Kallstroemia maxima*, Zygophyllaceae); trébol (*Oxalis corniculata*, Oxalidaceae); comalillo, oreganillo o ayotillo (*Hydrocotyle bowlesioides*, Apiaceae); clavelillo de playa (*Wedelia trilobata*, Asteraceae); platanillo o berrillo (*Cardamine flaccida*,

Brassicaceae); y yerbas rastreras (*Lindernia crustacea* y *Mecardomonium procumbens*) ambas de la familia Scrophulariaceae.

Sin embargo, es necesario advertir que, en la experiencia de los autores, la utilidad de las coberturas vivas podría perderse si la población de moscas blancas virulífera fuera muy alta. De ahí la urgente necesidad de propiciar un enfoque preventivo de *manejo integrado de plagas*, dentro del cual lo que se haga en el nivel de una finca particular se complemente con medidas regionales, para disminuir tanto la presión de inóculo como las poblaciones del vector. Según valiosas experiencias de varios países, algunas de éstas son:

- Fechas de siembra sincronizadas
- Períodos sin sembrar tomate (vedas)
- Establecimiento de los semilleros lejos de campos de tomate viejos
- Destrucción de campos de tomate viejos (rastros)
- Eliminación de plantas silvestres donde se reproduce el insecto vector
- Siembra de barreras tupidas y altas de maíz, sorgo o zacate elefante, alrededor de las parcelas de tomate

La integración de este tipo de prácticas es factible, y sobre todo en fincas de pequeños y medianos productores de tomate, generalmente menores de media hectárea, que son los que predominan en los países de América Central y el Caribe. Además, es congruente con los elementos centrales del paradigma de la sostenibilidad: rentabilidad económica, conservación ambiental y bienestar de los agricultores y los consumidores.

### Literatura consultada

- Amador, R; Hilje, L. 1993. Efecto de coberturas vivas e inertes sobre la atracción de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), al tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29:14-21.
- Blanco, J; Hilje, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35: 1-10.
- Cubillo, D; Sanabria, G; Hilje, L. 1999. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 51: 10-20.
- Hilje, L; Stansly, PA. 1998. Development of crop associations for managing geminiviruses vectored by whiteflies in tomatoes. First Annual Progress Report. U.S. Department of Agriculture (USDA). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 49 p.
- Hilje, L; Stansly, PA. 1999. Development of crop associations for managing geminiviruses vectored by whiteflies in tomatoes. Second Annual Progress Report. U.S. Department of Agriculture (USDA). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 98 p.



# Patrocinadores

*La Revista Manejo Integrado de Plagas se complace en anunciar que como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, ha iniciado la vinculación de "Patrocinadores" los cuales serán anunciados en este espacio.*



*Autoridad Sueca  
para el Desarrollo  
Internacional (ASDI)  
(Contribución vía Presupuesto  
Básico de CATIE)*



**REDCAHOR**

*Red Colaborativa de Investigación y  
Desarrollo de Hortalizas para  
América Central, Panamá y  
República Dominicana*

*IICA San José, Costa Rica  
Tel: (506) 216-0258 / 59160161  
Fax: (506) 216-0258  
Email: [jechever@iica.ac.cr](mailto:jechever@iica.ac.cr)*



**CYANAMID**

La mejor opción para cultivos sanos

*Cyanamid de Costa Rica.  
Tel: (506) 253-8066  
Fax: (506) 234-2449  
EMail: [cyanamid@sol.racsa.co.cr](mailto:cyanamid@sol.racsa.co.cr)  
Cyanamid de Guatemala.  
Tel: (502) 369-2043  
Fax: (502) 369-1282*



EMPRESA LIDER EN EL  
CONTROL DE  
MICROORGANISMOS  
FITOPAGENOS

**Buckman  
Laboratories**

*Costa Rica (506) 278-1881/  
573-7041  
Nicaragua (505) 311-6003  
Panamá (507) 269-0944  
El Salvador (503) 260-6152  
Honduras (504) 552-2508  
México (73) 21-31-31 al 37  
Venezuela (031) 948707*

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

## Escuela de Posgrado

Más de medio siglo al servicio del desarrollo agrícola,  
de los recursos naturales y el bienestar rural de América Latina y el Caribe

### Doctorado conjunto (Ph.D.) en:

- I. Ciencias Forestales Tropicales
- II. Agroforestería Tropical

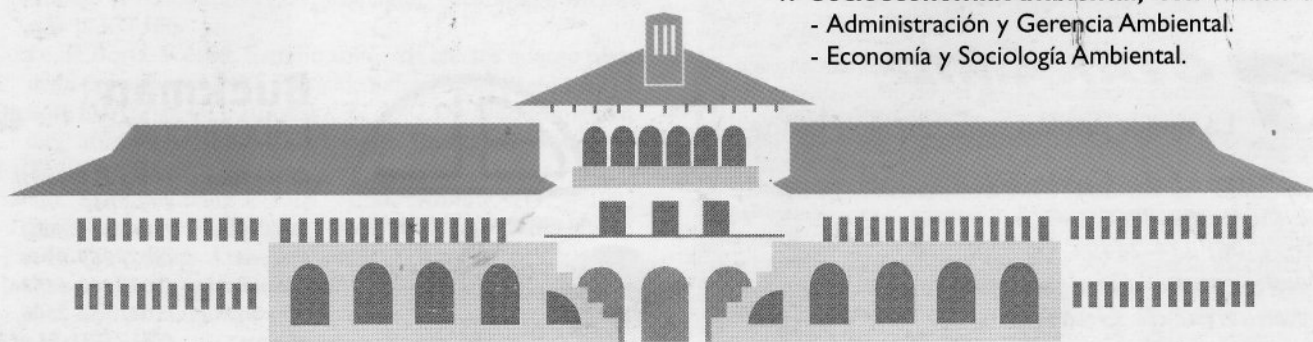
#### Universidades asociadas al CATIE:

- Universidad Estatal de Colorado (Fort Collins-EUA)
- Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
- Universidad Texas A & M (EUA)
- Universidad de Florida (Gainesville - Florida - EUA)
- Universidad de Freiburg (Alemania)
- Universidad de Gottingen (Alemania)
- Universidad de Gales (Reino Unido)

### Maestría (M.Sc.) en:

- I. **Agricultura Ecológica, con énfasis en:**
  - Recursos Fitogenéticos y Biotecnología.
  - Manejo Integrado de Plagas.
- II. **Agroforestería Tropical, ofrece oportunidad para profundizar en:**
  - Sistemas agroforestales con cultivos perennes;
  - Sistemas agroforestales con cultivos anuales y
  - Sistemas silvopastoriles para pasturas degradados
- III. **Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, con énfasis en:**
  - Manejo y Silvicultura de Bosques.
  - Conservación de la Biodiversidad.
- IV. **Manejo de Cuencas Hidrográficas.**

Proporciona conocimientos y metodologías para la gestión de los recursos hídricos, con un enfoque integrado de los factores biofísicos, socioeconómicos y ambientales.
- V. **Socioeconomía Ambiental, con énfasis en:**
  - Administración y Gerencia Ambiental.
  - Economía y Sociología Ambiental.



Producir conservando, conservar produciendo<sup>®</sup>

#### Solicite información a:

Escuela de Posgrado / CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica Tel: (506) 556 1016/6431 Fax: (506) 556 0914/1533  
E-mail: [posgrado@catie.ac.cr](mailto:posgrado@catie.ac.cr) <http://www.catie.ac.cr>