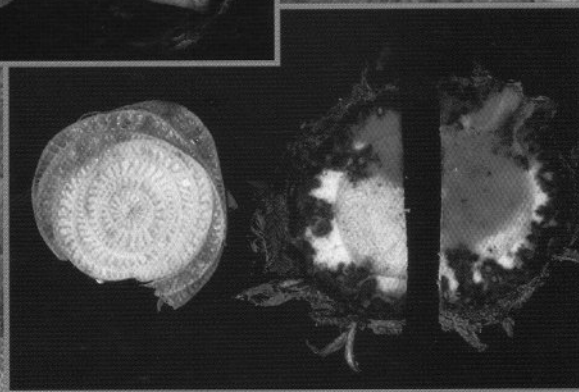
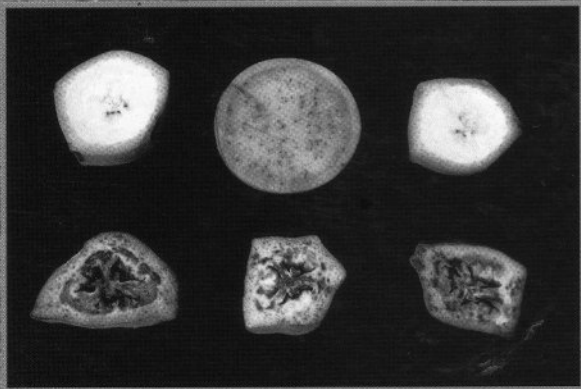


Manejo Integrado de Plagas

Diciembre 2000

No. 58



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 científica y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre estos miembros se encuentran: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico.

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: En banano y plátano, productos de exportación y consumo en muchos países de América Latina, el principal problema del área foliar es la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), la cual se aprecia en la foto del fondo. Esta constituye el principal costo por control de plagas. En el inserto inferior se observa el segundo problema de estos cultivos, causado por el nematodo *Radopholus similis*, que afecta el sistema radicular de la planta y parte delseudotallo, ocasionando pérdidas que pueden llegar hasta 40% de la producción en países como Costa Rica (pag.28-38). El inserto superior muestra otra de las enfermedades de las musáceas, denominada moko, *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum*, la cual es más frecuente en plátano que en banano. Los ácaros son un problema en viveros de este cultivo en Cuba (pag.54-60). El control biológico de estas plagas representa una alternativa muy valiosa a corto plazo para reducir el uso excesivo de plaguicidas y sus consecuentes efectos en la salud humana y el ambiente.

Fotos: Fondo Elkin Bustamante, Insertos David H. Thurston

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

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 científica y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre estos miembros se encuentran: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico.

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: En banano y plátano, productos de exportación y consumo en muchos países de América Latina, el principal problema del área foliar es la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), la cual se aprecia en la foto del fondo. Esta constituye el principal costo por control de plagas. En el inserto inferior se observa el segundo problema de estos cultivos, causado por el nematodo *Radopholus similis*, que afecta el sistema radicular de la planta y parte del seudotallo, ocasionando pérdidas que pueden llegar hasta 40% de la producción en países como Costa Rica (pag.28-38). El inserto superior muestra otra de las enfermedades de las musáceas, denominada moko, *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum*, la cual es más frecuente en plátano que en banano. Los ácaros son un problema en viveros de este cultivo en Cuba (pag.54-60). El control biológico de estas plagas representa una alternativa muy valiosa a corto plazo para reducir el uso excesivo de plaguicidas y sus consecuentes efectos en la salud humana y el ambiente.

Fotos: Fondo Elkin Bustamante, Insertos David H. Thurston

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

EMail: lrdrigu@catie.ac.cr ó

cicmip@catie.ac.cr

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

CONTENIDO

BIOGRAFIA

- Alvaro Santos Costa: pionero de la fitovirología en América Latina**1-2
Francisco José Morales G.

FORO

- ¿Por qué la ingeniería genética no garantizará la seguridad alimentaria, ni protegerá el ambiente, ni reducirá la pobreza en el Tercer Mundo?**3-8
Miguel A. Altieri, Peter Rosset

INFORMES DE INVESTIGACION

- Enfermedades foliares en café orgánico y convencional**9-19
Jorge Omar Samayoa-Juárez, Vera Sánchez-Garita

- Respuesta del virus de la mancha anular del papayo (PRSV) en tres sistemas de manejo**20-27
Elías Hernández Castro, David Riestra Díaz, Eliseo García Pérez,

Laura Delia Ortega Arenas, Raúl Mosqueda Vázquez

- Opciones para el manejo de *Radopholus similis* en banano mediante hongos endomicorrízicos y compost**28-38

Larry Lugo Urribarrí, Gonzalo Galileo Rivas Platero, Tomás Rojas Miranda, Nelly Vázquez

- Evaluación de insecticidas sintéticos y biológicos para el control *Antigastra catalaunalis* en ajonjolí**39-44

María Denis Lozano Tovar, Leonardo Rey Bolívar, Buenaventura Monge Andrade

- Efecto de los sustratos celulosa y glucano sobre antagonistas de *Phytophthora infestans* en tomate**45-53

Juana E. Pérez Mancía, Vera Sánchez Garita

- Control de *Tetranychus tumidus* mediante *Phytoseiulus macropilis* en viveros de plátano**54-60

Mayra Ramos Lima

- Evaluación de trampas amarillas para el control de *Aeneolamia varia***61-65

Francisco Badilla Fernández, Miguel Arias Varela

- Remoción de organismos epifíticos de *Citrus sinensis* por el caracol *Oxystyla pulchella***66-69

Jucelho Dantas da Cruz, Antonio Souza do Nascimento, Otón Meira Marques

INFORME TECNICO

- Dynamis nitidulus* (Coleoptera: Curculionidae), nueva plaga del pejíbaye**70-72

Joel Vásquez, Charles W. O'Brien, Guy Couturier

HOJA TECNICA

- Mancha bacteriana de la hoja y fruto de chile y tomate** Elkin Bustamante, Arturo Gamboai-iv

SECCION INFORMATIVA

- Reseñas de publicaciones**73

- Futuros Eventos**73

- Mosca Blanca al Día**74-75

- Acciones MIP en Hortalizas**76-77

Parasitoides de *Plutella xylostella* en República Dominicana

Bielinski M. Santos, Leocadia Sánchez, Modesto Reyes, Quisqueya Pérez, Maira Castillo

Agromedicina

- Respuesta del Sector Salud al Problema de los Plaguicidas**78-80

- Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos**81-82

Control biológico del barrenador común del tallo (*Diatraea spp.*) José Daniel Salazar

Experiencias en el control biológico del salivazo Alejandro Rodríguez

Toxicología de entomopatógenos Carlos H. Delgado R.

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



Alvaro Santos Costa: pionero de la fitovirología en América Latina

*Francisco José Morales G.

Introducción

Alvaro Santos Costa nació en Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil, el 9 de enero de 1912, en un mundo que se preparaba para entrar en la Primera Guerra Mundial. La situación política en Brasil era inestable, como en el resto de la América Latina; marcada por continuas revoluciones que relegarían la ciencia y la tecnología a las escuelas de derecho y a las academias militares. Es posible que la gran epidemia de "gripe española" (posiblemente un tipo letal de influenza) que causó innumerables muertes en los Estados de Río de Janeiro y São Paulo en 1918, hubiera motivado su curiosidad infantil sobre la naturaleza de las enfermedades, en una época cuando no se conocían los antibióticos o las vacunas contra estas aflicciones. A pesar de estas limitaciones, Brasil era un país relativamente próspero, gracias a una economía agrícola de exportación, donde el cultivo tradicional de la caña de azúcar, venía siendo diversificado por otros cultivos en gran demanda, como el café y el algodón.

La historia de la fitopatología en Brasil comienza a ser escrita por científicos extranjeros desde el siglo pasado. Por ejemplo, el alemán F. M. Draenert, quién estudió la bacteriosis de la caña de azúcar en el Estado de Bahía, en 1886. El francés C. Jobert, quién investigó el ataque de nematodos en el cafeto; o los austríacos J. Rick y F. Theissen, pio-

neros de la micología en Brasil. Estos científicos estaban generalmente asociados a jardines botánicos o museos, o eran profesores de escuelas de agronomía en el país.

Trayectoria profesional

A los 17 años, el joven Alvaro ingresa a la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ; actualmente el Colegio de Agricultura de la Universidad de São Paulo), en Piracicaba, donde se graduó como Ingeniero Agrónomo en 1933. Para esa época, recibió los primeros conocimientos en el área de fitopatología, del Profesor E.E. Honey, de la Universidad de Cornell, Estados Unidos, quien había sido contratado temporalmente por la ESALQ. Para ese entonces, la citricultura era uno de los principales renglones económicos del Estado de São Paulo, por lo que el joven agrónomo hace una pasantía sobre esta materia con el Profesor F. W. Cabral de Vasconcelos.

El Instituto Agronómico de Campinas (IAC), está íntimamente ligado al estudio de la fitopatología en Brasil, siendo creado por el rey Pedro II en 1887, con el nombre de "Estación Agronómica Imperial". Su primer director, el científico austríaco Franz W. Dafert, crea la "Sección Fitopatológica" en 1893; la primera unidad especializada en el país. Dos de los primeros (ca. 1896) fitopatólogos del IAC,

* CIAT. Cali, Colombia

fueron Franz Benecke and Fritz Noack, de nacionalidad alemana. En las primeras décadas del siglo XX, trabajaron como fitopatólogos del IAC el norteamericano A Hempel y el ruso G. Bondar, quien describió la "marchitez bacteriana" de la yuca. En 1933, los laboratorios de fitopatología del IAC son modernizados por A. P. Viegas, como Jefe de la Sección de Genética y Fitopatología. En 1934, Alvaro Santos Costa ingresó al IAC, como Ingeniero Agrónomo Asistente en la Sección de Genética, para trabajar con enfermedades virales de las plantas. De esta época, vienen trabajos como: "Notas del mosaico del algodón" (1937); "Observaciones sobre el mosaico común y el mosaico de las nervaduras de la yuca" (1938); "La necrosis blanca: una enfermedad viral del tabaco", (1940); y "Dos enfermedades virales del frijol", publicado en 1941.

En 1942, Santos Costa fue favorecido con una beca de la Fundación Rockefeller para estudiar con el Profesor James Johnson en la Universidad de Wisconsin, Madison, Estados Unidos. En 1943, hace una pasantía con el Dr. L.O. Kunkel en el Instituto para la Investigación Médica de la Fundación Rockefeller, en Princeton, Nueva Jersey, Estados Unidos. Regresa al IAC, donde inicia investigaciones, como "El mosaico de *Euphorbia prunifolia* transmitido por mosca blanca" (1950), que lo inician en el camino pionero sobre las enfermedades virales asociadas con la mosca blanca *Bemisia tabaci*. En 1952-1953, deja nuevamente Brasil para trabajar como Investigador Visitante en el Laboratorio de Enfermedades de la Remolacha Azucarera de la USDA en Riverside, California, bajo la dirección del Dr. C.W. Bennet.

Nacimiento oficial de la fitovirología en Brasil

El reconocimiento a su labor de investigación, llega en 1954, cuando Alvaro Santos Costa es promovido a la Jefatura de la recién creada Sección de Virología del IAC. Este cargo no le impide terminar sus estudios de posgrado en la ESALQ-Piracicaba, Brasil, donde obtiene su doctorado en 1955. De este período son las investigaciones sobre "La identidad del mosaico común del algodón y la clorosis infecciosa de las malváceas" (1954), y los "Estudios del mosaico del Abutilón en Brasil", obras maestras de la geminivirología en el mundo. Su labor y conocimiento en esta área, quedó plasmado en publicaciones como: "Incremento en la densidad poblacional de *B. tabaci*, una amenaza para la infección viral de las leguminosas cultivadas en Brasil" (1975); "Las enfermedades de las plantas transmitidas por mosca blanca (1976); y "Las fitovirosis del cultivo del frijol en Brasil" (1986). La primera de estas obras constituyó un llamado de alerta, premonitorio al desarrollo de epidemias generalizadas de virus transmitidos por mosca blanca en la América Latina en las últimas dos décadas.

Pero las contribuciones del Dr. Alvaro Santos Costa trascienden la geminivirología. Su aporte al control de la tristeza de los cítricos, mediante la protección cruzada con cepas suaves del virus, es destacable. Igualmente, aportó soluciones a problemas de enfermedades virales en algodón, fresa, yuca, papaya y otros cultivos hortícolas. Su conocimiento y experiencia fue transferido a más de 20 estudiantes de posgrado, quienes optaron a títulos de Maestría o Doctorado bajo su supervisión.

Reconocimientos a su labor profesional

En su distinguida carrera profesional, el Dr. Alvaro Santos Costa recibió numerosas distinciones, tales como: Primer lugar por una monografía científica, del Ministerio de Agricultura del Brasil (1946); Miembro de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (1957); Premios al mérito de la USDA (1967) y de la Sociedad de Fitopatología Americana (1972); Medalla de la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia (1973); Agrónomo del Año, por la Sociedad de Agrónomos de São Paulo (1974); el Premio Frederico de Menezes Veiga de Agricultura (1975); miembro fundador de la Academia de Ciencias de São Paulo (1975); Investigador del Año, por la Sociedad Brasileña de Fitopatología (1979); Medalla Luiz de Queiroz de la ESALQ (1996); y finalmente, honrado con la Medalla de la Gran Cruz, otorgada por el Presidente de Brasil, Fernando Henrique Cardoso (1998).

Nace una leyenda

El Dr. Alvaro Santos Costa se retiró oficialmente en 1982, pero continuó trabajando activamente y guiando estudiantes y profesionales de la fitopatología, hasta que sus problemas de salud se lo permitieron. El Dr. Alvaro Santos Costa falleció el 18 de agosto de 1998, a la edad de 86 años, siendo sobrevivido por su esposa Jean Reilly. Aún aquellos virologos que solo tuvimos el honor de compartir algunos momentos de su vida, aprendimos de él la pasión por nuestra disciplina y el rigor científico que lo caracterizó hasta el último día que permaneció en su laboratorio. Sus trabajos científicos, especialmente aquellos que desarrolló sobre el mosaico dorado del frijol, sentaron las bases para controlar las enfermedades del frijol común, causadas por virus transmitidos por mosca blanca en más de doce países en la América Latina. Estos conocimientos han sido transmitidos no solo a virologos latinoamericanos, sino a muchos otros investigadores de virus transmitidos por mosca blanca en los países tropicales y subtropicales de todo el mundo. El hombre desapareció, pero su nombre es ahora una leyenda y un ejemplo de dedicación y ética profesional. Muito obrigados, Dr. Alvaro Santos Costa.

FORO

Por qué la ingeniería genética no garantizará la seguridad alimentaria, ni protegerá el ambiente ni reducirá la pobreza en el Tercer Mundo

Miguel A. Altieri*
Peter Rosset**

RESUMEN. Se discuten diez razones por las cuales la ingeniería genética, específicamente la producción de semillas transgénicas, no soluciona los problemas de alimentación y pobreza del Tercer Mundo ni protege el ambiente. El objetivo de este foro es aclarar conceptos erróneos sobre el tema, los cuales han provocado que se considere a estos cultivos como balas mágicas. Se presentan los problemas asociados al uso de cultivos modificados genéticamente, como son la reducción de la biodiversidad genética en las áreas de producción, los riesgos para la salud humana, el desarrollo de resistencia por parte de las plagas, entre otros, los cuales incrementarán los problemas ecológicos.

Palabras clave: Ingeniería genética, Cultivos transgénicos, Biodiversidad genética, Seguridad alimentaria, Pobreza.

ABSTRACT. Why genetic engineering will not guarantee food security, nor protect the environment or reduce poverty in the Third World. Ten reasons are discussed for why genetic engineering, specifically the production of transgenic seeds, does not solve the food and poverty problems of the Third World or protect the environment. The objective of this forum is to clarify erroneous concepts on the subject, which have led to these crops being considered as magic bullets. Problems associated with the use of genetically modified crops are presented, such as a reduction of genetic biodiversity in the areas of production, risks to human health, the development of resistance by pests, amongst others, which will increase ecological problems.

Key words: Genetic engineering, Transgenic crops, Genetic biodiversity, Food security, Poverty.

Las compañías dedicadas a la ingeniería genética frecuentemente afirman que los organismos modificados genéticamente (OsMG), específicamente, las semillas, son descubrimientos científicos indispensables para alimentar el mundo, proteger el ambiente y reducir la pobreza en los países en desarrollo. Esta opinión se apoya en dos suposiciones críticas, las cuales se cuestionan en este foro. La primera es que el hambre se debe a una brecha entre la producción de alimentos y la densidad de la población humana o tasa de crecimiento. La segunda es que la

ingeniería genética es la única o la mejor forma de incrementar la producción agrícola y, por tanto, enfrentar las necesidades alimentarias futuras.

El objetivo de este foro es objetar la noción de ingeniería genética como una solución de bala mágica a todos los males de la agricultura, mediante la aclaración de conceptos erróneos relacionados con estas suposiciones implícitas.

1. No hay relación entre la ocurrencia frecuente de hambre en un país y su nivel de población. Para cada nación densamente poblada y hambrienta como Bangladesh o Haití, existe una nación escasamente poblada y hambrienta como Brasil e Indonesia. El mundo produce actualmente más alimento por habitante que nunca antes. Existe suficiente alimento

Recibido: 28/02/2000. Aprobado: 10/11/2000.

* University of California, Berkeley. EEUU

** Food First/Institute for Food and Development Policy. EEUU
www.foodfirst.org

para suministrar 2 kg por persona por día: 1,2 kg de granos y nueces, aproximadamente 0,5 kg de carne, leche y huevos y 0,5 kg de frutas y vegetales. Las verdaderas causas del hambre son la pobreza, la desigualdad y la falta de acceso. Demasiadas personas son muy pobres para comprar el alimento que está disponible (pero frecuentemente poco distribuido) o carecen de la tierra y recursos para cultivarlos ellos mismos (Lappe *et al.* 1998).

2. La mayoría de las innovaciones en ingeniería genética aplicadas a la agricultura han tenido como propósito la obtención de ganancias más que la solución de las necesidades. La verdadera fuerza propulsora de esta industria no es hacer a la agricultura del Tercer Mundo más productiva, sino preferiblemente generar ganancias (Busch *et al.* 1990). Esto se ilustra al revisar las principales tecnologías disponibles en el mercado: a) cultivos resistentes a los herbicidas, tales como la soya "Roundup Ready" que es tolerante al herbicida Roundup, y b) cultivos "Bt" los cuales son transformados para producir su propio insecticida. En el primer caso, la meta es ganar una mayor participación en el mercado para un producto patentado y en el segundo, promover la venta de semillas, al costo de dañar la utilidad de un producto clave en el manejo de plagas como es el insecticida biológico basado en *Bacillus thuringiensis*. Este es utilizado por gran cantidad de agricultores, incluyendo a la mayoría de los productores de cultivos orgánicos, como una alternativa al uso de insecticidas sintéticos. Estas tecnologías responden a la necesidad de las compañías de intensificar la dependencia de los agricultores a las semillas protegidas por los derechos de propiedad intelectual, los cuales se oponen a los derechos de antaño de los productores de reproducir, compartir o almacenar semillas (Hobbelink 1991). Cada vez que sea posible las corporaciones ofrecerán a los agricultores los suministros de su compañía y les prohibirán guardar o vender semilla. Al controlar el genoma de la semilla para la venta y forzar a los productores a pagar precios altos por paquetes de semillas modificadas, las compañías están procurando obtener la mayor ganancia de su inversión (Krimsky y Wrubel 1996).

3. La integración de las industrias de semillas y de agroquímicos parece destinada a acelerar los incrementos en los gastos por unidad de producción de semillas y productos químicos, lo que reduce significativamente las utilidades de los productores. Las

compañías que desarrollan cultivos tolerantes a los herbicidas están tratando de trasladar, en lo posible, el costo del herbicida a la semilla, aumentando su costo y los costos tecnológicos. Las reducciones crecientes en los precios de los herbicidas estarán limitadas a los productores que compren paquetes tecnológicos. En Illinois, la adopción de cultivos resistentes a los herbicidas constituye el sistema de semilla de frijol de soya + plaguicida más costoso en la historia moderna, entre US\$100 a US\$150 por ha, dependiendo de los precios y la presión de infestación, entre otros. Hace tres años, el costo promedio de la semilla y el control de las plagas en las fincas de Illinois fue de US\$65 por ha y representaba el 23% de los costos variables. Hoy estos costos representan el 35-40% (Benbrook 1999). Muchos agricultores están dispuestos a pagar por la simplicidad y robustez del nuevo sistema de manejo de plagas, pero tales ventajas pueden tener corta duración porque pueden surgir problemas ecológicos.

4. Pruebas experimentales recientes han mostrado que las semillas fabricadas mediante ingeniería genética no aumentan el rendimiento de los cultivos. Un estudio reciente del Servicio de Investigación Económica del USDA mostró que en 1998 los rendimientos de cultivos transgénicos no fueron significativamente diferentes a los alcanzados por los no transgénicos, en 12 de las 18 combinaciones de cultivo/región analizadas. En las restantes seis combinaciones donde los cultivos Bt produjeron más, su rendimiento fue entre 5-30% mayor. El algodón tolerante al glifosfato no mostró un aumento significativo de rendimiento en ninguna región estudiada. Esto fue confirmado por otro estudio donde se examinaron más de 8000 muestras de campo, determinándose que las semillas de soya Roundup Ready producían menos cantidad de soya que las variedades similares producidas convencionalmente (USDA 1999).

5. Muchos científicos explican que la ingestión de alimentos transgénicos no es dañina. Sin embargo, evidencias recientes muestran que existen riesgos potenciales al comer tales alimentos, ya que las nuevas proteínas producidas por estos alimentos pueden actuar ellas mismas como alérgenos o toxinas, alterar el metabolismo de la planta o el animal que produce el alimento, lo que hace a éste producir nuevos alérgenos o toxinas, o reducir su calidad o valor nutricional. Este es el caso de los frijoles de soya resistentes a los herbicidas, los cuales contie-

nen menos isoflavones (un importante fitoestrógeno) a los cuales se les atribuye la capacidad de proteger a las mujeres de varios tipos de cáncer. Actualmente, en muchos países en desarrollo que importan frijol de soya y maíz de los EEUU, Argentina y Brasil, donde se cultivan alimentos modificados genéticamente, estos productos están comenzando a inundar los mercados, y nadie puede predecir todos sus efectos en la salud de los consumidores, la mayoría de ellos ignorantes de que están comiendo este tipo de alimento. Debido a que los productos transgénicos se mantienen sin identificación, los consumidores no pueden discriminar entre alimento por IG y no-IG, y de surgir serios problemas de salud, sería extremadamente difícil rastrearlos hasta su origen. La falta de etiqueta también ayuda a proteger a las corporaciones que podrían ser potencialmente responsables de obligaciones (Lappé y Bailey 1998).

6. Las plantas transgénicas que producen sus propios insecticidas siguen el paradigma de los plaguicidas, el cual está fracasando rápidamente, debido al desarrollo de resistencia a estos productos por parte de las plagas. El fracasado modelo “una plaga un producto químico”, está siendo reemplazado por la ingeniería genética con una aproximación “una plaga un gen”, modelo que ha fallado una y otra vez en pruebas de laboratorio, ya que las especies de plagas se adaptan rápidamente y desarrollan resistencia al insecticida presente en la planta (Alstad y Andow 1995). No solamente fracasarán las nuevas variedades, a pesar de los llamados esquemas de manejo de la resistencia voluntaria (Mallet y Porter 1992), sino que en el proceso el plaguicida biológico “Bt” se podría volver ineficaz. Los cultivos Bt violan el principio básico y ampliamente aceptado de manejo integrado de plagas (MIP), de que el uso unilateral de una sola técnica de manejo de plagas tiende a provocar cambios en las especies de plagas o la evolución de resistencia a través de uno o más mecanismos (NRC 1996). En general, mientras mayor sea la presión de selección en el tiempo y espacio, más rápida y mayor será la respuesta de evolución de las plagas. Una razón obvia para adoptar este principio es que reduce la exposición de la plaga a los plaguicidas, lo que retarda la evolución de la resistencia. Pero cuando el plaguicida es incorporado a la planta, mediante ingeniería genética, la exposición de la plaga pasa de mínima y ocasional a exposición masiva y continua, lo que acelera dramáticamente la re-

sistencia (Gould 1994). Entonces el Bt será rápidamente ineficaz, tanto como elemento incorporado en las semillas, como plaguicida biológico asperjado por los productores como alternativa a los productos químicos (Pimentel *et al.* 1989).

7. La lucha global por la participación en los mercados está llevando a las compañías a diseminar masivamente cultivos transgénicos en todo el mundo (más de 30 millones de hectáreas en 1998) sin la investigación adecuada sobre su impacto, a corto y largo plazo, en la salud humana y en los ecosistemas. En los Estados Unidos, la presión del sector privado ha llevado a la Casa Blanca a decretar “sin diferencia sustancial” la comparación entre las semillas alteradas genéticamente y las normales, evadiendo así la prueba normal del FDA y el EPA. Algunos documentos confidenciales hechos públicos en un litigio por una demanda en curso, reveló que los propios científicos del FDA no coinciden con esta determinación. Una razón es que muchos científicos están preocupados por el uso, a gran escala, de cultivos transgénicos debido a los riesgos ambientales que representan para la agricultura sostenible (Goldberg 1992, Paoletti y Pimentel 1996, Snow y Moran 1997, Rissler y Mellon 1996, Kendall *et al.* 1997, Royal Society 1998).
- a. La tendencia de crear grandes mercados internacionales para productos específicos, está simplificando los sistemas de cultivo y creando uniformidad genética en las áreas de producción. La historia ha mostrado que un área muy grande sembrada con una sola variedad de un cultivo es muy vulnerable a nuevas cepas de patógenos o a insectos plagas. Además, el uso intensivo de variedades transgénicas homogéneas, llevará inevitablemente a la “erosión genética”, a medida que las variedades locales utilizadas por miles de productores de países en desarrollo sean reemplazadas por las nuevas semillas (Robinson 1996).
 - b. El uso de cultivos resistentes a los herbicidas debilita paulatinamente las posibilidades de diversificación de cultivos y reduce la biodiversidad agrícola en el tiempo y el espacio (Altieri 1994).
 - c. La transferencia potencial de los genes de cultivos resistentes a los herbicidas hacia especies relacionadas, tanto silvestres como semidomesticadas, puede llevar a la aparición de malezas resistentes a estos productos (Lutman 1999).
 - d. Las variedades resistentes a los herbicidas potencialmente podrían convertirse en malezas impor-

tantes en otros cultivos (Duke 1996, Holst y Le baron 1990).

- e. El uso masivo de cultivos Bt afecta a los organismos que no son su blanco (especies que no son plagas) y a los procesos ecológicos. Evidencias recientes muestran que la toxina Bt puede afectar a los insectos benéficos depredadores que se alimentan de las plagas presentes en los cultivos Bt (Hilbeck *et al.* 1998), y que el polen de los cultivos Bt transportado por el viento hasta la vegetación natural aledaña puede matar a los insectos que no son el objetivo, como la mariposa grande de alas anaranjadas con borde y venas negras (Losey *et al.* 1999). Además, la toxina Bt presente en el follaje de los cultivos transgénicos enterrados después de la cosecha puede adherirse a los coloides del suelo hasta por tres meses, lo que afecta negativamente las poblaciones de invertebrados del suelo como los descomponedores de la materia orgánica (Donnegan *et al.* 1995, Palm *et al.* 1996).
- f. Existe potencial para la recombinación en vectores que puede generar nuevas cepas de virus, especialmente en plantas transgénicas resistentes a estos patógenos (lograda por la inserción de genes virales). En plantas que contienen genes de la capa de proteína, existe la posibilidad de que estos genes sean absorbidos por virus no relacionados, lo cual infectaría a la planta. En tales situaciones, el gen extraño cambia la estructura de la cubierta de los virus y puede conferirle propiedades como diferente método de transmisión entre plantas. El segundo riesgo potencial es que la recombinación entre los virus ARN y un gen viral ARN en un cultivo transgénico puede producir un nuevo patógeno que provoque enfermedades más severas. Algunos investigadores han demostrado que la recombinación ocurre en plantas transgénicas y que bajo ciertas condiciones, produce una nueva cepa viral con un ámbito de hospedantes diferente (Steinbrecher 1996).

La teoría ecológica predice que el panorama de homogeneización a gran escala con cultivos transgénicos agravará los problemas ecológicos que han sido asociados al uso del monocultivo en la agricultura. La expansión incuestionable de esta tecnología en los países en desarrollo podría no ser prudente o deseable. En muchos de estos países existe gran diversidad agrícola que no debe ser inhibida o reducida por el monocultivo extensivo, especialmente, cuando las consecuencias de este reemplazo, son serios problemas sociales y ambientales (Altieri 1996).

Aunque las consecuencias de los riesgos ecológicos han sido discutidas en círculos gubernamentales, internacionales y científicos, éstas frecuentemente no se han hecho desde una perspectiva amplia, lo cual ha ocasionado que la seriedad de los riesgos sea disminuida (Kendall *et al.* 1997, Royal Society 1998). Los métodos para la evaluación de los riesgos del uso de cultivos transgénicos aún no están totalmente desarrollados (Kjellsson y Simmsen 1994). Por tanto, existe una preocupación justificada porque las pruebas de seguridad biológica consideran muy poco los riesgos potenciales para el ambiente, asociados con la producción a escala comercial de cultivos transgénicos. La preocupación principal es que las presiones internacionales por ganar mercados y obtener ganancias está ocasionando que las compañías liberen cultivos transgénicos demasiado rápido, sin las evaluaciones apropiadas sobre los impactos a largo plazo en las personas y el ecosistema.

8. Existen muchos cuestionamientos ecológicos sobre el impacto de los cultivos transgénicos que aún siguen sin respuesta. Muchos grupos ambientalistas han señalado la necesidad de una regulación apropiada que medie entre la experimentación y la liberación de cultivos transgénicos para responder a los riesgos ambientales y demandar una mejor evaluación y comprensión de las consecuencias ecológicas asociadas con la ingeniería genética. Esto es clave ya que muchos resultados del comportamiento ambiental de estos cultivos transgénicos liberados sugieren que en el desarrollo de cultivos resistentes, no deben solamente probarse los efectos directos en el insecto o maleza específica, sino también los efectos indirectos en la planta (por ej. crecimiento, contenido nutritivo, cambios metabólicos) en el suelo y en los organismos que no son su objetivo. Desafortunadamente, los fondos para la investigación sobre evaluación del riesgo ambiental son muy limitados. Por ejemplo, el USDA gasta solamente 1% de los fondos asignados en la investigación biotecnológica sobre evaluación de riesgos, aproximadamente US\$1-2 millones por año. Dado el nivel de liberación de plantas producidas mediante ingeniería genética, estos recursos no son suficientes ni para descubrir la punta del iceberg. Se considera que es una tragedia en desarrollo el que tantos millones de hectáreas se sembraran con este tipo de cultivo sin tener esquemas adecuados de control. Mundialmente, el área dedicada a estos productos se incrementó considerablemente en 1998, con el

algodón transgénico que alcanzó 2,5 millones de ha, maíz transgénico 8,3 millones de ha y frijol de soya 14,5 millones de ha, ayudados por convenios de mercadeo y distribución, en los que participan corporaciones y distribuidores en ausencia de regulaciones en muchos países en desarrollo. La contaminación genética, a diferencia de los derrames de aceite, no puede ser controlada arrojando un botellón a su alrededor y por tanto sus efectos no son recuperables y pueden ser permanentes. Como en el caso de los plaguicidas prohibidos en los países del norte y aplicados en el sur, no hay razón para asumir que las corporaciones dedicadas a la ingeniería genética asumirán los costos ambientales y de salud asociadas con el uso masivo de cultivos transgénicos en los países en desarrollo.

9. Como el sector privado ha ejercido cada vez más dominio en la promoción de nuevas técnicas de ingeniería genética, el sector público ha tenido que invertir una cuota creciente de sus escasos recursos en incrementar su capacidad en esta área en las instituciones públicas, incluyendo el CGIAR, y en evaluar y responder a los retos planteados al incorporar tecnologías del sector privado en los sistemas agrícolas existentes. Tales fondos serían mucho mejor utilizados si se dedicaron a la investigación en agricultura ecológica, ya que todos los problemas biológicos que la ingeniería genética propone solucionar pueden manejarse mediante técnicas agroecológicas. Los efectos del uso de rotación de cultivos en protección y productividad de los mismos, al igual que el uso de agentes de control biológico para el manejo de las plagas, han sido repetidamente confirmados con investigaciones científicas. El problema es que la investigación en instituciones públicas refleja cada vez más los intereses de las instituciones financieras privadas, a expensas de la investigación de bien público, tales como el control biológico, los sistemas de producción orgánicos y las técnicas agroecológicas. La sociedad civil debe solicitar que las universidades y otras organizaciones públicas realicen más investigación sobre las alternativas a la ingeniería genética (Krimsky y Wrubel 1996). Existe también una necesidad urgente de desafiar al sistema de patentes y derechos de propiedad intelectual intrínseco a la Organización Mundial del Comercio (OMC), lo cual no solamente provee a las corporaciones multinacionales el derecho de tomar y patentar recursos genéticos, sino también acelerará el ritmo, al cual las fuerzas de mercado promueven el

monocultivo de variedades transgénicas, uniformes genéticamente. Con base en la historia y la teoría ecológica, no es difícil predecir los impactos negativos en la agricultura moderna que ocasiona tal simplificación ambiental (Altieri 1996).

10. Aunque existen algunas aplicaciones útiles de la biotecnología (por ej. las variedades resistentes a la sequía o los cultivos resistentes a la competencia de malezas), porque estos rasgos deseables son poligénicos y difíciles de construir por ingeniería, estas innovaciones tomarían por lo menos 10 años para estar listas para su uso en el campo. Una vez disponibles y si los agricultores pueden adquirirlos, su contribución al incremento del rendimiento de tales variedades serían entre 20-35%; la diferencia en el rendimiento debe provenir del manejo agrícola. Gran parte del alimento necesario puede ser producido por los pequeños agricultores de muchos países del mundo, utilizando tecnologías agroecológicas (Uphoff y Altieri 1999). Los nuevos modelos de desarrollo rural y tecnologías de bajos insumos utilizados por productores y ONGs en el mundo están contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria a nivel familiar, nacional y regional en países de Africa, Asia y Latinoamérica (Pretty 1995). Se han logrado aumentos en el rendimiento de los cultivos al utilizar mejoras tecnológicas, basadas en los principios agroecológicos que enfatizan la diversidad, el sinergismo, el reciclaje y la integración; y los procesos sociales que promueven la participación y consentimiento de la comunidad (Rosset 1999). Cuando estos aspectos son optimizados, se logran incrementos en el rendimiento y la estabilidad de la producción, así como en una serie de servicios ecológicos, tales como la conservación de la biodiversidad, la rehabilitación y conservación de suelos y aguas y mejoras en los mecanismos de regulación natural de las plagas, entre otros (Altieri *et al.* 1998). Estos resultados son un punto de partida para lograr la seguridad alimentaria y la conservación del ambiente en los países en desarrollo, pero su potencial y futura extensión depende de la inversión, política, apoyo institucional y cambios de actitud por parte de los políticos y la comunidad científica, especialmente el CGIAR, el cual debe dedicar gran parte de sus esfuerzos para ayudar a los 320 millones de pequeños agricultores en zonas marginales. La falta de apoyo a quienes trabajan en investigación y desarrollo

agrícola, debido a la transferencia de los fondos y las actividades hacia la ingeniería genética desperdiciará una oportunidad histórica de aumentar la productividad agrícola para alcanzar un desarrollo social económicamente viable y ambientalmente amigable.

Literatura citada

- Alstad, DN; Andow, DA. 1995. Managing the Evolution of Insect Resistance to Transgenic Plants. *Science* 268: 1894-1896.
- Altieri, MA. 1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. New York, Press Haworth.
- Altieri, MA. 1996. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder.
- Altieri, MA; Rosset, P; Thrupp, LA. 1998. The potential of agroecology to combat hunger in the developing world. 2020 Brief 55. International Food policy research institute. Washington, D.C.
- Benbrook, C. 1999. World food system challenges and opportunities: GMOs, biodiversity and lessons from America's heartland (Manuscript).
- Busch, L; Lacey, WB; Burkhardt, J; Lacey, L. 1990. Plants, Power and Profit. Basil Blackwell, Oxford.
- Casper, R; Landsmann, J. 1992. The biosafety results of field tests of genetically modified plants and microorganisms. *In International Symposium Goslar* (2, 1992, Germany) Proceedings. p. 296.
- Donnegan, KK; Palm, CJ; Fieland, VJ; Porteous, LA; Ganis, LM; Scheller, DL; Seidler, RJ. 1995. Changes in levels, species and DNA fingerprints of soil microorganisms associated with cotton expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* endotoxin. *Applied Soil Ecology* 2: 111-124.
- Duke, SO. 1996. Herbicide resistant crops: agricultural, environmental, economic, regulatory and technical aspects. Boca Raton, Lewis Publishers. 420 p.
- Goldberg, RJ. 1992. Environmental Concerns with the Development of Herbicide-Tolerant Plants. *Weed Technology* 6: 647-652.
- Gould, F. 1994. Potential and Problems with High-Dose Strategies for Pesticidal Engineered Crops. *Biocontrol Science and Technology* 4: 451-461.
- Hillbeck, A; Baumgartner, M; Fried, PM; Bigler, F. 1998. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn fed prey on mortality and development time of immature Chrysoperia carnea Neuroptera:Chrysopidae). *Environmental Entomology* 27: 460-487.
- Hobbelink, H. 1991. Biotechnology and the future of world agriculture. London, Zed Books. p. 159.
- Holt, JS; Le Baron, HM. 1990. Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technol.* 4: 141-149.
- James, C. 1997. Global Status of Transgenic Crops in 1997. International Service for the Acquisition of Agri'Biotech. Application. ISSA Briefs, Ithaca. p. 30.
- Kendall, HW; Beachy, R; Eismer, T; Gould, F; Herdt, R; Ravon, PH; Schell, J; Swaminathan, MS. 1997. Bioengineering of crops. Report of the World Bank Panel on Transgenic Crops, Washington, World Bank. p. 30.
- Kennedy, GG; Whalon, ME. 1995. Managing Pest Resistance to *Bacillus thuringiensis* Endotoxins: constraints and incentives to implementation. *Journal of Economic Entomology* 88: 454-460.
- Kjellsson, G; Simonsen, V. 1994. Methods for risk assessment of transgenic plants. Brasil, Birkhauser Verlag. 214 p.
- Krimsky, S; Wrubel, RP. 1996. Agricultural Biotechnology and the Environment: science, policy and social issues. University of Illinois Press.
- Lappe, FM; Collins, J; Rosset, P. 1998. World Hunger: twelve myths. New York, 270 p.
- Lappe, M; Bailey, B. 1998. Against the grain: biotechnology and the corporate takeover of food. Monroe, Maine. Common Courage Press,
- Liu, YB; Tabashnik, BE; Dennerhy, TJ; Patin, AL; Bartlett, AC. 1999. Development time and resistance to Bt crops. *Nature* 400: 519.
- Losey, JJE; Rayor, LS; Carter, ME. 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399: 214.
- Lutman, PJW. Ed. 1999. Gene flow and agriculture: relevance for transgenic crops. British Crop Protection. Council Symposium Proceedings No. 72. Staffordshire, England.
- Mallet, J; Porter, P. 1992. Preventing insect adaptations to insect resistant crops: are seed mixtures or refugia the best strategy? *Proc. R. Soc. London Ser. B. Biol. Sci.* 250: 165-169.
- National Research Council. 1996. Ecologically Based Pest Management. Washington, D.C., National Academy of Sciences.
- Palm, CJ; Schaller, DL; Donegan, KK; Seidler, RJ. 1996. Persistence in Soil of Transgenic Plant Produced *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (-endotoxin). *Canadian Journal of Microbiology* (in press).
- Paoletti, MG; Pimentel, D. 1996. Genetic Engineering in Agriculture and the Environment: assessing risks and benefits. *BioScience* 46: 665-671.
- Pimentel, D; Hunter, MS; LaGro, JA; Efromson, RA; Landers, JC; Mervis, FT; McCarthy, CA; Boyd, AE. 1989. Benefits and Risks of genetic Engineering in Agriculture. *BioScience* 39: 606-614.
- Pretty, J. sf. Regenerating agriculture: Policies and practices for sustainability and self-reliance. London, Earthscan.
- Rissler, J; Mellon, M. 1996. The ecological Risks of Engineered Crops. Cambridge, MIT Press.
- Robinson, RA. 1996. Return to Resistance: breeding crops to reduce pesticide resistance. AgAccess, Davis.
- Rosset, P. 1999. The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. Institute for Food and Development Policy. Food First Policy Brief No. 4.
- Royal Society 1998. Genetically modified plants for food use. Statement 2/98. London. p. 16.
- Snow, AA; Moran, P. 1997. Commercialization of transgenic plants: potential ecological risks. *Bioscience* 47: 86-96.
- Steinbrecher, RA. 1996. From Green to Gene Revolution: the environmental risks of genetically engineered crops. *The Ecologist* 26: 273-282.
- USDA (United States Department of Agriculture). 1999. Genetically Engineered Crops for Pest Management. Washington, USDA Economic Research Service.
- Uphoff, N; Altieri, MA. 1999. Alternatives to conventional modern agriculture for meeting world food needs in the next century. Report of a Bellagio Conference. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. New York.

Enfermedades foliares en café orgánico y convencional *

Jorge Omar Samayoa-Juárez**
Vera Sánchez-Garita***

RESUMEN. Se evaluó el desarrollo de las enfermedades foliares en un cafetal convencional (manejado con fertilizantes y plaguicidas sintéticos y sin sombra) y uno orgánico (con sombra y sin aplicación de insumos sintéticos), en dos fincas comerciales vecinas, situadas en Paraíso, Cartago, Costa Rica. Las fincas tenían siete o más años de ser manejadas con el sistema actual. En cada finca se seleccionó una parcela de 1,5 ha, dentro de la cual se identificaron 25 plantas al azar, en cada planta se escogieron tres ramas plagiotrópicas, donde se evaluó la incidencia y severidad de las enfermedades foliares, entre agosto de 1998 y agosto de 1999. Se analizó la fertilidad del suelo y el estado nutricional de las plantas. El desarrollo de las enfermedades varió entre los sistemas de manejo. *Cercospora coffeicola* tuvo mayor incidencia en el cafetal convencional mientras *Mycena citricolor* fue mayor en el cafetal orgánico, alcanzando la mayor incidencia (19%) durante enero. *Hemileia vastatrix* no mostró diferencias entre los dos sistemas. *Colletotrichum* spp. y *Phoma costarricensis* no fueron importantes ni presentaron diferencias entre los sistemas de manejo. *C. coffeicola* tuvo un fuerte impacto sobre la defoliación en el cafetal con manejo convencional. El impacto de las enfermedades foliares fue mayor en el cafetal convencional, debido principalmente al ataque de *C. coffeicola*.

Palabras clave: Café orgánico, Café, Enfermedades, *Hemileia vastatrix*, *Cercospora coffeicola*, *Mycena citricolor*, Incidencia, Severidad, Costa Rica.

ABSTRACT. Leaf diseases on organic and conventional coffee. The development of leaf diseases on a conventional (management with synthetic fertilizers and pesticides and without shade) and an organic (with shade and without synthetic inputs) coffee plantation was evaluated, on two neighbouring commercial farms, situated at Paraíso, Cartago, Costa Rica. These farms have been managed under their current system for seven or more years. On each farm a plot of 1.5 ha was selected, within which 25 plants at random were identified, on each plant three plagiotropic branches were chosen, where the incidence and severity of leaf diseases was evaluated, between August 1998 and August 1999. The soil fertility and the nutritional state of the plants was analysed. The development of the diseases varied between the management systems. There was a greater incidence of *Cercospora coffeicola* in the conventional coffee plantation while *Mycena citricolor* was greater in the organic coffee plantation, reaching the highest incidence (19%) during January. *Hemileia vastatrix* showed no differences between the two systems. *Colletotrichum* spp. and *Phoma costarricensis* were not important and did not show differences between the management systems. *C. coffeicola* had a strong impact on defoliation in the coffee plantation with conventional management. The impact of leaf diseases was greater in the conventional coffee plantation, mainly due to attack by *C. coffeicola*.

Key words: Organic coffee, Coffee, Diseases, *Hemileia vastatrix*, *Cercospora coffeicola*, *Mycena citricolor*, Incidence, Severity, Costa Rica.

Introducción

El sistema convencional (con aplicación de insumos sintéticos y sin sombra) de cultivo de café es ampliamente utilizado en Costa Rica. Actualmente, 40% del área

sembrada está tecnificada y 50% semitecnificada (Rice 1996). Este sistema se basa en la siembra en altas densidades, con la eliminación total o parcial de la sombra y la utilización intensiva de insumos sintéticos externos. A corto plazo, este manejo se traduce en una producción mayor (Castillo 1990, Estívariz 1997, Mestre y Salazar 1990, Ramírez 1997). Sin embargo, debido a la elevada extracción de nutrientes por las altas producciones, los

Recibido: 12/04/00. Aprobado: 10/11/2000.

Parte de la tesis de Mag. Sc. del primer autor. Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Ciudad de Guatemala, Guatemala. Email: jorge_omar_s@hotmail.com

170 CATIE, Turrialba, Costa Rica. Email: sanchezv@catie.ac.cr

cafetales cultivados al sol tienden a debilitarse, condición que a largo plazo, puede causar un agotamiento de la plantación (Rice 1996, Segura 1994).

El agotamiento del cultivo puede predisponerlo al ataque de ciertas enfermedades como chasparria (*Cercospora coffeicola* Berk & Coke), antracnosis (*Colletotrichum* spp.) y *Corticium salmonicolor* (Beer *et al.* 1998, Fournier 1988, Nataraj y Subramanian 1975). Bajo estas condiciones, el ataque de enfermedades que afectan el fruto como *C. coffeicola* también puede ser más severo y causar pérdidas directas por su caída y menor calidad (Fernández *et al.* 1966, Muschler 1997). Además, la falta de protección del suelo por una cubierta vegetal permanente, favorece la erosión hídrica y la invasión de malezas adaptadas a las condiciones de sol. En consecuencia, se incrementa la necesidad de utilizar productos sintéticos para disminuir el impacto de las enfermedades, además de altas cantidades de fertilizantes para contrarrestar el debilitamiento de la planta y la alta extracción de nutrientes del suelo. Esto representa un costo económico mayor para el productor y un costo ecológico por la utilización de estos insumos.

El sistema de manejo orgánico es una alternativa al manejo convencional e incorpora mayor diversidad de componentes y reduce el uso de insumos externos. El manejo de enfermedades se fundamenta en el fortalecimiento de la planta y aprovechamiento de los enemigos naturales, mediante el uso de prácticas de cultivo apropiadas, variedades tolerantes, fertilización balanceada y el uso de sombra, entre otras (Figuroa *et al.* 1996).

Sin embargo, algunos autores consideran que la sombra dentro del cafetal disminuye la producción y crea un ambiente microclimático propicio para el desarrollo de ciertas enfermedades, que podrían llegar a ser más severas que en cafetales convencionales (bajo sol), especialmente, el ojo de gallo o gotera (*Mycena citricolor* Berk et Curt) (Beer *et al.* 1998); todo esto favorecido por la ausencia de plaguicidas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el desarrollo de las principales enfermedades foliares en un cafetal orgánico y uno convencional, en fincas comerciales en producción.

Materiales y métodos

Localización y características del área de estudio. La investigación se realizó en las fincas comerciales aledañas, Cristina y Los Chiles ubicadas en Birrisito, Paraíso, provincia de Cartago, Costa Rica. Birrisito se localiza a 09°51' N y 83°50' O, a 1300 msnm, con temperatura media de 17°C, y precipitación pluvial de 1730 mm anuales. Los suelos son de origen volcánico, agrupados dentro de la subunidad geomorfológica Volcán Irazú. La topografía se caracteriza por lomas redondeadas sobre cenizas volcánicas recientes, con diferente grado de meteorización (Chinchilla 1987). Los suelos pertenecen al orden de los Andisoles, de buenas propiedades físicas, moderadamente fértiles, con altos contenidos de alófana que fija grandes cantidades de fósforo, la cual constituye su principal limitante (Bertsch 1995).

Características de los sistemas de producción. Las dos fincas estudiadas tienen cafetos en producción de 25 años de edad, del cultivar "Caturra", con una densidad de 6500 plantas/ha (1 x 1,5 m). La poda se realiza por planta y utilizan sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*) (4 x 4 m, 625 árboles/ha). Sin embargo, difieren en el manejo dado en los últimos siete años, en los cuales cada una ha seguido los criterios de cada enfoque (convencional u orgánico). Las diferencias principales están en el manejo de la sombra y el tipo y cantidad de insumos utilizados.

En la finca orgánica, la sombra es regulada con podas parciales para mantenerla entre 30% y 65%, y únicamente son aplicados al suelo CaCO₃, para corregir el pH y K, Zn y B, elementos permitidos dentro del manejo orgánico. Las prácticas agronómicas realizadas en la finca orgánica durante la investigación se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Prácticas agronómicas en la finca de café orgánico, Birrisito, Cartago, Costa Rica.

Actividad	Método/tipo	Epoca	Observaciones
Control de malezas	Manual	Julio/98 Marzo/99	
Fertilización al suelo	Enmienda	Mayo/98 Octubre/98	Se aplicó una mezcla de "Camar" (22 K ₂ O, 18 MgO, 66 S) ZnSO ₄ y Razurita (Borax) en proporción 100:3:1, 50 kg/ha en mayo y 50 kg/ha en octubre.
Encalado	Enmienda	Octubre/98	0,84 t CaCO ₃ /ha
Regulación de la sombra	Manual	Mayo/98 Octubre/98 Abril/99	Eliminación parcial de la sombra.

En la finca convencional se hizo poda total de la sombra dos veces al año, manteniendo ésta entre 0% y 30%. Se aplica CaCO_3 , fertilización completa al suelo complementada con Zn y microelementos vía foliar; además se utilizan fungicidas para el control de enfermedades foliares. En el Cuadro 2 se presentan las prácticas de manejo de la finca durante el período del estudio.

Parcelas de muestreo. En cada sistema de producción se seleccionó una parcela con un área de aproximadamente 1,5 ha, con 100 surcos de 100 m de longitud, representativa de las condiciones predominantes en cada una de las fincas (marco muestral) (Fig. 1).

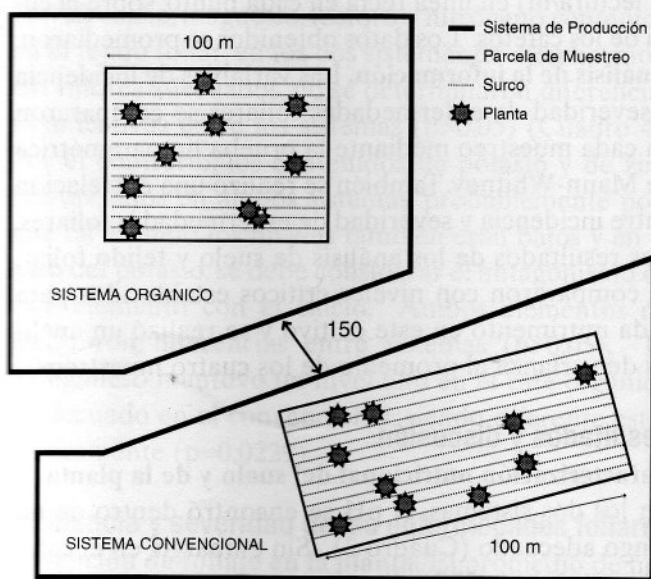


Figura 1. Ubicación de los sistemas de producción, parcelas de muestreo y unidades de muestreo. (El modelo no representa la totalidad de surcos ni de las plantas seleccionadas). Sin escala.

Se consideró que el efecto de las diferencias entre parcelas eran mínimas, debido a que ambas tenían el mismo tipo de suelo, fertilidad, variedad de café, distancia de siembra, edad de las plantas, densidad y tipo de árboles de sombra, altitud y topografía, la diferencia determinada por medio de las variables de respuesta, se debieron al manejo del sistema de producción.

Dentro de las parcelas se seleccionaron al azar 25 surcos y en cada surco una planta. En cada planta se seleccionaron 3 ramas plagiotrópicas (bandolas), una en cada estrato (inferior, medio y superior). La unidad de muestreo estuvo constituida por una planta. El tamaño de muestra fue de 25 plantas por sistema de manejo, el cual se determinó mediante un premuestreo al azar, considerando las variables más importantes que serían incluidas en el estudio (número de hojas e incidencia). Para el cálculo se usó la siguiente fórmula (Krebs 1994):

$$n = \left(\frac{t_{\alpha} S}{d} \right)^2$$

donde: n = tamaño de la muestra
 t = estadístico "t" de student
 s = desviación estándar de la variable
 d = error absoluto requerido

El error máximo permitido fue 15% del valor de la media para todas las variables consideradas en ese momento.

Las plantas y ramas fueron marcadas con banderines y cintas plásticas, respectivamente para facilitar su ubicación dentro de las parcelas.

Incidencia y severidad de las enfermedades foliares.

Se realizaron evaluaciones quincenales entre agosto de 1998 y agosto de 1999. Las variables fueron: número

Cuadro 2. Prácticas agronómicas en la finca de café convencional. Paraíso, Costa Rica.

Actividad	Método/tipo	Epoca	Observaciones
Control de enfermedades	Químico	Mayo/98 Abril/99	Productos a base de cobre (Kocide), 0,7 kg/ha de producto comercial, en cada época.
Control de malezas	Manual	Julio/98, Octubre/98, Febrero/99	
Fertilización al suelo	Químico	Agosto/98 Marzo/99	En agosto de aplicaron 382 kg fórmula completa (18-5-15-6-2)/ha, más 15 kg/ha de sulfato de zinc. En marzo 127 kg/ha de fórmula completa (18-5-15-6-2)
Fertilización foliar	Químico	Mayo/98 Abril/99	Quelatozin (11% Zn + 5,4% S), CaB (6% Ca + 2% B), Verdone (8% Aminoácidos + 8% N), Supergreen (12-60-0)
Encalado	Manual	Marzo/99	1,4 t/ha CaCO_3
Poda de la sombra		Setiembre/98 Marzo/99	Eliminación parcial en setiembre y total en marzo.

ro de hojas por bandola; incidencia y severidad de las enfermedades foliares (*H. vastatrix*, *C. coffeicola*, *M. citricolor*, *Colletotrichum* spp. y *Phoma costarricensis*).

La incidencia se midió como número de hojas enfermas del total de hojas por rama. La severidad de *H. vastatrix*, *M. citricolor*, *Colletotrichum* spp. y *P. costarricensis* se estimó como porcentaje de área foliar afectada, utilizando la escala diagramática elaborada por Kushalappa y Chávez (1978). Para *C. coffeicola* se usó el número de manchas por hoja calculada (Castaño 1996) como:

$$\text{Severidad (\%)} = \frac{\sum (n \times l)}{N}, \text{ donde:}$$

Severidad (%) = Severidad de la enfermedad expresada en porcentaje del tejido afectado

n = Número de hojas enfermas que se incluyen dentro de cada categoría de severidad

l = Índice de severidad de cada categoría

N = Número total de hojas por bandola

Estado nutricional del suelo y de las plantas. Se realizaron cuatro muestreos de suelo y tejido foliar para el análisis químico. Estos se llevaron a cabo al inicio de la primera cosecha (noviembre 1998), final de la primera cosecha (febrero 1999), floración (mayo 1999) y segunda cosecha (julio 1999). En cada parcela se recolectaron al azar 25 submuestras de suelo (0-20 cm) para obtener una muestra compuesta por cada sistema de manejo. En los mismos puntos se seleccionaron dos bandolas opuestas de la parte media, y se tomó el tercer par de hojas completas, contando de afuera hacia adentro, para formar una muestra compuesta del follaje (PROCAFE 1996). Los análisis se hicieron en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Tejido Vegetal y Aguas del CATIE.

La caracterización nutricional se hizo con base en la escala de Bertsch (1995) y Valencia (1998) que consiste de cuatro valores: bajo, adecuado, alto y manejable.

Caracterización microclimática. Se registró la precipi-

tación, temperatura, humedad relativa y radiación fotosintéticamente activa (RAFA). Se utilizaron dos cassetas meteorológicas ubicadas en las parcelas, colocadas entre la plantación a una altura de 1,5 m. Se registró la temperatura (°C) y humedad relativa del ambiente (%) bihoraria en cada sistema de manejo, con un termohigrógrafo de tambor previamente calibrado. La precipitación se midió diariamente con un pluviómetro cilíndrico de 280 mm de capacidad, en un área despejada y fuera de la plantación. La RAFA ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) se midió con un Sunfleck Ceptometer, entre las 11:00 am y 13:00 pm con el cielo despejado, cada dos meses. Para esto se seleccionaron 5 puntos al azar dentro de cada cafetal y se realizaron 80 lecturas (1 lectura/m) en línea recta en cada punto, sobre la copa de los cafetos. Los datos obtenidos se promediaron.

Análisis de la información. Las variables de incidencia y severidad de enfermedades foliares se compararon en cada muestreo mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. También se realizó una correlación entre incidencia y severidad de enfermedades foliares. Los resultados de los análisis de suelo y tejido foliar, se compararon con niveles críticos establecidos para cada nutrimento en este cultivo y se realizó un análisis de varianza al promedio de los cuatro muestreos.

Resultados y discusión

Caracterización nutricional del suelo y de la planta.

En los dos sistemas, el pH se encontró dentro de un rango adecuado (Cuadro 3). Sin embargo, en el cafetal orgánico el pH fue ligeramente superior. La acidez extraíble en ambos sistemas estaba dentro de un rango medio, siendo superior en el sistema convencional ($p=0,0014$). Esto provocó que el porcentaje de saturación de acidez (%SA) fuera menor en el café orgánico que en el convencional (6,7% y 31,8%, respectivamente). Los valores de magnesio y cobre estaban dentro del rango adecuado en los dos sistemas, siendo el contenido de cobre mayor en el cafetal orgánico ($p=0,0105$). En el cafetal orgánico, el calcio fue mayor

Cuadro 3. Contenido nutricional del suelo de un cafetal orgánico y uno convencional. Paraíso, Costa Rica.

	PH	Ac. Ext.	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Mn	N	MO
		Cmol(+)/L				mg/L				%	%
Orgánico	5,22 (a)	0,52 (me)	5,93 (al)	1,19 (a)	0,15 (b)	8 (a)	16,56 (a)	1,99 (b)	18,21 (a)	0,31	6,6 (m)
Convencional	5,06 (a)	1,36(me)*	2,13 (a)*	0,69 (a) ns	0,1 (b) ns	18,92 (al)*	12,14 (a) *	1,79 (b) ns	6,23 (b) ns	0,42 ns	10,59(m)*

(a)= adecuado (me) = medio (b) = bajo (al) = alto (m) = manejable (Valencia Aristizábal 1998 y Guía para la interpretación de análisis de suelo utilizada por CATIE). * Diferencias significativas ($p \geq 0,05$) (Promedio de 4 muestreos)

ocidió en un menor porcentaje de saturación de acidez ya que las otras bases (magnesio y potasio) no mostraron diferencias entre sistemas.

El fósforo y nitrógeno fueron mayores en el cafetal convencional ($p=0,0168$, $p=0,0091$), probablemente por aplicaciones de fertilizantes al suelo. No obstante, el nivel de fósforo es adecuado en el cafetal orgánico.

El contenido de zinc y de potasio fue bajo en los dos sistemas y no mostró diferencias significativas entre sistemas ($p>0,05$). El porcentaje de materia orgánica fue superior en el cafetal convencional ($p=0,0002$), lo cual podría deberse a aplicaciones anteriores de cal en el cafetal orgánico, las cuales pueden favorecer la descomposición de la materia orgánica (Bertsch 1995).

El calcio, magnesio, fósforo y nitrógeno contenido en el tejido foliar, en los dos sistemas de manejo, mostraron valores adecuados, no se determinaron diferencias significativas entre los sistemas ($p>0,05$) (Cuadro 4). Por el contrario, los contenidos de potasio y de zinc fueron bajos en ambos sistemas, probablemente porque en el suelo los niveles también eran bajos y en el caso del potasio, se debe considerar el antagonismo de este elemento con el calcio. Ambos elementos no mostraron diferencias entre sistemas ($p>0,05$). El manganeso mantuvo un nivel alto en el café orgánico y adecuado en el convencional, siendo diferente estadísticamente ($p=0,0229$).

Incidencia y severidad de las enfermedades foliares

Retención de follaje en la planta. El promedio de hojas por bandola (ramas plagiotrópicas) fue superior en el café orgánico ($p > |Z| < 0,05$) (Fig. 2). En los dos sistemas se produjo la mayor defoliación durante la cosecha, lo cual es considerado normal en este cultivo (Cecilia 1988). En el sistema convencional se observó una menor capacidad de recuperación del follaje, comparado con el orgánico. Muschler (1997) también observó que los cafetos a pleno sol presentaron mayor defoliación.

La defoliación fue causada principalmente por el fuerte ataque de *C. coffeicola*, cuando las plantas iniciaron la producción de nuevo follaje, después de la cosecha (Figs. 2 y 7). Según Valencia (1970), las hojas nuevas producen más etileno en respuesta a la presencia del hongo, lo que causa abscisión y su caída.

Además del ataque de *Cercospora*, en el cafetal convencional, gran cantidad de bandolas presentaron "paloteo" o "mal seco", que se manifiesta como un secamiento y muerte de la bandola. Valencia (1998) indica que son varios los factores que influyen sobre este fenómeno, entre ellos la cosecha excesiva, la competencia de malezas, el ataque de nematodos y una alta acidez.

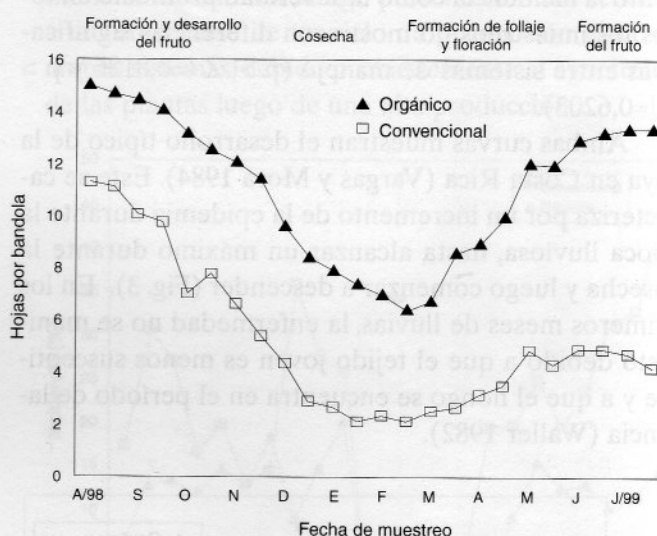


Figura 2. Promedio de hojas por bandola ($n=25$) en el cafetal orgánico y convencional, en diferentes etapas fenológicas. Paraíso, Costa Rica.

Este comportamiento es una de las causas de la bianualidad, observada en el cultivo de café, donde se alterna un año de cosecha baja con un año de cosecha alta. Esto se explica porque la alta producción de un año favorece la pérdida de follaje que provoca una disminución de la producción en la siguiente cosecha, de-

Cuadro 4. Contenido nutricional del tejido foliar de cafetos de un cafetal orgánico y uno convencional. Paraíso, Costa Rica.

	Ca %	Mg	K	P	N	Cu mg/kg	Zn	Mn
Orgánico	1,77 (a)	0,69 (al)	0,77 (b)	0,17 (a)	2,61 (a)	17,05 (a)	9,18 (b)	324 (al)
Convencional	1,62 (a) ns	0,72 (al) ns	1,18 (b) ns	0,17 (a) ns	2,54 (a) ns	25,88 (a) *	13,68 (a) ns	225 (a) *

* Diferencias significativas ($p \geq 0,05$)

ns = bajo; a = adecuado; al = alto (Bertsch 1995)

(Promedio de 4 muestreos)

bido a que la planta no tiene el follaje necesario para la producción de frutos. Este comportamiento bianual de la producción, es muy evidente en el cultivo convencional, donde se presenta un agotamiento acentuado en las plantas, lo cual a mediano o largo plazo puede significar menor tiempo útil de la plantación.

Incidencia y severidad de *H. vastatrix*. La roya mostró un comportamiento similar en ambos sistemas (Fig. 3). El promedio de incidencia durante todo el período de muestreo fue 19,28% y 18,21% en el sistema orgánico y convencional, respectivamente. La severidad mostró un comportamiento similar, con un promedio de 2,4% para el orgánico y 2,1% para el convencional, durante todo el período de muestreo. Tanto la incidencia como la severidad promedio en todos los muestreos no mostraron diferencias significativas entre sistemas de manejo ($p > |Z| = 0,8126$ y $p > |Z| = 0,6203$).

Ambas curvas muestran el desarrollo típico de la roya en Costa Rica (Vargas y Mora 1984). Este se caracteriza por un incremento de la epidemia durante la época lluviosa, hasta alcanzar un máximo durante la cosecha y luego comenzar a descender (Fig. 3). En los primeros meses de lluvias, la enfermedad no se manifestó debido a que el tejido joven es menos susceptible y a que el hongo se encuentra en el período de latencia (Waller 1982).

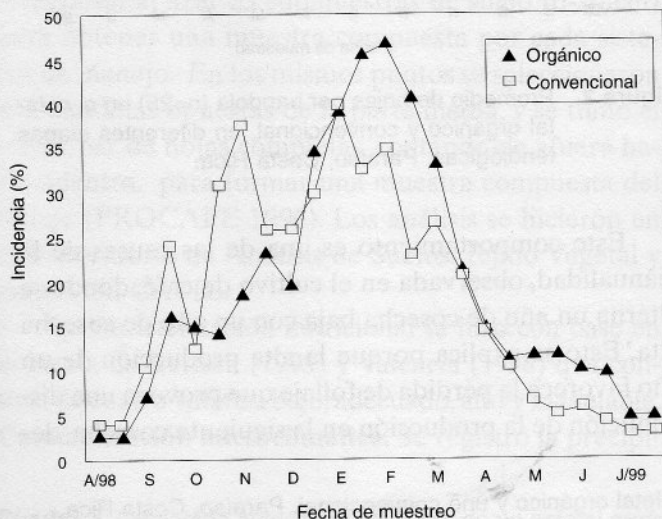


Figura 3. Incidencia de *H. vastatrix* en café orgánico y convencional. Paraíso, Costa Rica. (n=25).

Las variables microclimáticas de temperatura y humedad relativa media no mostraron relación con el desarrollo de la epidemia. A pesar de que no se encontró correlación con la precipitación en ninguno de los sistemas ($p > 0,05$), la enfermedad fue sensible a la pre-

cipitación, ya que hubo al menos dos períodos, (septiembre y octubre - noviembre) donde se presentó una reducción de la incidencia (Fig. 3), coincidiendo con una reducción en la precipitación (Fig. 4).

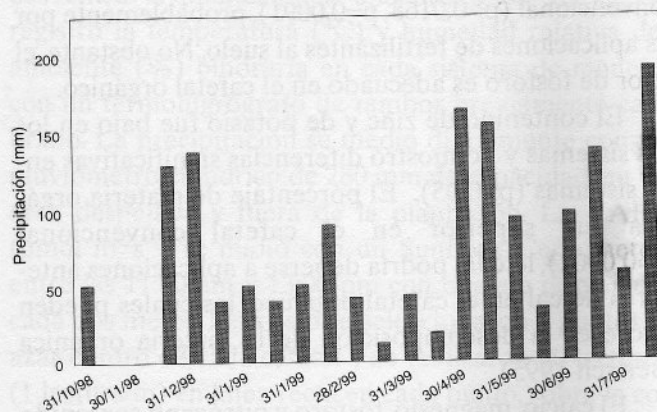


Figura 4. Precipitación quincenal durante el período de octubre de 1998 a agosto de 1999. Paraíso, Costa Rica.

Algunos autores señalan que la incidencia de roya es mayor en cafetales sombreados (Ribeiro 1978, Vargas y Mora 1984), condición presente en el cafetal orgánico. Esto se debe a condiciones como menor cantidad de luz y mayores niveles de agua libre en el envés de las hojas, que favorecen la germinación e infección de las esporas. Sin embargo, en algunos estudios, la influencia de la sombra sobre la mayor incidencia de la roya ha sido menos clara. Leguizamón *et al.* (1988) evaluaron la incidencia de roya durante un año en cafetales con la variedad "Caturra" con y sin sombra, donde observaron que la roya mostró mayor incidencia bajo sombra al inicio, pero después del séptimo mes se presenta mayor incidencia en el cafetal sin sombra.

El manejo de la sombra en el cafetal orgánico estudiado, incluyó sombra regulada para evitar condiciones favorables al desarrollo de la roya. Además existen otros factores que podrían explicar lo observado en este estudio. Mónaco (1977) citado por Jaramillo *et al.* (1988a), señala una relación significativa entre la producción y la incidencia de la roya. En cafetales con mayor producción la incidencia de la enfermedad es mayor que en aquellos con producción media o baja. Avelino *et al.* (1997) en un estudio en Honduras señalaron que la sombra, la producción y la acidez del suelo pueden favorecer la incidencia de la roya, determinando que a mayor acidez, sombra y producción, mayor incidencia de esta enfermedad.

El suelo del cafetal convencional presentó un porcentaje de saturación de acidez más alto que el cafetal orgánico (Cuadro 4), y aunque su condición de

exposición total al sol redujera la incidencia de roya en este sistema, la acidez del suelo la favoreció. Mientras que, en el cafetal orgánico ocurre lo contrario, la sombra incrementa la incidencia de esta enfermedad, pero la menor acidez la reduce.

La incidencia y severidad mostraron una alta correlación en ambos sistemas (Fig. 5 y 6), con coeficientes de correlación de 0,91 ($p=0,0001$) para incidencia y severidad en café orgánico (Fig. 5) y 0,84 ($p=0,0001$) en café convencional. Esta relación fue observada por Mendoza *et al.* (1995), quienes lo atribuyen a la alta especificidad que tiene el hongo con la planta, lo cual ocasiona que la severidad y la incidencia se mantengan muy similares (Fig. 6). Lo anterior implica que en los trabajos de investigación de roya de café es suficiente el uso de la incidencia o severidad para expresar su desarrollo, dependiendo de los objetivos del estudio.

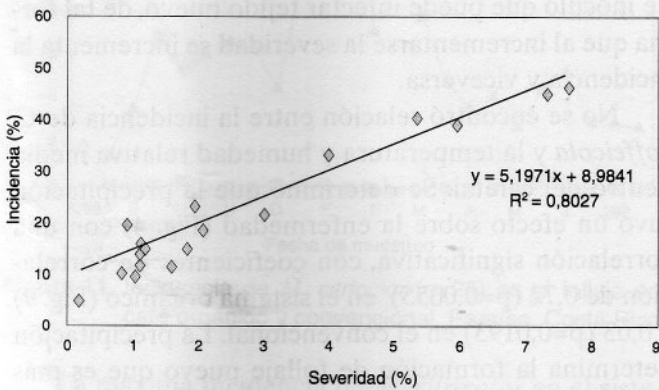


Figura 5. Correlación entre incidencia y severidad de *H. vastatrix* en un cafetal orgánico. Paraíso, Costa Rica.

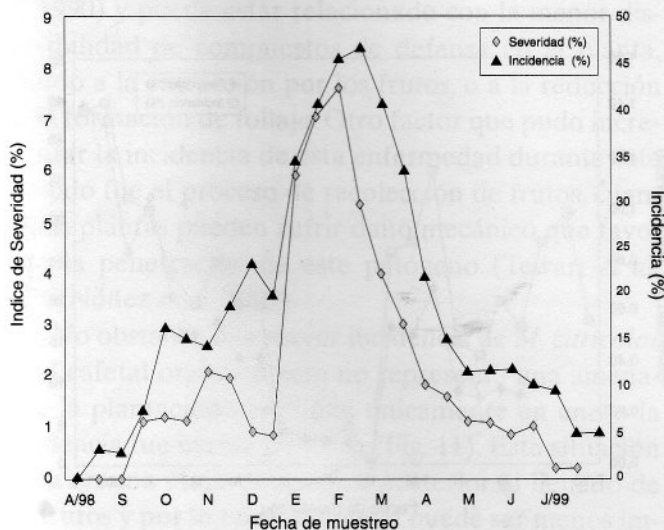


Figura 6. Comportamiento de la incidencia y la severidad de *H. vastatrix* en un cafetal orgánico. Paraíso, Costa Rica.

Incidencia y severidad de *C. coffeicola*. Al contrario de la tendencia mostrada por la roya, la incidencia de *C. coffeicola* en las hojas disminuyó durante la cosecha (Fig. 7) debido a la reducción de follaje nuevo durante este período, el cual es más susceptible al hongo. El promedio de incidencia de *C. coffeicola* para todo el período de muestreo fue 10,3% en café orgánico y 21,0% en café convencional. El promedio de severidad fue 0,2 y 0,5 manchas/hoja en café orgánico y convencional, respectivamente. Se encontraron diferencias para ambas variables ($p > |Z| = 0,0008$ y $p > |Z| = 0,0271$, en los muestreos realizados antes y después del período de cosecha (Fig. 2) ($p > |Z| < 0,05$), cuando se observaron las mayores diferencias. Tanto la incidencia como la severidad del hongo presentaron una tendencia a incrementarse de un ciclo de producción al otro en ambos sistemas, debido probablemente al agotamiento de las plantas luego de una alta producción.

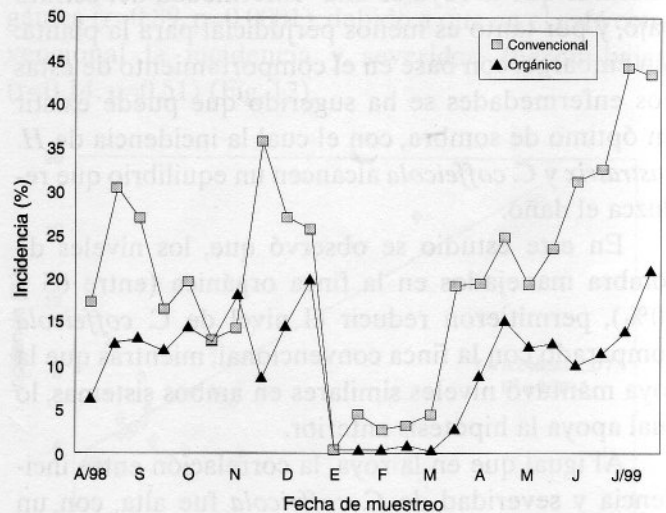


Figura 7. Incidencia de *C. coffeicola* ($n=25$) en cafetal orgánico y convencional. Paraíso, Costa Rica.

La incidencia de este hongo ha mostrado una relación negativa con el contenido de potasio en las hojas (Valencia 1998). El análisis foliar mostró que el contenido de este elemento en las hojas de los sistemas estudiados era bajo (Cuadro 4). Esto podría explicar la alta incidencia en el sistema convencional, pero no en el cafetal orgánico, donde a pesar de encontrarse este elemento en niveles bajos en las hojas, la incidencia fue menor. La sombra puede jugar un importante papel en el cafetal orgánico, porque la incidencia del hongo puede reducirse por el uso de la sombra (Monterroso 1999, Muschler 1997, Nataraj y Subramanian 1975). Además se debe considerar que el hongo se ve favorecido por el clima húmedo y ca-

liente (Sridhar y Subramanian 1969), condiciones que se dan en cafetales a plena exposición solar en época de lluvias. Por este motivo, las altas incidencias del hongo son típicas en cafetales bajo sol y *C. coffeicola* es considerada la enfermedad más importante en el café manejado con este sistema (Jaramillo *et al.* 1988b). Por lo tanto, el uso de la sombra, puede permitir el manejo de esta enfermedad, la cual en cafetales convencionales requiere la aplicación de fungicidas y fertilizantes.

Monterroso (1999) en un trabajo realizado en cafetales con sombra y a pleno sol, informó el mismo comportamiento de *C. coffeicola*. Al reducir el nivel de sombra se presentó un incremento en la incidencia de *C. coffeicola*. Este autor considera que esta enfermedad es fisiológicamente más importante porque se desarrolla en el estrato superior de la planta, que es donde se concentra la mayor actividad metabólica. Mientras que la roya es una enfermedad del estrato bajo, y por tanto es menos perjudicial para la planta. Sin embargo, con base en el comportamiento de estas dos enfermedades se ha sugerido que puede existir un óptimo de sombra, con el cual la incidencia de *H. vastratrix* y *C. coffeicola* alcancen un equilibrio que reduzca el daño.

En este estudio se observó que, los niveles de sombra manejados en la finca orgánica (entre 65 y 30%), permitieron reducir el nivel de *C. coffeicola* comparado con la finca convencional, mientras que la roya mantuvo niveles similares en ambos sistemas, lo cual apoya la hipótesis anterior.

Al igual que en la roya, la correlación entre incidencia y severidad de *C. coffeicola* fue alta, con un coeficiente de correlación de 0,94 en ambos sistemas ($p=0,0001$) (Figs. 8 y 10). Esto como en la roya, puede

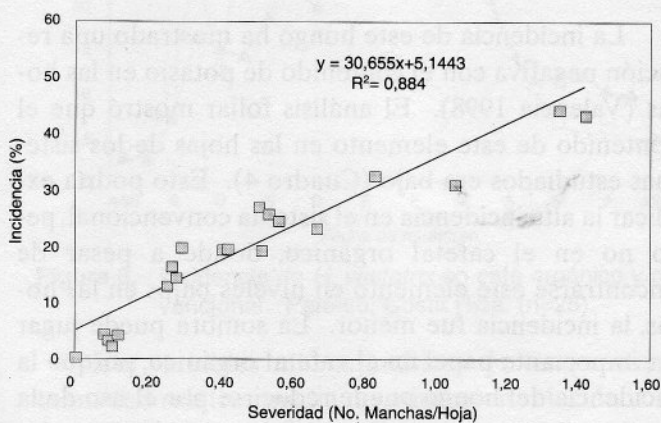


Figura 8. Correlación entre incidencia y severidad de *C. coffeicola* en un cafetal convencional. Paraíso, Costa Rica.

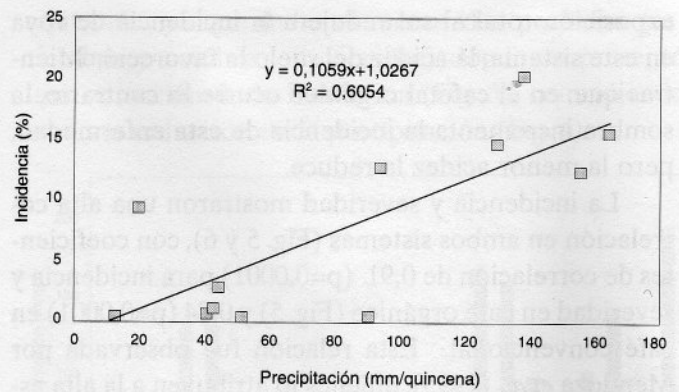


Figura 9. Relación entre la precipitación y la incidencia de *C. coffeicola* en el follaje en el cafetal orgánico. Paraíso, Costa Rica.

deberse a la especificidad del patógeno hacia el café y su capacidad de dispersión. Una mayor cantidad de lesiones (mayor severidad) representa mayor cantidad de inóculo que puede infectar tejido nuevo, de tal forma que al incrementarse la severidad se incrementa la incidencia y viceversa.

No se encontró relación entre la incidencia de *C. coffeicola* y la temperatura y humedad relativa media dentro del cafetal. Se determinó que la precipitación tuvo un efecto sobre la enfermedad (Fig. 4) con una correlación significativa, con coeficientes de correlación de 0,72 ($p=0,0055$) en el sistema orgánico (Fig. 9) y 0,63 ($p=0,0193$) en el convencional. La precipitación determina la formación de follaje nuevo que es más susceptible al hongo. En el período seco, cuando las plantas presentaron menor cantidad de follaje nuevo, se determinó la menor incidencia del hongo.

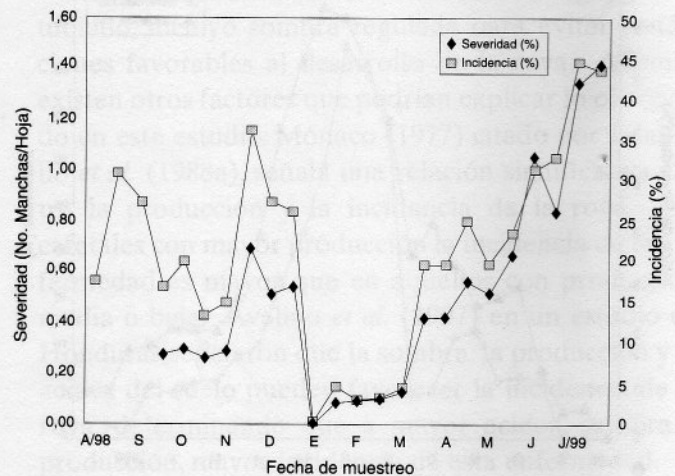


Figura 10. Comportamiento de la incidencia y severidad de *C. coffeicola* en un cafetal convencional. Paraíso, Costa Rica.

Incidencia y severidad *M. citricolor*. El ojo de gallo se presentó como una enfermedad importante únicamente bajo manejo orgánico (Fig. 11). En café orgánico, el promedio de incidencia fue 6,1% mientras en café convencional fue de 0,1%. El promedio de severidad fue 0,63 y 0,0004% en el sistema orgánico y convencional, respectivamente. La incidencia y severidad promedio de todos los muestreos, mostró diferencias significativas entre los sistemas de manejo ($p > |Z| = 0,0001$ para ambas variables).

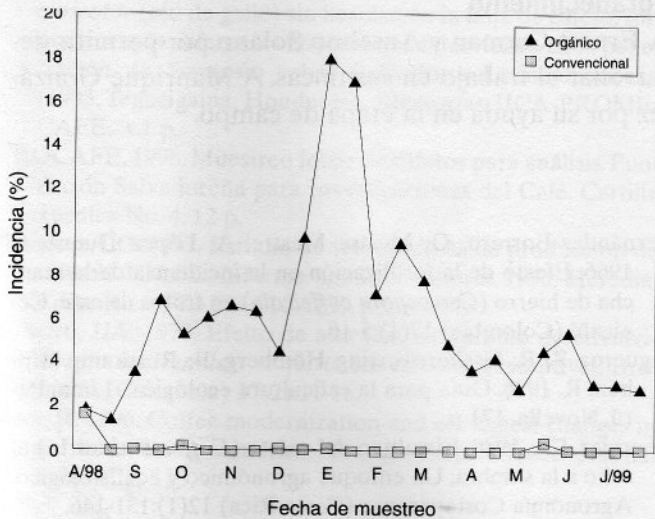


Figura 11. Incidencia de *M. citricolor* (n=25) en el follaje en café orgánico y convencional. Paraíso, Costa Rica

La máxima incidencia de *M. citricolor* en el sistema orgánico se presentó durante la cosecha (Figs. 2 y 11), en diciembre y enero. Este comportamiento ha sido observado en otras zonas de Costa Rica (Umaña *et al.* 1990) y puede estar relacionado con la menor disponibilidad de compuestos de defensa en la planta, debido a la extracción por los frutos, o a la reducción de la formación de follaje. Otro factor que pudo incrementar la incidencia de esta enfermedad durante este período fue el proceso de recolección de frutos, cuando las plantas pueden sufrir daño mecánico que favorece la penetración de este patógeno (Tewari *et al.* 1986, Núñez *et al.* 1993).

No obstante, a la mayor incidencia de *M. citricolor* en el cafetal orgánico, esto no representa una amenaza a la plantación, dado que únicamente en enero la incidencia fue mayor del 10% (Fig. 11). Esta situación se da en una etapa fenológica posterior al llenado de los frutos y por lo tanto, el follaje puede ser menos importante para la planta (Arcila 1988). Al final de la evaluación, la incidencia de la enfermedad regresó al mismo nivel del año anterior, lo que reduce el inóculo

residual y el riesgo de que la epidemia del siguiente ciclo sea mayor.

Además, se debe considerar que esta enfermedad generalmente se presenta como focos dentro de la plantación, los cuales son influenciados por condiciones especiales como alta humedad relativa. Estos focos pueden ser manejados a través de disminución de la sombra, o favoreciendo la aireación mediante la poda (Avelino *et al.* 1995). Esto no se puede generalizar a otras áreas de producción, ya que en áreas con alta nubosidad, la enfermedad puede ser más severa aún en cafetales a plena exposición solar (Avelino *et al.* 1995). Sin embargo, en Costa Rica solo el 12% del área total de producción se encuentra en áreas con mayor presencia y riesgo de daño por *M. citricolor* (Borbón 1999).

Se observó una alta correlación entre incidencia y severidad de *M. citricolor* únicamente en la parcela orgánica ($r=0,89, p=0,0001$), debido a que en el café convencional la incidencia y severidad fueron bajas ($r=0,14, p=0,51$) (Fig. 12).

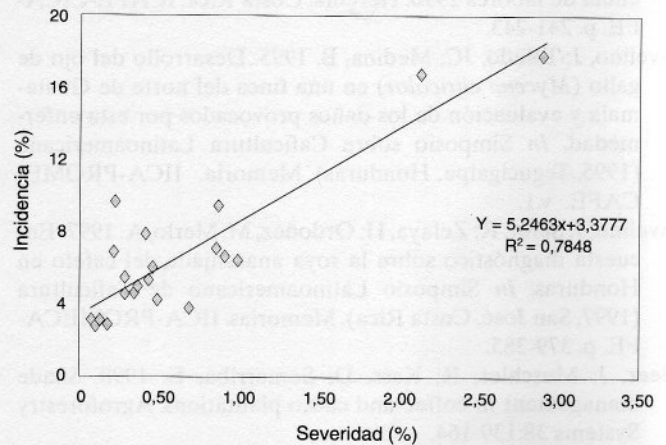


Figura 12. Correlación entre incidencia y severidad de *M. citricolor* en el cafetal orgánico. Paraíso, Costa Rica.

Otras enfermedades foliares como *Colletotrichum* spp. y *P. costarricensis* fueron menos importantes y tuvieron baja incidencia en ambos sistemas.

Conclusiones

El desarrollo de las enfermedades foliares en el cultivo de café fue diferente bajo manejo orgánico y manejo convencional. Los patógenos importantes fueron *H. vastatrix*, *C. coffeicola* y *M. citricolor*. La incidencia y severidad de estas enfermedades mostró correlación en todos los casos, por tanto se puede utilizar cualquiera de las dos variables para evaluar su desarrollo.

H. vastatrix tuvo un comportamiento similar en ambos sistemas de manejo y la máxima incidencia se presentó durante la cosecha. *C. coffeicola* presentó la mayor incidencia y severidad en el follaje del cafetal convencional y tuvo fuerte impacto en la defoliación de las plantas. La mayor incidencia de la enfermedad se presentó antes y después de la cosecha, y hubo un incremento de un ciclo de producción al siguiente.

La incidencia y severidad de *M. citricolor* fue importante únicamente en el cafetal orgánico. Sin embargo, solo durante el mes que coincidió con la cosecha, la incidencia fue mayor a 10%.

M. citricolor no representó una limitante en el cafetal orgánico, los resultados pueden ser muy diferen-

tes en condiciones con alta nubosidad, donde la enfermedad puede ser más severa aún en cafetales a plena exposición solar.

En la producción de café se debe buscar un nivel de sombra donde se reduzca el daño por *C. coffeicola*, pero sin incrementar el daño causado por *H. vastatrix* y *M. citricolor*. Esto incrementará los rendimientos en café orgánico y en el sistema convencional podrá reducirse el uso de fungicidas.

Agradecimiento

A Ernest Carman y Anselmo Solano por permitir desarrollar el trabajo en sus fincas. A Manrique González por su ayuda en la etapa de campo.

Literatura citada

- Arcila P, J. 1988. Aspectos fisiológicos de la producción de café (*Coffea arabica* L.) In Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Tecnología del Cultivo del Café. 2 ed. Caldas, Colombia. p. 59-111.
- Arias V, JE; Borbón Martínez, O. 1997. Parcela de validación de programas de control de ojo de gallo. In ICAFE. Informe anual de labores 1996. Heredia, Costa Rica. ICAFE-CICA-FE. p. 241-243.
- Avelino, J.; Toledo, JC; Medina, B. 1995. Desarrollo del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en una finca del norte de Guatemala y evaluación de los daños provocados por esta enfermedad. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (1995, Tegucigalpa, Honduras). Memoria. IICA-PROME-CAFE. v.1.
- Avelino, J; Seibt, R; Zelaya, H; Ordoñez, M; Merlo, A. 1997. Encuesta diagnóstica sobre la roya anaranjada del café en Honduras. In Simposio Latinoamericano de Caficultura (1997, San José, Costa Rica). Memorias. IICA-PROME-CAFE. p. 379-385.
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38:139-164.
- Bertsch, F. 1995. Fertilidad de suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 157 p.
- Borbón M, O. 1999. Consideraciones sobre la problemática del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en Costa Rica 1999. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (1999, San José, Costa Rica). Memoria. UNED/Colegio de Ingenieros Agrónomos. p. 21-25.
- Castaño, JJ. 1996. Estimación de enfermedades en plantas y sistemas de muestreo. *Fitopatología Colombiana* 20(2):59-68.
- Castillo Z, J. 1990. Mejoramiento genético del café en Colombia. In Federación Nacional de Cafeteros. 50 años de Cenicafe 1938-1988: Conferencias Conmemorativas. Chinchiná, Caldas, Colombia. CENICAFE. p. 46-53.
- Chinchilla V, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, San José Costa Rica. p. 175-178.
- Estívariz C, JJ. 1997. Efecto de la sombra sobre la floración y producción de café (*Coffea arabica* var. Caturra), después de una poda completa en Turrialba, Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 65 p.
- Fernández-Borrero, O; Mestre Mestre, A; López Duque, S. 1966. Efecto de la fertilización en la incidencia de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en frutos de café. *Cenicafe (Colombia)* 17(1):5-16.
- Figueroa Z, R; Fischersworing Hömberg, B; Roskamp Ripken, R. 1996. Guía para la caficultura ecológica. Lima, Perú, Novella. 171 p.
- Fournier, LA. 1988. El cultivo del caféto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: Un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agronomía Costarricense (Costa Rica)* 12(1):131-146.
- Jaramillo R, LA; Leguizamón C, J; Cadena G, G. 1988a. La roya del caféto (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br.) In Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Tecnología del Cultivo del Café. 2 ed. Caldas, Colombia. p. 174-181.
- Jaramillo R, LA; Leguizamón C, J; Cadena G, G. 1988b. Enfermedades del caféto. In Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Tecnología del Cultivo del Café. 2 ed. Caldas, Colombia. p. 157-169.
- Krebs, CJ. 1994. *Ecological methodology*. 2 ed. California, USA, Addison Wesley Longman. 620 p.
- Kushalappa, AC; Chávez, GM. 1978. Escala para avaliar a percentagem de area foliar con ferrugem do cafeiro. *Fitopatología Brasileira* 3:119.
- Leguizamón C, J; Orozco G, L; Gómez G, L. 1988. Estudio epidemiológico de la roya del caféto *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. en cafetales al sol u a la sombra en Colombia. In Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Tecnología del Cultivo del Café. 2 ed. Caldas, Colombia. p. 186-190.
- Mendoza, R; Monterroso, D; Gutiérrez, Y. 1995. Estudio de la relación incidencia-severidad de las principales enfermedades del café (*Coffea arabica* L) en la IV y VI región de Nicaragua. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (1995, Tegucigalpa, Honduras). Memoria IICA-PROME-CAFE. v.1.
- Mestre M, A; Salazar Arias, JN. 1990. La investigación agronómica del café en Colombia. In Federación Nacional de Cafeteros. 50 años de Cenicafe 1938-1988: Conferencias Conmemorativas. Caldas, Colombia, CENICAFE. p. 65-69.
- Monterroso, D. 1999. Interacción patosistemas-sombra en el sistema café. In Semana Científica CATIE (4, 1999, Turrialba, Costa Rica). Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio. Actas. Turrialba, CR, CATIE. p.156-161.

- Muschler, RG. 1997. Efectos de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor. In Simposio Latinoamericano de Caficultura (1997, San José, Costa Rica). Memoria. IICA-PROMECAFE. p. 157-162.
- Muschler, RG.; Nair, PKR. 1999. Modification of growth environment for *Coffea arabica* by different pruning regimes of *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. Agroforestry Systems. (submitted).
- Nataraj, T; Subramanian, S. 1975. Effect of shade and exposure on the incidence of brown-eye-spot of coffee. Indian Coffee 39(6):179-180.
- Núñez, C; Bertrand, B; Vargas, L; Avelino, J. 1993. Estudio preliminar sobre el modo de inoculación del hongo *Mycena citricolor* (ojo de gallo) sin heridas, en la hoja de café: Importancia de diferentes factores que intervienen en la penetración. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (1993, Tegucigalpa, Honduras). Memorias. IICA-PROMECAFE. v.1 p.
- PROCAFE. 1996. Muestreo foliar de cafetos para análisis. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café. Cartilla Técnica No. 4. 12 p.
- Ramírez, LG. 1997. Estudio de tres sistemas de producción de café. In ICAFE. Informe anual de labores 1996. Heredia, Costa Rica, ICAFE-CICAPE. p. 185-187.
- Ribeiro, JJA. 1978. Efeito de alta temperatura no desenvolvimento de *Hemileia vastatrix* em cafeeiro susceptível. Bragantia (Colombia) 37(2):11-16.
- Rice, R. 1996. Coffee modernization and ecological changes in northern Latin America. Tea & Coffee Trade Journal 168(9):104-113.
- Segura-Monge, A. 1996. Algunas consideraciones agrofisiológicas en relación a la poda de los cafetos: Experiencias con cafetales con alta densidad de siembra. In Simposio Internacional sobre Café Adensado (1996, Londrina, Brasil). Anais. IAPAR. p. 199-220.
- Sridhar, TS; Subramanian, S. 1969. Studies on the brown-eye-spot disease of coffee. Indian Coffee 33(3):97-99.
- Tewari, JP; Rao, DV; Vargas, E. 1986. Estudio preliminar sobre el modo de penetración de *Mycena citricolor* en la hoja de café. Agronomía Costarricense 10(1-2):199-202.
- Umaña R, G; Vargas V, L; González, M; Vargas, E. 1990. Epidemiología del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en dos zonas cafetaleras de Costa Rica. In Taller Regional sobre Roya, Ojo de Gallo y Otras Enfermedades del Café (1990, San José, Costa Rica). IICA-PROMECAFE. s.p.
- Valencia, AG. 1970. Estudio fisiológico de la defoliación causada por *Cercospora coffeicola* en el café. Cenicafé (Colombia) 21(3):105-114.
- Valencia, AG. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. Instituto de la potasa y el fósforo, Quito, Ecuador. 61 p.
- Vargas G, E; Mora A, D. 1984. La roya del café en Costa Rica. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 40 p.
- Waller, JM. 1982. Coffee rust. Epidemiology and control. Crop Protection 1(4):305-404.
- Willey, RW. 1975. The use of shade in coffee, cocoa and tea. Horticultural Abstracts 45(12):791-798.

Respuesta del virus de la mancha anular del papayo (PRSV) en tres sistemas de manejo

Elías Hernández Castro
David Riestra Díaz
Eliseo García Pérez
Laura Delia Ortega Arenas
Raúl Mosqueda Vázquez*

RESUMEN. Se analizó la incidencia y severidad del virus de la mancha anular del papayo (PRSV) y algunas variables fenológicas en tres sistemas de manejo, en el cultivo de papaya cv. Maradol roja. Los sistemas evaluados fueron: manejo integrado (MIP), manejo integrado sin citrolina (aceite mineral derivado del petróleo) (MIP-SC) y manejo convencional del agricultor (MC), el cual fungió como testigo. Las parcelas se establecieron en Veracruz, México. En los tratamientos MIP y MIP-SC, la incidencia final de la enfermedad fue 85 y 88%, respectivamente, mientras que con el manejo convencional fue de 100%. En relación con las variables fenológicas, el MIP-SC tuvo los valores más altos en altura de planta y diámetro de tallo y además mostró un número mayor de axilas florales y frutos por planta. Los rendimientos del cultivo para el manejo convencional fueron de 17055,80 kg/ha, MIP (31330,60 kg/ha) y con el MIP-SC (33741,3 kg/ha). No hubo diferencia significativa en los costos totales en los tres sistemas; sin embargo, se obtuvo mayor relación beneficio/costo en los sistemas MIP (0,47) y MIP-SC (0,53) con respecto al manejo convencional (0,23). El aporte del componente citrolina dentro del MIP fue el retraso de la incidencia de la enfermedad, pero sin ser significativa.

Palabras clave: Incidencia, Severidad, Citrolina, Manejo integrado de plagas, PRSV, Papaya.

ABSTRACT. Response of the papaya ringspot virus (PRSV) in three systems of management. The incidence and severity of papaya ringspot virus (PRSV) and some phenological variables in three systems of management, of a papaya crop cv. Maradol roja, were analysed. The systems evaluated were: integrated management (IPM), integrated management without citroline (mineral oil derived from petroleum) (IPM-SC) and conventional farmer management (CM) which acted as the control. The plots were established in Veracruz, Mexico. In the treatments IPM and IPM-SC, the final incidence of the disease was 85 % and 88% respectively, whilst with conventional management it was 100%. In relation to the phenological variables, the IPM-SC had the highest values of plant height and stem diameter and furthermore showed the greatest number of floral axillas and fruits per plant. The yields of the crop were with conventional management 17055.80 kg/ha, IPM 31330.60 kg/ha and with IPM-SC 33741.3 kg/ha. There were no significant differences in the total costs of the three systems, however a greater benefit/cost ratio was obtained in the IPM (0.47) and IPM-SC (0.53) systems, compared to conventional management (0.23). The citroline component within IPM contributed to reducing the incidence of the disease, but this was not significant.

Keys words: Incidence, Severity, Citroline, Integrated Pest Management, PRSV, Papaya

Introducción

El papayo (*Carica papaya* L.) es un cultivo frutícola de importancia social y económica en regiones tropicales y subtropicales del mundo.

En México, la superficie plantada con este cultivo

es de 24000 ha, distribuidas en los estados de Veracruz, Oaxaca, Guerrero, San Luis Potosí, Michoacán, Chiapas, Tabasco, Colima, Jalisco y Nayarit, que en conjunto aportan el 95% de la producción total nacional.

Recibido: 05/11/99. Aprobado: 10/11/2000.

* Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. km 23.5 Carr. Veracruz-Xalapa, vía Paso de Ovejas, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

** Campo Experimental "Cotaxtla". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Apdo. Postal 429 91700 Veracruz, México.

nal. No obstante, el cultivo presenta serios problemas que se reflejan en el bajo rendimiento y mala calidad del fruto. Entre los problemas se destaca una enfermedad de origen viral que se conoce como el virus de la mancha anular del papayo (PRSV) que es transmitida por varias especies de áfidos y la cual se encuentra en todas las regiones donde se cultiva esta fruta en México, causando grandes pérdidas económicas (Díaz *et al.* 1982).

Los primeros informes de la presencia de este virus en México fueron en 1964 en el estado de Veracruz (Ochoa y Galindo 1977). Posteriormente, se registró prácticamente en todas las zonas productoras de papaya del país, ocasionando fuertes pérdidas para los productores, y consecuentemente, la reducción y la desaparición de plantaciones (Galindo *et al.* 1978).

En México se han realizado varias evaluaciones sobre el control del PRSV, uno de ellos fue realizado por Galindo *et al.* (1978) quienes aplicaron citrolina que es un aceite con el propósito de limpiar el estilete del áfido. También se han probado prácticas como el establecimiento de barreras vivas con el pasto merkeron (*Pennisetum merkeri*), aspersiones de pintura blanca como repelente de áfidos y bandas de polietileno amarillo con pegamento como trampas para atrapar a los vectores. No obstante, ninguna de ellas logró disminuir los efectos de esta enfermedad.

Durante 1986 se evaluó la incidencia y severidad del PRSV en plantas de papaya de color morado y plantas verdes (normal), en lotes separados por el uso de barreras de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) dispuesta en bandas cruzadas. Los resultados mostraron que existía solo un período de protección de 129 días, debido a que al terminar el ciclo de la jamaica la enfermedad se dispersó más rápido (Becerra 1988).

Mosqueda *et al.* (1990) realizaron diversos trabajos con aspersión de aceites vegetales y dosificaciones de citrolina como limpiador del estilete del áfido, con el propósito de reducir la diseminación de la virosis en el cultivo de papayo. Para ello hicieron aplicaciones de citrolina a 1,5; 2,0 y 2,5% y de cártamo y girasol a 2,5%, determinando que de todos los aceites, sólo la citrolina al 2% logro retrasar hasta 105 días la aparición de la enfermedad.

A partir de 1991, el Grupo Interdisciplinario de Papayo del Colegio de Postgraduados (GIP-CP) (Arenas *et al.* 1992) han desarrollado una nueva estrategia de manejo integrado del cultivo y de la enferme-

dad, basada en la combinación de diferentes métodos de control (físico, químico, biológico y cultural), que retrasa la presencia de la enfermedad con el objetivo de mejorar la producción y productividad del cultivo.

Esta estrategia de manejo integrado está basada en el uso conjunto de prácticas que individualmente lograron retrasar la incidencia de la enfermedad. De León y Becerra (1991) evaluaron esta estrategia, la cual comprendía el incremento en la densidad de siembra (2178 plantas/ha), aplicación de citrolina al 2% y pirimicarb 50% PH, así como la eliminación de plantas con síntomas iniciales de la enfermedad, siembra de una barrera de maíz alrededor del cultivo y control de malezas y plantas hospedantes de áfidos y reservorios del virus. Este manejo retrasó la epidemia por cinco meses, aún cuando los áfidos estuvieron presentes de julio a noviembre.

El GIP-CP (Andrade *et al.* 1994) hicieron un estudio en el cual compararon la incidencia y severidad de la enfermedad con manejo convencional y con MIP, utilizando la variedad cv. Maradol. El MIP incluía el uso de barreras vegetales de maíz (*Zea mays*) y jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), aspersiones de citrolina al 1,5% cada diez días, plantas sanas al trasplante, densidad de 2200 plantas/ha y eliminación semanal de plantas enfermas. En el manejo convencional la densidad de siembra fue de 1600 plantas/ha. Estos investigadores encontraron que en la parcela manejada con MIP la enfermedad se hizo aparente hasta después de la floración (175 días después del trasplante), llegando a un 59,5% y 1,1, respectivamente, mientras que los valores alcanzados en el manejo convencional, fueron de 93,4% y 3,1 respectivamente.

El MIP ha dado resultados importantes en cuanto al retraso y la disminución de la incidencia de esta enfermedad, pero no se ha documentado el aporte individual de algunas de las prácticas que conforman este manejo. Esto se debe a que inicialmente esta estrategia incluía diferentes prácticas, de las cuales algunas se han eliminado, por su difícil implementación y su poca contribución* a la reducción del problema. No obstante, es necesario generar esta información para descartar la práctica que tenga menor contribución pero mayor impacto en los costos de producción.

El objetivo del estudio fue estudiar la incidencia y severidad del virus de la mancha anular del papayo (PRSV) y evaluar algunas variables fenológicas en el cv. Maradol roja, en tres sistemas de manejo.

* García Pérez (1997), Comunicación personal. Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados, Veracruz, México.

Materiales y métodos

Localización. La investigación se realizó en parcelas de productores en el Municipio de Paso de Ovejas, Distrito de Desarrollo Rural 006 "La Antigua", localizado en la zona central costera del Estado de Veracruz, México a 19° 14' N y 96° 23' O y a una altitud de 20 msnm. De acuerdo a la clasificación de Koppen modificada por García, el clima que prevalece es del tipo Aw"o(w)(i)'g, representando al más seco de los cálidos húmedos con lluvias en verano y temperatura media anual de 27,8°C.

Sistemas de manejo y diseño experimental. Los sistemas evaluados consistieron en la combinación de diferentes prácticas.

- Manejo integrado (MIP)= Protección al semillero con malla de polipropileno, barreras de jamaica y maíz, densidad de siembra de 2400 plantas/ha, eliminación de plantas con síntomas iniciales del virus, control de malezas y aplicación de citrolina.
- Manejo integrado sin citrolina (MIP-SC)= Incluye las mismas prácticas que el anterior, excepto la aplicación de citrolina.
- Manejo convencional (MC)= Utilizado por la mayoría de los productores de la región, incluye una densidad de siembra de 1600 plantas/ha, eliminación de malezas, aplicación de insecticidas y fertilizante foliar. Este sistema fue considerado como el testigo.

El diseño utilizado fue completamente al azar, con dos repeticiones por cada sistema de manejo. Cada unidad experimental estuvo constituida por 600 plantas, ocupando una superficie de 2500 m².

Establecimiento del experimento. Se utilizó semilla de la variedad Maradol roja, ginodioica (formada por plantas hermafroditas y femeninas). El trabajo de campo se realizó de enero a setiembre de 1997. La siembra para los sistemas MIP y MIP-SC se hizo depositando de dos a tres semillas en bolsas de plástico transparente de 500 g, el 27 y 28 de enero. La siembra para la parcela con manejo convencional se efectuó el 4 y 5 de febrero. Tres semanas después de esta actividad se realizó el trasplante de la jamaica alrededor de la parcela MIP y MIP-SC, a una distancia de 50 cm entre plantas. El trasplante de las plántulas de papaya se realizó siete semanas después de la siembra del semillero. En esta misma fecha se sembró el maíz cada cuatro surcos, en las parcelas MIP. Este cultivo junto con la jamaica se establecieron como barreras en los sistemas MIP.

Manejo del cultivo. La preparación del terreno se

realizó 30 días antes de la siembra, realizando un barbecho, rastra y surcado. Se efectuó una deshija en ambas parcelas. El control de malezas se realizó manualmente y mediante la aplicación de herbicidas (glifosato y paraquat) cuando fue necesario. Durante el experimento se presentó un ataque de hormiga arriera (*Atta mexicana*), la cual se controló con aplicaciones de insecticidas (malatión y metil paratión), directamente a los nidos. Para el control de enfermedades se aplicó fungicidas como captan y benomil cada 15 o 20 días, a partir de la floración y hasta inicio de cosecha, para prevenir la enfermedad causada por *Colletotrichum gloesporioides*, la cual causa la caída de flores y frutos.

En ambas parcelas se efectuaron cinco riegos y se fertilizó con la fórmula 149-17-17.

Variables evaluadas

Incidencia y severidad de la enfermedad. Para evaluar la incidencia y la severidad se efectuaron registros cada cinco días, durante todo el experimento. En cada fecha se registró el número de plantas sanas y de plantas que presentaban alguno de los siguientes síntomas causados por el virus: clorosis, mosaico, distorsión, achaparramiento y manchas aceitosas en flores, peciolo y frutos. Además se anotó en cada caso un valor nominal de acuerdo a la escala propuesta por Téliz *et al.* (1987) 1= planta sana; 2= inicio de síntomas en hojas, peciolo, tallos o frutos; 3= síntomas bien definidos; 4= síntomas severos; 5= síntomas severos y detención del crecimiento y 6= síntomas muy severos o muerte de la planta.

El índice de severidad, se obtuvo usando la fórmula Téliz (Téliz 1987), $I.S. = \sum X_{ki} N_{ki} / N_j$, donde: I.S.= Índice de severidad; X_{ki} = nivel del daño en el momento i ; N_{ki} = número de plantas con el nivel del daño en el momento i ; N_j = número total de plantas evaluadas.

La incidencia de la enfermedad se determinó mediante la fórmula

$$\%I = \frac{n_i * 100}{N_i} \text{ donde :}$$

- I = Incidencia de la enfermedad en porcentaje.
 n_i = Número de plantas enfermas en el momento i .
 N_i = Número total de plantas evaluadas.

b) Fenología. Esta variable incluyó la altura de la planta, el diámetro del tallo, y el número de flores y frutos por planta. La altura se registró en centímetros,

desde la base hasta la altura máxima del dosel de las hojas. El diámetro del tallo se midió en cm, aproximadamente a 15 cm del suelo. El número de flores se cuantificó registrando el número de axilas florales por planta y el número de frutos amarrados por planta (se considera fruto amarrado, después de que los restos del estigma caen).

Para esta variable se seleccionaron 50 plantas al azar por cada tratamiento y repetición. Los datos de estos parámetros evaluados se recolectaron cada 20 días, hasta el inicio de la cosecha.

Análisis estadístico. Los datos sobre la fenología del cultivo, se sometieron a una prueba de Tukey, la comparación de medias de hizo con el programa SAS. Además los datos de incidencia y severidad se ajustaron al modelo logístico $[y = a/(1+be^{cx})]$, para explicar el comportamiento de la epidemia (Vanderplank 1963), donde el parámetro "a" indica el porcentaje de infección máxima, y el parámetro "c" refleja el porcentaje de incremento de la incidencia en plantas por día, o tasa promedio de infección por planta enferma previamente, mediante el programa Curve Expert 1,3 (Hyams 1993).

Evaluación económica. Se realizó un análisis de ingresos y egresos para determinar la relación beneficio/costo, con base en los recursos que se utilizaron durante el ciclo y los productos obtenidos. Esta evaluación se basó en la metodología del Instituto de Desarrollo Económico (IDE) del Banco Mundial (Gittinger 1986). El análisis de ingreso se efectuó para obtener información financiera acerca de la rentabilidad de un cultivo o finca para un año determinado, evaluando las tecnologías según los precios regionales.

Resultados y discusión

Incidencia y severidad del PRSV. El comportamiento de la incidencia de la enfermedad en los tratamientos MIP y MIP-SC fue menor a 5% durante los primeros cuatro meses de desarrollo del cultivo, mientras que en el manejo convencional (testigo) tuvo un incremento gradual hasta alcanzar el 50% en el mismo tiempo (Fig. 1). Estos resultados indican que las prácticas del MIP reducen la incidencia del PRSV, además demuestra que la exclusión de citrolina (MIP-SC), no modifica significativamente el efecto de las otras prácticas en conjunto (MIP). La epidemia en el MIP tuvo una tasa de infección de 0,060 plantas/día/planta enferma previamente y alcanzó el 85%, mientras que en el MIP-SC la tasa de infección de la enfermedad fue de 0,062 plantas/día/planta enferma previamente, llegando a un 88%. Ambos porcentajes fueron alcanzados a los 193 días después del trasplante; mientras que el manejo convencional tuvo una tasa de infección del 0,108 plantas enfermas/día/planta alcanzando el 100% a los 160 días después del trasplante (Cuadro 1).

La práctica de eliminación de plantas enfermas tiene gran importancia, porque cuando se dejó de realizar (11 de julio) la incidencia en los sistemas MIP y MIP-SC se incrementó exponencialmente hasta alcanzar 80 y 85%, respectivamente. Esto se dio en un período de tres meses (inicio de cosecha), tiempo en el cual el testigo alcanzó el 100% (Fig. 1), lo cuál ratifica los beneficios del MIP. Estos resultados coinciden con De León y Becerra (1991), López (1993) y Andrade *et al.* (1994) quienes señalaron que las prácticas utilizadas en el MIP retrasan y disminuyen la incidencia de la enfermedad en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

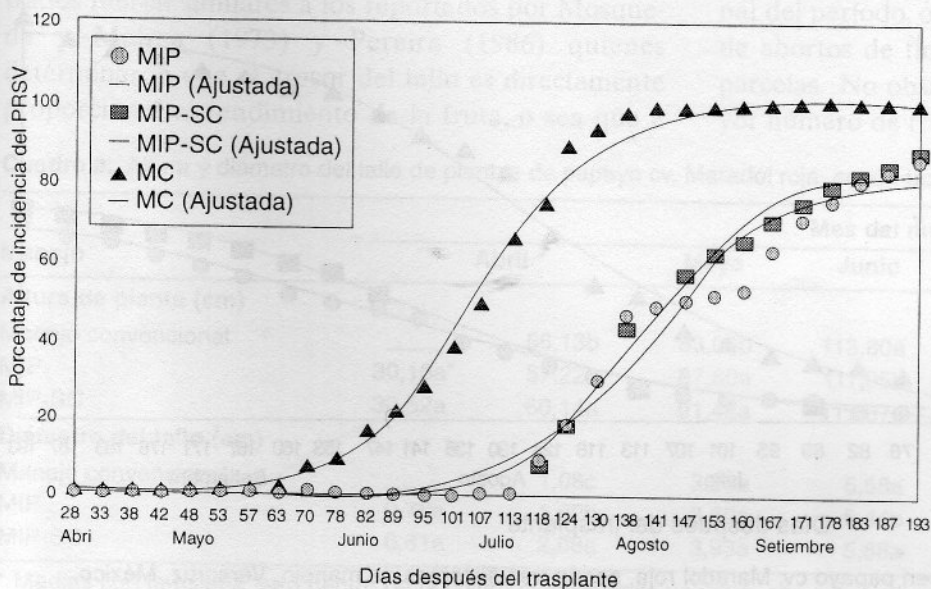


Figura 1. Incidencia del PRSV en papayo cv. Maradol roja bajo tres sistemas de manejo, Veracruz, México.

Cuadro 1. Parámetros estimados del modelo logístico ajustados a los valores de incidencia del PRSV, según tres tratamientos de manejo del cultivo, Veracruz, México.

Sistema	Parámetros		r ²	ABCPE	DDT
	a	C			
Manejo convencional (testigo)	100	0,1080	0,95	8980,01	160
MIP	85	0,0604	0,96	4289,42	193
MIP-SC	88	0,0620	0,96	4485,73	193

a= porcentaje de infección máxima, c= porcentaje de incremento de la incidencia en plantas por día, o tasa promedio de infección por planta enferma previamente, R²= coeficiente de determinación, ABCPE= área total bajo la curva del progreso de la curva y DDT = días después del trasplante, en que la incidencia alcanza el porcentaje máximo.

Este retraso en la incidencia de la enfermedad se expresó en un menor valor de severidad (Fig. 2). Los valores del índice de severidad (1-6) se transformaron a porcentaje, para ajustarlos al modelo logístico, donde 1= 100% de tejido sano, 2= 80% de tejido sano, 3= 60% de tejido sano, 4= 40% de tejido sano, 5= 20% de tejido sano, 6= menos del 20% de tejido sano. A los siete meses de edad, los índices de severidad para los sistemas MIP y MIP-SC presentaron valores de 2,9 (36%) y 3 (40%) que indica síntomas bien definidos del PRSV, en tanto que para el manejo convencional (testigo) el valor fue de 4 (60%) como se observa en el Cuadro 2, que representa síntomas severos del PRSV. Estos resultados coinciden con lo informado por Andrade *et al.* (1994) quienes encontraron valores de severidad de 3,1 para plantaciones manejadas tradicionalmente y de 1,1 para las parcelas con MIP. El

incremento ó altas densidades de población fueron favorables para disminuir la incidencia y severidad de la enfermedad, dentro de la estrategia MIP, determinándose para el manejo convencional (1600 plantas/ha) un porcentaje mayor de incidencia y un alto grado de severidad mientras que con MIP (2400 plantas/ha) la incidencia y severidad del PRSV fue menor. Además con el MIP las plantas presentaron mayor vigor y por tanto la fruta tuvo una mejor apariencia.

Cuadro 2. Parámetros estimados del modelo logístico ajustados a los valores de severidad del PRSV, según tres tratamientos de manejo del cultivo, Veracruz, México.

Sistema	Parámetros		r ²	ABCPE	DDT
	a	c			
Manejo convencional (testigo)	60	0,049	0,91	4397,0	160
MIP	36	0,042	0,90	1625,7	193
MIP- SC	40	0,043	0,91	1784,5	193

a= porcentaje de infección máxima, c= porcentaje de incremento de la incidencia en plantas por día, o tasa promedio de infección por planta enferma previamente, r²= coeficiente de determinación, ABCPE= área total bajo la curva del progreso de la curva y DDT = días después del trasplante, en que la incidencia alcanza el porcentaje máximo.

Fenología

Altura: En todos los muestreos los sistemas MIP y MIP-SC no mostraron diferencia significativa, mientras que las plantas manejadas convencionalmente presentaron menor altura (Cuadro 3). La altura promedio coincide con lo señalado por Mandujano (1993) para el cv. Maradol, que es de porte bajo y que

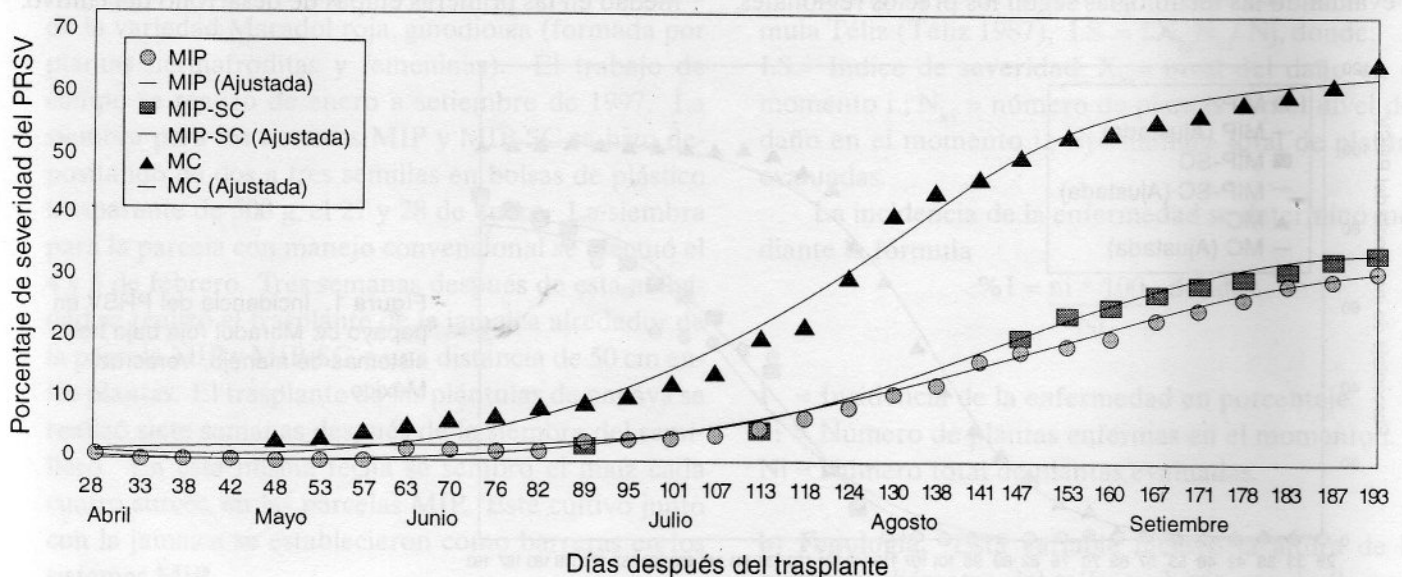


Figura 2. Índice de severidad del PRSV en papayo cv. Maradol roja, según tres sistemas de manejo, Veracruz, México.

alcanzan una altura no mayor a los 2 m. Mientras el ámbito de altura informado para el tipo Cera, por Cárdenas (1992) y López (1993) es de 1 a 2,5 m. Esto indica que el cultivo responde favorablemente al incremento de la densidad de población porque las parcelas con MIP y MIP-SC tuvieron una densidad mayor a la establecida con el manejo convencional y el promedio de altura por planta se comportó igual a lo informado por los autores anteriores.

La altura no modifica el rendimiento, siendo el número de frutos indistinto a la altura. Los resultados concuerdan con los reportados por Pereira (1986) y Cárdenas (1992) para el cultivar Cera quienes, no encontraron diferencias significativas para esta variable, demostrando que en papaya la altura de la planta no tiene relación con el rendimiento.

Diámetro del tallo: Este es un parámetro indicativo del rendimiento y del número de frutos por planta (Mosqueda y Molina 1973); siendo las plantas con tallo más grueso más productivas y precoces. En esta investigación no se determinaron diferencias estadísticas entre los sistemas MIP, en las primeras mediciones, excepto en el segundo muestreo, donde en el MIP-SC, el diámetro fue de 2,08 cm en comparación con el MIP (1,9 cm) y altamente significativo en relación con el manejo convencional (testigo) (1,6 cm). En las últimas tres evaluaciones el MIP mostró un menor diámetro de tallo, siendo diferente estadísticamente al MIP-SC (Cuadro 3). Esto puede deberse al efecto del aceite, que al acumularse en las hojas, por las frecuentes aplicaciones, provoca quemaduras y defoliación temprana, además de reducir la tasa fotosintética como señala Butler *et al.* (1991). Los resultados encontrados fueron similares a los reportados por Mosqueda y Molina (1973) y Pereira (1986) quienes determinaron que el grosor del tallo es directamente proporcional al rendimiento de la fruta, o sea que a

mayor diámetro de tallo mayor número de frutos por planta.

Número de flores: Solo en el primer muestreo existieron diferencias estadísticas entre los sistemas, donde el MIP-SC obtuvo el mayor número (23,36) de axilas con flor, siendo significativamente diferente al MIP (20,93) y altamente significativo con respecto al manejo convencional (10,41) (Cuadro 4). Esta diferencia se reflejó posteriormente en el número de frutos, debido a que en los muestreos restantes de flores los resultados no fueron diferentes estadísticamente. Lo anterior coincide con López (1993), quien señala que el sistema MIP tuvo un mayor número de axilas florales (9 yemas florales/planta/muestreo), con respecto al manejo convencional (7 yemas florales/planta/muestreo).

Número de frutos: En el primer muestreo el número de frutos fue similar en los tres sistemas; sin embargo, en las dos últimas evaluaciones el MIP-SC mostró mayor cantidad de frutos amarrados por planta (24,20) en comparación con el MIP (20,22) y el manejo convencional (17,93) (Cuadro 4). Andrade *et al.* (1994) en una evaluación en el cv. Maradol informó 28,2 frutos amarrados por planta para el MIP y 22,4 para el testigo.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por Mosqueda y Molina (1973) así como Pereira (1986), quienes señalan que plantas con un diámetro más grande de tallo, tienen un número mayor de frutos. También se registró un 10% (manejo convencional), 29% (MIP) y 19% (MIP-SC) de frutos caídos. Este factor se atribuyó a la sequía que se presentó durante los meses de julio y agosto, donde a las parcelas con manejo convencional se les proporcionó dos riegos de auxilio y a las parcelas MIP y MIP-SC solo uno, al final del período, ocasionando un considerable número de abortos de flores y frutos en las plantas de estas parcelas. No obstante, las parcelas MIP tuvieron mayor número de frutos.

Cuadro 3. Altura y diámetro del tallo de plantas de papayo cv. Maradol roja, según tres sistemas de manejo, Veracruz, México.

Manejo	Mes del muestreo						
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto		
Altura de planta (cm)							
Manejo convencional	—	56,13b	83,08b	113,80a	142,94a	155,12b	167,18b
MIP	30,15a*	57,22a	87,60a	111,95b	142,34b	161,38a	172,43a
MIP-SC	30,52a	60,14a	91,46a	117,87a	148,70a	166,74a	175,28a
Diámetro del tallo (cm)							
Manejo convencional	—	1,68c	3,23b	5,58a	7,46b	9,46a	9,48a
MIP	0,76a	1,92b	3,70a	5,44b	7,34b	8,98b	9,46b
MIP-SC	0,81a	2,08a	3,93a	5,88a	8,05a	9,48a	9,93a

* Medias con la misma letra dentro de la columna, para cada variable, son estadísticamente iguales (Tukey 0,05).

Cuadro 4. Número de axilas florales y frutos promedio por planta en el cultivo de papayo cv. "Maradol", según tres sistemas de manejo, Veracruz, México.

Fenología y manejo	Mes del muestreo			
	Julio	Julio	Agosto	Setiembre
Número de axilas florales				
Manejo convencional	10,41c*	3,62a	3,57a	—
MIP	20,93b	4,11a	3,36a	—
MIP- SC	23,36 ^a	3,55a	2,96a	—
Número de frutos				
Manejo convencional	6,52 ^a	11,63b	12,93b	17,93c
MIP	6,12 ^a	11,82b	14,83b	20,22b
MIP-SC	7,48 ^a	14,51a	17,12a	24,20a

* Medias con la misma letra dentro de la columna, para cada variable, son estadísticamente iguales, según prueba de Tukey 0,05.

Evaluación económica. En la comparación económica de los sistemas evaluados se consideraron los costos de producción e ingresos netos.

Los rendimientos para cada uno de los sistemas fueron los siguientes: manejo convencional = 17055,80 kg/ha, para el MIP= 31330,60 kg/ha y para el MIP-SC= 33741,3 kg/ha. Los egresos realizados durante el ciclo del cultivo se dividieron en insumos comerciables, fac-

tores internos e insumos indirectos comerciables, la suma de estos es el costo total para cada uno de los sistemas (Cuadro 5). No se presentó diferencia significativa en los costos totales en los tres sistemas; sin embargo, se obtuvo mejor relación beneficio/costo con el MIP (0,47) y MIP-SC (0,53) con respecto al manejo convencional (0,23) debido al de mayor rendimiento en las parcelas MIP.

Cuadro 5. Resumen de actividades, insumos y mano de obra utilizados durante el ciclo del cultivo de papaya, así como ingresos en (US\$) para cada uno de los sistemas evaluados de manejo, Veracruz, México.

Costo, Actividades y Beneficio/ Costos	Costos de sistemas evaluados		
	Manejo convencional	MIP	MIP-SC
Insumos comerciables	572,72	370,52	351,08
Fertilizantes	176,55	111,77	111,17
Insecticidas	56,88	16,5	16,5
Citrolina	0,00	19,44	0,00
Fungicidas	124,33	77,33	77,33
Herbicidas	54,44	35,55	35,55
Otros	72,77	0,00	0,00
Materiales diversos	0,50	14,36	14,36
Semillas	88,33	95,55	95,55
Factores internos	553,33	608,88	558,88
Labores manuales	537,77	543,33	543,33
Aplicación de citrolina	0,00	50	
Uso de agua	15,55	15,55	15,55
Insumos indirectos comerciables	244,44	278,88	278,88
Tractor e implementos	244,44	278,88	278,88
COSTO TOTAL	1371,61	1258,30	1188,86
Ingreso por cultivo			
Papaya (US\$ ha)	2842,63	5221,76	5623,55
Maíz (elote)	0,00	110,00	110
Jamaica	0,00	17,77	17,77
INGRESO BRUTO	2842,63	5349,54	5751,32
INGRESO NETO	1471,02	4091,23	4562,46
RELACION BENEFICIO/COSTO	0,23	0,47	0,53

*US\$1 = 9\$ mexicanos

Conclusiones

La incidencia y severidad del PRSV fue menor en las plantas con los tratamientos MIP y MIP-SC con respecto al manejo convencional (testigo); sin embargo, el componente citrolina no tuvo un aporte significativo en la eficiencia del MIP para retrasar el daño del PRSV, y su exclusión está determinado por el análisis económico.

Además, los mayores valores de diámetro de tallo, indican que la estrategia MIP supera significativamente al manejo convencional del productor, pues al mejorar la sanidad de la planta, tanto el grosor del tallo, como la altura de planta, el número de flores y frutos por planta, se produce mayor producción por planta. Al tener mayor densidad de siembra en las parcelas con MIP, que en el manejo convencional, se logra mayor rendimiento por unidad de superficie y consecuentemente la ganancia es mayor, así como también se mejora la relación beneficio/costo.

Literatura citada

- Andrade, H; Avila, C; García, E; Mora, A; Nieto, D; Téliz, D; Villanueva, J. 1994. La Mancha Anular del Papayo en Veracruz, México y su manejo integral. *In* Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz. (7, 1994, Veracruz, México). Memoria. 289 p.
- Arenas, L; Avila, C; Cárdena, E; Etchevers, J; Flores, C; García, E; González, V; Matheis, L; Mora, A; Mora, G; Nieto, A; Riestra, D; Téliz, D; Velázquez, J; Villanueva, J. 1992. La Virosis del Papayo en Veracruz: etiología y control. *In* Reunión Científica del Sector Agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz (5, 1992, Veracruz, México). Memoria. 355 p.
- Becerra L, EN. 1988. Ensayo de barreras de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y preferencia al color de papayo (*Carica papaya* L.) por áfidos vectores del virus de la Mancha Anular del papayo. *In* Congreso Nacional de Fitopatología (15, 1988, Xalapa, México). Memoria. p. 100.
- Butler, GD; Henneberry, TJ. 1991. Effect of oil sprays on sweetpotato whitefly and phytotoxicity on watermelons, squash and cucumbers. *Southwestern Entomologist* 16:63-72.
- Cárdenas S, E. 1992. Caracterización de aislamientos del virus Mancha Anular del Papayo, patogénesis y epidemiología de la enfermedad de la Mancha Anular del Papayo en *Carica papaya*. Tesis Doctoral. Montecillos, México, Centro de Fitopatología-C.P. 209 p.
- De León M, JR; Becerra L, EN. 1991. Estudio y control de la virosis en papayo. *In* Reunión Anual del INIFAP (4, 1991, Veracruz, México). Publicación especial Num.8. Veracruz, México. p. 54-60.
- Díaz B,V; Rodríguez, MP; Flores, EE. 1982. Incidencia y cuantificación de daños ocasionados por el virus de la Mancha Anular del Papayo en la región central del estado de Veracruz. *In* Congreso Nacional de Fitopatología (10, 1982, Culiacán, México). p.56.
- Galindo, AJ; Olivas, E; Rodríguez, R. 1978. Experimento para control del virus de la mancha anular del papayo. *In* Congreso Nacional de Fitopatología (8, 1978, Oaxtepec, México). Memoria. p. 43.
- Gittinger, JP. 1986. Análisis económico de proyectos agrícolas. Instituto de Desarrollo económico, Madrid, España. Banco Mundial.
- López H, AY. 1993. Amarre de fruto y rendimiento en papayo (*Carica papaya* L.) bajo manejo integral para reducir los daños del PRSV. Tesis Xalapa, México, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. 69 p.
- Mandujano, BAR. 1993. El Papayo. Publ. técnica no.1 Tuxpan, Ver., México, Universidad Veracruzana. 37 p.
- Mosqueda V, R; Molina G, J. 1973. Estudio de caracteres correlacionados y análisis de componentes de rendimiento empleando coeficientes de sendero en (*Carica papaya* L.) *Agrociencia* 11:179.
- Mosqueda V, R; Becerra L, EN; De Los Santos de la Rosa, F. 1990. Aspersión de aceites en papayo para retardar la epidemia del Virus de la mancha anular del papayo. *In* Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (7, 1990, Culiacán, México). Memoria. p. 93.
- Nieto A, D. 1990. Epidemiología del virus mancha anular del papayo bajo diferentes fechas de siembra, densidades de plantación y localidades en Veracruz. Tesis MSc. Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. 68 p.
- Ochoa de F, M; Galindo, A J. 1977. La virosis del Papayo en México. *PANAGFA* 5 (38):6-7.
- Pereira, MCA. 1986. Respuesta de la Papaya (*Carica papaya* L.) a la humedad aprovechable residual en el suelo al momento de riego, fertilización nitrogenada y fosfórica. Tesis MSc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 164 p.
- SAGAR. 1995. Sistema-producto papaya. Datos Básicos. Veracruz, Veracruz, México. 11 p.
- Téliz D; Mora, G; Gonsalves, D; Avila, C; Durán, F. 1987. Intento por controlar el virus de la mancha anular del papayo mediante protección cruzada. *In* Congreso Nacional de Fitopatología. (14, 1987, Morelia, México). Memoria. 136 p.
- Vanderplank, JE. 1963. Plant diseases: Epidemics and control. New York, Academic Press. 349 p.

Evaluación de insecticidas sintéticos y biológicos para el control de *Antigastra catalaunalis* en ajonjolí

María Denis Lozano Tovar*
Leonardo Rey Bolívar*
Buenaventura Monge Andrade*

RESUMEN. *Antigastra catalaunalis* (Lepidoptera:Pyralidae) conocida como enrollador de la hoja es una de las principales plagas del ajonjolí. Este insecto ataca la planta desde su emergencia hasta la madurez. Su control, generalmente, se realiza con insecticidas de amplio espectro, por tanto se buscan alternativas más sostenibles. La investigación se realizó en el Centro de Investigación Nataima, Tolima, Colombia; se hicieron dos pruebas con una duración de un semestre cada una. Los tratamientos evaluados fueron tres productos uno biológico (*B. thuringiensis*) y dos sintéticos utilizados por los productores; un inhibidor de quitina (lufenuron) y un piretroide (fenvalerato) y un testigo (agua). Durante el primer semestre se utilizaron dos variedades de ajonjolí (ICA Pacandé y Sesica SM-11) y un diseño de franjas divididas, con tres repeticiones. Los productos se aplicaron semanalmente. Durante el segundo semestre se utilizó la variedad de ajonjolí Ica Pacandé y un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Las aplicaciones se realizaron siguiendo el umbral de 0,5 larvas/planta. En el primer semestre las larvas de *A. catalaunalis* se presentaron en el cultivo a los 15 días después de germinado (ddg); a partir de los 25 días superaron el nivel de riesgo en las dos variedades. La población del insecto en ICA Pacandé fue superior en un 36% con respecto a la otra variedad. En la variedad Pacandé, fenvalerato ejerció un control del 90%, seguido de *B. thuringiensis* (65%) y lufenuron (58%). En la variedad Sesica M-11, fenvalerato controló en 91%, *B. thuringiensis* en 44% y lufenuron en 27% a la plaga. En el segundo semestre los rendimientos con *B. thuringiensis* fueron superiores, pero sin ser diferentes estadísticamente a fenvalerato, pero si a los otros tratamientos. La tasa de retorno marginal de *B. thuringiensis* fue de 2,81 mientras que la de fenvalerato fue de 1,15.

Palabras clave: *Antigastra catalaunalis*, Ajonjolí, *Bacillus thuringiensis*, Lufenuron, Fenvalerato, Colombia.

ABSTRACT. Evaluation of synthetic and biological insecticides for control of *Antigastra catalaunalis* on sesame. *A. catalaunalis* (Lepidoptera:Pyralidae) known as leafroller, is one of the principal pests of sesame, attacking the plant from its emergence until maturity. Its control is generally realised with broad spectrum insecticides and therefore more sustainable alternatives are looked for. The investigation was performed at the Nataima Centre for Research, Tolima, Colombia; two trials each with a duration of six-months. The treatments evaluated were three products, one biological (*Bacillus thuringiensis*) and two synthetic used by producers; a quitine inhibitor (lufenuron) and a pyrethroid (fenvalerate), and a control (water). During the first semester two sesame varieties were used (ICA Pacandé and Sesica SM-11) and a design of divided strips, with three repetitions. The products were applied weekly. During the second semester the sesame variety ICA Pacandé was used and a completely randomised block design, with three repetitions. The applications were realised with a threshold of 0.5 larvae/plant. In the first semester, the larvae of *A. catalaunalis* appeared on the crop 15 days after germination (ddg); after 25 days they exceeded the risk level on both varieties. The insect population on ICA Pacandé was higher by about 36% with respect to the other variety. On the Pacandé variety, fenvalerate gave control of 90%, followed by *B. thuringiensis* (65%) and lufenuron (58%). On the Sessica SM-11 variety, control with fenvalerate was 91%, with *B. thuringiensis* 44% and lufenuron 27% of the pest. In the second semester yields with *B. thuringiensis* were higher and statistically different to the other treatments but not to fenvalerate. The marginal return rate of *B. thuringiensis* was 2.81% whilst that of fenvalerate was 1.15 %.

Key words: *Antigastra catalaunalis*, Sesame, *Bacillus thuringiensis* Lufenuron, Fenvalerate, Colombia.

Recibido: 01/10/99. Aprobado: 10/11/2000.

* Centro de Investigación Nataima Espinal Tolima, Colombia. Tel.: (982) 889098 - 889022. Fax (982) 889162. Email: corpoica@bunde.tolinet.com.co

Introducción

En Colombia, el ajonjolí (*Sesamum indicum*) es cultivado principalmente por pequeños productores, y su producción está destinada a la extracción de aceite, a la industria pastelera y a la exportación (Rey y Vargas 1999).

Antigastra catalaunalis (Lepidoptera:Pyralidae) es una plaga importante del ajonjolí. Su ciclo biológico tiene una duración de 23 a 25 días, por tanto, durante el ciclo de cultivo del ajonjolí pueden presentarse tres o más generaciones de la plaga. El mayor daño se presenta durante el estado vegetativo de la planta. La plaga se alimenta de los brotes terminales, causando la muerte de la plántula o estimulando el rebrote de ramas, prolongando el desarrollo vegetativo, lo cual disminuye la producción de cápsulas (Aponte *et al.* 1987, ICA 1972).

Según Aponte *et al.* (1987) el insecto causa pérdidas del 64% en plantaciones de 60 días de edad, con infestaciones de 1,7 larvas/planta y de 33% en plantaciones de 73 días de edad, con infestaciones de 2,9 larvas/planta.

Esta plaga está ampliamente distribuida en el mundo (Khan 1951); su presencia se ha informado en Francia, Bélgica, Italia, Rusia, Turquía, varias islas del Mediterráneo, Siria, algunos países del Africa Tropical, India y Pakistán. En Colombia ha sido registrado en todas las zonas productoras de ajonjolí (Posada *et al.* 1976). En este país, en la zona de Tolima e Huila hay aproximadamente 5000 ha de este cultivo.

Durante el primero y segundo instar la larva actúa como raspador. Esta etapa constituye el estadio ideal para su control porque la larva está expuesta; por el contrario, a partir del tercer instar produce hilos de seda y enrolla las hojas, flores y cápsulas, lo cual dificulta su control.

La mariposa es de hábitos nocturnos, oviposita en el envés de las hojas en forma individual, en el tercio superior de la planta o en los brotes terminales. La larva recién emergida se encuentra, generalmente, en la base de las hojas, donde empieza a alimentarse de la epidermis y parénquima de la capa superior.

Según Khan citado por Hallman (1978), la hembra pone aproximadamente 36 huevos durante 5 días, mientras que Menon *et al.* citado por Rodríguez (1991) menciona períodos de oviposición de 4 a 8 días, con un número variable de huevos (86 a 232). Estos son ovipositados principalmente en los tres primeros días. Después de dos días de incubación, eclosionan las larvas, las cuales pasan por cinco instares y el período larval dura de 8 a 10 días.

Hill (1975) citado por Hallman (1978) menciona que las larvas empupan en los brotes terminales y en residuos de cosecha. Khan (1951) señala que después de 10 días las larvas bajan y empupan en el suelo. En Colombia, las pupas se observan generalmente en el borde de las hojas enrolladas o entre los cartuchos formados por cápsulas y hojas.

El control de esta plaga se ha realizado, especialmente, empleando insecticidas sintéticos de amplio espectro, los cuales afectan la salud, el ambiente y fauna benéfica asociada. Por tanto, se buscan otras alternativas más sostenibles.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de dos productos sintéticos utilizados por los productores (fenvalerato y lufenuron) y uno biológico (*B. thuringiensis*) para el control de *A. catalaunalis* en ajonjolí.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Centro de Investigación Naitaima de CORPOICA, ubicado en Tolima, Colombia a 4° 12' N y 74° 56' 0, a una altura de 431 msnm con temperatura promedio de 28°C, humedad relativa 70% y precipitación media anual de 1300 mm.

Las pruebas se realizaron durante dos semestres (identificados como A y B). Los tres productos evaluados fueron dos sintéticos: un inhibidor de quitina (lufenuron); y un piretroide (fenvalerato), uno biológico a base de *B. thuringiensis* y un testigo (agua). Las dosis utilizadas fueron 200 cc de lufenuron/ha, 500 cc de fenvalerato/ha y 700 g de B t/ha.

En el semestre A, la población de *A. catalaunalis* fue muestreada semanalmente en cinco sitios por parcela y dos plantas por sitio. Las aplicaciones fueron semanales. Se utilizó un diseño de franjas divididas, con tres repeticiones y dos variedades de ajonjolí (ICA Pacandé y Sesica SM-11). La siembra se realizó en abril y la cosecha en setiembre.

En el semestre B las aplicaciones se realizaron utilizando un umbral de infestación entre 0,3 y 0,5 larvas/planta. La variedad de ajonjolí utilizada fue ICA Pacandé. Los tratamientos fueron dispuestos en bloques al azar con tres repeticiones. La siembra se realizó en agosto y la cosecha en enero.

Los parámetros evaluados fueron: número de larvas sanas por planta; altura de la planta (cm); altura de inicio de carga (cm); cápsulas totales/planta (No.); cápsulas afectadas/planta (%); rendimiento/parcela (g).

Las unidades experimentales estaban compuestas por 8 surcos de 10 m de longitud, con una distancia en-

tre surco de 0,65 m y entre plantas de 0,25 m. Se cosecharon los cuatro surcos centrales.

El análisis económico se realizó mediante presupuestos parciales y técnicas de análisis marginal (CIMMYT 1988).

Resultados y discusión

En el semestre A, las larvas de *A. catalaunalis* se presentaron a los 15 días después de la germinación (ddg) del cultivo; a los 25 ddg, en ambas variedades, se superó el nivel de riesgo. La población de la plaga en la variedad ICA Pacandé (2,45 larvas/planta) fue superior en un 40% con respecto a la población presente en Sesica SM-11 (0,98 larvas/planta). El nivel más alto se registró, en las dos variedades, a los 70 ddg, llegando a tres larvas/planta en la variedad Pacandé y menos de una larva/planta en Sesica SM-11. La población más alta del insecto se registró entre las etapas de prefloración y floración (Fig. 1).

Singh (1986) en estudios sobre la dinámica poblacional de *A. catalaunalis* en Haryana, India, determinó que la mayor población del insecto se presenta a los 74 días de edad del cultivo, con un promedio de 3,16 larvas/planta, con temperaturas entre 31,9 y 23°C y humedad relativa entre 91 y 61%. Estas constituyen las condiciones más favorables para su reproducción.

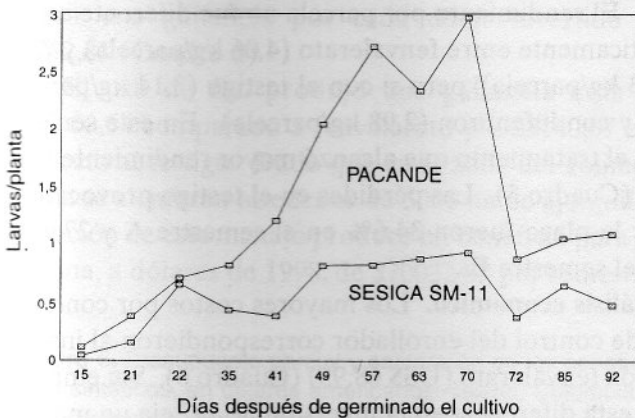


Figura 1. Infestación de *A. catalaunalis* en dos variedades de ajonjolí en el testigo. Tolima, Colombia.

Cuadro 1. Índice acumulado de larvas sanas por planta en ajonjolí, variedades Sesica SM-11 e ICA-Pacandé. Tolima, Colombia. Semestre A.

Tratamiento	Sesica SM-11		Ica Pacandé		Promedio Area acum.	Porcentaje de control	
	Area acum.	Ind. acum.	Area acum.	Ind. acum.		Sesica SM-11	Pacandé
Testigo	46,22	0,98	113	2,45	79,6 a		
Lufenuron	33,89	0,71	47,83	1,03	40,8 b	27	58
B.t.	26,00	0,55	39,97	0,86	32,9 c	44	65
Fenvalerato	4,33	0,09	11,67	0,25	8,0 d	91	90

Letras iguales no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey 0,05.

El área bajo la curva de progreso de la población de *A. catalaunalis*, en la variedad ICA Pacandé muestra que fenvalerato ejerció un control del 90%, seguido de B.t. (65%) y lufenuron (58%). En la variedad Sesica SM-11 el control mediante fenvalerato alcanzó el 91%, B.t. el 44% y lufenuron 27% (Cuadro 1).

Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo fenvalerato el mejor tratamiento con una área acumulada de 8, seguido de B.t. con 32,9. (Cuadro 1).

En el semestre B, la población registrada en el cultivo fue inferior en un 36% con respecto al semestre A del mismo año. El nivel de población más alto se registró a los 68 ddg el cultivo (2,43 larvas/planta) en el testigo.

Se realizaron cuatro aplicaciones de lufenuron, tres de fenvalerato y tres de B.t., a los 38, 46, 68, 75 y 82 días de edad del cultivo, de acuerdo al umbral de acción establecido (Cuadro 2).

En el semestre B, se determinaron diferencias significativas entre los tres tratamientos y el testigo; siendo el mejor tratamiento B.t., con una área acumulada de 30,62 seguido de fenvalerato 33,28. *B. thuringiensis* controló el 57% de las larvas, fenvalerato el 53% y lufenuron el 48%. (Cuadro 3).

Para el semestre A se determinaron diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables, altura de la planta, cápsulas totales/planta, cápsulas afectadas/planta y rendimiento/parcela. Se presentó interacción entre variedad por tratamiento, en la variable inicio de carga (Cuadro 4).

Las plantas del testigo alcanzaron la menor altura (188,5 cm). Para esta variable no se presentaron diferencias estadísticas entre las plantas tratadas con fenvalerato y B.t. El mayor número de cápsulas/planta se obtuvo con fenvalerato (163,2), seguido de B.t (148,8); el menor número de cápsulas se presentó en el testigo (114,7). Las plantas con menor porcentaje de cápsulas afectadas fueron las tratadas con fenvalerato, siendo diferentes estadísticamente de los demás tratamientos.

Cuadro 2. Nivel de infestación (larvas/planta) de *A. catalaunalis* en la variedad de ajonjolí ICA Pacandé. Tolima, Colombia. Semestre B.

Tratamiento	Días después de la germinación										
	16	22	30	38	46	52	60	68	75	82	90
Testigo	0,20	0,20	0,06	0,36	0,33	0,36	0,50	2,43	1,73	2,36	1,16
<i>B.t.</i>	0,13	0,26	0,06	0,20	0,40*	0,06	0,23	1,30*	0,83*	0,23	0,10
Lufenuron	0,16	0,23	0,03	0,40*	0,16	0,13	0,20	1,43*	1,20*	1,43*	1,86
Fenvalerato	0,20	0,33	0,03	0,20	0,47*	0,23	0,17	1,5*	0,93*	0,13	0,13

* Aplicación del tratamiento

Cuadro 3. Índice acumulado de larvas/planta en la variedad de ajonjolí ICA Pacandé. Tolima, Colombia. Semestre B.

Tratamiento	Area acumulada	Índice acumulado	% Control
Testigo	72,27 a	0,75	—
Lufenuron	37,95 b	0,39	48%
<i>B.t.</i>	30,62 b	0,31	57%
Fenvalerato	33,28 b	0,35	53%

Letras iguales no son diferentes estadísticamente según las pruebas de Tukey 0,05.

El mayor rendimiento se obtuvo con el fenvalerato. Para la variable inicio de carga se determinaron diferencias estadísticas entre tratamientos en la variedad Sesica SM-11, siendo las plantas tratadas con fenvalerato las de menor altura de carga, similar a las manejadas con *B.t.* Las plantas de la variedad ICA Pacandé no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 4).

Esta plaga afecta el rendimiento del cultivo porque incide en la altura de la planta y el número de cápsulas sanas/planta, como consecuencia de la disminución del número total de cápsulas por planta debido a la caída de flores. Además aumenta el número de cápsulas afectadas/planta reduciendo la producción.

Choudhary (1986) informó de 20 especies de insectos plagas en el cultivo del ajonjolí en Nueva Deihi, pero solamente *A. catalaunalis* fue potencialmente limitante, desde la germinación hasta la ma-

durez. Los porcentajes de pérdidas correspondientes a 5, 10, 15, 20, 25, y 30% de infestación fueron estimados en 23,66; 44,22; 61,65; 75,98; 87,19 y 95,28%, respectivamente.

En el semestre B se determinaron diferencias estadísticas entre los tratamientos para las variables total de cápsulas/planta, cápsulas afectadas y rendimiento/parcela (Cuadro 5).

El total de cápsulas/planta mostró diferencias entre los tratamientos y el testigo; el tratamiento con mayor valor fue *B.t.* (131,7) seguido de lufenuron (125,8), y de fenvalerato (119,7). Con respecto al porcentaje de cápsulas afectadas/planta, no se presentaron diferencias estadísticas entre fenvalerato (1,67) y *B.t.* (3,67); lufenuron presentó 5,67% de cápsulas afectadas, seguido del tratamiento testigo con 9,67% (Cuadro 5).

El rendimiento por parcela no fue diferente estadísticamente entre fenvalerato (4,06 kg/parcela) y *B.t.* (4,3 kg/parcela); pero si con el testigo (3,14 kg/parcela) y con lufenuron (2,98 kg/parcela). En este semestre, el tratamiento que alcanzó mayor rendimiento fue *B.t.* (Cuadro 5). Las pérdidas en el testigo provocadas por la plaga fueron 34,6% en el semestre A y 27,5% en el semestre B.

Análisis económico. Los mayores costos por concepto de control del enrollador correspondieron al insecticida fenvalerato (US\$ 68,95) (Cuadro 6). Sin embargo, esta diferencia en la inversión no refleja un mayor

Cuadro 4. Diferencia de medias para las variables altura de planta, cápsulas totales, cápsulas afectadas y rendimiento por parcela. Tolima, Colombia, Semestre A.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Cápsulas totales/planta	Cápsulas afectadas/planta (%)	Rendimiento /parcela (kg)	Altura de inicio de carga	
					Sesica SM-11	Ica Pacandé
Lufenuron	204,3 ab	121,8 bc	8,8 a	2,89 b	91,3 a	112 a
Testigo	188,5 b	114,7 c	9,3 a	2,76 b	94,5 a	109 a
<i>B.t.</i>	209,2 a	148,8 ab	7,0 a	3,11 b	87,8 ab	112 a
Fenvalerato	218,8 a	163,2 a	1,7 b	4,22 a	75,3 b	116,8 a

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Duncan.

beneficio (US\$ 321,31) El control con *B. thuringiensis* tuvo costos menores (US\$ 49,81) pero los beneficios fueron superiores (US\$ 381,96).

Cuadro 5. Total de cápsulas, rendimiento y porcentaje de cápsulas afectadas. Tolima, Colombia. Semestre B.

Tratamientos	Cápsulas totales/planta	% Cápsulas afectadas/planta	Rendimiento/ parcela (Kg)
Testigo	98 b	9,67 a	3,14 b
<i>B.t.</i>	131 a	3,67 c	4,33 a
Lufenuron	125,83 a	5,67 b	2,98 c
Fenvalerato	119,73 a	1,67 c	4,067 a

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según prueba de Tukey 0,05.

El análisis de dominancia muestra que los tratamientos lufenuron y fenvalerato son tratamientos dominados, ya que los beneficios netos disminuyen (Cuadro 7). En la figura 2 se presentan los beneficios netos, donde se observa que las pendientes de los tratamientos lufenuron y fenvalerato son negativas, mientras que el tratamiento con *B.t.* presenta una pendiente positiva.

La tasa de retorno marginal (ganancia por cada peso invertido) con el tratamiento de *B.t.* fue de 2,81 o sea una ganancia por cada dólar invertido de US\$2,81 (Cuadro 8).

El uso de *B.t.* produjo una ganancia neta de US\$ 60,64 comparado a fenvalerato y US\$140,07 con respecto al testigo. Dado que en la zona del Tolima y Huila se siembran alrededor de 5000 ha de ajonjolí, la adopción de este manejo produce un beneficio para esta zona, a dólares de 1998, de \$700324,2 por semestre.

Cuadro 6. Presupuesto parcial y estimación de los beneficios parciales para el control de *A. catalaunalis* con productos biológicos y sintéticos, en dólares americanos. Tolima, Colombia.

	Testigo	Lufenuron	Fenvalerato	<i>B.t.</i>
Rendimiento Kg/ha	965	917	1251	1331
Beneficios Brutos US\$ 0,51 kg	500,64	475,74	649,02	690,53
No. de aplicaciones control	0	4	3	3
Dosis		200 cc/ha	500 cc/ha	700 g/ha
Valor producto	0	22,59/L	35,59/L	16,30/kg
Costos aplicación	-			
Semestre		38,82	68,95	49,81
Beneficios Parciales	500,64	436,92	580,07	640,70
Costos variables	258,00	258,00	258,00	258,00
Beneficios Netos	241,89	178,16	321,31	381,96

US\$ 1- \$1542 colombianos

Además el *B.t.* constituye un beneficio ambiental en el agroecosistema del cultivo del ajonjolí, porque no afecta negativamente la fauna benéfica. Una investigación del CIAT (1989) citada por Vergara (1997) señala que fenvalerato reduce en 92% la fauna depredadora en cultivos de arroz comercial.

El uso de insecticidas de amplio espectro afecta la salud humana (sordera, conjuntivitis, insuficiencia renal e intoxicaciones). La producción de ajonjolí genera 8735 empleos permanentes, cantidad de personas que podrían enfermarse y una visita al médico más la prescripción costaría como mínimo US\$6,50 lo que significa un gasto de US\$ 56647.

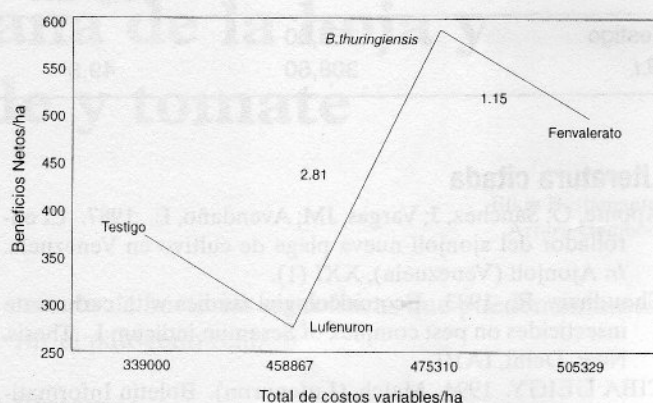


Figura 2. Curva de beneficios netos del control químico y biológico de *A. catalaunalis*. Tolima, Colombia.

Con solo tres aplicaciones de fenvalerato por semestre se asperjan 1050 g/semestre de ingrediente activo/ha; lo que equivale a 5250 kg de fenvalerato/semestre en las 5000 ha. El control de la plaga con *B.t.*, evitaría el uso de 5 t/semestre en el agroecosistema del ajonjolí y los peligros potenciales de este plaguicida en suelo y el agua.

Cuadro 7. Análisis de dominancia de la evaluación de productos sintéticos y biológicos para el control de *A. catalaunalis*. Tolima, Colombia.

Tratamiento	Total de costos que varían (US\$/ha)	Beneficios netos (US\$/ha)
Testigo	258,00	241,89
Lufenurón	298,00	178,16 D
<i>B.t.</i>	308,60	381,92
Fenvalerato	327,71	321,31 D

Cuadro 8. Análisis marginal para el control del enrollador *A. catalaunalis* con productos biológicos y sintéticos. Tolima, Colombia.

Tratamiento	Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios marginales	Tasa de retorno
Testigo	258,00		241,89		
<i>B.t.</i>	308,60	49,8	381,96	140,07	2,81

Literatura citada

Aponte, O; Sánchez, J; Vargas, JM; Avendaño, E. 1987. El enrollador del ajonjolí nueva plaga de cultivo en Venezuela. *In* Ajonjolí (Venezuela), XXI (1).

Choudhary, R. 1983. Ecotoxicological studies with carbamate insecticides on pest complex of Sesamun indicum L. Thesis. New Delhi, IARI.

CIBA GEIGY. 1994. Match. (Lufenuron). Boletín Informativo (Suiza).

CYANAMID. 1991. Como actúan los plaguicidas (piretroides). *In* Correo Fitosanitario no. 1.

CYMMIT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México.

Hallman, G. 1978. Informe sobre el enrollador (*Antigastra catalaunalis*) en ajonjolí. Nataima, Colombia, ICA.

Ibarra, J. 1994. Bacterias entomopatógenas: *In* Curso de Control Biológico, (5, 1994, Oaxaca, México). Memorias.

ICA. 1972. Programa de Entomología. Informe anual de labores. Centro de Investigación Nataima, El Espinal Tolima.

Conclusiones

A. catalaunalis presentó preferencia por la variedad ICA Pacandé. El *B.t.* ejerció un buen control de la población de la plaga en los dos semestres de la evaluación, manteniendo el nivel de infestación en la variedad Sesica SM-11 en menos de 0,5 larvas/planta, y en la variedad ICA Pacandé en menos de 1 larva/planta.

Khan, H. 1951. Preliminary observations on sesamun leafroller *Antigastra catalaunalis* (Dup). Journal of Science (Pakistán) 3 (1).

Posada, L; De Polanía, I; De Arévalo, I; Sandarriaga, A; García, F; Cárdenas, R. 1976. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín técnico no. 43 Bogotá.

Rey, B; Vargas, H. 1999. Sistema de producción. *In* El cultivo del ajonjolí. Producción y utilización. CORPOICA.

Rodríguez G; Alvarez, JA; Mesa, E; Gómez, A; Sánchez, G. 1991. Ciclo de vida del enrollador del ajonjolí, *Antigastra catalaunalis*. (DUPONCHEL) Lepidoptera: Pyralidae. *In* SIATOL (Colombia) (7): 4-5.

Singh, H; Yadava, S; Rohilla, HR. 1986. Population dynamics of sesame shoot webber an pop borer, *Antigastra catalaunalis* Duponchel. Under field conditions. *In* Sunflower and Sesamun No. 2 University Hisar India.

Vergara, R. 1997. Los plaguicidas en Colombia problemática ambiental y alternativas a su empleo. Cuadernos Divulgativos de Entomología No.1 Universidad Nacional Colombia.

Cuadro 7. Análisis de dominancia de la evaluación de productos sintéticos y biológicos para el control de *A. catalaunalis*. Tolima, Colombia.

Tratamiento	Total de costos que varían (US\$/ha)	Beneficios netos (US\$/ha)
Testigo	258,00	241,89
Lufenurón	298,00	178,16 D
<i>B.t.</i>	308,60	381,92
Fenvalerato	327,71	321,31 D

Cuadro 8. Análisis marginal para el control del enrollador *A. catalaunalis* con productos biológicos y sintéticos. Tolima, Colombia.

Tratamiento	Costos variables	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios marginales	Tasa de retorno
Testigo	258,00		241,89		
<i>B.t.</i>	308,60	49,8	381,96	140,07	2,81

Literatura citada

Aponte, O; Sánchez, J; Vargas, JM; Avendaño, E. 1987. El enrollador del ajonjolí nueva plaga de cultivo en Venezuela. *In* Ajonjolí (Venezuela), XXI (1).

Choudhary, R. 1983. Ecotoxicological studies with carbamate insecticides on pest complex of Sesamun indicum L. Thesis. New Delhi, IARI.

CIBA GEIGY. 1994. Match. (Lufenuron). Boletín Informativo (Suiza).

CYANAMID. 1991. Como actúan los plaguicidas (piretroides). *In* Correo Fitosanitario no. 1.

CYMMIT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México.

Hallman, G. 1978. Informe sobre el enrollador (*Antigastra catalaunalis*) en ajonjolí. Nataima, Colombia, ICA.

Ibarra, J. 1994. Bacterias entomopatógenas: *In* Curso de Control Biológico, (5, 1994, Oaxaca, México). Memorias.

ICA. 1972. Programa de Entomología. Informe anual de labores. Centro de Investigación Nataima, El Espinal Tolima.

Conclusiones

A. catalaunalis presentó preferencia por la variedad ICA Pacandé. El *B.t.* ejerció un buen control de la población de la plaga en los dos semestres de la evaluación, manteniendo el nivel de infestación en la variedad Sesica SM-11 en menos de 0,5 larvas/planta, y en la variedad ICA Pacandé en menos de 1 larva/planta.

Khan, H. 1951. Preliminary observations on sesamun leafroller *Antigastra catalaunalis* (Dup). Journal of Science (Pakistán) 3 (1).

Posada, L; De Polanía, I; De Arévalo, I; Sandarriaga, A; García, F; Cárdenas, R. 1976. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín técnico no. 43 Bogotá.

Rey, B; Vargas, H. 1999. Sistema de producción. *In* El cultivo del ajonjolí. Producción y utilización. CORPOICA.

Rodríguez G; Alvarez, JA; Mesa, E; Gómez, A; Sánchez, G. 1991. Ciclo de vida del enrollador del ajonjolí, *Antigastra catalaunalis*. (DUPONCHEL) Lepidoptera: Pyralidae. *In* SIATOL (Colombia) (7): 4-5.

Singh, H; Yadava, S; Rohilla, HR. 1986. Population dynamics of sesame shoot webber an pop borer, *Antigastra catalaunalis* Duponchel. Under field conditions. *In* Sunflower and Sesamun No. 2 University Hisar India.

Vergara, R. 1997. Los plaguicidas en Colombia problemática ambiental y alternativas a su empleo. Cuadernos Divulgativos de Entomología No.1 Universidad Nacional Colombia.

Opciones para el manejo de *Radopholus similis* en banano mediante hongos endomicorrízicos y compost*

Larry Lugo Urribarri[®]
Gonzalo Galileo Rivas Platero**
Tomás Rojas Miranda***
Nelly Vázquez****

RESUMEN. Entre los patógenos más importantes del banano se encuentra el nematodo barrenador, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Esta plaga ha sido controlada mediante nematicidas sintéticos, pero debido a sus efectos en la salud humana y el ambiente se buscan otras alternativas de manejo. Con este objetivo se evaluó el efecto de tres hongos endomicorrízicos (*Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana* y *Gigaspora margarita*) una enmienda orgánica y la interacción de ellos, comparándolos con el control químico mediante terbufos (dosis letal media). A las plántulas se les adicionó, al trasplante, inóculo bruto de los hongos endomicorrízicos y compost en los tratamientos que lo incluían. Sesenta días después del trasplante (ddt) se inocularon 1000 nematodos por planta. Se determinó el número de esporas/100 g de suelo seco, el porcentaje de colonización micorrízica, el número de *R. similis*/100 g de raíz fresca, la tasa de multiplicación del nematodo, el daño en las raíces primarias, el peso seco total de la planta y el contenido foliar de nutrimentos. Además se realizó un estudio histológico. Los hongos micorrízicos fueron más eficaces que el terbufos en la reducción del daño provocado por *R. similis* en las raíces primarias. La adición de compost en el sustrato también redujo en forma significativa el daño. Los mejores resultados se obtuvieron con la interacción de los hongos micorrízicos y la enmienda orgánica, a pesar de que no hubo una disminución en la población de nematodos; por el contrario, ésta aumentó sin ser nociva para las plantas. Esto demuestra el efecto supresivo de las micorrizas, con o sin materia orgánica. Los resultados sugieren un mecanismo compensatorio relacionado con el incremento en la concentración de nutrimentos en el follaje, particularmente de calcio y magnesio en plantas inoculadas con las micorrizas, y un aumento del crecimiento, producto de la interacción de los factores considerados.

Palabras clave: Endomicorrizas, *Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, Compost, Banano, *Radopholus similis*, Nematodos.

ABSTRACT. Options for the management of *Radopholus similis* on banana with endomycorrhizal fungi and compost. The boring nematode *R. similis* (Cobb) Thorne is among the most important pathogens of banana. This pest has been controlled with synthetic nematicides, but due to their effects on human health and the environment alternative management methods are looked for. With this objective the effect of three endomycorrhizal fungi (*Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana* and *Gigaspora margarita*), one organic amendment and their interactions compared with a chemical control of terbufos (half lethal dose) was evaluated. When the seedlings were transplanted a rough inoculum of the endomycorrhizal fungi and compost was added according to their treatment. Sixty days after transplant (ddt), 1000 nematodes were inoculated per plant. The number of spores/100 g of dried soil, the percentage of mycorrhizal colonisation, the number of *R. similis* /100 g of fresh roots, the multiplication rate of the nematode, damage to the primary roots, the total plant dry weight and the foliage nutrient content was determined. Also a histological study was performed. The mycorrhizal fungi were more effective than terbufos in reducing damage caused by *R. similis* in primary roots. The addition of compost to the substrate also significantly reduced damage. The best results were obtained with the interaction of mycorrhizal fungi and the organic amendment, although there was no decrease in the nematode population; on the contrary this increased without being detrimental to the plants. This shows a suppressive effect of mycorrhizae, with or without organic material. The results suggest a compensatory mecha-

Recibido: 09/06/99. Aprobado: 10/11/2000.

* Parte de la tesis de Mag. Sc. del primer autor. Escuela de Posgrado, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

** Universidad del Zulia, Fac. de Agronomía. Apartado 15160, Maracaibo, Venezuela. Email: lelugo@luz.ve

*** Area de Agricultura Tropical Sostenible, CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica.

**** Ministerio de Agricultura, Dirección de Investigaciones. Costa Rica.

***** Laboratorio de Histología, CATIE.

ism related to increased concentrations of nutrients in the foliage, particularly of calcium and magnesium in plants inoculated with mycorrhizae, and an increase in growth resulting from the interaction of the factors considered.

Key words: Endomycorrhizae, *Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, Compost, banana, *Radopholus similis*, Nematodes.

Introducción

Nematodos constituyen un factor limitante en la producción del género *Musa*. En Costa Rica y Panamá ocasionan reducciones de 30 a 50% en el rendimiento del cultivo, mientras que en Guatemala y Honduras, las pérdidas son de 10 a 20% (Jones 1996). El nematodo barrenador, *Radopholus similis* (Cobb) es uno de los patógenos más importantes del cultivo. Actualmente, la producción de esta fruta para exportación sólo es posible mediante el uso de nematocidas sintéticos (Luc *et al.* 1990, Marín *et al.* 1998). El alto costo económico de esta plaga es ocasionado por los altos costos de su control y por las pérdidas de producción ocasionadas por la caída o acame de las plantas. Los nematocidas deterioran la salud humana y el medio ambiente (Davide 1996), lo cual ha despertado, tanto en zonas tropicales como subtropicales, un creciente interés por evitar sistemas de manejo basados en el uso de químicos (Luc *et al.* 1990). En este sentido, se busca una amplia gama de opciones basadas en el uso de bajos insumos, orientada hacia la sostenibilidad de los agroecosistemas. En este enfoque se consideran el uso de cultivares resistentes, planticuerpos transgénicos (Ramos *et al.* 1995), la rotación de cultivos, policultivos, manejo de fechas de siembra y cosecha, uso de enmiendas orgánicas, coberturas de cultivos trampa, antagonistas, barbechos, inundaciones (Luc *et al.* 1990), solarización (DeVay *et al.* 1990) y el empleo de microorganismos benéficos del suelo que parasitan o antagonizan a los nematodos. Entre estos microorganismos están los hongos endomicorrízicos. Estos establecen una asociación simbiótica mutualista con la mayoría de las plantas superiores demostrando su eficacia para incrementar los rendimientos y la tolerancia, tanto a nematodos fitoparásitos como a diversos patógenos del suelo (Azcón-Aguilar y Barea 1996). La inoculación temprana de endomicorrizas en plantas de banano provenientes de cultivos *in vitro*, ha logrado reducir el daño provocado por nematodos fitoparásitos de los géneros *Radopholus*,

Pratylenchus y *Meloidogyne*. El mecanismo involucrado parece ser, principalmente, una compensación del daño por efecto del mejoramiento en la absorción de nutrimentos y el crecimiento (Umesh *et al.* 1988, Jaizme-Vega *et al.* 1997, Pinochet *et al.* 1997, Jaizme-Vega y Pinochet 1998).

Sin embargo, hay muy pocas investigaciones en el control de nematodos en banano utilizando hongos micorrízicos y las existentes son, especialmente, con el género *Glomus*. Tampoco se conocen evaluaciones del efecto de las enmiendas orgánicas y su interacción con los hongos endomicorrízicos para el manejo de nematodos fitoparásitos en banano.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres hongos endomicorrízicos (*Glomus occultum*, *Entrophospora colombiana* y *Gigaspora margarita*) y sus interacciones con una enmienda orgánica para el manejo de *R. similis* en banano. Además realizar un estudio histológico y de contenido de nutrimentos en el follaje que permita explicar los posibles mecanismos de estas interacciones.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en una casa de mallas del Área de Agricultura Tropical Sostenible del Centro Agronómico Tropical para la Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en Turrialba, Costa Rica. Turrialba está localizada entre 9°53' N y 83°38' O, a 602 msnm, en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano (Holdridge 1978). Dentro de la casa de mallas la temperatura media fue de 27°C, la radiación solar promedio de 13 MJ/m² día. La humedad relativa alcanzó un promedio máximo de 100%, generalmente después de las 6:00 pm, con una media de 82% y un promedio de mínima de 63%.

Endurecimiento. Se emplearon plántulas provenientes de cultivo *in vitro*, endurecidas durante 30 días siguiendo la metodología de Cote¹. Este proceso consistió en eliminar el medio nutritivo adherido a las raíces, las cuales se cortaron dejándolas de 1 cm de

¹1998. Protocolo para el endurecimiento de vitropiantas de banano. Laboratorio de Biotecnología. CATIE, Turrialba, Costa Rica (Comunicación personal).

longitud. Las plántulas se trasplantaron en bandejas de polietileno, para lo cual se utilizó un sustrato estéril formado por 75% de compost y 25% de una mezcla 3:1 de suelo:arena lavada. El suelo utilizado en el sustrato es de origen aluvial, perteneciente a la Serie "Juray", Orden Inceptisol, Sub-orden Tropepts, Grupo Dystropepts, Subgrupo Typic Humitropepts, Familia Fine mixed hysohyperthermic. El sustrato fue tamizado y luego esterilizado en autoclave a 121°C y 20 psi durante 1 h. El suelo tenía un pH de 5,0, acidez extraíble de 0,85; 2,93 Cmol(+)/L de Ca, 1,14 Cmol(+)/L de Mg; 0,23 Cmol(+)/L de K; 10,36 mg/L de P; 19,93 mg/L de Cu; 3,15 mg/L de Zn; 27,9 mg/L de Mn y 0,24% de N. Durante las primeras dos semanas se hicieron nebulizaciones con agua corriente por espacio de 15 segundos cada hora, a partir de la tercera semana se hicieron cada 2 h. En la cuarta semana, se nebulizó por 30 segundos, de cuatro a seis veces por día, según las condiciones climáticas. Se aplicó una solución nutritiva tres veces por semana, la cual contenía 300 g de nitrato de potasio, 40 g de fosfato monobásico de amonio y 75 g de sulfato de magnesio heptahidratado diluidos en 10 de agua.

Inoculación de micorrizas. Las plántulas endurecidas se inocularon con las micorrizas al momento del trasplante, en macetas de 3 kg, con 4 g de inóculo bruto por planta/maceta, colocados en el fondo del hoyo de siembra y mezclados ligeramente con el sustrato². Los hongos endomicorrízicos evaluados provinieron de aislamientos del CIAT que en la actualidad forman parte de la colección del CATIE y fueron *E. colombiana*, *G. margarita* y *G. occultum*. El sustrato estéril consistió en una mezcla de 75% del suelo descrito con 25% de arena lavada. El mismo se regó hasta capacidad de campo y 24 h después se aplicó el inóculo. De esta manera se evitó que las esporas fueran arrastradas hasta el fondo de las macetas, por efecto del agua de riego. Se colocó una malla No. 65 para disminuir la radiación solar durante las primeras 3 semanas de crecimiento.

Enmienda orgánica. Se empleó compost como enmienda orgánica, en una dosis de 25% del sustrato utilizado para el trasplante en macetas. El compost se elaboró en el Área de Agricultura Tropical Sostenible del CATIE, a partir de materiales verdes picados (zacates), pulpa de café, hoja de plátano, sedimentos de

un lago artificial y estiércol de ganado vacuno. El período de maduración fue de tres meses, volteándolo cada 15 días. El análisis químico del producto final indicó un contenido de 1,4% de N; 1,01% de Ca; 0,28% de Mg; 0,14% de K; 0,28% de P (equivalente a 0,64% de P₂O₅); 174,77 mg/L de Cu; 130,73 mg/L de Zn y 1852,6 mg/L de Mn³. La proporción C:N correspondió a 1:1,72 (12,76% Carbono Orgánico:22% Materia Orgánica). El análisis de hongos micorrízicos mostró un promedio de 1564 esporas/100 g de compost sobre base seca. Los géneros *Glomus* y *Acaulospora* fueron los predominantes.

Riego y fertilización. Para compensar las pérdidas por evapotranspiración las plantas se regaron con agua según lo requerido. En los 60 días después del trasplante, se aplicó por vía foliar, un complemento de P a las plantas sin inocular con hongos endomicorrízicos. La dosis equivalente fue de 22 kg de P/ha (50 kg de P₂O₅/ha), según lo recomendado por López y Espinosa (1995) para suelos con 10-20 mg/L de P. El sustrato tenía una concentración de 10,36 mg/L de dicho elemento. Se consideró una profundidad efectiva del suelo de 30 cm, debido a que en términos generales, allí se concentra del 60-70% de las raíces de la planta de banano (Soto 1992). A los 30 días después del trasplante se corrigió, en todas las plantas, una deficiencia incipiente de N y K. Para ello se utilizó 1250 mg de nitrato de potasio y 472 mg de nitrato de amonio por planta, incorporado al suelo por medio del agua de riego. Estas dosis corresponden a 350 kg/ha/año de N y 600 kg/ha/año de K₂O, calculadas con base en el análisis químico del sustrato y las recomendaciones de López y Espinosa (1995) para la fertilización del banano.

Inoculación de los nematodos. Se recolectaron raíces altamente infectadas con *R. similis* en la localidad de La Rita, Limón, Costa Rica. La extracción de los nematodos se hizo por macerado y cernido (Vilardebo 1972). Este método consiste en cortar las raíces, después de lavarlas con agua, en trozos de 0,5 a 1 cm, colocándolas en un vaso de precipitado de 500 ml, con un suministro de oxígeno durante 12 h. La solución se tamizó con cribas de 100 y 400. Los nematodos obtenidos se esterilizaron sumergiéndolos en una solución al 0,3% de sulfato de estreptomycin, durante 25 minutos, en vasos de precipitado de 500 ml provistos de una fuente de oxígeno. Finalmente, se enjuagaron tres

2 El inóculo bruto contenía estructuras vegetativas y reproductivas del hongo endomicorrízico, mezcladas con raíces inoculadas de plantas hospedantes del género *Brachiaria* sp. en el sustrato estéril. El número de esporas/100 g de inóculo de *G. occultum* fue 480, *E. colombiana* de 12960 y *G. margarita* de 2440.

3 Método de análisis: digestión húmeda con mezcla de ácidos nítrico-perclórico 5:1. Determinación por Absorción Atómica para macro elementos. Fósforo por colorimetría. Nitrógeno por digestión en semi-micro Kjeldahl.

veces con agua destilada estéril. Se realizó una segunda extracción, a partir de las mismas raíces, aplicando el método del licuado y tamizado (Niblack y Hussey 1985) proveyendo oxígeno durante el proceso. La esterilización y el enjuagado se realizó como se describió. Todas las plantas fueron inoculadas con suspensiones acuosas estériles que contenían 1000 ± 14 *R. similis* entre formas juveniles y adultas, predominado las hembras.

Diseño experimental: Se eligió un diseño completamente al azar, con un arreglo seudofactorial y ocho repeticiones, seis de ellas efectivas. Dos repeticiones se emplearon en muestreos destructivos, uno para estudios preliminares sobre la inoculación de las micorrizas, y otro al final del experimento, para el análisis de nutrimentos en el follaje. La unidad experimental consistió en una planta de banano sembrada en maceta y con el manejo descrito. Los dos factores evaluados fueron el compost y los hongos endomicorrízicos. Del primero se consideró la incorporación o no del mismo en el sustrato y del segundo cuatro niveles, las tres especies de hongos, y uno sin endomicorrizas. Los tratamientos fueron: **T1** = testigo, plantas inoculadas con *R. similis*; **T2** = plantas inoculadas con *R. similis* a cuyo sustrato se le incorporó compost durante el trasplante (Rs+MO); **T3** = plantas inoculadas con *G. occultum* (LOCT+Rs), **T4** = plantas inoculadas con *E. colombiana* (ECLB+Rs); **T5** = plantas inoculadas con *G. margarita* (GRMG+Rs); **T6** = plantas inoculadas con *G. occultum*, y con adición de compost (LOCT+Rs+MO), **T7** = plantas inoculadas con *E. colombiana*, y con adición de compost (ECLB+Rs+MO); **T8** = plantas inoculadas con *G. margarita*, y con adición de compost (GRMG+Rs+MO); y **T9** = plantas inoculadas con *R. similis* y asperjadas con 10 mg/L del nematicida terbufos (Counter), dosis definida por Rivera y Vélchez (1995) como la concentración efectiva media del producto (terbufos+Rs). Esto se aplicó a los 100 días después del trasplante. Este último tratamiento le confirió al diseño la característica de seudofactorial y se añadió para comparar el posible efecto de los factores previos con respecto al control químico de nematodos.

Las variables evaluadas a los 120 días después del trasplante fueron: el número de esporas/100 g de suelo seco (NESP), aplicando el método del tamizado (Brundrett *et al.* 1996); el porcentaje de colonización micorrízica (PCM) mediante tinción de las raíces con azul de tripano al 0,05% en ácido láctico (Koske y Gemma 1989); el número de *R. similis*/100 g de raíz

fresca (NRS), utilizando el método de macerado y cernido (Vilardebo *et al.* 1972); la tasa de multiplicación de *R. similis* (TMRS), definida por el cociente población final/población inicial ($TMRS = Pf/Pi$); el daño en las raíces primarias (DRP) según el método propuesto por Speijer y Gold (1996); y la biomasa expresada en términos de peso seco total (PST). Luego de estudiar el cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza, y de evaluar algunas transformaciones, NRS y NESP se transformaron con $\log(\text{valor original}+1)$; TMRS y DRP, con raíz cuadrada del valor original + 0,5; y PCM con arco seno. Se hizo un análisis de correlación entre las variables utilizando el coeficiente de Pearson, tomando en cuenta los valores transformados.

Con el objeto de explicar los posibles mecanismos de las interacciones hongos endomicorrízicos-nematodos, se analizó el contenido foliar de Ca, Mg, K, P, N, Cu, Zn y Mn. También se realizó un estudio histológico de las raíces, para el cual, se tomó una muestra de 0,5 g, aproximadamente, que se almacenó en el fijador FAA. Secciones de 1 cm de raíz se deshidrataron en una serie ascendente de etanol (50-70-80-90-95-100% v/v) por espacio de 1 h en cada concentración. Estas se infiltraron con historesina durante 12 h a 4°C para formar bloques, que se seccionaron en láminas de tres micras de grosor. Cada corte se tiñó con la técnica de Schiff-Naphthol Blue-Black (CIRAD 1989) y se colocaron tres por portaobjeto. Estos se sellaron con el respectivo cubreobjeto, haciendo tres placas por cada tratamiento. Los cortes se observaron al microscopio con aumentos entre 40x y 800x.

Resultados y discusión

El daño en las raíces primarias se redujo significativamente ($p=0,0021$) por efecto de la inoculación con los hongos micorrízicos. La simbiosis planta-hongo fue más efectiva que el control químico para reducir el daño causado por los nematodos. Los hongos endomicorrízicos *G. occultum* y *E. colombiana* produjeron un mejor resultado que *G. margarita*. El primero de estos hongos disminuyó el daño en las raíces primarias a 23,83%, mientras que con *E. colombiana* el daño fue de 27%, siendo diferentes significativamente al testigo. *G. margarita* por sí solo no disminuyó el daño en las raíces, sin ser diferente al testigo (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con las investigaciones de Umesh *et al.* (1988) con *G. fasciculatum* para el control de *R. similis* y Jaizme-Vega y Pinochet (1998) en una investigación con tres hongos micorrízicos para el control de *Pratylenchus Goodoyi*. Las plantas inocu-

ladas con el nematodo, sin la aplicación de control químico y sin micorrizas presentaron 53% de daño en raíces primarias, el más alto del experimento. Con respecto al control químico, la aplicación de terbufos redujo la población de nematodos a 55,6% si se compara con el testigo. A pesar de ello, el daño en las raíces primarias fue significativamente superior al registrado con *G. occultum* y *E. colombiana* (Cuadro 1).

El compost incorporado en el sustrato, también provocó una disminución altamente significativa ($p=0,0041$) en el daño de raíces primarias. La enmienda orgánica aplicada en el tratamiento de materia orgánica redujo el daño hasta 36,5%, cifra significativamente menor que la del control, pero comparable al efecto del nematicida sintético. Sin embargo, no llegó a ser tan efectiva como *G. occultum* y *E. colombiana* (Cuadro 1). El sustrato en este estudio contenía 25% de compost y 75% de una mezcla 3:1 de suelo y arena, lo cual equivale a 750 t/ha de compost/ha. Esto significa un aporte de 165 t/ha de materia orgánica, con base en el análisis químico del compost, que corresponde a 5,5% de materia orgánica para un suelo con una profundidad efectiva de 30 cm. Noval *et al.* (1997) en una evaluación de varios sustratos, plántulas de banana del cultivar 'Parecido al Rey' y inoculadas con *G. mosseae*, determinaron los mejores resultados en cuanto al crecimiento vegetativo y al establecimiento de la simbiosis, con una mezcla 1:1 de suelo y estiércol de ganado vacuno. Las enmiendas orgánicas de origen vegetal han tenido un efecto supresivo sobre nematodos fitoparásitos. Kokalis-Burelle y Rodríguez-Kabana (1994) encontraron que el número de juveniles de *Heterodera glycinis* y del nematodo agallador *Meloidogyne* sp., declinó a medida que el porcentaje de la enmienda aumentó hasta 5% en un suelo infestado. Incluso, el efecto de enmiendas orgánicas

vegetales incorporadas al suelo ha resultado superior al control químico de *M. incognita* en plantaciones de guayaba (Tuck 1998).

En esta investigación ni las endomicorrizas ni el compost redujeron la población de nematodos. La tendencia fue el aumento del número de *R. similis* en 100 g de raíz fresca así como la tasa de multiplicación del nematodo, con respecto al testigo, pero no así el daño en las raíces primarias. Una explicación para la disminución en el daño provocado se relaciona con el incremento del peso seco total en presencia del compost. El efecto favorable de una enmienda orgánica sobre el crecimiento de plantas de banana ha sido confirmado por otros autores (Noval *et al.* 1997, Smith 1998). El compost y los hongos endomicorrízicos favorecieron la concentración de nutrientes en el follaje, como se presentará más adelante. De esta manera, la mejora en la nutrición y el crecimiento permitió compensar el daño provocado por *R. similis*. Cabe agregar, que la relación C:N del compost (1:1.72), puede interpretarse como un buen suministro de nutrientes al suelo, de acuerdo con las consideraciones de Kass (1996).

Por tanto, los mejores resultados se obtuvieron combinando el compost con los hongos endomicorrízicos. Se destaca el tratamiento de *G. occultum* + materia orgánica cuyo daño en las raíces apenas alcanzó 13,17%, aún cuando la población de nematodos aumentó significativamente, comparada con el testigo. Pero, al mismo tiempo, también mostró un mejor crecimiento con base en el valor significativamente mayor del peso seco total de la biomasa (Cuadro 1). Hussey y Roncadori (1982) señalan que en ciertos hospedantes, la reproducción del nematodo puede ser estimulada, aunque el crecimiento de la planta y la tolerancia al parásito no se vean afectados. Ellos consi-

Cuadro 1. Número de *R. similis*/100 g de raíz fresca (NRS), tasa de multiplicación del nematodo (TMRS), daño causado en la raíz principal (DRP) y peso seco total (PST) en nueve tratamientos. Turrialba, Costa Rica.

Tratamientos	NRS	TMRS	DRP (%)	PST
Testigo	33625 abc	18,28 ab	53,00 a	17,71 cdef
Materia orgánica	33625 abc	23,29 ab	36,50 abc	23,36 a
<i>G. occultum</i>	34458 abc	16,21 ab	23,83 cd	16,75 ef
<i>E. colombiana</i>	42833 ab	21,03 ab	27,00 bcd	17,29 def
<i>G. margarita</i>	64583 a	27,21 ab	52,17 a	15,72 f
<i>G. occultum</i> + materia orgánica	39625 ab	22,03 ab	13,17 d	20,89 abcd
<i>E. colombiana</i> + materia orgánica	67681 a	37,49 a	21,00 cd	20,93 abcd
<i>G. margarita</i> + materia orgánica	59375 a	29,51 ab	22,92 cd	21,62 ab
Terbufos	18695 bc	9,27 bc	39,33 abc	17,55 cdef

*En una columna, medias con la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p<0,05$). Cada valor es el promedio de seis repeticiones.

deran que esto se puede deber a varios factores como: a) las raíces inoculadas con micorrizas podrían ejercer una mayor atracción sobre estados juveniles infectivos, b) la colonización del sistema radical incrementa su volumen en ciertos casos, resultando en una mayor oferta de sitios de penetración para el nematodo, c) una vez que los nematodos han penetrado, la endomicorriza podrían favorecer su supervivencia o el desarrollo; y d) las hembras adultas podrían producir más huevos dentro de plantas más vigorosas.

Por otra parte, en plantas del cultivar 'Dwarf Cavendish' inoculadas con *G. fasciculatum*, se redujo de manera significativa el número de *R. similis* en el suelo y en la raíz; esto se informó tanto para inoculaciones previas del hongo como para las simultáneas (Umesh *et al.* 1988). Sin embargo, esta respuesta no es constante y varía según la especie de nematodo y endomicorriza, aún para el mismo hospedante. Por ejemplo, el cultivar 'Gran Enano' inoculado con *M. javanica* y *G. intraradices* no mostró diferencias entre la población final por planta o por gramo de raíz, con respecto al testigo sin micorrizas (Pinochet *et al.* 1997). *M. javanica* interactuando con *G. mosseae* en este mismo cultivar mostró una mayor población final del nematodo en presencia de endomicorrizas; pero la densidad dentro de las raíces fue menor debido a un efecto de dilución que se produjo por el incremento en el tamaño de las raíces pertenecientes a plantas simbióticas.

La efectividad de los hongos endomicorrízicos para reducir el daño en raíces primarias no estuvo relacionada con la magnitud de la colonización de los simbiontes, evaluada como el porcentaje de colonización micorrízica. Esta variable no mostró diferencias significativas entre tratamientos, a pesar de haberse registrado un valor máximo de 71,33% en el tratamiento con *G. margarita* y uno mínimo de 49,76 con el terbufos (Cuadro 2). No se determinó correlación entre el porcentaje de colonización micorrízica, el daño de raíces principales y el peso seco total de la biomasa o el contenido foliar de nutrimentos. Este análisis se hizo a partir de datos transformados. Alvarez-Santiago *et al.* (1996) propusieron aplicar el modelo de regresión logística para poder estudiar los datos originales del porcentaje de colonización.

En plantas de banano de la selección Johnson 11 (*Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo Cavendish), inoculadas con dos especies de *Glomus*, se registró un porcentaje de colonización micorrízica máximo de 38%. Este valor es notablemente más bajo que el del tratamiento de *G. margarita* (Cuadro 2). Aún así, las

primeras evidenciaron un mejor estado fitosanitario, mayor peso fresco radical y raíces tróficas (las más delgadas) de mayor longitud, con respecto al testigo sin inocular (Jaizme-Vega *et al.* 1991). Estos no permiten explicar el significado biológico del porcentaje de colonización micorrízica. Por ejemplo, Clark (1997) señaló que, en general, el mismo no se relaciona con la materia seca producida. En este sentido, Hayman (1983) advierte que aún cuando los porcentajes de colonización puedan ser similares, su efectividad simbiótica puede resultar marcadamente diferente.

Cuadro 2. Número de esporas (NESP) y porcentaje de colonización de simbiontes micorrízicos (PCM) en nueve tratamientos. Turrialba, Costa Rica.

Tratamientos	NESP	PCM
Testigo	-	-
Materia orgánica	556,83 abc*	65,67 a
<i>G. occultum</i>	1437,67 a	49,76 a
<i>E. colombiana</i>	272,33 bcd	62,35 a
<i>G. margarita</i>	88,50 cd	71,33 a
<i>G. occultum</i> + materia orgánica	107,33 bcd	63,67 a
<i>E. colombiana</i> + materia orgánica	0,00 e	63,33 a
<i>G. margarita</i> + materia orgánica	90,50 d	69,67 a
Terbufos	-	-

*En una columna, medias con la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Cada valor es el promedio de seis repeticiones.

La tasa de multiplicación de los hongos endomicorrízicos, evaluada por el número de esporas de simbiontes, fue significativamente diferente entre tratamientos. *G. occultum* produjo el mayor número de esporas (1437,67) seguido por *E. colombiana* (272,33) y *G. margarita* (88,50) (Cuadro 2). La adición de compost disminuyó significativamente la reproducción de estos hongos, hasta inhibirla en el caso de *E. colombiana* (Cuadro 2) con una concentración de P de 706 mg/kg. Esta respuesta puede explicarse en función del aporte de nutrimentos por parte de la enmienda orgánica. Se determinó un aumento significativo del N, P, K, Ca y Mg en el tejido vegetal, por efecto del compost, como se discute más adelante. El incremento de nutrimentos en el suelo disminuye la simbiosis, de acuerdo con los estudios de Hayman (1983), Azcón-Aguilar y Barea (1997) e Ishii *et al.* (1999). Una alta concentración de P restringe la formación de micorrizas en el caso de *G. margarita*. Nagahashi *et al.* (1996) observaron una inhibición significativa en la elongación del tubo polínico a 31 mg/kg de P, mientras que la ramificación y la longitud de las hifas se inhibieron significativamente a 310 mg/kg de P.

La presencia de hongos nativos se hizo evidente con el tratamiento de *E. colombiana* + materia orgánica, donde el hongo no se desarrolló, pero la colonización tuvo lugar con un porcentaje de 63,33%. Este no mostró diferencias con los demás tratamientos con plantas inoculadas con la micorriza. Se pudo identificar los géneros *Glomus* sp., y en menor cantidad, *Acaulospora* sp. Rivas Platero (1997) también encontró esporas de hongos micorrizógenos nativos en el compost utilizado en esta investigación. Esto explica que el segundo mejor valor en el número de esporas de simbiontes se alcanzaron con el tratamiento de materia orgánica y *R. similis*. En los suelos de sistemas intensivos de cultivo de banano esta variable ha oscilado entre 1,5 y 102 esporas (Declerck *et al.* 1999), valores muy inferiores al máximo en esta investigación con el tratamiento de *G. occultum* (Cuadro 2). En ecosistemas naturales el número de esporas alcanzó un máximo de 684 esporas y mostró una elevada correlación con el P total, el pH y la textura. Los suelos arenosos, más secos, sin leguminosas y durante el invierno, mostraron mayor cantidad de esporas con presencia de los géneros *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* y *Sclerocystis* (Bhardwaj *et al.* 1997). Estos resultados coinciden con lo informado por Munyanziza *et al.* (1997) con respecto al efecto nocivo que tienen las prácticas agrícolas modernas basadas en insumos, sobre los hongos micorrizógenos. Estos autores añaden que la agricultura sostenible de bajos insumos favorece las poblaciones de estos microorganismos benéficos.

La relación entre el número de esporas y la colonización micorrízica fue inversa, tanto en presencia como en ausencia de la enmienda orgánica (Cuadro 2). De hecho, la correlación fue inversa y significativa ($R = -0,84$ y $p = 0,0353$). Hayman (1975) encontró una correlación entre estas variables; en otras investigaciones, este hecho no se ha verificado (Porter 1979).

Menge (1983) señala que es inadecuado utilizar el número de esporas para comparar la eficiencia de hongos endomicorrízicos, porque ellas son de diferente tamaño y germinabilidad. Algunos aislamientos pueden ser eficaces a altas densidades mientras otros lo son a bajas densidades, y agrega que el número de esporas, así como el potencial de inóculo, debe separarse de la eficiencia simbiótica intrínseca de un aislamiento.

En cuanto a la concentración de nutrimentos en el tejido foliar, los hongos endomicorrízicos inoculados aumentaron significativamente el Ca y Mg. Así mismo, produjeron una concentración de P similar al de las plantas fertilizadas con este elemento (Cuadro 3).

La inoculación con *G. occultum* y *G. margarita* produjo las concentraciones de Ca más altas, siendo significativamente diferentes de las plantas sin micorrizas (testigo) (Cuadro 3). Pinochet *et al.* (1997) también encontraron un nivel de Ca más alto en plantas de 'Gran Enano' inoculadas con *G. intraradices*, con o sin nematodos. Umesh *et al.* (1988) informó un efecto similar con *G. fasciculatum* en el cultivar 'Dwarf Cavendish'. Este elemento podría desempeñar un importante papel en el mantenimiento de micorrizas funcionales en banano. Jarstfer *et al.* (1998) confirmaron una senescencia prematura de raíces de papa y cebolla inoculadas con *Glomus* sp. (Aislamiento FL329 del INVAM), cuando la concentración de este elemento fue baja, lo cual pudo haber interrumpido la asociación simbiótica.

El Mg se incrementó siendo altamente significativo ($p = 0,0188$) siguiendo la tendencia anterior. Las plantas carentes de micorrizas evidenciaron 0,98% de Mg en su parte aérea, valor que fue mayor en presencia de *G. occultum* y *G. margarita* de manera significativa (Cuadro 3), siendo 1,05% para ambos. Esto también ocurrió en plantas de 'Gran Enano' inoculadas con *G. intraradices* e infectadas con *M. javanica*, las

Cuadro 3. Contenido de nutrimentos en la parte aérea de plantas de banano con y sin micorrizas. Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Testigo *	3,03 a**	0,19 a	2,71 a	1,42 b	0,98 b	587,64 b	32,89 a	732,01 a
<i>E. colombiana</i>	3,00 a	0,17 bc	2,68 a	1,47 ab	1,02 ab	571,92 b	34,56 a	644,51 b
<i>G. margarita</i>	2,99 a	0,18 ab	2,71 a	1,51 a	1,05 a	666,27 a	30,14 a	674,15 ab
<i>G. occultum</i>	3,01 a	0,16 c	2,63 a	1,53 a	1,05 a	582,11 b	34,17 a	707,81 ab

* Plantas sin inocular con micorrizas, infectadas con *R. similis*, fertilizadas con fósforo (22 kg de P/ha).

** Medias con la misma letra en una misma columna no difieren entre sí con base en la prueba LSMEANS⁴ ($p < 0,05$). Cada valor es el promedio de seis repeticiones.

cuales mostraron una concentración máxima de 0,74% de Mg (Pinochet *et al.* 1997). *G. fasciculatum*, colonizando plantas de 'Dwarf Cavendish' produjo un efecto análogo (Umesh *et al.* 1988).

El contenido de P fue mayor en las plantas fertilizadas del tratamiento testigo y con terbufos. En promedio, se encontró 0,1862% de P en la parte aérea gracias a la fertilización en una dosis equivalente a 22 kg/ha (Cuadro 3). No obstante, la inoculación con *G. margarita* no fue diferente estadísticamente a la de estos tratamientos. Por otra parte, en las plantas inoculadas con *E. colombiana* y *G. occultum*, el contenido de P fue menor. Declerck *et al.* (1994) reportaron que *G. mosseae* permitió una mayor acumulación de P y K en el follaje de plantas inoculadas, con respecto al testigo.

Únicamente *G. margarita* presentó un contenido de Cu significativamente superior al resto de los tratamientos (Cuadro 3). La concentración de este elemento, particularmente elevada, obedece a la aplicación foliar de sulfato de cobre al 0,3%. Esta fue una medida preventiva contra el desarrollo de manchas necróticas en las hojas, observada en trabajos anteriores.

En el follaje de las plantas inoculadas, la concentración de Mn fue menor. *E. colombiana* registró el valor más bajo (644,51 mg/kg), siendo significativamente menor al testigo (732,01 mg/kg) (Cuadro 3).

Los ataques de nematodos fitoparásitos han afectado el contenido de nutrimentos en las plantas. Comparando los datos obtenidos de las plantas inoculadas con *R. similis* y de las plantas sanas sujetas al manejo en este experimento (datos no publicados), se encontró una reducción de 4% en el Mg del tejido foliar. Este hecho también fue comprobado por Umesh *et al.* (1988) quienes determinaron una disminución en forma significativa del Mg, N, P, K y Ca en el follaje por efecto del mismo nematodo. Un resultado similar obtuvo Jaime-Vega *et al.* (1997) con *M. incognita* y *G. mosseae* en 'Gran Enano'.

La reducción del daño en las raíces primarias en esta investigación, debido a la inoculación con las micorrizas, podría obedecer a un incremento en la absorción de nutrimentos. Esto puede explicarse por el efecto sinérgico de las endomicorrizas y la materia orgánica aportada por el compost, en los tratamientos de los hongos más materia orgánica (T6, T7 y T8). El análisis estadístico reveló un incremento altamente significativo en la concentración foliar de N, P, K, Ca y Mg como respuesta a la adición del compost. Así la concentración promedio fue de 3,14; 0,20; 2,91;

1,59 y 1,17%, respectivamente. En ausencia de esta enmienda orgánica, la concentración foliar fue de 2,88; 0,15; 2,45; 1,38 y 0,89% de los elementos en el orden citado.

En este estudio, las endomicorrizas no influenciaron el contenido foliar de N, K y Zn. Pero existe evidencia de que, aún cuando la concentración de N no se ha incrementado en el tejido de plantas inoculadas con micorrizas, la actividad de la enzima nitrato reductasa ha sido significativamente mayor, con respecto al testigo sin inocular (Hawkins y George 1999). Los cambios fisiológicos en presencia de micorrizas han sido mencionados por otros autores (Hussey y Roncadori 1982, Hayman 1983, Paul y Clark 1996).

La observación microscópica de secciones de raíces tróficas teñidas con azul de tripano, reveló la existencia de arbusculos, vesículas, esporas y micelio, así como células auxiliares en el exterior de la raíz. En el tratamiento de *G. margarita* + materia orgánica se observó que la colonización fue mixta por este hongo y cepas nativas del género *Glomus*. Este exhibió su patrón de colonización característico con las hifas recorriendo la raíz, penetrando frecuentemente a lo largo de ella. También la presencia de vesículas alargadas a globosas pudo deberse a estos hongos, pues en *G. margarita* no se desarrollan (Fig. 1a). Algunas esporas intraradicales también se observaron, junto con estructuras de fructificación. Los arbusculos fueron más abundantes en raíces de 100 días de edad. Las estructuras extracelulares como las células auxiliares estuvieron presentes en los tratamientos de *G. margarita* sin materia orgánica y con ella (Fig. 1b).

En la figura 2 se puede apreciar la íntima relación planta-hongo. La figura 2a pertenece a una raíz que no fue inoculada con hongos micorrizógenos y en la 2b, el córtex de una raíz inoculada, la cual aparece densamente colonizada por las estructuras arbusculares de *G. occultum*.

Estos cambios anatómicos y morfológicos pueden explicar algunos mecanismos de interacción con organismos benéficos o perjudiciales para los cultivos. Con respecto a la interacción con organismos patógenos, Azcón-Aguilar y Barea (1997) señalan el mejoramiento de la nutrición de la planta, la compensación en el daño provocado por los organismos plaga, y la competencia por los fotosintatos y los sitios de colonización e infección. Estos autores también señalan la importancia de los cambios en las poblaciones de microorganismos de la rizosfera, así como la expresión localizada de los mecanismos de defensa de la planta.

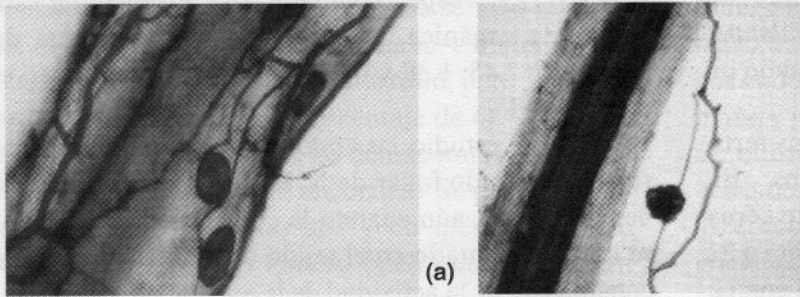


Figura 1. Raíces tróficas teñidas con azul de tripano. (a) Raíz de banano colonizada por *G. margarita* y cepas nativas de *Glomus* sp. Nótese el micelio extraradical (me) y el intraradical (mi) de diferente grosor y patrón de colonización, así como vesículas (v) globosas y elípticas (400 aumentos). (b) Células auxiliares (ca) de *G. margarita* en el tratamiento con este hongo (200 aumentos). Turrialba, Costa Rica.

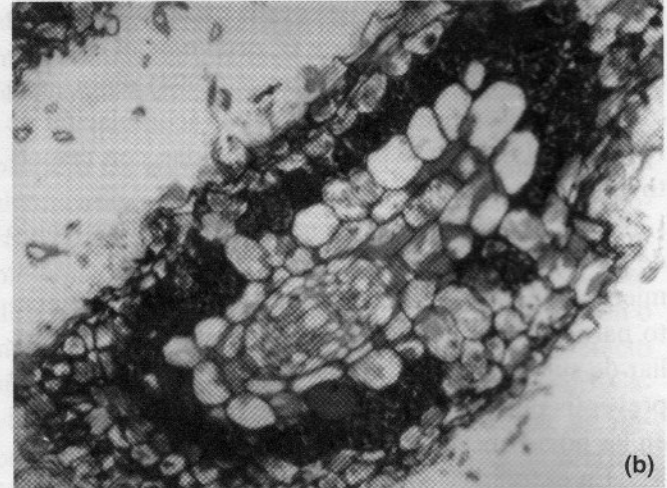
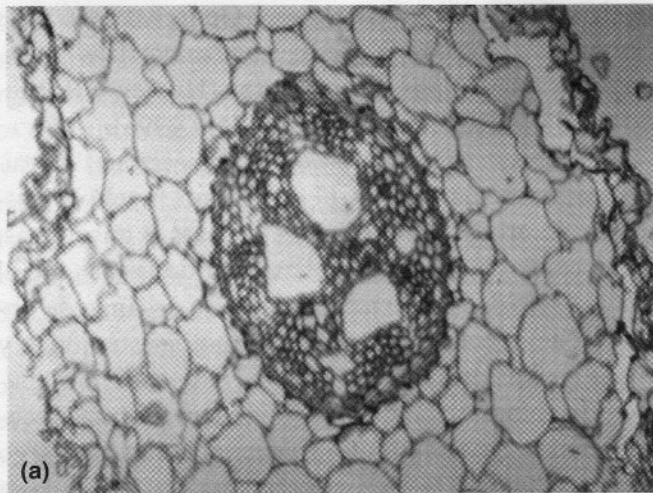


Figura 2. Comparación de una raíz no simbiótica (a) con otra colonizada por un hongo endomicorrízico del género *Glomus* en plantas infectadas con *R. similis* (b). En estos cortes transversales se pueden ver las células corticales (cc), la estela (e), núcleos en posición lateral (nl) y los arbuscúlos (ar) colonizando densamente el córtex (200 aumentos).

Las investigaciones basadas en técnicas moleculares, inmunológicas e histoquímicas pueden aportar nuevas perspectivas sobre tales mecanismos.

Conclusiones

Los hongos endomicorrízicos fueron más eficaces que el nematocida comercial para reducir el daño provocado por *R. similis* en las raíces de plantas de banano cultivar 'Gran Enano'. *G. occultum* y *E. colombiana* fueron mejores que *G. margarita* en este aspecto. La adición de compost en el sustrato también redujo en forma significativa el daño en las raíces. Los mejores resultados se obtuvieron con la interacción de los hongos y la enmienda orgánica, a pesar de que no disminuyó la población de nematodos, este aumento no fue nocivo para las plantas. Este hecho revela un efecto supresivo por la acción de las micorrizas formadas, en presencia o no de materia orgánica, debido a una compensación del daño causado por el nematodo. Estos resultados sugieren un mecanismo relacionado con el incremento en la concentración de nutrientes en el follaje, particularmente, de calcio y magnesio

en plantas inoculadas con micorrizas, y un aumento del crecimiento producto de la interacción de los factores considerados.

El empleo de enmiendas orgánicas, junto con hongos micorrizógenos, plantea la necesidad de analizar su afecto sobre la reproducción de estos últimos. Los resultados indican que la respuesta a un medio enriquecido con una fuente orgánica de nutrientes, varía según la especie. Fue evidente la disminución en la esporulación, hasta su inhibición total. Las especies nativas de hongos endomicorrízicos acarreadas en enmiendas de esta naturaleza, constituyen una fuente de organismos potencialmente benéficos para el establecimiento de la simbiosis, además de que están adaptados al ambiente y a las prácticas culturales locales.

La incorporación de hongos endomicorrízicos y de enmiendas orgánicas dentro de las prácticas agrícolas de manejo, podrían reducir el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos. De esta manera, el ahorro económico y la disminución del efecto de estos productos sobre el ambiente y su biota, permitiría elevar la sostenibilidad de los agroecosistemas de producción.

Literatura citada

- Alvarez-Santiago, SA; García-Oliva, F; Varela, L. 1996. Analysis of vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization data with a logistic regression model. *Mycorrhiza* 6(3):197-200.
- Azcón-Aguilar, C; Barea, JM. 1996. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68:1-24.
- Azcón-Aguilar, C; Barea, JM. 1997. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens: an overview of the mechanism involved. *Mycorrhiza* (6):457-464.
- Bhardwaj, S; Dudgeja, SS; Khurana, AL. 1997. Distribution of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the natural ecosystem. *Folia Microbiol.* 42(6):589-594.
- Brundrett, M; Bougher, N; Dell, B; Grove, T; Malajczuck, N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. *ACIAR Monograph* 32. p. 184-186.
- CIRAD. 1989. Manuel pratique d'histologie végétale. Montpellier. 61 p.
- Clark, RB. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant Soil* 192(1):15-22.
- Davide, RG. 1996. Overview of nematodes as a limiting factor in *Musa* production. In *New frontiers in resistance breeding for nematode, fusarium and sigatoka* (1995, Kuala Lumpur, Malaysia). 1996. *Proceedings. Frison, EA; Horry, JP; De Waele, D. Eds. Kuala Lumpur, Malaysia. IPGRI-INIBAP.* p. 13-24.
- Kass, D. 1996. Fertilidad de suelos. Núñez, J. Ed. San José, Costa Rica, EUNED. 272 p.
- Kokalis-Burelle, N; Rodríguez-Kabana, R. 1994. Changes in populations of soil microorganisms, nematodes, and enzyme activity associated with application of powdered pine bark. *Plant and Soil* 162(2):169-175.
- Koske, RE; Gemma, JN. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* 92(4):486-505.
- López, A; Espinosa, J. 1995. Manual de nutrición y fertilización del banano: una visión práctica del manejo de la fertilización. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INFOPOS), Quito, Ecuador. Corporación Bananera Nacional (CORBANA), San José, Costa Rica. 82 p.
- Luc, M; Sikora, A; Bridge, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Luc, M.; Sikora, A.; Bridge, J. eds. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 629 p.
- Marín, DH; Sutton, TB; Barker, KR. 1998. Disemination of bananas in Latin America and the Caribbean and its relationship to the occurrence of *R. similis*. *Plant Disease* 82(9):964-974.
- Menge, JA. 1983. Utilisation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. *Can.J. Bot.* 61:1015-1024.
- Munyanziza, E; Kehri, HK; Bagyaraj, DJ. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agro ecosystems function in the tropics. The role of mycorrhiza in crops and trees. *Appl. Soil Ecol.* 6(1):77-85.
- Nagahashi, G; Douds Jr, DD; Abney, GD. 1996. Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of the VAM fungus *Gigaspora margarita* directly and indirectly through its effect on root exudation. *Mycorrhiza* 6(5):403-408.
- Niblack, TL; Hussey, MS. 1985. Extracción de nemátodos del suelo y de tejidos vegetales. In *Zuckerman, BH; Mai, WF; Harrison, MB. Eds. Fitonematología: manual de laboratorio. CATIE, Turrialba, Costa Rica.* p. 235-246.
- Noval, B. de la; Hernández, MI; Hernández, JC; De la Noval, B. 1997. Utilization of arbuscular mycorrhizae for adaptation of banana (*Musa* sp.) vitroplants: rates and strains of arbuscular mycorrhizal fungi and substrate combinations. *Cultivos Tropicales* 18(3):5-9.
- Paul, EA; Clark, FE. 1996. Soil microbiology and biochemistry. 2 Ed. San Diego, California, Academic Press. 340 p.
- Pinochet, J; Fernández, C; Jaizme, M; Tenoury, P. 1997. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javanica* responds to *Glomus intraradices* and phosphorus. *HortScience* 32(1):101-103.

- Porter, WM. 1979. The "most probable number" method for enumerating infective propagules of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in soil. *Aust. J. Soil Res.* 17:515-519.
- Ramos, BS; Curtis, RHC; Evans, K; Burrows, P; Haydock, PPJ. 1995. The potential for resistance to cyst nematodes in transgenic plants which express antibodies. *In* Integrated crop protection: Towards sustainability? (1994, Edinburgh, Scotland). Proceedings No. 63. McKinlay, RG and Atkinson, D. Eds. Edinburgh, Scotland, British Crop Protection Council. p. 99-106.
- Rivas Platero, GG. 1997. Avances de investigación en micorrizas vesículo arbusculares. *In* Semana Científica CATIE (3, 1997, Turrialba, Costa Rica). 1997. Actas. Turrialba, Costa Rica. p.124-126.
- Rivera, M; Vílchez, H. 1995. Determinación de la concentración efectiva media (CE50) de Counter (terbufos) y sus metabolitos para *Radopholus similis* a nivel de bioensayo. *In* ACORBAT Meeting (XI, 1994, San José, Costa Rica). 1995. Proceedings. Morales S., V. Ed. San José, Costa Rica. ACORBAT. p. 339-345.
- Smith, BL. 1998. Micro-organisms in soil benefit growth and yield of bananas. *Neltropika Bulletin* 299:22-25.
- Soto, M. 1992. Bananos: Cultivo y Comercialización. 2 ed. San José, Costa Rica, Lil. 674 p.
- Tuck, HC. 1998. Safe and efficient management systems for plantation pests and diseases. *Planter* 74(868):369-385.
- Speijer, PR; Gold, CS. 1996. *Musa* root health assessment: a technique for the evaluation of *Musa* Germplasm for nematode resistance. *In* New frontiers in resistance breeding for nematode, fusarium and sigatoka (1995, Kuala Lumpur, Malaysia). 1996. Proceedings. Frison, EA; Horry, JP; De Waele, D. Eds. Kuala Lumpur, Malaysia. IPGRI-INIBAP. p. 62-78.
- Umesh, KC; Krishnappa, K; Bagyaraj, DJ. 1988. Interaction of burrowing nematode, *Radopholus similis* (Cobb, 1893) Thorne 1949, and VA mycorrhiza, *Glomus fasciculatum* (Thaxt.) Gerd. and Trappe in Banana (*Musa acuminata* Colla.). *Indian J. Nematol.* 18(1):6-11.
- Vilardebo, A. 1972. Techniques expérimentales et progres dans la lutte contre les nematodes en culture bananière. *Phytiatrie-Phytopharmacie* 21:129-139.

Efecto de los sustratos celulosa y glucano sobre antagonistas de *Phytophthora infestans* en tomate*

Juana E. Pérez Mancía**
Vera Sánchez Garita***

RESUMEN. El tomate es atacado por *Phytophthora infestans*, causante del tizón tardío. Este patógeno es controlado comúnmente con fungicidas; sin embargo, debido a los efectos de estos productos en la salud humana y el ambiente se buscan alternativas de manejo más sostenibles. Con este objetivo se evaluó el efecto de dos sustratos, celulosa (1 y 2 g/L) y glucano (40 y 80 g/L de glucano coloidal 0,28% p/v) y de cinco organismos antagonistas de la colección de CATIE: *Serratia* sp. (cepa 054), *Penicillium* spp. (cepas 067 y 071), *Trichoderma* sp. (cepa 069) y *Fusarium* sp. (cepa 108), sobre el desarrollo de *P. infestans* en plantas de tomate de los cultivares Hayslip y Perialine, cultivadas en invernadero. El inóculo del patógeno se mantuvo *in vivo* en hojas de tomate del cultivar Hayslip. Se hicieron observaciones diarias del porcentaje de área foliar afectada (PAFA) en los folíolos inoculados. Los antagonistas del follaje de las plantas inoculadas fueron recuperados a los ocho y quince días después de su aplicación. La metodología desarrollada para la inoculación del patógeno en invernadero resultó eficaz, obteniéndose una excelente infección del hongo en las plantas del tratamiento testigo. Todos los antagonistas evaluados mostraron lograr un control significativo sobre el desarrollo de la enfermedad, siendo la severidad de la enfermedad hasta un 50% menor, con respecto al testigo. *Penicillium* sp. (cepa 067) fue el mejor antagonista, lo cual lo convierte en un agente potencial de control de *P. infestans*. Los sustratos favorecieron la acción de los antagonistas, con excepción de *Trichoderma* sp. (cepa 069), donde la severidad de la enfermedad fue mayor cuando este antagonista se inoculó después de la aplicación de los sustratos. El mejor sustrato evaluado fue celulosa 2 g/L, que mostró los menores niveles de severidad y mayores periodos de incubación de la enfermedad al combinarse con los antagonistas evaluados, con excepción de *Trichoderma* sp. (cepa 069).

Palabras clave: *Phytophthora infestans*, Tomate, Control biológico, Sustratos, Antagonistas.

ABSTRACT. Effect of the substrate cellulose and glucan on antagonists of *Phytophthora infestans* on tomato. Tomato is attacked by *P. infestans*, causing late blight. Fungicides commonly control this pathogen, however, due to the effects of these products on human health and the environment, more sustainable management alternatives are being looked for. With this objective the effects of two substrates, cellulose (1 and 2 g/L) and glucan (40 and 80 g/L of glucan coloidal 0,28% p/v), and of five antagonistic organisms from the CATIE collection: *Serratia* sp. (strain 054), *Penicillium* spp. (strains 067 y 071), *Trichoderma* sp. (strain 069) y *Fusarium* sp. (strain 108), on the development of *P. infestans* on tomato plants, cultivars Hayslip and Perialine, grown in the greenhouse, were evaluated. The pathogen inoculum was maintained *in vivo* on leaves of tomato cultivar Hayslip. Observations were performed daily on the percentage leaf area affected (PAFA) of inoculated leaves. The antagonists on the leaves of inoculated plants were recovered eight and fifteen days after their application. The methodology developed for the inoculation of the pathogen in the greenhouse was effective, resulting in an excellent infection of the fungus on plants in the control treatment. All the antagonists evaluated were shown to achieve significant control of the development of the disease, the severity of the disease was up to 50% less, with respect to the control. *Penicillium* sp. (strain 067) was the best antagonist, which makes it a potential control agent of *P. infestans*. The substrates favoured the action of the antagonists, with the exception of *Trichoderma* sp. (strain 069), where the severity of the disease was greater when this antagonist was inoculated after the application of the substrates. The best substrate evaluated was cellulose 2g/L, which showed the lowest severity levels and greatest incubation periods of the disease when combined with the antagonists evaluated, with the exception of *Trichoderma* sp. (strain 069).

Key Words: *Phytophthora infestans*, Tomato, Biological control, Substrates, Antagonists

Recibido: 16/09/99. Aprobado: 10/11/2000.

* Parte de la tesis de MSc del primer autor. CATIE. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica.

** Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). San Salvador, El Salvador. Email: juanamani@hotmail.com

*** Unidad de Fitoprotección. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Introducción

El cultivo de tomate es afectado por el ataque de patógenos como *Phytophthora infestans*, causante del tizón tardío. Esta enfermedad provoca reducciones muy significativas en el rendimiento del cultivo y su control, basado principalmente en la aplicación de fungicidas, constituye uno de los costos de producción más altos, además de los consecuentes efectos en la salud humana y el ambiente. Por lo tanto, para lograr un manejo exitoso de este patógeno y mantener la sostenibilidad del agroecosistema es necesario incluir, dentro de las prácticas actuales de manejo integrado del tizón tardío, otras estrategias de control. Una de estas estrategias es el incremento de las poblaciones de antagonistas, que además de mejorar el manejo de la enfermedad son amigables con el ambiente.

El uso de organismos para el control biológico de especies de *Phytophthora* ha tenido pocos resultados exitosos debido a la habilidad del patógeno para producir diferentes formas de inóculo (zoosporas, esporangios, oosporas y micelio), alta capacidad para penetrar e infectar al hospedante en pocas horas, su tendencia a sobrevivir en el suelo a profundidades que le permiten escapar a la mayoría de los antagonistas, y en algunas especies, su amplio ámbito de hospedantes (Erwin y Ribeiro 1996).

Sin embargo, algunos investigadores han realizado esfuerzos para encontrar agentes de control biológico de *P. infestans*. Rodgers (1989) observó actividad antagonista *in vitro* de *Trichoderma harzianum* contra *P. infestans* en tomate, asociada a la producción de piridones extracelulares. Roy *et al.* (1991) determinaron que los hongos *Aspergillus terreus*, *Pestalotiopsis mangiferae*, *Penicillium oxalicum*, *Penicillium aurantiogiseum* y *Myrothecium verrucaria* produjeron entre un 52 y 62% de inhibición del crecimiento de *P. infestans*, en hojas de tomate desprendidas. Jindal *et al.* (1988) confirmaron que *P. aurantiogiseum* y *Fusarium equiseti* presentaron importante inhibición del crecimiento *in vitro* de *P. infestans*. Estos autores observaron que al aplicar esporas de esos organismos en plantas de papa, cultivadas en invernadero, se redujo significativamente la severidad de la enfermedad.

Jongebloed *et al.* (1993) seleccionaron dos bacterias antagonistas de *P. infestans*, *Pseudomonas fluorescens* (cepa C148) y *Bacillus* sp. (cepa B39), las cuales mostraron un efecto altamente antagonista contra el patógeno en plantas que crecieron en cámaras con clima controlado. Sin embargo, cuando los aislamientos se probaron en el campo, no se obtuvieron

resultados positivos, posiblemente, debido a que el número de células antagonistas retenidas en la filosfera fue bajo.

Clulow *et al.* (1995) informaron un efecto antagonista a *P. infestans* por parte de algunas bacterias presentes en compost húmedo, las cuales colonizan la superficie de tubérculos de papa.

Sánchez Garita *et al.* (1998) aislaron 158 microorganismos (83 bacterias y 75 hongos) de la filosfera, rizosfera y endosfera de plantas de tomate comercial y especies silvestres de *Lycopersicon*. De estos aislamientos, 32 (8 bacterias y 24 hongos) mostraron ser eficientes en la reducción de la severidad del tizón tardío en folíolos desprendidos. De los hongos, 11 aislamientos correspondían al género *Fusarium*, tres a *Penicillium* y uno a *Trichoderma*.

Se considera que el éxito de un antagonista depende de su capacidad de multiplicarse y colonizar la superficie foliar; por lo tanto, su actividad se puede favorecer a través de la modificación del ambiente del filoplano. Esta modificación puede lograrse aplicando nutrimentos de consumo rápido, como sucrosa, extracto de levadura y suero (Blakeman y Fokkema 1982).

Sánchez Garita *et al.* (1998) determinaron que algunos de los mejores antagonistas de *P. infestans* tienen la capacidad de hidrolizar celulosa y glucano, como *Serratia* (cepa 054), *Penicillium* (cepa 071) y *Fusarium* sp. (cepa 108) que produjeron halos claros cuando se cultivaron en agar con celulosa y glucano. Otros microorganismos como *Penicillium* sp. (cepa 067) presentaron capacidad de hidrolizar celulosa, característica importante porque la aplicación de una fuente de glucano o celulosa favorecería el establecimiento de estos antagonistas en el filoplano y por tanto, el control de *P. infestans*, cuya pared celular y tubo germinativo tiene como componentes principales estos sustratos, respectivamente (Erwin y Ribeiro 1996).

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de dos sustratos (celulosa y glucano) sobre cinco organismos antagonistas de *P. infestans* en tomate.

Materiales y métodos

Localización de los experimentos

La investigación se realizó durante 1997 y 1998, en los laboratorios e invernadero del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, localizado en Turrialba, Cartago, Costa Rica, situado a 602 msnm, a 9°55' N y 83°39' O. Las condiciones climáticas de la localidad fueron temperatura, precipita-

ción y humedad relativa promedio anual de 21,7°C, 2065 mm y 87%, respectivamente.

Material vegetativo

Se utilizaron plantas de tomate de los cultivares Hayslip y Pieraline sembradas bajo techo, con paredes protegidas con malla para evitar infecciones de virus transmitidos por insectos, como mosca blanca. Además se mantuvo una producción constante de inóculo de *P. infestans in vivo* (hojas de tomate desprendidas) a una temperatura de 18°C y humedad relativa de 80%. Este inóculo inicial se obtuvo de material vegetal con lesiones típicas de este patógeno, procedentes de tres áreas dedicadas a la producción de tomate en Costa Rica (Guayabo, Cervantes y Paraíso, Provincia de Cartago).

Características de los antagonistas y sustratos evaluados

El inóculo de los antagonistas se mantuvo en agar nutriente (AN) para bacterias y agar papa dextrosa (PDA) para hongos, a 26°C. Los antagonistas seleccionados para esta investigación fueron *Serratia* sp. (cepa 054), *Fusarium* sp. (cepa 108), *Penicillium* sp. (cepas 067 y 071) y *Trichoderma* sp. (cepa 069), procedentes de la colección de antagonistas de *P. infestans* del CATIE (Cuadro 1), caracterizados y seleccionados por Sánchez Garita *et al.* (1998).

Se evaluaron los sustratos, glucano (β -1, 3 glucosa y β -1, 4 glucosa) y celulosa (β -1,4 glucosa). La fuente de β -glucano fue glucano coloidal extraído a partir de desecho de levadura de cerveza, según el método de extracción modificado por Talavera *et al.* (1998) a una concentración de 0,28% p/v (Megazyme, 1993). La fuente de celulosa utilizada fue celulosa (β -1,4 glucosa) microcristalina grado reactivo (Baker TLC.).

Evaluación de sustratos y antagonistas de *P. infestans*.

Se utilizaron plantas de tomate de 9 ó 10 semanas de edad, previamente rociadas con agua durante 5 minutos, hasta que el follaje se lavó completamente para disminuir los efectos de la tomatina y propiciar condi-

ciones óptimas para el proceso de inoculación e infección, tanto de los antagonistas como de *P. infestans*.

Los sustratos se aplicaron tres días antes de la inoculación del patógeno. Estos se disolvieron en agua destilada, en las concentraciones descritas en el Cuadro 2. Se aplicaron 30 ml de la suspensión por planta. El testigo, sin aplicación de sustrato, fue asperjado únicamente con agua destilada.

Un día después de la aplicación de los sustratos se realizó la inoculación de los antagonistas. Se prepararon suspensiones en agua destilada a una concentración de 10^5 y 10^7 esporas y unidades formadoras de colonias(ufc) de los aislamientos de hongos y bacterias, respectivamente. Los aislamientos de hongos fueron cultivados durante 2 semanas en medio artificial y los de bacterias durante cinco días. Se aplicó 40 ml de inóculo por planta. El testigo sin aplicación de antagonistas fue asperjado con agua destilada.

Las plantas se inocularon con *P. infestans* 48 h después de la aplicación de los antagonistas, con una suspensión de esporangios en agua destilada (8×10^3 esporangios/ml). El patógeno fue asperjado en horas de la tarde, en los tres folíolos terminales de la tercera y cuarta hoja más joven de cada planta, se aplicaron 2-3 ml de inóculo por hoja. Para la aplicación se utilizaron atomizadores C Devilbian con capacidad de 2,5 cc producidos por Health Cara Division y una pantalla para evitar contaminación a todo el follaje. Posteriormente, las plantas se sometieron a rocío por 18 horas, para favorecer la penetración del patógeno.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, en arreglo de parcelas sub-subdivididas, con cinco repeticiones. Las parcelas grandes correspondieron a los cultivares, las subparcelas a los sustratos y las sub-subparcelas a los antagonistas. Cada planta correspondió a una unidad experimental y cada repetición contó con 60 unidades experimentales.

La evaluación de las plantas se inició 48 h después

Cuadro 1. Características de los antagonistas a *P. infestans* evaluados.

Género	Cepa	Origen	Producción de enzimas	
			Celulosa	Glucanasa
<i>Serratia</i> sp.	054	EC	+	+
<i>Penicillium</i> sp.	067	RW	+	-
<i>Trichoderma</i> sp.	069	RW	-	-
<i>Penicillium</i> sp.	071	PW	+	+
<i>Fusarium</i> sp.	08	PC	+	+

EC = endosfera de tomate comercial

PW = filósfera de tomate silvestre

+ = si produce la enzima

FUENTE: Sánchez *et al.* 1998.

PC = filósfera de tomate comercial

RW = rizósfera de tomate silvestre

- = no produce la enzima

Cuadro 2. Diseño de tratamientos para la evaluación de sustratos y antagonistas a *P. infestans* en invernadero.

Parcelas	Factor	Tratamientos
Grandes	Cultivar	Hayslip y Perialine
Subparcelas	Sustrato	-40 y 80 g/ L de glucano coloidal al 0,28% p/v -1,0 y 2,0 g/L de celulosa y -testigo sin aplicación de sustratos
Sub-subparcelas	Antagonistas	<i>Serratia</i> sp. (054) <i>Penicillium</i> sp. (067) <i>Trichoderma</i> sp. (069) <i>Penicillium</i> sp. (071) <i>Fusarium</i> sp. (108) Testigo sin aplicación de antagonistas

de haber realizado la inoculación con *P. infestans*. Se hicieron observaciones diarias en cada una de las plantas. Se evaluó el porcentaje de área foliar afectada (PAFA) en los tres folíolos terminales de la tercera y cuarta hoja. También se determinó el periodo de incubación de la enfermedad, es decir, el intervalo en días desde la inoculación hasta la aparición de los primeros síntomas. La evaluación se realizó hasta que las plantas del testigo alcanzaron el 100% de infección, en los folíolos inoculados.

Con el propósito de determinar si los antagonistas lograron establecerse en el follaje de las plantas de tomate, se realizaron aislamientos de la superficie de las plantas, una y dos semanas después de haber realizado la inoculación de los antagonistas, siguiendo la metodología de González *et al.* (1996).

Los porcentajes de área foliar afectada (PAFA) de los seis folíolos evaluados, se transformaron según la ecuación $\sqrt{(x+0,5)}$ para homogeneizar la varianza de los tratamientos. Se realizó un análisis de varianza, se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad ABCPE para cada tratamiento (Shaner y Finney 1977) y se realizaron pruebas de comparación de medias (LSMeans) entre los tratamientos.

Evaluación de tres concentraciones de *P. infestans* en el cultivar Perialine. Dado que el cultivar Perialine no mostró síntomas de infección por *P. infestans*, se realizó una prueba para verificar si este cultivar requiere una concentración mayor de esporangios para desarrollar la infección. Se evaluaron dos concentraciones más altas: 8×10^3 (testigo), 12×10^3 y 16×10^3 esporangios de *P. infestans*/ml. El patógeno se inoculó en plantas de este cultivar, de 8 semanas de edad. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 repeticiones. Cuarenta y ocho horas después de la

inoculación de *P. infestans* se iniciaron evaluaciones diarias de la severidad de la enfermedad, la evaluación y análisis de los datos fue similar a la descrita.

Resultados y discusión

Efecto de los antagonistas sobre el patógeno. Todos los microorganismos evaluados presentaron actividad antagonica hacia *P. infestans*, siendo los porcentajes de área foliar afectada PAFA (severidad) inferiores al testigo absoluto (sin aplicación de antagonistas y sustrato) (Fig. 1).

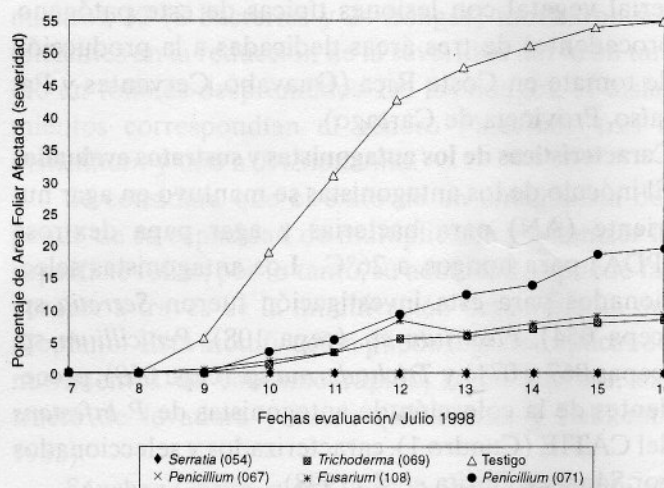


Figura 1. Efecto de cinco antagonistas en el desarrollo de tizón tardío, expresado como Porcentaje de Área Foliar Afectada (PAFA), a través de 10 días de evaluación.

En la determinación de las ABCPE, el testigo absoluto fue estadísticamente diferente a las áreas promedio calculadas para los tratamientos correspondientes a los antagonistas evaluados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de cinco antagonistas sobre el desarrollo de *P. infestans*, según el porcentaje de área foliar afectada (PAFA) y el promedio de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) en tomate.

Tratamientos	PAFA** 11 ddi***	ABCPE Promedio
Testigo absoluto*	55,00%	278,04a
<i>Penicillium</i> sp. (071)	19,00%	72,70b
<i>Fusarium</i> sp. (108)	8,83%	41,75b
<i>Trichoderma</i> sp. (069)	7,83%	34,92b
<i>Serratia</i> sp. (054)	0,0%	0,00b
<i>Penicillium</i> sp. (067)	0,0%	0,00b

* Agua destilada

** Valor máximo

*** días después de la inoculación de *P. infestans*

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos, según la prueba LSMMeans ($p \geq 0,05$).

Serratia sp. (cepa 054) y *Penicillium* sp. (cepa 067) obtuvieron un valor de 0, lo cual confirma el efecto antagónico que dichos microorganismos ejercen por sí solos, sobre *P. infestans*. En trabajos de Sánchez Garita *et al.* (1998 y 1999), *Penicillium* sp. (cepa 067) mostró ser uno de los antagonistas con efecto más consistente, por lo cual fue seleccionado como un agente con alto potencial para el control de este patógeno.

Se observó un comportamiento antagónico diferente entre los dos aislamientos de *Penicillium* (cepas 071 y 067) siendo las ABCPE promedio de 72,70 y 0, respectivamente, lo cual podría indicar que son organismos genéticamente diferentes. Sánchez Garita *et al.* (1998) informaron que la cepa 067 de *Penicillium* sp. fue aislada de la rizosfera de tomate silvestre, mientras que la cepa 071 de este patógeno fue aislada de la filosfera de tomate silvestre. Sin embargo, aún no se ha determinado si estas cepas corresponden a especies diferentes.

La alta severidad observada en el testigo demuestra la eficiencia de la metodología utilizada para la inoculación de *P. infestans* en invernadero, superando las dificultades señaladas por Sánchez Garita (1996) y Sánchez Garita *et al.* (1998 y 1999). Esta metodología permitió al patógeno, una buena germinación de los esporangios y la penetración en el tejido del hospedante debido a la aplicación del rocío, que mantuvo una película de agua sobre el follaje.

Efecto de glucosa sobre la actividad de los antagonistas. Los porcentajes de área foliar afectada (PAFA) alcanzados por los antagonistas *Trichoderma* sp. (cepa 069), *Fusarium* sp. (cepa 108) y *Serratia* sp. (cepa 054) fueron mayores cuando se aplicaron junto con celulosa (en dosis de 1 g/L) que cuando se aplicaron sin sustrato (Cuadro 3). Esto confirma que el sustrato ejerció un efecto negativo sobre la actividad antagónica de dichos microorganismos. La misma dosis de celulosa no ejerció ningún efecto sobre el comportamiento de *Penicillium* sp. (cepa 067) ya que el PAFA fue 0% en ambos casos (Cuadros 3 y 4).

Al utilizar celulosa en dosis de 2 g/L los PAFA fueron semejantes para las cepas *Trichoderma* sp. (cepa 069) y *Serratia* sp. (cepa 054). Las cepas de *Penicillium* sp. (cepas 071 y 067) presentaron un aumento leve en la severidad. Sin embargo, se obtuvo una importante reducción en la severidad con *Fusarium* sp. (cepas 108) lo cual puede sugerir que se requiere una dosis más alta de celulosa (2 g/L) para favorecer su actividad. Además se observó que la aplicación de 2g/L de celulosa (testigo) presentó un nivel de severidad inferior (31%) al testigo absoluto

(55%) y al tratamiento con 1 g/L de celulosa (66%). Esto coincide con el análisis del efecto de los sustratos (Cuadro 6) y demuestra que la aplicación de esta dosis de celulosa puede considerarse una buena alternativa para el control de *P. infestans*. Pero además deben probarse diferentes concentraciones del sustrato para detectar sus efectos sobre el patógeno o sobre la acción biológica de los antagonistas.

Cuadro 4. Efecto de celulosa sobre la actividad de los antagonistas a *P. infestans*, medido como porcentaje de área foliar afectada (PAFA) y analizado como Area Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) promedio.

Tratamientos	Celulosa			
	1 g/L		2 g/L	
	(PAFA)**	ABCPE	(PAFA)	ABCPE
<i>Trichoderma</i> sp. (069)	31,17%	142,58b	32,20%	150,45a
Testigo absoluto *	65,66%	320,23a	31,00%	135,67a
<i>Penicillium</i> sp. (071)	7,83%	34,58c	4,83%	17,58b
<i>Serratia</i> sp. (054)	3,33%	16,17c	3,17%	11,75b
<i>Penicillium</i> sp. (067)	0,00%	0,00c	2,00%	7,33b
<i>Fusarium</i> sp. (108)	10,67%	33,50c	0,00%	0,00b

* Agua destilada

** Valor máximo

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos, según la prueba LSMeans ($p \geq 0,05$).

El análisis del área bajo la curva de progreso de enfermedad (ABCPE), corroboró las observaciones anteriores sobre el efecto de los sustratos en la actividad de los antagonistas (Cuadro 4). Cuando se usó celulosa 1 g/L como sustrato, tanto el testigo (320,23) como la cepa 069 de *Trichoderma* sp., (142,58) fueron diferentes significativamente al resto de los antagonistas evaluados, y presentaron los mayores valores de severidad. Esta prueba también indicó que no hubo diferencias significativas entre los promedios de severidad calculados para la cepa 069 de *Trichoderma* sp. y el tratamiento solamente con celulosa 2 g/L, siendo 150,45 y 135,67, respectivamente, pero fueron diferentes en las ABCPE calculadas para *Penicillium* sp. (cepa 071), *Serratia* sp. (cepa 054), *Penicillium* sp. (cepa 067) y *Fusarium* sp. (cepa 108), las cuales fueron iguales entre sí.

Las dos dosis de celulosa evaluadas mejoraron la capacidad antagónica de *Penicillium* sp. (cepa 071), pero redujeron el efecto antagónico de *Trichoderma* sp. (cepa 069) (Figs. 1 y 2, Cuadros 3 y 4). Esto podría deberse a que la cantidad de sustrato aplicado fue muy alta, lo que ocasionó que el antagonista utilizara dicho sustrato para obtener los nutrientes necesarios para establecerse en el follaje y no ejerciera un

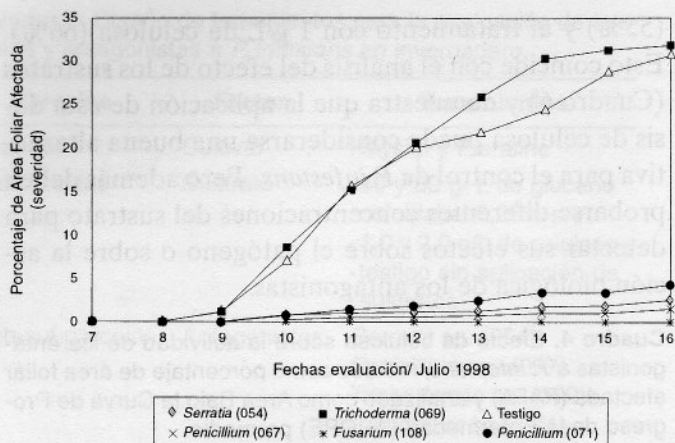


Figura 2. Efecto de cinco antagonistas, usando Celulosa 2 gr/L como sustrato, en el desarrollo del tizón tardío, expresado como Porcentaje de Área Foliar Afectada (PAFA), a través de 10 días de evaluación.

efecto antagonístico sobre *P. infestans*. Otra explicación podría ser que el periodo entre la aplicación de los sustratos, la inoculación de los antagonistas y la inoculación del patógeno fue muy corto para que el antagonista se estableciera en la lámina foliar y ejerciera su poder antagonístico sobre el patógeno o simplemente, que la aplicación del sustrato favoreció el desarrollo del patógeno.

Efecto de glucano sobre la actividad de los antagonistas. La aplicación de 40 o 80 g/L de glucano coloidal 0,28% p/v no favoreció la actividad de los antagonistas (Cuadro 3 y 5), siendo el porcentaje de área foliar dañado de estos tratamientos mayor que la de los tratamientos donde no se usó el sustrato, con excepción de *Penicillium* sp. (cepa 067) donde se observó una ligera disminución de la severidad de la enfermedad. El glucano no favoreció el poder antagonístico de los microorganismos, puesto que los niveles de severidad fueron superiores, inclusive a los observados con el uso de celulosa como sustrato (Cuadro 4).

El testigo presentó diferentes valores de PAFA en los tratamientos con las dosis de glucano (40 y 80 g/L) (Cuadro 5). El tratamiento con 80 g/L de glucano (Cuadro 5) fue inferior al alcanzado por el testigo absoluto (Cuadro 3). El análisis del ABCPE corroboró los resultados anteriores y según la prueba LSMeans de separación de medias (Cuadro 5), las cepas de *Penicillium* (cepas 067 y 071) y *Fusarium* sp. (cepa 071) no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en ninguna de las dosis de glucano evaluadas.

Los dos sustratos evaluados en esta investigación, celulosa y glucano, no favorecieron a la mayoría de los antagonistas, a excepción de celulosa 2 g/L que pre-

Cuadro 5. Efecto de dos dosis de glucano sobre la actividad de los antagonistas, a *P. infestans* medido como porcentaje de área foliar afectada (PAFA) y analizado como Area Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) promedio.

Tratamientos	Glucano			
	40 g/L		80 g/L	
	(PAFA)**	ABCPE	(PAFA)	ABCPE
<i>Trichoderma</i> sp. (069)	49,17%	233,32a	47,17%	225,95a
Testigo absoluto *	56,13%	285,33a	30,67%	138,27a
<i>Penicillium</i> sp. (071)	16,50%	73,95b	32,33%	131,70a
<i>Serratia</i> sp. (054)	12,67%	59,77b	15,83%	66,18b
<i>Penicillium</i> sp. (067)	12,67%	48,37b	15,33%	63,37b
<i>Fusarium</i> sp. (108)	6,00%	25,17b	8,00%	27,43b

* Agua destilada

** Valor máximo

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa, según la prueba LSMeans ($p \geq 0,05$).

sentó una tendencia a mejorar la actividad antagonística de *Penicillium* (cepa 071) y de *Fusarium* (cepa 108). Los sustratos también ejercieron un efecto negativo sobre la capacidad antagonística de *Trichoderma* (cepa 069) hacia *P. infestans*. Okumoto y Bustamante (1993) obtuvieron resultados similares al aplicar leche como sustrato, la cual tuvo un efecto negativo, pues incrementó el tizón temprano en tomate y las aplicaciones de quitina no contribuyeron a aumentar la población microbiana en el follaje.

Cuadro 6. Efecto de dos dosis de celulosa y de glucano, sobre los antagonistas evaluados, de acuerdo al Area Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) promedio.

Tratamientos	ABCPE Promedio
Celulosa (1 g/L)	320,23a
Glucano coloidal 0,28% p/v 40 g/L	285,33a
Testigo absoluto*	278,04a
Glucano coloidal 0,28% p/v 80 g/L	138,27b
Celulosa (2 g/L)	135,67b

* Agua destilada.

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa según la prueba LSMeans, ($p \geq 0,05$).

Los resultados no permiten inferir si las concentraciones de los sustratos evaluados fueron altas o bajas, debido a que los resultados de las dos dosis de cada sustrato fueron muy similares; a pesar de que la dosis más alta de celulosa (2 g/L) mostró mejor comportamiento antagonista. No obstante, es posible que el tiempo comprendido entre la aplicación del sustrato, la inoculación del antagonista y la inoculación de *P. infestans*, no fue suficiente para permitir el establecimiento del antagonista en el follaje y ocasionó que es-

te se alimentara de ellos y no ejerciera influencia sobre el patógeno, situación informada por Sánchez Garita *et al.* (1998 y 1999).

También se observó que *Penicillium* sp. (cepa 067) tuvo un buen efecto antagónico sobre *P. infestans*, independientemente del sustrato y sus concentraciones. Esto hace suponer que dicho microorganismo tiene alto potencial como agente antagónico. Esto ha sido informado por Jindal *et al.* (1988), Roy *et al.* (1991), Sánchez (1996) y Sánchez *et al.* (1998 y 1999).

Efecto de los sustratos sobre el patógeno. Los tratamientos que consistían únicamente de los sustratos mostraron un porcentaje de área foliar afectada más alto. El valor más alto fue obtenido cuando se utilizó celulosa 1 g/L (65,67%), seguido del tratamiento 40 g/L de glucano coloidal 0,28% p/v (56,14%), el testigo (55,00%), 80 g/L de glucano coloidal 0,28% p/v (30,67%), y celulosa 2 g/L (31,00%) (Fig. 3).

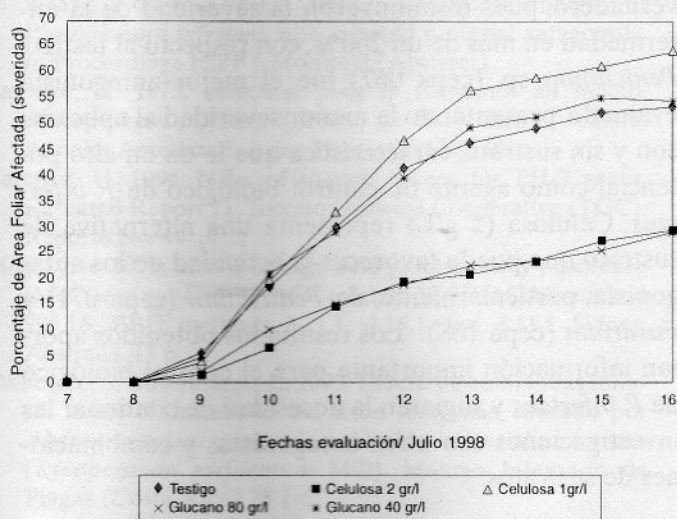


Figura 3. Efecto de celulosa y glucano, cada uno en dos dosis diferentes, en el desarrollo de tizón tardío, expresado como Porcentaje de Área Foliar Afectada (PAFA), a través de 10 días de evaluación.

Con respecto al ABCPE promedio para los sustratos, la prueba determinó que los tratamientos donde se aplicó 2 g/L de celulosa y 80 g/L de glucano coloidal 0,28% p/v fueron diferentes a todos los demás tratamientos. Los mayores valores fueron obtenidos por la dosis menor de celulosa (320,23) y glucano coloidal (285,33) siendo mayores que el ABCPE promedio calculada para el testigo (278,04). El menor valor fue obtenido con la aplicación de 2 g/L de celulosa (Cuadro 6). Estos resultados corroboran las evidencias anteriores, en cuanto a que el glucano y la dosis de 1 g/L de celulosa favorecen al tizón tardío o interfieren con el establecimiento del antagonista en la filos-

fera; mientras que el uso de 2 g/L de celulosa mostró una tendencia de disminución de la severidad de la enfermedad.

Efecto de sustratos y antagonistas en el periodo de incubación de la enfermedad. Durante el periodo de incubación no se presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la interacción sustratos-antagonistas, ni tampoco entre el factor sustratos y el factor antagonistas de forma independiente. Sin embargo, tanto los tratamientos con *Penicillium* sp. (cepa 067) como con *Serratia* sp. (cepa 054) no mostraron síntomas de la enfermedad (Cuadro 7). Esto confirma que los microorganismos ejercen su poder antagónico sobre *P. infestans* por sí solos. Los otros antagonistas evaluados presentaron un periodo de incubación promedio mayor al del testigo. Los valores más altos fueron obtenidos con *Trichoderma* sp. (cepa 069) y *Fusarium* sp. (cepa 108). Esto sugiere el alto potencial de estas cepas como agentes de control biológico.

Cuadro 7. Periodo de incubación promedio de cinco antagonistas a *P. infestans* en plantas de tomate.

Tratamientos	Periodo de incubación promedio (días)
<i>Penicillium</i> sp. (067)	No mostraron síntomas
<i>Serratia</i> sp. (054)	No mostraron síntomas
<i>Trichoderma</i> sp. (069)	5,00
<i>Fusarium</i> sp. (108)	4,67
<i>Penicillium</i> sp. (071)	4,33
Testigo absoluto*	3,75

* Agua destilada.

Se determinó una tendencia de celulosa (2 g/L) y de glucano coloidal (80 g/L) a obtener los mayores periodos de incubación, comparados con el obtenido por el testigo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Periodo de incubación de *P. infestans* en plantas de tomate con el uso de dos sustratos en dos dosis y el testigo.

Tratamientos	Periodo de incubación promedio (días)
Celulosa (2 g/L)	4,20
(80 g/L) Glucano coloidal 0,28% p/v	4,00
(40 g/L) Glucano coloidal 0,28% p/v	3,80
Celulosa (1 g/L)	3,80
Testigo absoluto*	3,75

* Agua destilada

Recuperación de antagonistas del tejido foliar. La mayor cantidad de antagonistas se recuperó a los ocho días después de ser inoculados (ddi) en el follaje, en comparación con la recuperación realizada a los 15

días (Cuadro 9). A los ocho días se recuperó el mayor número de antagonistas en los tratamientos en los cuales se aplicó glucano junto con los antagonistas. *Trichoderma* sp. (cepa 069) no se recuperó en ninguno de los tratamientos mientras que *Serratia* sp. (cepa 054) se recuperó en todos los tratamientos a los 8 ddi. Resultados similares fueron informados por Ruiz-Silveira *et al.* (1997) quienes al utilizar sustratos como leche, melaza y la combinación de ambos, lograron recuperar la bacteria *S. marcescens* R1 de hojas de banano inoculadas y no inoculadas con la bacteria.

Es importante considerar el periodo que un antagonista puede permanecer en el filoplano, lo cual puede ser utilizado para decidir cuando repetir la aplicación del sustrato y del antagonista. Además es importante observar que en los tratamientos en los que solamente se aplicaron los sustratos no hubo recuperación de antagonistas.

Efecto de *P. infestans* sobre el cultivar Pieraline. El cultivar Pieraline, bajo las condiciones de esta evaluación, no mostró síntomas característicos de tizón tardío, aún con la concentración más alta (16×10^3 esporangios/ml).

Se han identificado en tomate algunos genes Ph que confieren resistencia a una raza específica, pero también se ha identificado resistencia no específica (Gallegly y Marvel 1955, Wilson y Gallegly 1955, Turkensteen 1973). En los programas de mejoramiento genético se busca que los cultivares mejorados cuenten con resistencia horizontal, porque es más duradera en el tiempo y puede resistir el ataque de diferentes razas del patógeno (Wastie 1991).

Según Sánchez (1996) en estudios realizados en Costa Rica, el cultivar Pieraline mostró tanto resistencia horizontal como vertical a *P. infestans*, pues en el campo permitió el desarrollo de la enfermedad, pero fue menos afectado, comparado con el cultivar comercial Hayslip. Laterrot (1975 y 1994) menciona que Pieraline obtiene su resistencia de un cruce entre Pieralbo (susceptible) y Wva'63 una línea resistente de *L. pimpinellifolium* Wva 700.

Conclusiones

La metodología desarrollada en este trabajo para inocular *P. infestans* en invernadero resultó eficaz, logrando una excelente infección del patógeno en las plantas testigo. El procedimiento permitió corroborar que los antagonistas evaluados mostraron un efecto claro de la interferencia sobre el desarrollo de la enfermedad causada por *P. infestans* en plantas producidas en invernadero, pues disminuyeron la severidad de la enfermedad en más de un 200%, con respecto al testigo. *Penicillium* sp. (cepa 067) fue el mejor antagonista evaluado, presentando la menor severidad al aplicarse con y sin sustrato, característica que le da un alto potencial como agente de control biológico de *P. infestans*. Celulosa (2 g/L) representa una alternativa de sustrato que puede favorecer la actividad de los antagonista, particularmente, de *Penicillium* (cepa 071) y *Fusarium* (cepa 108). Los resultados obtenidos aportan información importante para el control biológico de *P. infestans* y sugieren la necesidad de continuar las investigaciones con otros antagonistas y combinaciones de sustratos.

Cuadro 9. Antagonistas recuperados en cada sustrato a los 8 y 15 días después de inoculados en el follaje de hojas de banano.

Tratamientos	8 ddi	15 ddi
Testigo absoluto*	Ninguno	Ninguno
Testigo relativo**	<i>Serratia</i> sp. (054), <i>Fusarium</i> sp. (108), y <i>Penicillium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Celulosa 2 g/L	Ninguno	Ninguno
Celulosa 2g/L + antagonistas	<i>Serratia</i> sp. (054)	Ninguno
Celulosa 1 g/L	Ninguno	Ninguno
Celulosa 1g/L + antagonistas	<i>Serratia</i> sp. (054)	Ninguno
80 g/L glucano coloidal 0,28% p/v	Ninguno	Ninguno
80 g/L glucano coloidal 0,28% p/v + antagonistas	<i>Serratia</i> sp. (054), <i>Fusarium</i> sp. (108), y <i>Penicillium</i> spp.	<i>Serratia</i> sp. (054), <i>Fusarium</i> sp. (108),
40 g/L glucano coloidal 0,28% p/v	Ninguno	Ninguno
40 g/L glucano coloidal 0,28% p/v + antagonistas	<i>Serratia</i> sp. (054) y <i>Penicillium</i> spp.	<i>Serratia</i> sp. (054), <i>Penicillium</i> spp.

*Agua destilada.

**Solamente con aplicación de antagonistas

Literatura consultada

- Blakeman, JP; Fokkema, NJ. 1982. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. Annual Review of Phytopathology 20:167-192.
- Clulow, SA; Stewart, HE; Dashwood, EP; Wastie, RL. 1995. Tuber surface microorganisms influence the susceptibility of potato tuber to late-blight. Annuals of Applied Biology 126:33-43.
- Erwin, DC; Ribeiro, OK. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. St. Paul, Minnesota, APS. p. 145-184.
- Gallegly, WE; Marvel, ME. 1955. Inheritance of resistance to tomato race 0 of *Phytophthora infestans*. Phytopathology 45:103-109.
- González, R; Bustamante, E; Shannon, P; Okumoto, S; Leandro, G. 1996. Selección de microorganismos quitinolíticos en el control de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 40:6-11.
- Jindal, KK; Singh, H; Madhu, M; Meeta, M. 1988. Biological control of *Phytophthora infestans* on potato. Indian Journal of Plant Pathology 6(1):59-62.
- Jongebloed, PHJ; Kessel, GJT; Van der Plans, CH; Molhoek, WML; Fokkema, NJ. 1993. Biological control of *Phytophthora infestans* with selected bacterial antagonists. In Proceedings ICPP 6 Montreal (Abstract).
- Laterrot, H. 1975. Selection pour la resistance an mildio, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary chez la tomate. Annales Amelioration des Plantes 25:129-149.
- Laterrot, H. 1994. NILs of tomato except for PH-2 genes. Research Report 21, Tomato Growers Cooperative (TGC). Reporte No. 44. pF2.
- Megazyme. 1996. Mixed-linkage beta-glucan: Assay procedure (McCleary method) ; AACC method 32-23 ; AOAC method 995.16, EBC methods 3.11.1, 4.16.1 and 8.11.1 Sidney, Australia. 15 p.
- Okumoto, S; Bustamante, E. 1993. 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.
- Rodgers, PB. 1989. Potential of biological control as a source of antifungal compounds for agrochemical and pharmaceutical product development. Pesticides Science 27:155-164.
- Roy, S; Singh, BD; Bhattacharyya, SK. 1991. Biocontrol of late-blight of potato. *Phytophthora* Newsletter 17:18.
- Ruiz-Silvera, C; Bustamante, E; Jiménez, F; Saunders, JL; Okumoto, S; González, R. 1997. Efecto de sustratos sobre crecimiento y supervivencia de bacterias antagonistas a *Mycosphaerella fijiensis*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 45:1-8.
- Sánchez Garita, VA. 1996. Studies on biological and integrated control of *Phytophthora infestans* on tomato in Costa Rica. Thesis PhD. Bangor, University of Wales.
- Sánchez Garita, V; Bustamante, E; Shattock, R. 1998. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 48:25-34.
- Sánchez Garita, V; Bustamante, E; Shattock, R. 1999. Control Microbiológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 51:47-58.
- Shaner, G; Finney, RE. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-midewing resistance in knox wheat. Phytopathology 67:1051-1056.
- Talavera Sevilla, M; López, F; Bustamante, E; González, R. 1998b. Extracción y cuantificación de Beta-Glucano a partir de sustratos comunes en el trópico. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 47:31-36.
- Turkensteen, LJ. 1973. Partial resistance of tomatoes against *Phytophthora infestans*. Agricultural Research Report 810, Wageningen.
- Wastie, RL. 1991. Breeding for resistance. In *Phytophthora infestans*: the cause of Late Blight of Potato. Advances in Plant Pathology. Ingam, DS; Williams, PH. Eds. San Diego, Academic Press. Vol. 7. p 193-224.
- Wilson, JB; Gallegly, ME. 1955. The interrelationship of potato and tomato races of *Phytophthora infestans*. Phytopathology 45:473-476.

Control de *Tetranychus tumidus* mediante *Phytoseiulus macropilis* en viveros de plátano

Mayra Ramos Lima*

RESUMEN. Se evaluó la eficacia del ácaro depredador *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) como controlador biológico de *Tetranychus tumidus*, plaga importante en los viveros de plátano en Cuba. Se estudió la dinámica poblacional de la plaga para determinar el momento óptimo de la liberación del agente de control. El experimento se realizó en dos áreas de viveros de plátano (*Musa acuminata* Colla, subgrupo Cavendish clon Gran Enano). Las poblaciones de *T. tumidus* y *P. macropilis* se muestrearon semanalmente y las liberaciones se hicieron en una relación 20:1 (presa: depredador). *T. tumidus* se incrementó progresivamente cuando las plantas alcanzaron tres semanas de edad y continuó creciendo, determinándose una relación con la temperatura, la humedad relativa y la precipitación. El momento óptimo para liberación de *P. macropilis* fue cuando la densidad de la plaga fue 1-5 tetránquidos/planta y las plantas tenían entre 2 y 3 meses de edad. *P. macropilis* resultó ser un controlador biológico eficaz de *T. tumidus* en viveros de plátano. Su población se incrementó en respuesta al aumento del nivel de la presa y de una a cuatro semanas después de su liberación, redujo la población de la plaga, encontrándose únicamente huevos e instares inmaduros en las plantas para trasplante.

Palabras clave: Control biológico, *Tetranychus tumidus*, *Phytoseiulus macropilis*, Plátano, Acaros.

ABSTRACT. Control of *Tetranychus tumidus* by *Phytoseiulus macropilis* in plantain nurseries. The efficacy of the predatory mite *P. macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) as a biological control agent of *T. tumidus*, an important pest in plantain nurseries in Cuba, was evaluated. The population dynamics of the pest were studied in order to determine the optimal time to release the control agent. The experiment was realised in two plantain nursery areas (*Musa acuminata* Colla Cavendish subgroup, Gran Enano strain). The populations of *T. tumidus* and *P. macropilis* were sampled weekly and releases were made at a ratio of 20:1 (prey: predator). *T. tumidus* increased progressively after the plants reached three weeks of age and continued increasing, determined by a relation with temperature, relative humidity and rainfall. The optimal time for the release of *P. macropilis* was when the density of the pest was between 1-5 tetranychids/plant and the plants were between two and three months of age. *P. macropilis* was an effective biological control agent of *T. tumidus* in plantain nurseries. Its population increased in response to the increase in level of prey and from one to four weeks after its liberation reduced the pest population, finding only eggs to immature instars on plants for transplant.

Key words: Biological control, *Tetranychus tumidus*, *Phytoseiulus macropilis*, Plantain, Mites.

Introducción

En 1975 se iniciaron en Cuba las investigaciones sobre *Tetranychus tumidus* Banks (Acari: Tetranychidae) en el cultivo del plátano, en el cual constituye una plaga importante. Este ácaro, conocido como arañita roja, se encuentra localizado preferentemente en el envés de las hojas, donde produce un fuerte bronceado, pero si el daño es muy intenso, pueden observarse también en el haz.

Cuando las poblaciones de *T. tumidus* son muy elevadas, las manchas incrementan su tamaño y llegan a tornarse pardo oscuro. En plátano se han registrado pérdidas de hasta 24% de la producción (Pérez 1996).

En la segunda mitad de los 80's se introdujo en Cuba una nueva tecnología para el cultivo del plátano, que incluía el riego microjet, las vitroplantas y los viveros, entre otros. En 1987-1988 se registraron los pri-

Recibido: 01/10/97. Aprobado: 10/11/2000.

*Depto. de Plagas Agrícolas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. CENSA. Apartado 10. San José de las Lajas, La Habana 327, Cuba.

meros daños causados por este ácaro en las plantas en viveros (MINAGRI 1994).

En el instructivo técnico para esta musácea (MINAGRI 1994) y como parte de las normas fitosanitarias para el control de este ácaro en los viveros, se recomienda la aplicación de acaricidas, con el propósito de lograr plantas libres de la plaga al momento del trasplante. La etapa en que las plantas se desarrollan en el vivero constituye la única fase del cultivo en la que no se conoce la dinámica poblacional de la plaga y por lo tanto, la causa de los incrementos de su población.

Es necesario buscar alternativas biológicas para sustituir las aplicaciones de acaricidas sintéticos, durante la etapa de vivero; además, estas prácticas tendrían un efecto social al mejorar la calidad de vida de los agricultores y económico porque son menos costosas. Para la evaluación de agentes de control biológico se consideró a la familia Phytoseiidae, a pesar de que no existían experiencias previas de liberación de estos organismos en Cuba.

El depredador *Phytoseiulus macropilis* ha sido considerado un buen controlador biológico en otras latitudes (Chant 1985, Takahashi y Chant 1992). Para este fitoseído se han establecido métodos de cría y la norma óptima de liberación (20:1 presa: depredador), además su eficacia ha sido comprobada en insectarios (Ramos y Rodríguez 1995).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el control de *T. tumidus* mediante *P. macropilis* en viveros de plátano en Cuba.

Materiales y métodos

El estudio se realizó durante 24 meses en dos viveros de plátano (*Musa acuminata* Colla, subgrupo Cavendish, Gran Enano), uno de ellos de la empresa Cultivos Varios, ubicados en la localidad de Batabanó y en Güines, ambas en la provincia de La Habana.

Cada vivero tiene un área de 100 m², cubierto con malla de tela de algodón en la parte superior y laterales. Dentro de los viveros hay canteros, los cuales contienen las plantas producidas mediante cultivo de tejidos, los cuales son plantadas en bolsas plásticas cuando miden aproximadamente 10 cm de altura. Los canteros son grupos de bolsas formadas por filas de 10 y columnas de 100, para un total de 1000. A lo largo de cada cantero hay un pequeño muro de concreto de 15 cm de altura y 10 cm de ancho que sirve de contención a las bolsas.

La primera fase consistió en un estudio de la dinámica poblacional de *T. tumidus* en viveros de plátano con el propósito de obtener la información necesaria para hacer las pruebas con el depredador.

Se hicieron cuatro repeticiones por año, una durante cada estación del año. Se muestrearon las plantas de seis canteros, todas de la misma edad. En tres de estos canteros se liberaron especímenes de *P. macropilis*. El manejo agronómico fue similar para todas las plantas.

Los datos meteorológicos (temperatura, humedad relativa y precipitación) se obtuvieron de estaciones meteorológicas de Batabanó y Güines, situadas 500 m y 600 m, respectivamente de las áreas de estudio.

Dinámica poblacional de *T. tumidus* en viveros de plátano. Se realizaron muestreos semanales en 25 plantas por cantero, seleccionadas al azar, desde que las vitroplantas fueron plantadas hasta su traslado al campo.

El conteo se realizó revisando desde las hojas más viejas hasta las más jóvenes, utilizando una lupa de mano 5x, considerándose solo los instares móviles del ácaro. Posteriormente, se calculó el promedio de ácaros/planta. La primera colonia de ácaros se contó y fue considerada la máxima infestación de la planta, porque el ácaro inicia su infestación en las hojas más maduras (Pérez 1996).

El clima de las dos localidades se caracterizó mediante un análisis de componentes principales con el objetivo de determinar las variables que podían explicar las mayores variaciones del clima. A partir de este resultado, se utilizó un análisis de covarianza mediante el procedimiento de modelo lineal para comparar el efecto de la edad de la planta, la época del año, las localidades y las variables climáticas sobre la población de *T. tumidus*.

Para hacer grupos según la edad de las plantas se consideraron características de los períodos de crecimiento en viveros establecidos, según las normas técnicas del Ministerio de Agricultura. Se definieron tres grupos: 1. Edades tempranas, entre tres y nueve semanas, período en que las plantas completan su ciclo en el vivero; 2. Edades intermedias, entre 10 y 15 semanas, fase en que las plantas por diferentes causas permanecen en el vivero y 3. Edades tardías, más de 15 semanas, donde ya las plantas han pasado su período de fase de vivero pero por diferentes razones se encuentran aún allí.

Considerando los resultados de este análisis y los datos de bioecología de *T. tumidus* (Pérez 1996) se hicieron grupos de temperatura, humedad relativa y precipitación y se analizaron mediante un test de X²

con grupos de *T. tumidus*. Estos se conformaron de la siguiente manera:

Grupos de *T. tumidus*: (población total por canteo): grupo 1: $> 1 < 25$; grupo 2: $\geq 25 < 100$; grupo 3: $\geq 100 < 300$; y grupo 4: ≥ 300

Los grupos de temperatura (grados Celcius) fueron: 1. < 21 ; 2. $\geq 21 \leq 25$ y 3. > 25 . Los grupos de humedad relativa (%) fueron: grupo 1: $< 80\%$ y grupo 2: $\geq 80\%$. Para la precipitación se consideraron tres grupos (mm): grupo 1: ≤ 25 ; grupo 2: $> 25 \leq 100$ y grupo 3: > 100

Estos se compararon mediante tablas de contingencia.

Control de *T. tumidus* con *P. macropilis* en viveros de plátano. Con base en el total de instares móviles de *T. tumidus*, se calculó el número de especímenes de *P. macropilis* a liberar, utilizando una proporción 20:1 (presa: depredador).

Los fitoseídos, provenientes del Laboratorio de Cría de Acaros e Insectos del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, fueron trasladados al campo sobre hojas de plátano de la variedad antes mencionada, en bandejas sobre soporte húmedo. Estas hojas contenían poblaciones elevadas del depredador y escaso alimento, según criterios establecidos por el laboratorio de cría, estas conformaban las bandejas listas para liberar.

Se aplicó un análisis de covarianza mediante el procedimiento de modelo lineal con el objetivo de evaluar la influencia de las localidades, grupo de edad de las plantas, época del año, población de *T. tumidus* aplicada con el depredador y variables climáticas sobre *P. macripilis*.

La identificación de la especie de la familia Tetranychidae fue realizada por el Dr. Rubén Pérez y la Dra. Lerida Almaguel del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal y el de la especie de Phytoseiidae por la Lic. Neyda Rodríguez, Instituto de Cítricos y Frutales, La Coronella, Ciudad de la Habana, Cuba.

Resultados y discusión

Dinámica poblacional de *T. tumidus* en viveros de plátano. La caracterización climática mostró que las variables evaluadas explican en gran parte, las variaciones del clima en Batabanó (89%) y Güines (83%). En ambas, la humedad relativa y la precipitación conforman el primer componente que explica el 50% y 57% en Batabanó y Güines, respectivamente. El segundo componente que explica el 32% de las variaciones en ambas localidades es la temperatura. Este re-

sultado confirma la importancia de estas variables climáticas en las pruebas estadísticas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de componentes principales para las variables climáticas en las localidades.

Factor	Güines		Batabanó	
	1	2	1	2
Temperatura	0,26	0,94	0,36	0,86
Humedad relativa	0,66	-0,61	0,61	-0,49
Precipitaciones	0,69	-0,05		-0,02
Varianza explicada	0,57	0,32		0,32
Varianza acumulada	0,57	0,89		0,82

El análisis de covarianza demostró que el efecto "época del año" no influyó significativamente sobre *T. tumidus*; sin embargo, la edad de la planta y la localidad tuvieron una influencia significativa (individualmente y no su interacción) sobre la población de este ácaro fitófago. Los parámetros climáticos no mostraron significación, lo que implica que su relación sobre *T. tumidus* es no lineal.

La mayor población se determinó en Güines (Cuadro 2). La humedad relativa y la precipitación en ambas localidades mostraron diferencias significativas, teniendo Güines un clima más seco y menos lluvioso, lo cual demuestra que, probablemente, esto incidió en la población de la plaga.

Cuadro 2. Población de *T. tumidus* por localidad.

Localidad	Población promedio \pm DE
Güines	454,76 \pm 260,71 a
Batabanó	151,52 \pm 340,21 b

Letras iguales no difieren significativamente según la prueba de χ^2 al $p < 0,05$.

Eex = 91,31.

La mayor población de instares móviles de *T. tumidus* se determinó en las plantas de más de 15 semanas, siendo significativamente mayores ($P < 0,05$) a los otros dos grupos de edades (Cuadro 3). Esto sugiere que deben tomarse las medidas de control de la plaga

Cuadro 3. Población de *T. tumidus* según grupo de edad de las plantas.

Grupos según edad	Población promedio
III (más 15 semanas)	461,19 \pm 77,35 a
II (10-15 semanas)	407,32 \pm 51,92 b
I (3-9 semanas)	361,14 \pm 89,46 c

Significación *** n = 21

Letras iguales no difieren significativamente según la prueba χ^2 $p < 0,05$.

en edades tempranas. Esta observación coincide con lo informado (Trichillo y Leigh 1986) de que la resistencia a tetraníquidos en plantas de algodón tiende a disminuir conforme éstas maduran. Una respuesta similar al incremento de la edad se observó en pruebas realizadas en casas de mallas por Ramos y Rodríguez (1995).

En Batabanó y Güines se encontraron las mayores poblaciones del fitófago entre los 21°C y 25°C (Cuadro 4 y 5). Los mayores porcentajes de *T. tumidus* para las dos localidades en estudio se observaron a >80% de humedad relativa (Cuadros 6 y 7). Con precipitaciones menores a 25 mm se hallaron con mayor frecuencia todos los grupos de *T. tumidus*, tanto para Batabanó (Cuadro 8) como para Güines (Cuadro 9).

Cuadro 4. Porcentaje total de *T. tumidus* por grupo, según temperatura en un vivero de plátano en Batabanó, Cuba.

Temperatura	Grupos de <i>T. tumidus</i>			
	1 (0-24)	2 (25-99)	3 (100-299)	4 ≥300
<21	1,67	5,00	1,67	0
≤21≥25	5,00	18,33	8,33	24,00
>25	16,67	13,13	15,00	5,00

Cuadro 5. Porcentaje total de *T. tumidus* por grupo, según temperatura en un vivero de plátano en Güines, Cuba.

Temperatura	Grupos de <i>T. tumidus</i>			
	1 (0-24)	2 (25-99)	3 (100-299)	4 ≥300
<21	0	0	2,94	2,57
≤21≥25	0	18,02	24,71	29,41
>25	0	2,94	2,94	16,47

En general, las mayores poblaciones de *T. tumidus* se encontraron a temperaturas más altas, con humedades por encima del 80% y precipitaciones menores a 25 mm.

Este resultado coincide con el obtenido por Pérez (1996) en las fases fenológicas de fomento y producción. Es importante destacar que este tetraníquido no constituye una plaga importante en el cultivo de plátano en otros países, por lo cual existen pocos trabajos al respecto.

Se observó un comportamiento similar de *T. tumidus* en todos los canales y en las dos localidades. La infestación se produjo como mínimo a partir de la tercera semana después de la siembra, con un promedio de 0,1 ácaros/planta. Esto se incrementó conforme avanzaron los muestreos. Esta infestación se inicia en las hojas más viejas y va pasando a las más jóvenes.

Cuadro 6. Porcentaje total de *T. tumidus* por grupo, según humedad en un vivero de plátano en Batabanó, Cuba.

Humedad relativa	Grupos de <i>T. tumidus</i>			
	1 (0-24)	2 (25-99)	3 (100-299)	4 ≥300
<80	13,33	10,00	1,63	5,00
≥80	10,00	26,67	23,33	10,00

Cuadro 7. Porcentaje total de *T. tumidus* por grupo, según humedad relativa en un vivero de plátano en Güines, Cuba.

Humedad relativa	Grupos de <i>T. tumidus</i>			
	1 (0-24)	2 (25-99)	3 (100-299)	4 ≥300
<80	0	0	5,88	4,61
≥80	0	12,94	14,71	61,76

A partir del momento en que se detectó el incremento progresivo de *T. tumidus* se observó que éste es dependiente de las condiciones climáticas y de la edad de la planta. Considerando que la época del año no influyó, se seleccionaron dos cámaras de cada localidad, para representar el comportamiento estacional de *T. tumidus* en las localidades (Fig. 1 y 2).

Este comportamiento estacional ascendente en tetraníquidos ha sido informado por otros autores (Pickett y Gilstrap 1986, Jarosik y Pliva 1990) para ácaros de la familia Tetranychidae, en condiciones de invernadero, las que son semejantes, a las características de los viveros en que se realizaron estos experimentos.

Cuadro 8. Porcentaje total de *T. tumidus* por grupo, según precipitación acumulada en un vivero de plátano en Batabanó, Cuba.

Precipitación	Grupos de <i>T. tumidus</i>			
	1 (0-24)	2 (25-99)	3 (100-299)	4 ≥300
≤25	15,0	20,00	6,67	5,0
>25≤100	8,33	10,00	15,00	10,00
>100	0,0	6,67	3,33	0,0

Cuadro 9. Porcentaje total de *T. tumidus* por grupo, según precipitación acumulada en un vivero de plátano en Güines, Cuba.

Precipitación	Grupos de <i>T. tumidus</i>			
	1 (0-24)	2 (25-99)	3 (100-299)	4 ≥300
≤25	0,0	2,94	11,76	73,53
>25≤100	0,0	0,0	8,82	2,940
>100	0,0	0,0	0,0	0,0

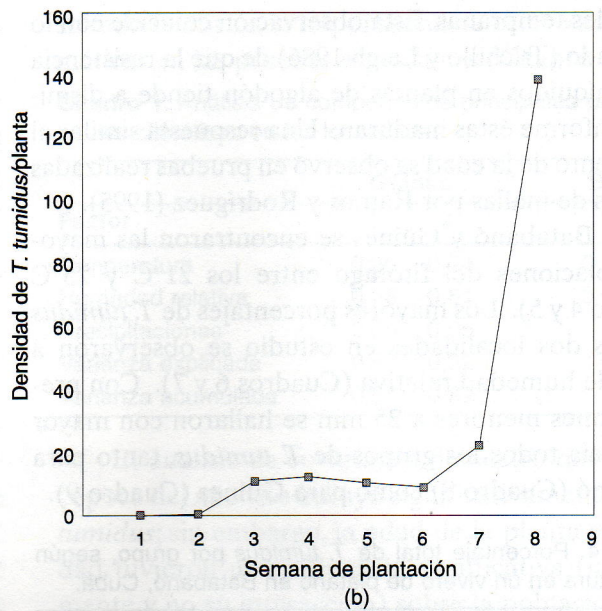
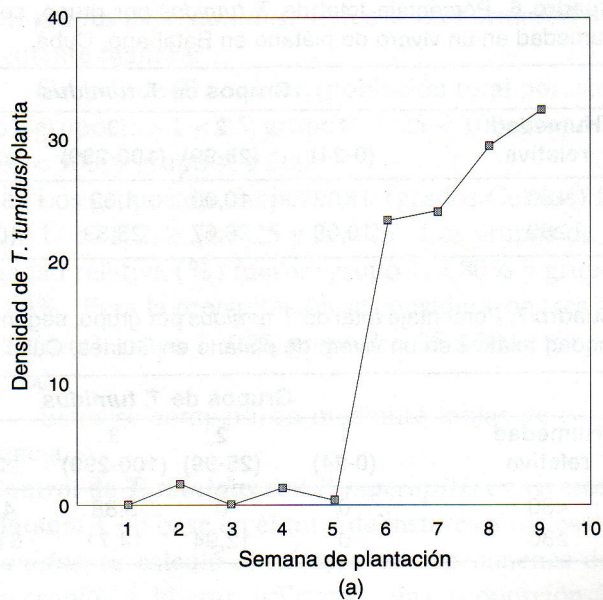


Figura 1. Comportamiento estacional de *T. tumidus* (promedio por planta) en dos cámaras en un vivero de plátano de Batabanó, Cuba.

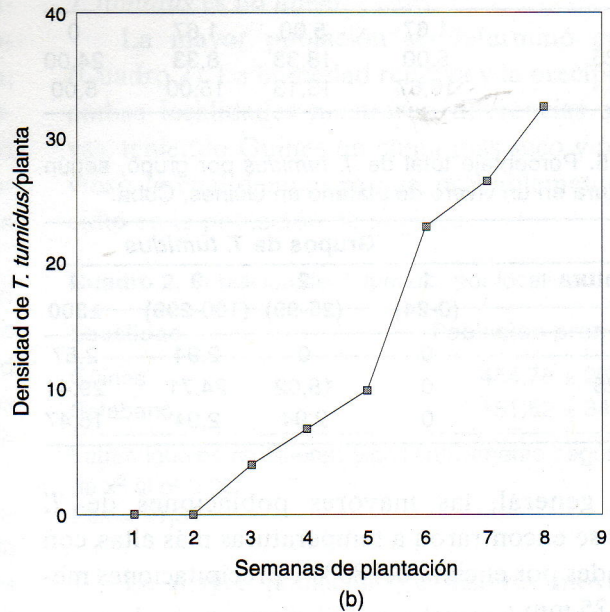
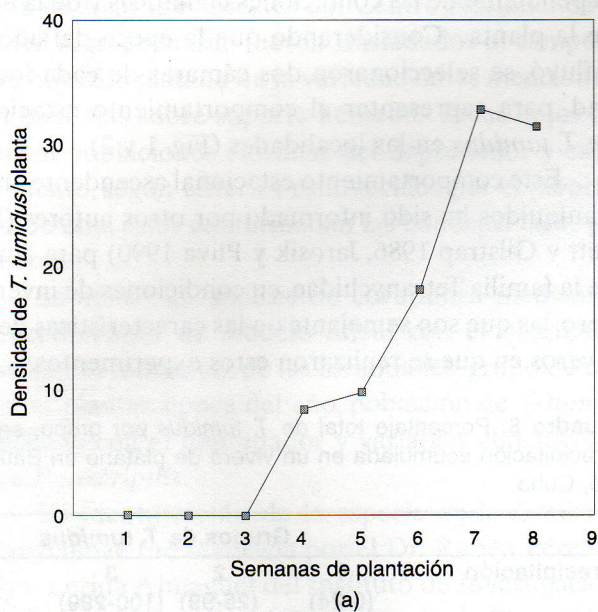


Figura 2. Comportamiento estacional de *T. tumidus* (promedio por planta) en dos cámaras en un vivero de plátano de Güines, Cuba.

Control de *T. tumidus* con *P. macropilis* en viveros de plátano. *P. macropilis* influyó significativamente ($P < 0,05$) sobre la población de *T. tumidus* y los grupos de edad de las plantas. No se determinó relación estadística entre *P. macropilis* y la localidad, la época del año y las variables climáticas. Esto se debe a que la liberación del depredador se realizó independientemente del clima, pero dependiente de la densidad de la presa y ésta a su vez, demostró que su estacionalidad estaba muy vinculada a la edad de la planta.

La liberación de *P. macropilis* en forma similar y en igual proporción presa-depredador, explica el que no se determinaran diferencias estadísticas entre las localidades y la época del año. Los grupos de variables climáticas no fueron estadísticamente diferentes, lo que implica que su relación con *P. macropilis* no es lineal. No obstante, al estar incluida en el modelo, la población de *T. tumidus* puede provocar que los otros factores pierdan significación.

Se determinó un marcado efecto supresivo de *P.*

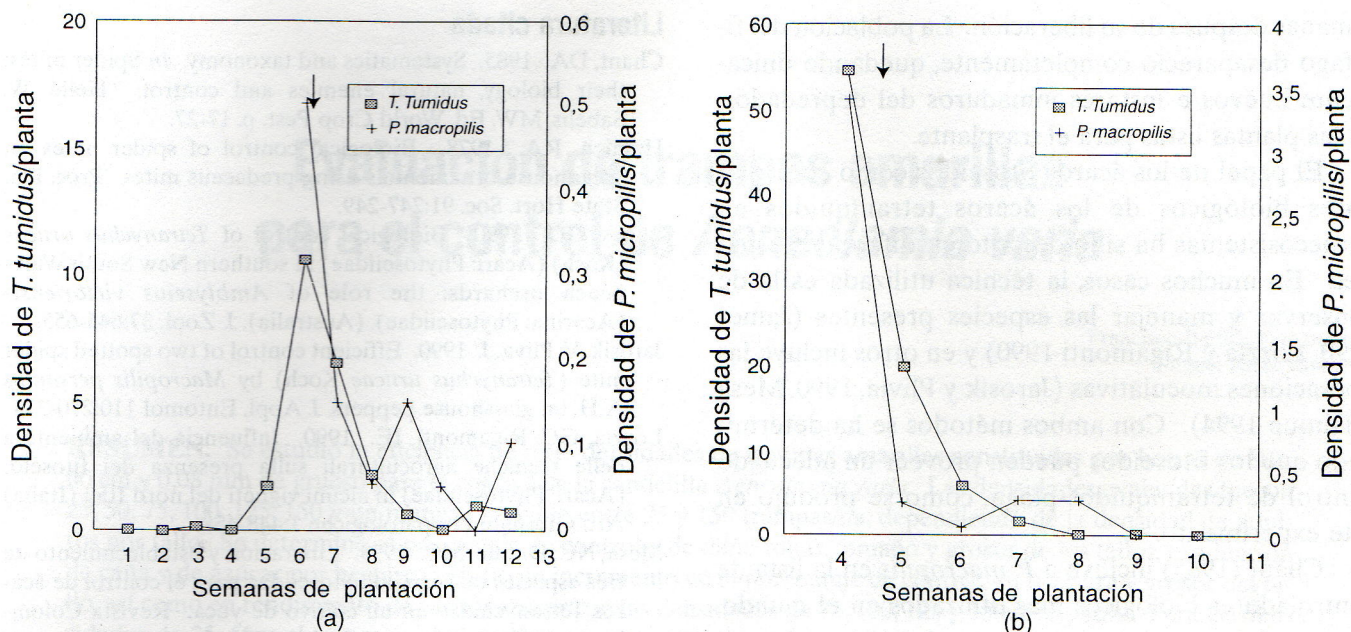


Figura 3. Efecto de la liberación de *P. macropilis* en dos cámaras en dos viveros de plátano a: Batabanó; b: Güines, Cuba.

macropilis sobre la población de *T. tumidus* en todas las cámaras aplicadas. En la figura 3 se observa este efecto en un cantero de cada localidad.

El pico poblacional del enemigo natural se registró entre el segundo y cuarto muestreo, después del de la plaga, en dependencia de la densidad de esta última. Se encontró que cuando las poblaciones fueron menores, se hace necesario un período mayor para alcanzar este máximo, que cuando se registran altos niveles de *T. tumidus*. Esto hace suponer una respuesta diferencial de *P. macropilis* a los niveles poblacionales del fitófago.

La variabilidad en la conducta de búsqueda, así como en la respuesta reproductiva con respecto a la densidad ha sido estudiada por Zhang y Sanderson (1993) quienes demostraron que a diferentes niveles de presa, los fitoseídos varían su conducta de búsqueda, haciéndola más eficiente cuando ésta disminuye y en consecuencia, se incrementa el tiempo dedicado a esta actividad. Estos autores también informaron que se produce un incremento en la respuesta reproductiva cuando se registran aumentos en la densidad, lo que puede explicar porque con las diferentes densidades se encuentra una respuesta diferente de *P. macropilis*.

Esta habilidad, de alcanzar rápidamente altas poblaciones, también es un indicador de la capacidad reproductiva y del corto ciclo de desarrollo de esta especie en condiciones de campo, tal como había sido comprobado en condiciones de laboratorio (Prasa

1967, Takahashi y Chant 1992) y en este estudio. Estos resultados confirman que *P. macropilis* es un agente de control biológico eficiente de *T. tumidus* en viveros de plátano.

Para obtener plantas libres de ácaros en el momento del trasplante deben considerarse todos los aspectos discutidos. Se debe considerar la densidad del fitófago en su relación con la edad de la planta y las posibilidades de *P. macropilis* de ejercer un control eficiente de la plaga antes de que los daños sean significativos. Esto requerirá de observaciones periódicas de las plantas desde las etapas fenológicas iniciales, especialmente cuando las condiciones climáticas son favorables.

La movilidad de los fitoseídos ha sido bien demostrada en trabajos previos (Zhang y Sanderson 1993). En esta investigación, *P. macropilis* invadió las cámaras del testigo después de haber ingerido la totalidad de las presas en los canteros de los tratamientos que incluían su liberación. Esto produjo variaciones en el testigo, aunque confirma la capacidad del fitoseído. No obstante, la infestación se registró uno o dos muestreos antes de que las plantas se llevaran al campo, lo cual hizo que el efecto en el experimento fuera mínimo. Es importante señalar, que los canteros del testigo se ubicaron separados de los demás tratamientos.

La capacidad de *P. macropilis* para controlar a *T. tumidus* fue evidente. Este depredador redujo drásticamente la población de araña roja en los viveros de plátano, en un período que osciló entre una y cuatro

semanas después de su liberación. La población del fitófago desapareció completamente, quedando únicamente huevos e instares inmaduros del depredador, en las plantas listas para el trasplante.

El papel de los ácaros fitoseídos como controladores biológicos de los ácaros tetránquidos en agroecosistemas ha sido descrito en diferentes especies. En muchos casos, la técnica utilizada es la de conservar y manejar las especies presentes (James 1990, Lozzia y Rigamonti 1990) y en otros incluye las liberaciones inoculativas (Jarosik y Plivia, 1990, Mesa y Duque 1994). Con ambos métodos se ha determinado que los fitoseídos pueden proveer un adecuado control de tetránquidos-plaga, como se produjo en este experimento.

Chant (1985) incluye a *P. macropilis* en la lista de controladores biológicos más utilizados en el mundo. A pesar de que no hay experiencias de su liberación en condiciones de campo, su inclusión en la lista se debe a que sus parámetros biológicos son similares a los de *P. persimilis*, una de las especies de fitoseído más usada y comercializada como agente de control biológico.

Conclusiones

El estudio de la dinámica poblacional de *T. tumidus* mostró que la infestación se produce a partir de la tercera semana después de la siembra, como mínimo. Las mayores poblaciones se encontraron con temperaturas medias mayores a 21°C, humedades relativas promedio superiores al 80% y precipitaciones acumuladas menores a 25 mm. Cuando la infestación se inicia en plantas de más edad, la población de *T. tumidus* se incrementa significativamente si las condiciones climáticas son favorables. *T. tumidus* puede ser controlado en viveros de plátano mediante la liberación de *P. macropilis*. La liberación del depredador deberá realizarse en plantas de dos o tres meses.

Literatura citada

- Chant, DA. 1985. Systematics and taxonomy. In Spider mites: their biology, natural enemies and control. Helle, W; Sabelis, MW. Ed. World Crop Pest. p. 17-27.
- Hamlen, RA. 1978. Biological control of spider mites on greenhouse ornamentals using predaceous mites. Proc. Fla. State Hort. Soc. 91:247-249.
- James, GD. 1990. Biological control of *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Phytoseiidae) in southern New South Wales peach orchards: the role of *Amblyseius victoriensis* (Acarina: Phytoseiidae). (Australia). J. Zool. 37:645-655.
- Jarosik, V; Pliva, J. 1990. Efficient control of two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) by *Macropilis persimilis* A.H. on glasshouse peppers. J. Appl. Entomol 110:270-274.
- Lozzia, GC; Rigamonti, IE. 1990. Influenza del ambiente a delle tecniche agro-culturali sulla presenza dei fitoseidi (Acari: Phytoseiidae) in alcuni vigneti del nord Itali (Italia) Atti Giornate Fitopatologiche 1:448-458.
- Mesa, NC; Duque, MC. 1994. Liberación y establecimiento de tres especies de ácaros Phytoseiidae para el control de ácaros Tetranychidae en un cultivo de yuca. Revista Colombiana de Entomología 20(3):169-177.
- MINAGRI. 1994. Instructivo técnico para el cultivo del plátano. Cuba, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 85 p.
- Pérez, R. 1996. Elementos para el manejo integrado de la araña roja *Tetranychus tumidus* (Banks) (Acari: Tetranychidae) en el cultivo del plátano (*Musa acuminata* Colla) (Cuba). Tesis Dr. Cuba, Universidad Central. 98 p.
- Pickett, CH; Gilstrap, FE. 1986. Inoculative release of phytoseiids (Acari) for the biological control of spider mites (Acari: Tetranychidae) in corn. Environ. Entomol. 15(4):790-794.
- Prasad, V. 1967. Biology of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* in Hawaii (Acarina: Phytoseiidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 60:905-908.
- Ramos, M; Rodríguez, H. 1995. Eficiencia de *Phytoseiulus macropiles* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) en el control de *Tetranychus tumidus* (Banks): I. Prueba en casa de malla. Rev. Protección Vegetal (Cuba) 10:31-36.
- Takahashi, F; Chant, DA. 1992. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae) Y. Developmental times internat. J. Acarol 18(3):171-176.
- Trichillo, PJ; Leigh, TH. 1986. The impact of cotton plant resistance of spider mites and their natural enemies. Hilgardia 54(5):317-328.
- Zhang, ZQ; Sanderson, JP. 1993. Spatial scale of aggregation in three acarina predator species with different degrees of polyphagy. Oecología 96:24-31.

Evaluación de trampas amarillas para el control de *Aeneolamia varia*

Francisco Badilla Fernández*
Miguel Arias Varela**

RESUMEN. Se estudió la eficiencia de siete densidades de trampas amarillas constituidas por bolsas de 80 x 60 cm y 0,08 mm de grueso para el control de la candelilla *Aeneolamia varia*. Las densidades evaluadas fueron 25, 50, 75, 100, 125, 150 y un número variable entre 25 y 150 trampas/ha, dependiendo de la densidad de adultos por tallo. Se determinó el porcentaje de control y de daño foliar, tamaño y grosor de los tallos, producción de caña y de azúcar por hectárea. Hubo un incremento en el porcentaje de control, en la altura y grosor del tallo, así como en rendimiento de caña y azúcar con las densidades de 75, 100, 125 y 150 trampas/ha. Para las densidades de 25, 50 y el testigo no hubo diferencias significativas. El tratamiento del número variable de trampas/ha fue la que presentó la mejor relación beneficio-costo.

Palabras clave: *Aeneolamia varia*, Caña de azúcar, Trampas, Insectos, Venezuela.

ABSTRACT. Evaluation of yellow traps for the control of *Aeneolamia varia*. The efficiency of seven densities of yellow traps composed of 80 x 60 cm and 0,08 mm thick bags, for the control of *A. varia* was studied. The densities evaluated were 25, 50, 75, 100, 125, 150 and a variable number of between 25 and 50 traps/ha depending on the density of adults per stem. The percentage of control and leaf damage, size and thickness of stems, production of cane and of sugar per hectare, were determined. There was an increase in the percentage of control, in the height and thickness of stems and also in the yields of cane and sugar with the 75, 100, 125 and 150 densities of traps/ha. There were no significant differences with the densities of 25, 50 and the control. The variable number of traps/ha treatment showed the best relation of benefit-cost.

Key words: *Aeneolamia varia*, Sugarcane, Traps, Insects, Venezuela

Introducción

En Venezuela, los insectos de la familia Cercopidae que atacan la caña de azúcar se conocen como candelilla, de éstos, la especie *Aeneolamia varia* Fennah constituye la principal plaga de insectos en este país (Guagliumi 1954, Ferrer *et al.* 1973, Vreugdenhil 1981).

Los adultos de las especies de esta familia se alimentan de las láminas foliares de la caña, provocando una fitotoxemia, causada por la introducción de enzimas aminolíticas y oxidantes dentro de los haces vasculares. Como consecuencia, disminuye la capacidad fotosintética, y por tanto, el proceso formativo de sacarosa en el tallo también disminuye, causando pérdidas cuantiosas (Badilla y Saénz 1994).

Para el control de esta plaga se han utilizado diferentes tácticas químicas, culturales, físicas y biológicas (Guagliumi 1973, Saldivia 1978, Ferron 1978, Alves 1986, Allard *et al.* 1990, Badilla *et al.* 1994, Salazar y Badilla 1994, Toledo y Badilla 1996). El control físico es una de las estrategias viables para el combate de varias especies de insectos, que son atraídos por las longitudes de onda emitidas por los diferentes colores. La utilización de trampas amarillas fue recomendada por Ferrer (1972) para el monitoreo de adultos de *A. varia* como criterio para la utilización de insecticidas. Badilla y Saénz (1994) también las recomendaron para el control de *A. postica* y *Prosapia* spp., en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.

Recibido: 31/01/97. Aprobado: 10/11/2000.

* Bioasesoría Internacional, Apdo. 737-4005, Belén, Costa Rica. E-Mail: franbad@sol.racsa.co.cr

** Central Portuguesa, Sanidad Vegetal. Acarigua, Venezuela.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la captura de adultos de *A. varia* con diferentes densidades de trampas amarillas.

Materiales y métodos

Se seleccionó un lote de caña de azúcar de la variedad C-37167, soca 3 conformado por ocho tablones, los cuales ocupaban un área de 24,05 ha, en Central Portuguesa, Venezuela. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental estaba constituida por una parcela de una hectárea. Los tratamientos estudiados fueron: 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 y un número variable de trampas por ha. Las bolsas de color amarillo intenso medían 80 cm de largo x 60 cm de ancho x 0,08 mm de grosor. Estas se colocaron en dos estacas a 50 cm del suelo, en el entresurco de la caña.

La distribución de trampas en cada ha, según el orden creciente de los tratamientos se realizó de la siguiente forma: cada 12 surcos distanciadas a 22 m, 10 surcos distanciadas a 13 m, 8 surcos distanciadas a 11 m, 6 surcos distanciadas a 11 m, 4 surcos distanciadas a 13 m y cada 2 surcos distanciadas a 22 m. En el tratamiento variable se colocaron desde 25 hasta 150 trampas por ha, según la cantidad de adultos por tallo evaluado semanalmente, de acuerdo al Cuadro 1.

Las variables medidas fueron las siguientes:

Número de adultos/trampa. En cinco trampas por unidad experimental, seleccionados al azar, se evaluó el número de adultos. Los puntos de muestreo fueron fijados hasta la finalización del experimento. El recuento se realizó en ambos lados de la trampa y en horas de la mañana, las trampas se cambiaron semanalmente.

Cuadro 1. Número de trampas por hectárea en el tratamiento variable, según el número de adultos por tallo por semana. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Evaluación semanal (Adultos x tallo)
25	0,01 - 0,20
50	0,21 - 0,50
75	0,51 - 1,00
100	1,01 - 2,00
125	2,01 - 3,00
150	+ 3,00

Número de adultos/tallo. Se muestrearon en cinco puntos por parcela seleccionados al azar, cada punto consistió de 5 m de surco, de caña. Se contabilizó el número de adultos para cada tallo. Esta evaluación se realizó semanalmente, y siempre en las primeras horas de la mañana.

Daño foliar. Se muestreo en cinco puntos por parcela, cada uno de 1 m y escogidos al azar. Se definió visualmente el daño en la hoja con la primera aurícula visible. El daño se clasificó con una escala de 1 a 5, correspondiendo cada nivel a un porcentaje de 20% del área foliar dañada.

Eficiencia de control de las trampas. Se evaluó mediante un recuento semanal de adultos x trampa, y de adultos x tallo, expresado en porcentaje, mediante la utilización de la siguiente fórmula; propuesta por Baddilla 1988. Las trampas se cambiaron semanalmente.

$$\% \text{ CONTROL} = \frac{(\text{adultos x trampa}) \times (\text{N}^\circ \text{ trampas x parcela})}{(\text{adultos x tallo}) \times (\text{tallo x parcela}) + (\text{adultos x trampa}) \times (\text{N}^\circ \text{ trampas x parcela})} \times 100$$

Altura y grosor de la planta. La altura de la planta se midió desde la superficie del suelo hasta la primera aurícula visible. El grosor de la planta se midió a la altura del tercio inferior del tallo. Las mediciones se realizaron en cinco puntos de 1 m por parcela, seleccionados al azar, 15 días antes de la cosecha.

Toneladas de caña por hectárea. Se cosechó cada una de las parcelas en forma individual y se llevó la caña al Ingenio para su procesamiento, la cual fue pesada en una balanza comercial. Con esta información se realizó el análisis de varianza (ANDEVA).

Rendimiento. Para determinar el rendimiento, en kg de azúcar/t de caña, se utilizó el sistema de muestreo por sonda, para lo cual se muestrearon todos los camiones. A partir de ese muestreo (2 kg aproximadamente) se determinó el brix, pol, pureza y el rendimiento teórico recuperable (RTR). Con estos valores se calculó el rendimiento de azúcar/ha, multiplicando el rendimiento teórico recuperable/t de caña, para cada parcela de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\text{Azúcar/ha} = \text{kg AZ/t caña} \times \text{t/ha}$$

Análisis económico. Se determinó la relación beneficio-costos para cada una de las densidades de trampas/ha. Para esto se cuantificó el rendimiento en toneladas de caña/ha, el costo fijo, costo variable, costo total y el ingreso neto para cada tratamiento.

Resultados y discusión

Los tratamientos que mostraron mayores y similares porcentajes de mortalidad de adultos de *A. varia* (Cuadro 2) fueron los de 125, 150 y 100 trampas/ha; entre los tratamientos con 100, 75 y el número variable de trampas/ha, no se detectaron diferencias estadísticas. Estos resultados muestran la necesidad de utilizar densidades mayores de 100 trampas/ha, para

obtener un control adecuado de esta plaga en el Central Portuguesa. Badilla *et al.* (1994), señalaron que en Costa Rica se utilizan niveles entre 25-75 trampas/ha, dependiendo de la densidad poblacional de los adultos de la especie *A. postica*, la cual es menos agresiva que la especie *A. varia* presente en Venezuela.

Cuadro 2. Porcentaje de control de adultos de *A. varia* en caña de azúcar, según la densidad de trampas amarillas. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Control de trampas (%)
125	58,59a
150	57,27a
100	50,50ab
75	46,01bc
Variable	43,49bc
50	39,60c
25	23,61d
F = 14,19**	CV% = 20,37

Valores promedios transformados en Arcoseno ($\sqrt{x + 0,5}$)
Valores seguidos de la misma letra, no difieren entre sí, según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Solo se observaron diferencias significativas en el área foliar dañada entre los tratamientos con 25 y 75 trampas/ha y sin trampas y entre los tratamientos con número variable de trampas y 50 trampas/ha y el testigo (Cuadro 3). El menor porcentaje de área foliar afectada en este último tratamiento, posiblemente se debe a que una repetición se ubicó en la parte más alta y drenada de la plantación, con lo cual las poblaciones se mantuvieron bajas a través de todo el año, en comparación con las parcelas ubicadas en suelos con problemas de drenaje.

Cuadro 3. Porcentaje de daño foliar en caña de azúcar, según densidad de trampas amarillas. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Promedio del área foliar afectada
25	29,1 a
Variable	28,6 ab
50	25,4 ab
125	23,4 abc
100	21,7 abc
150	20,6 abc
75	20,3 bc
0	16,8 c
F = 2,98**	CV% = 23,2

Valores promedios transformados en Arcoseno ($\sqrt{x + 0,5}$).
Valores seguidos de la misma letra, no difieren entre sí, según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Con respecto a la altura de la planta, no se observaron diferencias significativas, entre los tratamientos con densidades de 0 a 150 trampas/ha (Cuadro 4), pero sí, entre los de 150 y las de 25, 50 y el nivel variable ($P < 0,05$), en los cuales se cuantificó una diferencia de tamaño entre 0,8 y 0,6 m por tallo, respectivamente. A pesar de no haber diferencias significativa para esta variable, entre las parcelas sin trampas y las que tenían 150 trampas, la diferencia de tamaño fue 0,42 m por tallo, lo cual produjo un rendimiento superior en toneladas de caña, en los tratamientos con densidades mayores de 100 trampas/ha (Cuadro 6).

Cuadro 4. Efecto de la densidad de trampas amarillas sobre la altura de la planta de caña de azúcar. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Altura (m)
150	2,872 a
125	2,765 ab
100	2,567 abc
75	2,545 abc
0	2,455 abc
Variable	2,274 bc
50	2,147 c
25	2,091 c
F = 3,20**	CV% = 11,0

Valores seguidos de la misma letra, no difieren entre sí, según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Para la variable grosor del tallo, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de más de 100 trampas/ha y el tratamiento de un número variable de trampas, en relación con el tratamiento de 50 trampas (Cuadro 5). El testigo no difirió significativamente de las densidades inferiores a 100 trampas/ha. Estos resultados concuerdan con los de porcenta-

Cuadro 5. Efecto de la densidad de trampas amarillas sobre el grosor del tallo de plantas de caña de azúcar. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Grosor (cm)
150	2,995 a
Variable	2,945 a
125	2,864 a
100	2,852 a
75	2,836 ab
0	2,794 ab
25	2,736 ab
50	2,576 b
F = 2,77*	CV% = 4,77

Valores seguidos de la misma letra, no difieren entre sí, según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 6. Rendimiento de caña de azúcar por hectárea, según densidad de trampas amarillas. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Rendimiento (t/ha)
150	72,40 a
Variable	69,35 a
125	68,26 a
100	67,69 a
75	64,73 ab
0	63,61 ab
50	46,46 bc
25	43,52 c
F = 3,17**	CV% = 17

Valores seguidos de la misma letra, no difieren entre sí, según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

je de control, que muestran que densidades mayores de 100 trampas/ha son mejores para el combate de esta plaga. Además, se produjo una diferencia de 28,9 t de caña/ha entre las densidades de 150 y 25 trampas (Cuadro 5), demostrando el impacto que tienen las trampas en el control de la plaga.

Estos resultados confirman lo discutido para la variable porcentaje de daño (Cuadro 3) en la cual se mostró que el testigo mostró la menor área foliar afectada, debido a que una parcela se ubicó en la parte más drenada del lote.

La producción de azúcar t/ha (Cuadro 7) no mostró diferencias significativas entre el testigo y los demás tratamientos. Las densidades de 25 y 50 trampas/ha fueron las que produjeron los menores rendimientos, siendo estos diferentes significativamente ($P < 0,05$) a las densidades 100, 125 y 150 trampas y la densidad variable. También se observó una tendencia de aumento en el rendimiento de azúcar (t) a partir de la densidad de 75 trampas/ha, encontrándose una diferencia de 3,49 t entre las densidades de 150

Cuadro 7. Efecto de la densidad de trampas amarillas en la producción de azúcar (ton). Portuguesa, Venezuela.

Trampa/ha	Rendimiento (t/ha)
150	6,40 a
Variable	6,33 a
125	6,20 a
100	6,08 a
75	5,71 abc
0	5,20 abc
50	4,09 bc
25	3,91 c
F = 1,37**	CV% = 15,0

Valores seguidos de la misma letra, no difieren entre sí, según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

y 25 trampas/ha, lo cual demuestra la eficiencia de control con un número adecuado de trampas/ha.

La estimación real de las pérdidas provocadas por *A. varia*, así como la relación beneficio-costos de la utilización de esta técnica de control se presenta en el Cuadro 8.

Las mejores relaciones beneficio-costos se produjeron con densidades superiores a 100 trampas/ha, siendo la densidad variable, la que mostró la mejor rentabilidad (0,74). A pesar de que la densidad de 150 trampas/ha produjo el mejor rendimiento (72,4 t) los costos variables fueron mayores, reduciendo la rentabilidad. También se determinó que en densidades entre 25 y 75 trampas/ha, se obtuvo una rentabilidad menor que la del testigo, lo cual fue favorecido por la producción de una de las repeticiones de este último tratamiento testigo (80 t/ha) que estuvo ubicada en un suelo drenado, y para la cual al no haber gastos la relación beneficio-costos fue mayor.

El comportamiento de *A. varia*, es favorecido por las condiciones de humedad del suelo y la presencia

Cuadro 8. Relación beneficio-costos para la densidad de trampas/ha, para el control de *A. varia*. Portuguesa, Venezuela.

Trampas/ha	Rend. (t/ha)	Costo Fijo (\$)	Costo Variable (\$)	Costo Total (\$)	Ingreso Total (\$)	Ingreso Neto (\$)	Relación Beneficio /Costo
Variable	69,4	1 424	79,4	1 503	2 609	1 106	0,74
150	72,4	1 447	157,7	1 605	2 724	1 119	0,70
100	68,3	1 416	104,7	1 520	2 568	1 048	0,69
125	68,3	1 416	131,5	1 547	2 571	1 021	0,66
0	60,2	1 355	17,9	1 372	2 266	894	0,65
75	60,7	1 358	74,9	1 433	2 284	850	0,59
50	46,5	1 249	59,5	1 309	1 748	430	0,33
25	43,5	1 227	29,4	1 257	1 637	381	0,30

*1 Dólar = Bs 472,50

de malezas, factores que deben ser tomados como prioritarios en el manejo de esta plaga. Los resultados obtenidos demuestran que la utilización de las trampas amarillas, con textura y una longitud de onda adecuada, es una práctica eficiente para el control de esta plaga, siendo la densidad/ha un factor muy importante para realizar un control económico de la misma.

Literatura citada

- Allard, GB; Chase, CA; Heale, JB; Isaac, JE; Prior, C. 1990. Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as a Mycoinsecticide for control of sugarcane Froghopper, *Aeneolamia varia* sacharina (Hemiptera: Cercopidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 55:41-46.
- Alves, SB. 1986. Fungos Entomopatogênicos: em controle microbiano de insetos. São Paulo, Brasil, Editora Monole. p. 73-105.
- Badilla, F; Sáenz, C. 1994. Utilización de trampas amarillas como criterio de muestreo de población de «salivazo» *Prosapia* spp. y *Aeneolamia postica*. In Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). DIECA. p. 10.
- Badilla, F; Sáenz, C; Chan, I. 1994. Resultados obtenidos en el manejo integrado de *Aeneolamia postica* y *Prosapia* spp. (HOM.: CERCOPIDAE) en diferentes regiones de Costa Rica. In Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). DIECA. p. 13.
- Badilla, F. 1988. Metodologías para el manejo integrado de los cercópidos (*Aeneolamia* spp. y *Prosapia* spp.) Hom:Cercopidae en el cultivo de la caña de azúcar. Bioasesoría Internacional. Boletín Informativo. 28 p.
- Ferrer, FR. 1972. Posibilidad de evaluar poblaciones de candelilla (*Aeneolamia varia*) mediante el uso de trampas adhesivas. Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región Centro Occidental. Boletín Informativo 3(3):97-99.
- Ferrer, FR; Salazar, J; Morales, J. 1973. Control de la candelilla de la caña por medio de insecticidas granulados y emulsionables en la Región Central Occidental. Boletín Técnico MAG-CIARCO 3 (1): 157-165.
- Ferron, P. 1978. Biological control of insects pest by entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology* 23:409-442.
- Guagliumi, P. 1954. Contribuciones al estudio de la candelilla (*Aeneolamia* spp. y *Delassor* spp.) (Homoptera: Cercopidae) en Venezuela: Historia del insecto en el país. *Agronomía Tropical (Venezuela)* (43):151-152.
- Guagliumi, P. 1973. Pragas da cana-de-açúcar: Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, I.A.A. (coleção canavieira, 10).
- Salazar, JD; Badilla, F. 1994. Evaluación de seis insecticidas granulados y dos cepas del hongo entomopatogénico *Metarhizium anisopliae* en el control del «salivazo» (*Aeneolamia postica*) (HOM: Cercopidae) en caña de azúcar en la región de San Carlos. In Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). DIECA. p. 10.
- Saldivia, J. 1978. Recomendaciones para el control de la candelilla. C.A. Río Turbio. Boletín Informativo No 3. p. 14-15.
- Toledo, JC; Badilla, F. 1996. Patogenicidad de *Metarhizium anisopliae* en adultos de *Aeneolamia albofasciata* y *Prosapia* spp. en el Ingenio La Unión, Guatemala. *Revista de la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala*, Julio-Setiembre. p 5-13.
- Vreugdenhil, A. 1981. La «candelilla» *Aeneolamia varia* (CERCOPIDAE) en caña de azúcar en la zona Centro-Occidental de Venezuela. In Inter-American Sugar Cane Seminar Insect and Rodent Pest (2, 1981). Proceedings. p. 242-253.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sr. Gonzalo Paredes asesor de la Gerencia de Campo y al Lic. Ramón Branger Gerente de Campo del Central Portuguesa por el apoyo recibido para la realización de este trabajo, así como al Técnico Superior Engelberth Uribe, por la colaboración brindada en el análisis estadístico de la información.

Remoción de organismos epifíticos de *Citrus sinensis* por el caracol *Oxystyla pulchella*

Jucelho Dantas da Cruz*
Antonio Souza do Nascimento**
Oton Meira Marques***

RESUMEN. Se evaluó la capacidad del caracol *Oxystyla pulchella* Spix, (Gastropoda: Bulimullidae) para de remoción de algas, líquenes y hongos que crecen sobre los troncos, ramas, hojas y frutos de árboles de naranja (*Citrus sinensis* L) Osbeck, variedad Pera en el estado de Bahía, Brasil. La capacidad de remoción fue evaluada mediante dos metodologías: para troncos y ramas se utilizaron seis tratamientos (0, 10, 20, 40, 80 caracoles por árbol y un testigo absoluto, que consistió en la limpieza mecánica) y para hojas y frutos se adoptaron los mismos tratamientos que en los troncos y ramas, excepto el testigo absoluto. Se usó un diseño experimental completamente al azar, con seis repeticiones. En la remoción de los organismos epifíticos de hojas y frutos no hubo diferencias significativas entre las densidades de caracoles, excepto con el testigo. La limpieza de troncos y ramas, en los tratamientos con 40 y 80 caracoles fue de 29% y 17%, respectivamente, siendo los valores más altos.

Palabras clave: *Citrus sinensis*, *Oxystyla pulchella*, Control biológico, Caracoles, Organismos epifíticos, Manejo Integrado de Plagas.

ABSTRACT. Removal of epiphytic organisms from *Citrus sinensis* by the snail *Oxystyla pulchella*. The ability of the snail *O. pulchella* (Gastropoda: Bulimullidae) to remove algae, lichens and fungi that grow on the trunks, branches, leaves and fruits of orange trees (*C. sinensis* L) Osbeck, variety Pera, in the state of Bahia, Brasil was evaluated. The removal capability was evaluated using two methodologies: for trunks and branches six treatments (0, 10, 20, 40 and 80 snails per tree and an absolute control that consisted of mechanical cleaning) were utilised and for leaves and fruits the same treatments were selected except for the absolute control. A completely randomised experimental design with six repetitions was used. In removal of epiphytic organisms from the leaves and fruits there were no significant differences between the densities of snails, except in the control. In the cleaning of trunks and branches, the treatments with 40 and 80 snails reached 29% and 17% respectively, without significant differences between them, but with when compared to the other treatments.

Key words: *Citrus sinensis*, *Oxystyla pulchella*, Biological control, Snail, Epiphytic organisms, Integrated Pest Management.

Introducción

Entre las principales preocupaciones de los productores de cítricos está la defensa fitosanitaria de la plantación, porque al estar formada por plantas perennes, constituye un ecosistema bastante complejo, donde cohabitan gran cantidad de especies de insectos y otros organismos. Las algas, los líquenes y

los hongos epifíticos de estos árboles, además de afectar la actividad fotosintética de la planta, pueden ser hospedantes de algunas plagas.

Los líquenes o musgos, constituyen una forma primitiva de vida vegetal, en la cual los hongos y algas viven en asociación, beneficiándose mutuamente.

Recibido: 28/05/99. Aprobado: 10/11/2000.

* Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas. Feira de Santana, Bahia, Brasil. E-mail: jucelho@uefs.br

** EMBRAPA, CNPMF. Caixa Postal 007. 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

*** Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Brasil. E-mail: oton@ufba.br

Existen numerosas formas de líquenes creciendo en la superficie de la corteza de los cítricos en condiciones de alta humedad. Estos no causan daños directos a los árboles, porque aparentemente, no penetran en la corteza. No obstante, bajo ciertas condiciones pueden, indirectamente, ocasionar problemas, sirviendo de hospedante para plagas y creando condiciones aptas para la reproducción de organismos nocivos (Fawcett 1936, Robbs 1947, Gonçalves y Cassino 1978).

Las algas pueden causar daño, en regiones húmedas y calientes, afectando principalmente el haz de las hojas, así como las ramas y frutos. En las ramas, invaden una parte de las células externas del tejido de la corteza, provocando su pudrición y muerte, además favorece el ataque de ciertos hongos (Rossetti 1980, Rossetti *et al.* 1993).

Los hongos del género *Capnodium*, conocidos como moho de hollín o fumagina no penetran en el tejido y utilizan como fuente de alimento una sustancia azucarada excretada por insectos. Si hay pocos insectos o existe poca secreción azucarada, estos hongos pueden aparecer en manchas limitadas. Sin embargo, si la excreción es abundante, la superficie de las hojas, frutos y ramas pueden cubrirse por una película densa y continua, semejante a un papel negro. Esta condición retrasa el crecimiento del árbol, disminuye la floración y reduce la resistencia de las plantas a los períodos de sequía. Estos hongos pueden afectar notablemente la fotosíntesis y la formación de almidones y azúcares necesarios para el crecimiento de las plantas, disminuyendo el tamaño de los frutos y aparentemente, anticipando el deterioro de los mismos (Fawcett 1936).

Los moluscos tienen dietas alimenticias variadas, pudiendo ser exclusivamente vegetarianos (Pehrson *et al.* 1984, Pereira y Gonçalves 1949) o carnívoros (Boffi 1979). Davidson (1969) informó que los caracoles de colores, habitantes del sur de Florida, pueden consumir más de 7 m de algas, hongos y líquenes por día, mientras que los "escargots" llegan a ingerir hasta el 100% de su peso por día (Hanssen 1989). Fonseca (1936) y Mariconi (1976) señalan que los caracoles del género *Oxystyla*, se alimentan de las hojas nuevas y de la cáscara de las ramas verdes de los cafetales, los cuales muchas veces mueren.

Oxystyla pulchella Spix 1927 (Gastropoda: Bulimullidae) es una especie ampliamente diseminada, y su presencia se ha informado en Venezuela, Surinam y Brasil (Boffi 1979). En Brasil, se encuentra

en los estados de São Paulo, Pará, Pernambuco, Goiás, Bahia y Sergipe (Mariconi 1976, Nascimento *et al.* 1993). En las plantaciones de cítricos de estos últimos estados, este molusco es capaz de controlar eficazmente la vegetación epifítica, refugio natural de cochinillas y otras plagas (Nascimento *et al.* 1993).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad del caracol *O. pulchella* en la remoción de algas, líquenes y hongos epifíticos en cítricos.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en una plantación de naranjas *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, variedad Pera, de aproximadamente 8 años de establecida. La densidad de siembra es de 6 x 4 m, siendo el área experimental total de 3840 m². La plantación está situada en el Sitio Torto, municipio de Governador Mangabeira, estado de Bahía, zona Fisiográfica del Recôncavo, a 12° 36' S y 39° 02' O, a una altitud de 200 msnm, temperatura media anual de 24°C y precipitación promedio anual de 1000 mm (Centro de Estadística e Informação 1994).

Para evaluar la capacidad del caracol en la remoción de las algas, líquenes y hongos epifíticos, se utilizaron dos metodologías: 1) para troncos y ramas se utilizaron seis tratamientos, que consistieron en 0, 10, 20, 40 y 80 caracoles por planta y un testigo absoluto que consistió en árboles cuyos troncos y ramas se limpiaron manualmente, utilizando un cepillo de acero y nailon; 2) para hojas y frutos, se evaluaron los mismos tratamientos que para los troncos y ramas, excepto el testigo absoluto (limpieza manual).

El diseño experimental para ambas metodologías fue completamente al azar, con seis repeticiones, cada repetición consistió de un árbol.

Para facilitar la identificación de los caracoles en los árboles, los animales fueron marcados individualmente en la concha, con una pintura de secado rápido, a base de laca de nitrocelulosa, la cual no interfiere con el comportamiento natural de esta especie (Southwood 1987). Los caracoles de cada tratamiento fueron identificados con diferente color.

Las copas de los árboles fueron podadas para evitar que los caracoles de las ramas de árboles aledaños mantuvieran contacto con los utilizados en el estudio, así como las ramas que tocaban el suelo. Para evitar la fuga de los caracoles, se colocaron en el suelo llantas, abiertas longitudinalmente y seccionadas transversalmente en un punto circundando el tronco. La sección transversal de cada llanta fue cosida con alambre

y pegada con goma. En la cavidad de la llanta se colocó una solución de cloruro de potasio (KCl), en proporción de 20g/L agua.

La condición de limpieza de los árboles fue evaluada por medio de una escala visual, que varió de 0 a 5, siendo 0 para las plantas con menor grado de limpieza. Cada valor correspondió al promedio de la calificación dada por tres evaluadores, previamente entrenados. Las evaluaciones se realizaron cada 15 días aproximadamente, durante 101 días.

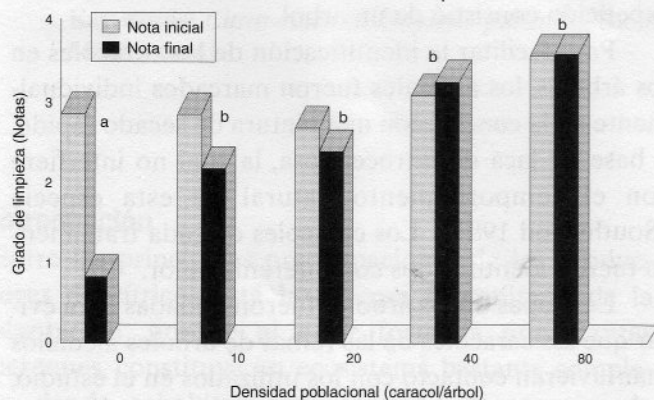
El valor de la limpieza final en las hojas, frutos, troncos y ramas, se obtuvo descontando el valor inicial de limpieza del valor final y multiplicando el resultado por 20, que es el porcentaje de incremento de un valor a otro.

Los caracoles presentes en cada tratamiento se contaban semanalmente; los que se habían escapado eran localizados y devueltos a los árboles y los muertos fueron sustituidos.

Resultados y discusión

Los tratamientos de diferentes densidades de caracoles para la limpieza de hojas y frutos de *C. sinensis* no difirieron significativamente entre sí ($P > 0,05$) (Fig. 1) lo cual podría deberse a la corta duración del estudio.

A pesar de no haber diferencia significativa, los tratamientos de mayor densidad obtuvieron un incremento en la tasa de limpieza del 3,4 y 0,4% para 40 y 80 caracoles por árbol, respectivamente, mientras que los tratamientos de menor densidad presentaron reducción en la tasa inicial de limpieza del 13 y 5,4% para 10 y 20 caracoles por árbol, respectivamente.



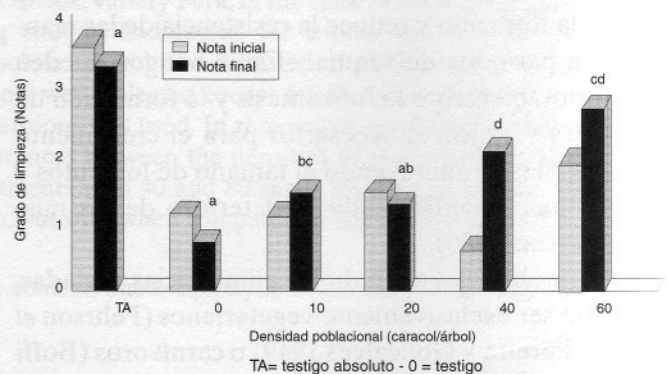
Notas seguidas de la misma letra, en las columnas, son similares según la prueba de Duncan, al 5% de probabilidad.

Figura 1. Efecto de distintas densidades poblacionales de *O. pulchella* en la limpieza de organismos epifíticos de hojas y frutos de *C. sinensis*. Bahía, Brasil.

En la limpieza de hojas y frutos de esta especie de cítricos con diferentes densidades poblacionales de *O. pulchella* se determinó un efecto cuadrático ($Y=3,2515 + 0,08507D - 0,0007943D^2$) con coeficiente de determinación superior a 92%, lo cual explica la diferencia significativa entre los tratamientos con caracoles y el testigo (Fig. 1).

A pesar de las variaciones en las tasa de limpieza de los árboles durante el experimento, la presencia de caracoles mostró estabilidad en el sistema, ya que estos conservaron las hojas y los frutos en su estado inicial de limpieza y no permitió un aumento significativo de la tasa de suciedad, aún en los tratamientos con baja densidad de población del caracol (Fig. 1).

La limpieza de los troncos y ramas con distintas densidades de *O. pulchella* (Fig. 2) determinó una diferencia en la reducción de limpieza del 6,2% para el testigo absoluto y del 8,6% para el testigo relativo, sin ser diferente estadísticamente. Esto puede deberse a que es poco tiempo para presentarse una nueva infestación por líquenes, algas y hongos epifíticos, dado que se observó que esos elementos necesitan más tiempo para establecerse, mientras que en el testigo relativo ya estaban presentes y se desarrollaron con mayor intensidad en la suciedad de los ramas y troncos de ese tratamiento.



Notas seguidas de la misma letra, en las columnas, son similares según la prueba de Duncan, al 5% de probabilidad.

Figura 2. Efecto de distintas densidades poblacionales de *O. pulchella* en la limpieza de organismos epifíticos en troncos y ramas de *C. sinensis*. Bahía, Brasil.

Se determinó un efecto significativo de las densidades, especialmente entre los tratamientos de 0 a 80 caracoles por árbol, y una tendencia cuadrática ($Y=1,5120 + 0,06121D - 0,000550D^2$; $r^2 = 0,7049$).

Los tratamientos con 40 y 80 caracoles por árbol no fueron diferentes significativamente, pero sí con los otros tratamientos, mejorando la limpieza de las

ramas y troncos en 29 y 17%, respectivamente, mientras que los tratamientos con menor densidad (10 y 20 caracoles por árbol) mantuvieron las plantas en su estado inicial de limpieza.

La causa de que en la limpieza de hojas y frutos no se determinaran diferencias entre los tratamientos con caracoles, mientras que en la de los troncos y ramas si se presentaran diferencias entre los tratamientos de 40 y 80 caracoles por árbol con respecto a los de menor densidad (10 y 20 caracoles por árbol), puede explicarse porque los organismos epifíticos presente en las hojas y frutos son de fácil remoción, mientras que los de troncos y ramas son más abundantes y están fuertemente adheridos, lo cual requiere una intensidad mayor de alimentación por parte de los caracoles.

En algunas plantaciones de cítricos de los estados de Bahía y Sergipe la densidad poblacional de *O. pulchella* es alta, mientras que en otras, esta especie no ha logra-

do establecerse, lo cual indica la existencia de factores microambientales que determinan el éxito de su establecimiento en algunos sitios.

Esta especie de caracol es silvestre y no existen metodologías de cría en laboratorio, lo cual es clave para su evaluación y uso como agente de control biológico en plantaciones de cítricos.

Es importante destacar que este caracol también ha sido utilizado con éxito para el control biológico de otras plagas de cítricos. Cruz *et al.* (1999) señalaron la eficacia de *O. pulchella* en el control de *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Homoptera: Ortheziidae), una de las plagas más nocivas de la citricultura en Brasil.

Un aspecto relacionado a la importancia de este caracol en el agroecosistema de cítricos, fue revelado por medio del análisis químico de sus excrementos, los cuales son ricos en macro y micronutrientes (Nascimento *et al.* 1993).

Literatura citada

- Boffi, AV. 1979. Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico. São Paulo, FAPESP - HUCITEC. 182 p.
- Centro de Estatística e Informação. 1974. Informações básicas dos municípios baianos: Recôncavo Sul. Salvador, Bahia. 761 p.
- Cruz, JD da; Marques, OM; Nascimento, AS do. 1999. Consumo de *Orthezia praelonga* Douglas, 1891 (Insecta: Ortheziidae) por *Oxystyla pulchella* Spix, 1827 (Gastropoda: Bulimullidae) em laboratório. *Sitientibus* 20:81-88.
- Davidson, T. 1969. Este caracol vale milhões. *Enciclopédia Bloch* v. 2, n. 25, p. 78-86.
- FAO. 1993. Pineapples. FAO. Quarterly Bolletim of Statistics 6 (4):31-32.
- Fawcett, HS. 1936. Superficial markings, pustules, or coatings: sooty mold. In Fawcett, HS. *Citrus diseases and control*. New York, McGraw-Hill. p. 269-288.
- Fonseca, JP da. 1936. Caramujo do Cafeeiro. *O Biológico (Brasil)* 2:67-68.
- Gonçalves, CR; Cassino, PCR. 1978. O problema da *Orthezia praelonga* na citricultura. In *Encontro Nacional de Citricultura (1978, Rio de Janeiro, Brasil)* PESAGRO/SBF. 5 p.
- Hanssen, JE. 1989. Criação prática de escargots. São Paulo, Brasil, Nobel. 113 p.
- Mariconi, FAM. 1976. Inseticidas e seu emprego no combate às pragas. 3. ed. São Paulo, Brasil, Nobel. 466 p.
- Nascimento A S do; Magalhães, AF de J; Sanches, NF. 1993. O caracol rajado traz benefícios para o pomar cítrico. Cruz das Almas, Brasil, EMBRAPA/CNPMP. 2 p.
- Pehrson, JE; Flaherty, DL; Philips, PA. 1984. Brown garden snail. In *Integrated Pest Management for citrus*. Berkeley California, University of California. Publication 3303. p. 108-109.
- Pereira, HF; Gonçalves, LI. 1949. Caramujos, caracóis e lesmas nocivos e meio de combate. *O Biológico (Brasil)* 15 (4):65-73.
- Robbs, CF. 1947. O piolho branco da laranjeira uma ameaça à citricultura do Distrito Federal. *Boletim do Campo (Brasil)* 3(19):1-4.
- Rossetti, V. 1980. Doenças dos citros. In Rodrigues, O; Viéga, F. *Citricultura brasileira*. Campinas-SP, Fundação Cargill. p. 515-537.
- Rossetti, V. 1993. Doenças dos citros. In Rossetti, V; Muller GW; Costa, AS. *Doença dos citros causados por algas, fungos, bactérias e vírus*. Campinas, Brasil, Fundação Cargill. p. 28-30.
- Southwood, TRE. 1987. *Ecological methods (with particular reference to the study of insect populations)*. 2 ed. London, Chapman y Hall. 524 p.

***Dynamis nitidulus* (Coleoptera: Curculionidae), nueva plaga del pejibaye**

Joel Vasquez*
Charles W. O'Brien**
Guy Couturier***

RESUMEN. El picudo *Dynamis nitidulus*, causa daños similares a los ocasionados por *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae: Rhynchophorinae) en las plantaciones de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.: Palmae) para producción de palmito en la región de Iquitos, Amazonía Peruana. Se presentan las características morfológicas que permiten identificar a los adultos de ambas especies, lo cual puede ser importante desde el punto de vista práctico.

Palabras clave: *Dynamis nitidulus*, Insectos, *Bactris gasipaes*, Pejibaye, Amazonía, Perú.

ABSTRACT. *Dynamis nitidulus* (Coleoptera: Curculionidae), new pest of the peachpalm. The weevil *D. nitidulus*, causes similar damage to that caused by *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae: Rhynchophorinae) in plantations of peachpalm (*Bactris gasipaes* H.B.K.: Palmae) which produce heart of palm in the region of Iquitos, Peruvian Amazon. The morphological characteristics that allow identification of the adults of both species are presented. This may be important from a practical viewpoint.

Key words: *Dynamis nitidulus*, Insects, *Bactris gasipaes*, Peachpalm, Amazon, Peru

El pejibaye o pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) es una palmera neotropical cultivada tradicionalmente en toda la cuenca amazónica, hasta el norte de América Central. Su cultivo para la producción de frutos es muy antiguo (Clement y Mora Urpi 1987, Mora Urpi 1983); no obstante, en varios países de América Central y de América del Sur actualmente es cultivada intensivamente para la producción de palmito, tanto para consumo nacional como para exportación. Mora Urpi y Echeverría (1999) y Villachica (1996) han publicado documentos sobre este cultivo.

En los últimos años, varios países han desarrollado programas de investigación sobre el mejoramiento genético y el manejo agrícola de esta palmera. Los insectos que son plagas han sido estudiados por Couturier *et al.* (1996), Lourenço & Bovi (1987), Mexzon (1993) y Ronchi Teles *et al.* (1992). En la Amazonía Pe-

ruana, Vásquez (1996) informó sobre *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae: Rhynchophorinae), conocido como barrenador de la vela del pejibaye el cual causa daños en las plantaciones de la región de Iquitos. Después, en las mismas plantaciones, fueron encontrados otros adultos de la familia Rhynchophorinae identificados como *Dynamis nitidulus* (Guérin 1844).

Algunas larvas presentes en velas de pejibaye cortado fueron criadas para el estudio de los adultos, permitiendo confirmar que *D. nitidulus* ataca este cultivo en forma similar a *R. palmarum*. Los insectos adultos son atraídos por el corte del palmito; las hembras colocan sus huevos en la herida y las larvas se alimentan de los tejidos vivos, bajando hasta la base de la planta, provocando su muerte e impidiendo la formación de nuevos brotes.

La identificación de los dos géneros es muy importante cuando se utilizan feromonas en su control. Se describen los principales caracteres taxonómicos que permiten distinguir las dos especies, según Wattanapongsiri (1966).

Recibido: 22/06/98. Aprobado: 10/11/2000.

* Programa de Biodiversidad, IIAP, Apartado 784, Iquitos, Perú.

** Center for Biological Control, 105 Perry-Paige Bldg. (South), Florida A&M University, Tallahassee Fl., 32307 - 4100, USA.

*** Antenne IRD, Museum National d'Histoire Naturelle, 45, rue Buffon, 75005, Paris, France.

Rhynchophorus palmarum

- cuerpo negro, usualmente no brillante
- escutellum grande, bien visible (Fig. 1A)
- el proboscis del macho presenta un "cepillo" en su parte superior (Fig. 2A)
- base de la proboscis no ensanchada en forma de botella (Fig. 2A, 2B)
- tamaño medio (macho): largo 29,0 a 44,0 mm ancho 8,0 a 10,5 mm

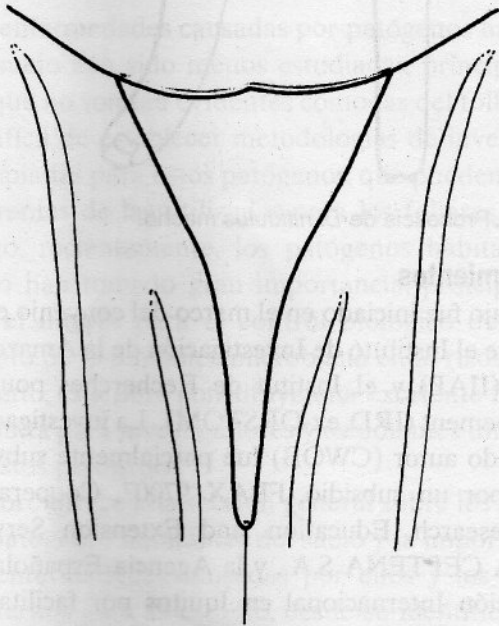
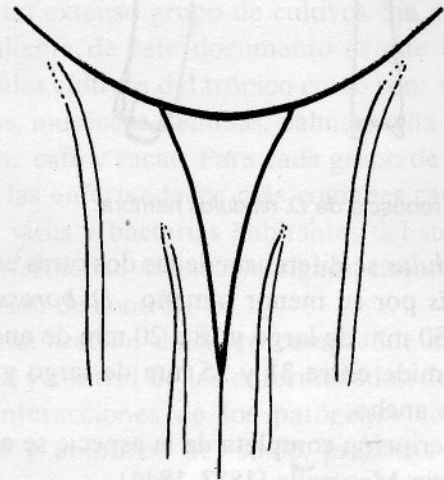


Figura 1A. Escutellum de *Rhynchophorus palmarum*.

Dynamis nitidulus

- cuerpo negro, siempre brillante y liso
- escutellum pequeño, poco visible (Fig. 1B)
- proboscis del macho sin "cepillo" (Fig. 3B)
- base del proboscis ensanchada en forma de botella (Fig. 3A, 3B)
- tamaño medio (macho) : largo 20,5 a 25 mm ancho 8,0 a 10,5 mm



2 mm

Figura 1B. Escutellum de *Dynamis nitidulus*.

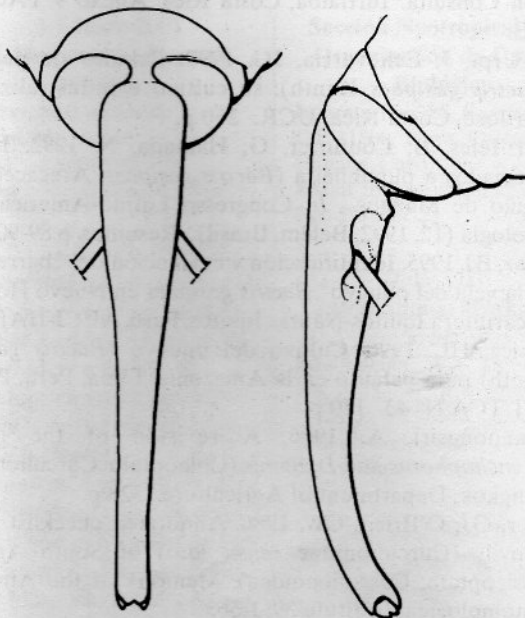


Figura 2A. Proboscis de *R. palmarum* hembra.

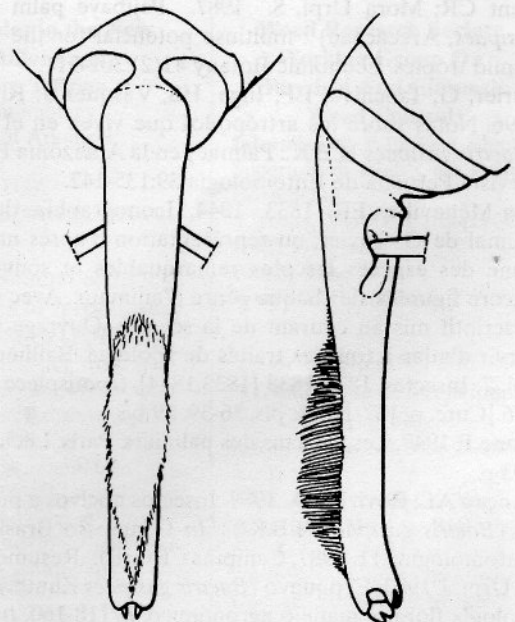


Figura 2B. Proboscis de *R. palmarum* macho.

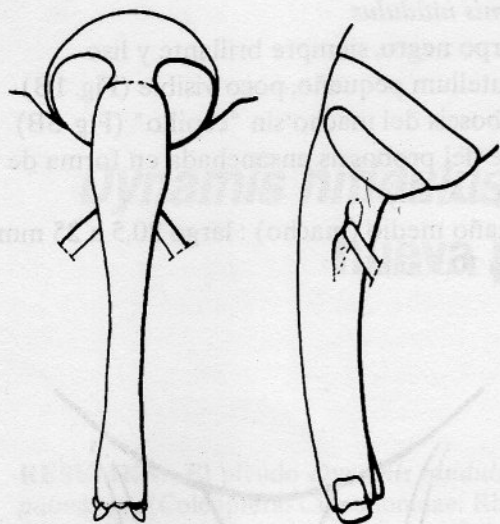


Figura 3A. Proboscis de *D. nitidulus* hembra.

D. nitidulus se diferencia de las dos otras especies de *Dynamis* por su menor tamaño. *D. borassi* mide entre 46 y 50 mm de largo y 18 a 20 mm de ancho, *D. peropacus* mide entre 31 y 35 mm de largo y 13,5 a 14,5 mm de ancho.

La descripción completa de la especie se encuentra en Guérin-Ménéville (1833, 1844).

Los insectos estudiados han sido depositados en las colecciones del Dr C.W. O'Brien, Tallahassee, FL., del Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima y del Museum National d'Histoire Naturelle, Paris

Literatura citada

- Clement CR; Mora Urpi, S. 1987. Pejibaye palm (*Bactris gasipaes*, Arecaceae) : multiuse potencial for the lowland humid tropics. *Economic Botany* 41(2):302-311.
- Couturier, G; Tanchiva, EF; Inga, HS; Vásquez J; Riva, RR. 1996. Notas sobre los artrópodos que viven en el pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.: Palmae) en la Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Entomología* 39:135-142.
- Guérin-Ménéville, FE. 1833, 1844. *Iconographie du règne animal de G. Cuvier, ou représentation d'après nature de l'une des espèces les plus remarquables et souvent non encore figurées, de chaque genre d'animaux. Avec un texte descriptif mis au courant de la science. Ouvrage pouvant servir d'atlas à tous les traités de zoologie.* Baillière, Paris, vol. 7, Insectes, 1829-1838 [1833,1844], frontispiece + pp. 1-576 [Curc. p. 137-181 & pls. 36-39, 39 bis.]
- Lepesme P. 1947. *Les insectes des palmiers.* Paris, Lechevallier. 503 p.
- Lourençao AL; Bovi, MLA. 1987. Insectos nocivos a pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *In Congresso Brasileiro de Entomologia* (11, 1987, Campinas, Brasil). Resumos. p. 62.
- Mora Urpi, J. 1983. El pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth.): origen, biología floral y manejo agronómico. p. 118-160. *In Palmeras poco utilizadas de América tropical. Informe de la Reu-*

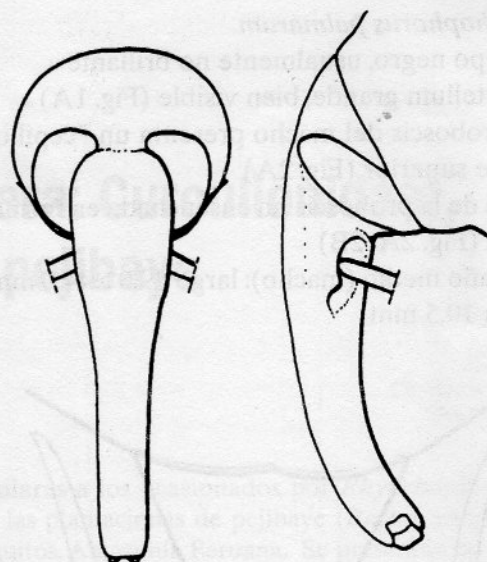


Figura 2B. Proboscis de *D. nitidulus* macho.

Agradecimientos

Este trabajo fue iniciado en el marco del convenio existente entre el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Institut de Recherches pour le Développement (IRD, ex-ORSTOM). La investigación del segundo autor (CWOB) fue parcialmente subvencionada por un subsidio, FLAX 97007, Cooperative States Research, Education, and Extension Service, USDA. A CEPTENA S.A., y la Agencia Española de Cooperación Internacional en Iquitos por facilitar el trabajo de campo, y al Ing. Ronaldo Cardenas por la colección de los primeros adultos del insecto.

- nión Consulta. Turrialba, Costa Rica. Anexo 9. FAO/CA-TIE.
- Mora Urpi, J; Echeverría, JG. 1999. Palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth): su cultivo e industrialización. San José, Costa Rica, UCR. 260 p.
- Ronchi Teles, B; Couturier, G; Hamada, N. 1992. Insetos associados a pupunheira (*Bactris gasipaes*: Arecaceae) na região de Manaus. *In Congresso Latino-Americano de Zoologia* (12, 1992, Belém, Brasil). Resumos. p.89-90.
- Vásquez, BJ. 1995. Identificación y evaluación del "barrenador de la vela del pijuayo" *Bactris gasipaes* en Nuevo Horizonte, carretera Iquitos-Nauta. Iquitos, Perú. AECI-IIAP. 17 p.
- Villachica, HL. 1996. Cultivo del pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito en la Amazonía. Lima, Perú, PNUD, SPT/TCA N° 43. 170 p.
- Wattanapongsiri, A. 1966. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera: Curculionidae). Bangkok, Department of Agriculture. 328 p.
- Wibmer, GJ; O'Brien, CW. 1986. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae *sensu lato*) of South America (Coleoptera: Curculionoidea). *Memoirs of the American Entomological Institute* 39: 1-563.

Sección Informativa

Reseñas de Publicaciones

Soilborne diseases of tropical crops.
1997. Hillocks, RJ; Waller, JM. Ed. Wallingford,
UK, CAB International. 452 p

Las enfermedades causadas por patógenos habitantes del suelo han sido menos estudiadas, principalmente porque no son tan evidentes como las del follaje y por lo difícil de establecer metodologías de investigación apropiadas para estos patógenos, que pueden ser muy diferentes de las utilizadas para los foliares. Sin embargo, recientemente, los patógenos habitantes del suelo han tomado gran importancia, principalmente por el interés para el control biológico del conocimiento de la dinámica microbiana en la rizosfera. Por lo tanto, esta obra constituye una excelente fuente de consulta para investigadores y estudiantes interesados en estos patógenos.

El libro ofrece una sección general sobre los principales patógenos habitantes del suelo y la importancia de las enfermedades causadas por ellos y los métodos modernos para su estudio, desde su identificación di-

rectamente en el suelo hasta metodologías para estimar poblaciones y realizar estudios epidemiológicos. La segunda sección presenta una descripción de las principales enfermedades causadas por estos patógenos en un extenso grupo de cultivos. Sin embargo, lo sobresaliente de este documento es que incluye los principales cultivos del trópico como son: raíces y tubérculos, musáceas, semillas, palmas, caña de azúcar, algodón, café y cacao. Para cada grupo de cultivos se anotan las enfermedades más comunes causadas por hongos virus y bacterias habitantes del suelo y para cada enfermedad se incluye signos, síntomas y recomendación de control.

La última sección del libro comprende aspectos de ecología y control de las enfermedades, donde se incluye interacciones de los patógenos con factores bióticos y abióticos del suelo, prácticas culturales, control químico y biológico resistencia genética y manejo integrado.

Reseñado por: Vera Sánchez, CATIE.

Futuros Eventos

3-7 Junio 2001

7. Simposio de Control Biológico

Información: Polos de Caldas, MG, Brasil.
 E-mail: siconbio@ufla.br
 Website: www2.ufla.br/~siconbio

11 - 15 Junio, 2001

IV Seminario Internacional de Sanidad Vegetal, XI Taller Latinoamericano de Mosca Blanca y Geminivirus, 33, Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, 41 Reunión Anual de la División del Caribe de la Sociedad de Fitopatólogos, VII Simposio Internacional de Hormigas y II Congreso Latinoamericano de la

Sección Neotropical de la Organización de Control Biológico

Información: I.S. Ramírez
 C.P. 11600, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba
 EMail: inisav@ceniaf.inf.cu
 Fax: 537 240535

Julio 2001

International Workshop on Whiteflies

Información: W.A. Jones, USDA-ARS, 2413 E. Highway 83, Weslaco, TX 78596, USA
 E-mail: w-jones@pop.tamu.edu
 Fax: 1-956-969-4888

2 - 5 Agosto, 2001

Symposium on the Practice of Biological Control Importation and Management of Natural

Enemies in the New Millennium

Información: T. Kring
 Dept. of Entomology
 University of Arkansas,
 Fayetteville
 AR 72701, USA
 EMail: tkring@comp.uark.edu

11-14 Setiembre 2001

Dynamics of forest insect populations (IUFRO)

Información: A.D. Watt, Banchory Resch. Stn., Hill of Banchory, Glassel Banchory AB31 4BY, UK
 Aberdeen, Scotland, UK.
 E-mail: ADW@ite.ac.uk
 Web: iufro.boku.ac.at/iufro/iufronet/d7/wu70307/aberdeen_firstannounce.htm

11-13 Marzo 2002

5. Workshop, European

Weed Research Society Working Group On Physical And Cultural Weed Control

Información: P. Barberi, Scuola Superiore di Studi Univ. Perfezionamento
 S. Anna, Via G. Carducci 40, 56127 Pisa, Italia
 Fax: 39-050-883-215
 E-mail: Barberi@sss.it

8-13 Setiembre 2002

11. Congreso Internacional de Acarología

Información: J.B. Morales-Malacara
 XI ICA Secretaría, Lab. de Acarología, Dept. de Biología, Fac. de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán 04510 DF, México
 E-mail: JBMM@hp.ciencias.unam.mx
 Fax: 52-5-622-4828

MOSCA BLANCA AL DÍA



Coordinador: Luko Hilje
(lhilje@catie.ac.cr)



No. 33

Diciembre, 2000



Nota editorial

Al igual que en el **VIII Taller**, en el reciente **IX Taller** el Comité Organizador entregó al CATIE una placa de reconocimiento por su apoyo para realizar el **VIII Congreso Latinoamericano y del Caribe de Manejo Integrado de Plagas**, así como dicho Taller. De nuevo, agradecemos este gesto, que premia los esfuerzos por materializar nuestra misión, resumida en el lema institucional de *producir conservando y conservar produciendo*, en los países del continente americano.



IX Taller

En noviembre se realizó en Panamá el **IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus**, junto con el **VIII Congreso Latinoamericano y del Caribe de Manejo Integrado de Plagas**. Asistieron personas de 13 países, incluyendo investigadores, profesores, extensionistas, estudiantes, productores agrícolas, y técnicos del sector privado (empresas agroquímicas y bancos). Asimismo, además de las presentaciones en carteles, hubo charlas magistrales por parte de investigadores de gran relieve, así como informes de la mayoría de los países. Agradecemos a su coordinador, **Dr. Eric Candanedo** y a la **M.Sc. Fanny Saavedra** y colaboradores, la calidad de la organización y la gentileza. Asimismo, al Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) y a la FAO, su generoso apoyo económico.



X Taller

El **X Taller Iberoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus** se realizará en Varadero, Cuba, del 11 al 15 de junio de 2001, junto con el **IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal**, que abarcará cinco eventos paralelos, de dimensión internacional, relacionados con nemátodos, fitopatología, hormigas y control biológico. En el próximo número aportaremos información más detallada. **Contactos:** Dra. Ileana Sandoval: INISAV, Calle 110 # 514. E/ 5ta B y 5ta F. Playa. C.P 11600, La Habana, Fax (537) 240535, inisav@ceniai.inf.cu. Lic. Maricela Díaz: CENSA. Apdo. 10. San José de las Lajas. La Habana. Fax (5364) 63897, mdiaz@id.censa.edu.cu.



Logros Plan de Acción

A continuación se sintetizan los avances del **Plan de Acción para el Manejo de las Moscas Blancas y Geminivirus en Latinoamérica el Caribe**, entre 1999-2000, con base en las discusiones del **IX Taller**.

Cobertura. Durante el último año no solamente aumentó la membresía del **Plan**, de 18 a 20 países, sino que ésta se amplió para incluir a España. Por tanto, a partir de ahora, el **Plan** se denominará **Iberoamericano**. Al Taller concurrieron colegas de los siguientes 11 países que integran el **Plan**: México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico, Colombia y Venezuela; además, participaron Bolivia y Paraguay, que esperamos sean miembros el próximo año. No se pudo contar con representantes de Belice, El Salvador, Haití, Ecuador, Perú, Chile, Argentina ni España. No obstante, la mayoría (17) envió informes nacionales, de gran valor. Para el próximo año la meta es contar con 23 países, incluyendo a Portugal.

Actividades de diagnóstico. Las actividades de diagnóstico de biotipos de *Bemisia tabaci*, así como de geminivirus, han fortalecido mucho en los últimos dos años, gracias al apoyo del Proyecto Mosca Blanca-CIAT (*Sustained Integrated Management of Whiteflies as Pests and Vectors of Plant Viruses in the Tropics*), coordinado por el CIAT (Colombia).

Fuentes de información. Se han publicado 32 números del boletín trimestral *Mosca Blanca al Día*, como una sección de la revista *Manejo Integrado de Plagas* (CATIE). Ahora se puede acceder por Internet, en el sitio http://www.catie.ac.cr/capacitacion/Redes_Técnicas.htm; además, pronto se distribuirá en forma electrónica. En dicho sitio (en el CATIE), se incluirá en forma paulatina el documento original del **Plan**, las memorias de los nueve talleres realizados, todos los números de **MBDía**, el libro *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*, y la antología de los artículos sobre el complejo mosca blanca-geminivirus publicados en la revista *Manejo Integrado de Plagas*.

Transferencia de tecnología. En respuesta a una iniciativa del **VIII Taller**, se organizó una sesión amplia para evaluar el estado actual de la tecnología y del conocimiento para el manejo de dicho complejo. Los objetivos de dicha sesión, dirigida por el *M.Sc. Julio Monterrey* y colegas del CATIE (Nicaragua), fueron: **a)** Identificar fortalezas y debilidades de los conocimientos de los participantes en el tema de enfoque; **b)** Conocer niveles de aplicación de tecnologías para el manejo del complejo mosca blanca-geminivirus en tres cultivos (tomate, frijol y cucurbitáceas); **c)** Identificar y priorizar problemas, necesidades y vacíos; y **d)** Generar bases para una propuesta de trabajo en diferentes líneas (como investigación, capacitación e implementación en el campo).

Un insumo importante para dicha sesión fueron las *síntesis de avances*, preparadas por los encargados de áreas temáticas del **Plan** (*Validación y transferencia de tecnología, Combate fitogenético, Control biológico, Prácticas agrícolas, Combate químico y Combate legal*), a partir de los 17 informes nacionales presentados por escrito por los países.

Los resultados de esta sesión serán publicados en los próximos meses, y utilizados para el **X Taller**, en el cual se enfatizarán los aspectos relacionados con la validación y adopción de tecnologías de MIP, que es el eje estratégico del **Plan**.

Aportes técnicos. Hubo 22 presentaciones mediante carteles, la cual se complementó con tres charlas magistrales, que versaron sobre: *Estatus de los geminivirus y los biotipos de mosca blanca en América Latina y el Caribe* (Dra. Pamela Anderson, CIAT), *Desafíos y logros en el manejo fitogenético del complejo mosca blanca-geminivirus en América tropical* (Dr. Pedro Him y Dr. Orencio Fernández, IDIAP/Panamá), e *Innovaciones en el combate químico de mosca blanca, en el contexto del MIP* (Dr. Philip A. Stansly, Universidad de Florida). La Dra. Anderson reseñó los aportes del Proyecto Mosca Blanca-CIAT, los doctores Him y Fernández sintetizaron los avances de REDCAHOR, y el Dr. Stansly aportó una visión actualizada de los más recientes avances de bioinsecticidas y MIP. Los resúmenes de las presentaciones en carteles, así como los informes nacionales, están incluidos en la memoria del evento, que se publicó en conjunto con la del **VIII Congreso MIP**.

Reestructuración. Aunque cada taller se puede organizar según las necesidades específicas del país anfitrión, para el

X Taller (Cuba) se enfatizará la validación y adopción de tecnologías de MIP.

Financiamiento. Se mantiene la tendencia de que cada país consiga sus propios recursos financieros para ejecutar las actividades estipuladas en el **Plan**. No obstante, actualmente hay algunos proyectos promisorios en varios países, de importante cuantía, presentados a la Fundación McKnight y al CRSP (USAID).



Reuniones

Simposio mundial. Del 20 al 26 de agosto del 2000 se realizó 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**. Actualmente se está preparando, bajo la coordinación del Dr. Steve Naranjo, un número especial de la revista *Crop Protection*, en el cual se recogerán las presentaciones de dicho evento.

Plan EE.UU. Del 11 al 13 de febrero del 2001 se efectuará 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*). Contacto: <http://www.slwf.ucr.edu/>

EWSN. 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 y <http://www.jic.bbsrc.ac.uk/hosting/eu/ewsn>

Geminivirus. Del 24 al 28 de julio del 2001 se efectuará en el John Innes Centre (Norwich, Inglaterra), el *3rd International Geminivirus Symposium: A meeting on plant single-stranded DNA viruses and their vectors*. Para mayor información, contactar a los organizadores a las siguientes direcciones:

carol.aab@hri.ac.uk ó gemini-2001.enquiries@bbsrc.ac.uk

ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, DENTRO DE LA REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, EN LA SIGUIENTE DIRECCION:

http://www.catie.ac.cr/capacitación/Redes_Técnicas.html

POR FAVOR, FOTOCOPIE EL BOLETIN Y ENVIÉLO RAPIDAMENTE A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA

CATIE



Acciones MIP en hortalizas

Parasitoides de *Plutella xylostella* en República Dominicana

Bielinski M. Santos*
 Leocadia Sánchez**
 Modesto Reyes**
 Quisqueya Pérez**
 Maira Castillo**

Introducción

El repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) es uno de los principales cultivos hortícolas en las zonas altas de República Dominicana. Durante los últimos años, el área de siembra de repollo se ha incrementado debido al auge del consumo de vegetales por recomendación nutricional y de medicina preventiva. Su producción está concentrada en los valles intramontanos, en el centro del país, con altitudes mayores a 500 msnm (Sarita 1993). Muchos de los terrenos dedicados a este cultivo pertenecen a pequeños productores que poseen 3 ha o menos, por lo cual la importancia socioeconómica de esta brásica es vital para el desarrollo sostenible de comunidades rurales en áreas de ladera.

En la región Centroamericana y el Caribe, la principal limitante biótica para la producción de repollo es el gusano barrenador del repollo (*Plutella xylostella*), el cual es el lepidóptero de mayor distribución en las zonas cultivadas de República Dominicana. Esta plaga ataca también otras especies de la familia Brassicaceae, tales como brócoli, rábano, coliflor y mostaza (Schmutterer 1990). De acuerdo a los informes de los productores, *P. xylostella* está distribuida en las zonas altas de Constanza, San José de Ocoa, Jarabacoa y San José de las Matas, así como en las zonas bajas de Azua, Baní y La Vega, cubriendo casi toda la geografía del país.

El daño de este insecto ocurre cuando las larvas eclosionan y perforan las hojas externas y luego penetran la cabezas donde se alimentan de los tejidos tiernos, dejando los repollos inservibles para la comercia-

lización. Debido a la naturaleza del daño causado, las medidas de control del insecto representan un desafío para los investigadores, ya que no solo es difícil la penetración de insecticidas hacia el interior de las cabezas, sino que la plaga tiene gran capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y de presión de selección, altamente prolífero, generaciones sucesivas cortas y múltiples hospedantes alternos (Schmutterer 1990).

Desde el punto de vista ambiental, el control químico tradicional de esta plaga ha resultado ineficaz provocando que los productores realicen continuas aspersiones. Esto también es una realidad en Centroamérica. Por ejemplo, en Nicaragua se hacen entre 10 y 20 aplicaciones de insecticidas, mientras que en Costa Rica se han reportado hasta 22 aplicaciones en la época seca. En el Valle de Constanza, República Dominicana, se realizan entre 12 y 16 aplicaciones durante el ciclo vegetativo del cultivo.

En República Dominicana, se han hecho esfuerzos alternos sistematizados para controlar *P. xylostella*, utilizando *Bacillus thuringiensis* y azadaractina; sin embargo, el control no ha sido consistente. Desde 1997, se hacen esfuerzos con el apoyo de la Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de las Hortalizas para América Central, Panamá y República Dominicana (REDCAHOR) con apoyo técnico del Centro Asiático de Investigación y Desarrollo Hortícola (AVRDC) para la introducción de parasitoides como *Diadegma semiclausum*, *Cotesia plutellae* y *Microplitis*

* Representante Nacional REDCAHOR. Dpto. Investigaciones Agropecuarias, Secretaría de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana.

** Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana.

plutellae (Miranda *et al.* 1999). Esta Red también ha capacitado técnicos regionales en la cría de insectos benéficos, obteniendo resultados promisorios en Nicaragua (Miranda 2000).

Debido a que República Dominicana está localizada en la isla de Santo Domingo, se consideró oportuno identificar y evaluar los parasitoides locales antes de introducir algunos desde el Istmo Centroamericano. Con la finalidad de determinar los principales enemigos naturales asociados a *P. xylostella*, se realizó un inventario en las zonas productoras de dicho cultivo en República Dominicana.

Materiales y métodos

La recolección del material biológico se realizó en zonas productoras de repollo y de otras hortalizas; en Constanza, San José de Ocoa, Moca, Higüey, Distrito Nacional, Mao y Barahona se visitaron campos infestados de *P. xylostella*, donde se tomaron muestras en parcelas que no habían sido tratadas con insecticidas. Las muestras se llevaron al Laboratorio de Control Biológico de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, para su identificación y evaluación.

Los insectos recolectados fueron colocados en cajas de observación plásticas de 23 x 24 cm. Este material se evaluó diariamente para determinar la presencia de pupas. Las larvas de *P. xylostella* fueron alimentadas con hojas frescas de repollo. Las pupas obtenidas en laboratorio y las recolectadas en el campo fueron colocadas en frascos transparentes de 50 cc donde se revisaban para observar la emergencia de parasitoides o adultos de la plaga.

Los parasitoides se guardaron en frascos de cristal de 4 cc con una solución de alcohol al 70%, para su posterior identificación. Esta fue realizada por Ro-

nald Cave de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras y Abraham Abud de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana.

Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio se determinó que los principales parasitoides asociados a *P. xylostella* son *Diadegma insulare* Cresson, *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov, *Conura petioliventris* Cameron, del orden Hymenoptera. Otros parasitoides menos comunes fueron *Conura hirtifemora* Ashmead y *Conura pseudofulvovariegata* Becker.

De los parasitoides recolectados, *O. sokolowskii* parece ser la más importante, seguida de *D. insulare*, parasitoide primario con una emergencia muy abundante, pero con una distribución específica, ya que sólo sobrevive en zonas altas y temperaturas bajas. El potencial de estos parasitoides como agentes de control biológico de *P. xylostella* en repollo podría constituir una herramienta valiosa para reducir las frecuentes aplicaciones de insecticidas. Actualmente se hacen esfuerzos para la cría masiva de ambas especies en República Dominicana.

Literatura citada

- Miranda, F; Pérez, H; Brenes, J. 1999. Aportes de la Red a la literatura hortícola. Boletín REDCAHOR 1:7-9.
- Miranda, F. 2000. Cría de los parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* para el combate biológico de *Plutella xylostella*. Informe Resultados de Investigación REDCAHOR 1999-2000.
- Sarita, V. 1993. Cultivo de Repollo. Boletín Técnico No. 18. Fundación de Desarrollo Agropecuario. Santo Domingo, Rep. Dominicana. p. 22.
- Schmutterer, H. 1990. Plagas de las Plantas Cultivadas en el Caribe. Deusche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ). TZ-Verlagsgesellschaft mbH. Rossdorf, República Federal de Alemania.

AGROMEDICINA



Respuesta del sector salud al problema de los plaguicidas

Los Ministros de Salud de los siete países del Istmo Centroamericano y República Dominicana acordaron restringir el empleo de 12 plaguicidas altamente tóxicos e iniciar los trámites para prohibir otros 107.

Uno de los mayores problemas generados durante el siglo XX es la síntesis de los plaguicidas sintéticos, los cuales, a partir del desarrollo de su industria en el decenio de 1940, han constituido la base fundamental del control de plagas.

Durante este período, los promedios mundiales de producción y uso de plaguicidas se incrementaron aceleradamente, situación que unida al empleo de productos de reconocida peligrosidad, han ocasionado serios problemas que comprometen la sostenibilidad de los agroecosistemas, la biodiversidad, y el bienestar y calidad de vida de los seres humanos.

Con el fin de enfrentar los graves problemas para la salud humana y el ambiente generados por el empleo de plaguicidas en los países del Istmo Centroamericano, la Organización Panamericana de la Salud, a través de su División de Salud y Ambiente y en el marco del Programa Medio Ambiente y Salud en el Istmo Centroamericano (MASICA), formuló el Proyecto Aspectos Ocupacionales y Ambientales de la Exposición a Plaguicidas en el Istmo Centroamericano (PLAGSALUD).

El 2000 deberá pasar a la historia centroamericana como el año en que se tomó una de las decisiones más importantes para la salud de los habitantes de esta región. Los Ministros de Salud del área acogieron la propuesta presentada por PLAGSALUD y acordaron por unanimidad

restringir el uso de los 12 plaguicidas más peligrosos, actualmente en circulación, los cuales son responsables del mayor número de intoxicaciones y muertes en la región. El acuerdo se tomó en la décimo sexta Reunión del Sector Salud de Centroamérica y República Dominicana RESSCAD, celebrada en setiembre del 2000 en Tegucigalpa, Honduras.

Las autoridades también acordaron solicitar a los Ministerios de Salud, Agricultura y Ambiente de sus respectivos países, el iniciar los trámites pertinentes para prohibir en la región 107 plaguicidas prohibidos a nivel internacional, pero que aún continúan aplicándose y trasegándose en Centroamérica. De estos 107 productos, solo seis están prohibidos en los ocho países del área.

El texto del acuerdo No. 9 de la RESSCAD es el siguiente:

“Es evidente el esfuerzo de los países de la Subregión en el desarrollo de programas y proyectos de prevención y control de riesgos asociados con problemas de salud y ambiente y en este campo, se aprecia la gestión en el control de plaguicidas. En aras de continuar y concretar las acciones se solicita a los Ministerios de Salud, Agricultura, Ambiente y Recursos Naturales para que de acuerdo a la legislación vigente y en forma conjunta conduzcan y apliquen medidas para restringir el empleo de los 12 plaguicidas que figuran en lista que ya cuentan los países, reconocidos como responsables del mayor número de intoxicaciones y muertes y realizar los trámites pertinentes para la prohibición de los 107 plaguicidas enunciados en la tabla distribuida”.

Los plaguicidas que deben ser *prohibidos* se detallan a continuación:

- Acetato de dinoterb
- Acetato de fenilmercurio
- Acetato de medinoterb
- Ácido 2,4,5 Triclorofenoxiacético (2,4,5 – T)
- Ácido 2,4 Diclorofenoxiacético (2,4 –DB)
- Ácido 2,4 Diclorofenoxipro-pionico (2,4 – DP)
- Ácidos fluoracéticos
- Acrilonitrilo
- Aldicarb
- Aldrín
- Alfa-Naftiltiourea
- Aminocarb
- Amitrol
- Anabasina
- Aramite
- Arseniato de plomo
- Azinfós etílico
- Bromuro de metilo
- Captafol
- Cianamida de calcio
- Cianuro de sodio
- Cicloheximida
- Cihexatín
- Cloranil
- Clordano
- Clordecona
- Clordimeform
- Cloroformo
- Cloropicrina
- Cloruro de mercurio
- [Cloruro de Vinilo]*
- Compuestos a base de arsénico (sales y derivados)
- Compuestos a base de Cadmio (sales y derivados)
- Compuestos a base de cianuro (sales y derivados)
- Compuestos a base de mercurio (sales y derivados)
- Compuestos a base de plomo (sales y derivados)
- Compuestos a base de talio (sales y derivados)
- Creosota
- Crimidina
- Damefión
- Daminozide
- Declorano
- Demetón
- Dialifor
- Dibromocloropropano (DBCP)
- Dibromuro de etileno (EDB)
- Dicloro difeniltricloroetano (DDT)
- Dicloruro de etileno
- Dicofol
- Dicrotofós
- Dieldrín
- Dimefox
- Dimetoato (Metil-S-Demeton)
- Dinitrocresol
- Dinoseb y sales
- Dinoterb
- Disulfuro de carbono
- Di-Trapex
- Dodecacloro
- Endosulfán
- Endrín
- EPN
- Estricnina
- Fenoprop (2,4,5 – TP)
- Fensulfotión
- Fluenetil
- Fluoracetamida
- Fluoracetato de sodio
- Forato
- Fosacetin
- Fosfamidón
- Fosfuro de zinc
- Heptacloro
- Hexaclorobenceno (HCB)
- Hexaclorociclohexano (BHC)
- Isobenzano
- Isodrín
- K-Detrina
- Kelevan
- Leptofos
- Lindano
- MEMC (Cloruro 2 – Metoxie-til mercurio)
- Mecarban
- Metoxicloro
- Mevinfós
- Mexacarbato
- Morfamquat
- Nitrofen
- Ometoato
- Oxido de etileno
- Paraquat
- Paratión etílico
- Paratión metílico
- Pentaclorofenol
- Pentacloronitrobenceno
- PEPP
- Protoato
- Schradán
- Sulfalto de Nicotina
- Sulfato de talio
- Sulfotep
- Sulprofos
- Terpenos-policlorado (Strobano)
- Tetracloruro de carbono
- Tionazin
- Toxafeno
- Triclorofenol (2,4,5)

* Aditivo

Con las restricciones y prohibiciones propuestas para estos grupos de plaguicidas, los ocho países de la RESSCAD están dando un paso importante para responder a los principales problemas, tanto de salud humana como de ambiente, generados por el empleo de estas sustancias. En cada uno de los países, las autoridades

nacionales iniciarán próximamente las gestiones necesarias para dar cumplimiento a tan importante acuerdo.

A continuación se presentan los 12 plaguicidas responsables del mayor número de intoxicaciones y muertes agudas en estos países, para los cuales se solicita restricción severa a la mayor brevedad.

Plaguicidas a restringir, responsables de la mayor morbi-mortalidad en los países del Istmo Centroamericano.

Ingrediente activo	Clasificación toxicológica (según OMS)	Uso principal	Grupo químico
Paratión metílico	1A – Extremadamente peligroso	Insecticida	Organofosforado
Terbufos	1A – Extremadamente peligroso	Insecticida	Organofosforado
Etoprofós	1A – Extremadamente peligroso	Insecticida	Organofosforado
Aldicarb	1A – Extremadamente peligroso	Insecticida	Carbamato
Metamidofós	1B - Altamente peligroso	Insecticida	Organofosforado
Metomil	1B - Altamente peligroso	Insecticida	Carbamato
Monocrotofós	1B - Altamente peligroso	Insecticida	Organofosforado
Carbofurán	1B - Altamente peligroso	Insecticida	Carbamato
Endosulfán	II Moderadamente peligroso	Insecticida	Organoclorado
Clorpirifos	II Moderadamente peligroso	Insecticida	Organofosforado
Paraquat	II Moderadamente peligroso	Herbicida	Bipiridilo
Fosfuro de aluminio	No clasificado por ser fumigante pero considerado de alto riesgo	Fumigación contra roedores e insectos	Compuesto de fósforo

Fuente: WHO/ILO/UNED. The WHO Recommended Classification of Pesticides By Hazard and Guidelines to Classification 1998 – 1999 IPCS Geneva 1998.

Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos

Control biológico del barrenador común del tallo (*Diatraea* spp.)

José Daniel Salazar*

En 1984 se estableció el primer programa de control biológico de plagas de la caña de azúcar en Costa Rica, con el objetivo de implementar alternativas para el control del barrenador (*Diatraea* spp.), enmarcadas dentro del concepto de manejo integrado de plagas. Inicialmente, se reprodujeron los parasitoides *Paratheresia claripalpis* y *Cotesia flavipes*, además se establecieron estrategias de control cultural (entresaque de tallos con síntomas de daño y manejo de residuos de cosecha) y etológico (trampas con hembras vírgenes). Actualmente, se reproduce masivamente *C. flavipes* y se realiza una campaña de asistencia técnica dirigida a productores y técnicos, con el propósito de lograr mantener bajos los índices de infestación de la plaga.

El nivel de infestación en 1999 fue de 1,7% y el promedio de las últimas nueve zafras fue de 2,97%. El parasitismo de *C. flavipes* alcanzó valores extremos de 80% en Juan Viñas y Taboga y el de otros parasitoides nativos como *P. claripalpis* llegó a 60% en San Carlos,

Alajuela en el año 2000, lo que demuestra el equilibrio existente entre la plaga y sus enemigos naturales durante los últimos años, cuando no se utilizaron productos sintéticos para su control. Es importante la adaptabilidad de este parasitoide a las diferentes regiones de Costa Rica, logrando su establecimiento en pisos altitudinales entre los 0 y los 1500 msnm, con condiciones climáticas propias. Se reportaron tres especies del género *Diatraea*: *D. guatemallella*, *D. tabernella* y *D. saccharalis*. En un estudio realizado entre 1997 - 2000, que comprendió 6600 ha de caña de azúcar, se determinó una densidad poblacional promedio de 1567 larvas/ha.

Para los próximos años se han definido algunos proyectos y metas como la identificación y reproducción masiva del parasitoide de huevos *Trichogramma*, del uso de feromonas sexuales de las plagas especies de estas presentes en el país, así como la estimación de daños y pérdidas económicas en las regiones productoras de caña de azúcar en Costa Rica.

Experiencias en el control biológico del salivazo

Alejandro Rodríguez*

Durante el segundo quinquenio de los 80's, el cultivo de la caña de azúcar en la región de San Carlos, Costa Rica sufrió un fuerte impacto por la plaga conocida como "salivazo" o "baba de culebra", específicamente, las especies *Aeneolamia postica*, *A. albofasciata*, *Prosapia bicincta* y *P. simulans* (Homoptera: Cercopidae). Estos insectos, habitantes naturales de los pastizales de la zona, encontraron en la caña de azúcar el hospedante ideal, como conse-

cuencia del remplazo de los pastizales por plantaciones de cítricos. Posteriormente, debido a la rápida propagación, al establecimiento de la plaga, y a la severidad del ataque, unido a que el control químico no resulta eficaz, incrementa los costos de producción en perjuicio de la economía del productor y afecta el ambiente, varias instituciones, tanto estatales como privadas, iniciaron investigaciones sobre estrategias de control del salivazo. Después de exhaustivas evalua-

* Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Santa Gertrudis Sur, Grecia, Costa Rica. Email: mailto:diecana@sol.racsa.co.cr ó diecana@sol.racsa.co.cr

ciones de las opciones de manejo se implementó el Plan de Manejo Integrado de la Plaga (MIP). Este plan contempló, en su última fase, la aplicación inundativa del entomopatógeno *Metarhizium anisoplae*, el cual fue producido por primera vez a nivel comercial en 1989, en el cantón de Grecia, específicamente en la Estación Experimental de la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Departamento Técnico, adscrito a la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).

Los resultados obtenidos en más diez años de liberaciones programadas por DIECA, han sido satisfactorios, por el cual, el proceso de adopción del hongo, como un componente del manejo integrado de

esta plaga, complementando con una eficiente labor de extensión, por parte de la institución ha logrado una progresiva adopción por una mayor cantidad de beneficiarios, tanto productores como industriales de la caña de azúcar. El parasitismo promedio de este hongo a nivel nacional es de 68%. Las principales regiones beneficiadas con el programa entre 1990 y 1999 son: San Carlos con un 55% (66038 kg y 13758 ha), Puntarenas con un 21,6% (25633 kg y 5340 ha) y Guanacaste con un 16,3% (19348 kg y 4031 ha). Se estima una cobertura total para ese período de aproximadamente 25000 ha, lo que representa un precedente, a nivel nacional, en el desarrollo de programas de este tipo.

Toxicología de entomopatógenos

Carlos H. Delgado R.

En los últimos años ha aumentado la comprensión de la importancia de disminuir el uso de productos sintéticos en la agricultura. En consecuencia, los productos biológicos como plaguicidas y fertilizantes, han comenzado a ganar interés. No obstante, estos productos requieren de un estudio cuidadoso sobre su efecto en la salud humana, en animales y en el ambiente. Con este propósito, la compañía colombiana productora de entomopatógenos, Laverlam S.A., sometió sus productos al estudio de toxicología nivel 1, estipulados en la reglamentación para el estudio de plaguicidas de la EPA. Este estudio contempla las siguientes pruebas: toxicidad-patogenicidad aguda oral, intravenosa, pulmonar y dermal y la prueba de irritación ocular. Los estudios fueron realizados en Cuba, en el Centro de Toxicología y Experimentación (CETEX).

Los productos biológicos sometidos al análisis fueron los siguientes:

Ingrediente Activo	Cepa
<i>Beauveria bassiana</i>	Laverlam
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Laverlam
<i>Trichoderma lignorum</i>	Laverlam
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Laverlam
<i>Verticillium lecanii</i>	Laverlam
Metabolitos secundarios de <i>M. anisopliae</i>	Laverlam
Metabolitos secundarios de <i>Entomophthora virulenta</i>	Laverlam

Los resultados de estos trabajos confirmaron que las sustancias evaluadas, según las vías de administración oral, dérmica, endovenosa, pulmonar y ocular, bajo las condiciones experimentales del estudio, no conducen a alteraciones, modificaciones o cambios en los biomodelos utilizados, que puedan ser interpretados como signos tóxicos o de daño biológico.

Estos resultados permiten ofrecer, de manera responsable, un

agente biológico que utilizado racionalmente, dentro de un concepto de manejo integrado, constituye una alternativa a los plaguicidas sintéticos con el objetivo de tener una agricultura menos contaminante. El representante de estos productos para Costa Rica es Bio Control S.A.

* Bio-Control S.A. . San José, Costa Rica. Apartado Postal 164-7050 Cartago, Costa Rica. Telefax. (506)591-9467. Email: biocontrolsa@racsa.co.cr.

Hoja TECNICA

No. 35

CATIE



Mancha bacteriana de la hoja y fruto de chile y tomate

Elkin Bustamante*
Arturo Gamboa*

La enfermedad bacteriana de mayor frecuencia en Centroamérica y el Caribe desde 1912, es la causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. Este problema fitosanitario aparece generalmente luego del trasplante, aunque en ocasiones se observan daños foliares en el semillero. La enfermedad se generaliza e intensifica, especialmente bajo lluvias continuas acompañadas por vientos fuertes.

En América Central se registran epifitias severas en chile en los meses más lluviosos. El principal daño de la enfermedad es la excesiva defoliación y el manchado en los frutos, que afecta su calidad comercial. Con esta enfermedad se asocian otros problemas, como las quemaduras del sol en los frutos y su pudrición debida a organismos secundarios, que penetran por las lesiones que causa la bacteria. En tomate, la enfermedad se presenta en el trópico húmedo Centroamericano, en los meses de mayo a agosto.

La enfermedad reduce el crecimiento de la planta, la producción y calidad de la fruta. Las lesiones son a veces difíciles de distinguir de otras manchas foliares causadas por bacterias patogénicas o desórdenes fisiológicos. Debe tenerse mucho cuidado con el aisla-

miento de bacterias saprofitas que pueden enmascarar el patógeno real.

Síntomas

Los síntomas iniciales sobre el follaje son manchas circulares, oscuras, traslúcidas, de menos de 3 mm de diámetro; más tarde, las lesiones se vuelven angulares y de color pardo (Figs 1, 2 y 3). Por lo general, la porción central de las manchas se desprende. Sobre los tallos, el patógeno desarrolla cánceres pequeños de 10 mm de longitud, que son ásperos y pardos.

Los síntomas más conspicuos aparecen sobre los frutos jóvenes, como manchas en relieve, diminutas que pueden alcanzar un diámetro de 3-6 mm de color verde oscuro, aceitosas; un halo claro puede rodear las manchas, pero desaparece a medida que estas envejecen. Luego, la epidermis se desgarran y la lesión se deprime, presentándose en forma de cráter irregular, con varios milímetros de diámetro, de color castaño claro a negro, de aspecto costroso y corchoso (Fig. 3). No se produce infección en los frutos maduros.

En el laboratorio, la bacteria se identifica como un bacilo gram negativo, de acuerdo a la prueba de KOH, con un flagelo polar, catalasa positiva y oxidasa

* Area de Agricultura Tropical Sostenible, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

negativa, en medios de extracto de levadura-dextrosa-carbonato de calcio; las colonias son amarillas, mucoides. La clasificación en grupos se puede realizar a través de pruebas de ADN, actividad amilolítica y pectolítica, composición de ácidos grasos y serología.

Epidemiología

El ambiente húmedo y la temperatura entre 25 y 30°C, con un óptimo de 27°C favorecen el desarrollo de la enfermedad. En las condiciones centroamericanas, la época lluviosa o la de sequía con riego por aspersión, son condiciones apropiadas para el desarrollo de la mancha bacteriana. El patógeno se disemina por el viento húmedo y por salpique de la lluvia; se introduce en las hojas a través de estomas y heridas y en los frutos, por estas últimas.

La bacteria sobrevive en el suelo en asocio con residuos de cosecha por 3 o 6 meses y en plantas de chile o tomate que persisten en los campos de cultivo por más de doce meses. También puede sobrevivir como epífita de las raíces o de las partes aéreas de las plantas remanentes de cosechas anteriores o en hospedantes secundarios, principalmente solanáceas y brasicáceas silvestres. Como saprófito del suelo, muere a los cinco meses. Una fuente importante de inóculo primario es la semilla, ya que la bacteria puede persistir allí por períodos de 10 años, aún en semillas secas. Sin embargo, la importancia en la epidemiología de la semilla contaminada es relativamente desconocida.

El patógeno presenta una gran variación en su población bacteriana, la cual se expresa en términos de razas fisiológicas, que tienen como fundamento la interacción entre los genes que confieren virulencia a *X. e. vesicatoria* y los genes que confieren resistencia en genotipos específicos de Chile y tomate. En tomate se conocen tres razas denominadas T1, T2, T3 no patogénicas al Chile, complementariamente las razas P0, P1, P2, P3, P4, P5 y P6 atacan sólo al Chile.

La bacteria *X. e. vesicatoria* también presenta en su población razas fisiológicas virulentas tanto en Chile como en tomate. Las razas se denominan como P0T1, P0T2, P1T1, P1T2, P2T1, P2T2, P3T1, P3T2, P4T2, P5T2, P5T3, P6T2 y P6T3.

Manejo integrado

En el manejo integrado de enfermedades de las plantas los dos propósitos fundamentales son la eliminación o disminución del inóculo inicial del patógeno y la reducción de la tasa de infección. En el caso de la mancha bacteriana las prácticas de manejo más importantes serían semilla sana, medidas sanitarias, rotación de cultivos, cultivares resistentes y aplicaciones de químicos.

Una vez establecida, la enfermedad es de difícil control, por lo que debe hacerse todo lo posible para evitarla. La estrategia de exclusión comprende el uso de semilla libre del patógeno; si se sospechan bacterias en la semilla, debe tratarse antes de la siembra con hipoclorito de sodio al 1% por un minuto. Si se utiliza trasplante, debe desinfectarse el semillero para asegurar la obtención de plántulas libres de la bacteria. En el campo, deben practicarse medidas sanitarias, tales como la eliminación de residuos luego de la cosecha, de plantas de Chile remanentes de cosechas anteriores y de otros hospedantes. Asimismo, en áreas donde está presente la enfermedad, se sugiere una rotación con gramíneas y un período de barbecho, al menos por 1 o 2 años.

La mejor táctica de manejo de enfermedades es el uso de resistencia genética. En el caso de Chile se dispone de tres genes mayores de resistencia **Bs1**, **Bs2** y **Bs3**, que podrían manejar las razas de P0 a P5; sin embargo, la presencia de la raza P6 crea un problema ya que hasta el momento no se tienen fuentes de resistencia.

En Carolina del Norte se recomienda el uso de cultivares con dos genes de resistencia **Bs1**, **Bs2** (Boynton Bell) o tres **Bs1**, **Bs2** y **Bs3** (Rogers 4178). Los materiales que tienen estos genes juntos tienen menos infección y mayor producción aún en presencia de resistencia dilatoria.

En el caso de tomate los cultivares 'Hawaii 7998' y 'Hawaii 7981' tienen resistencia para el control de las razas T1 y T3, respectivamente. En el Valle Central de Costa Rica los cultivares 'Sanibel' y 'Sunchaser' de la Petoseed presentaron un nivel adecuado de resistencia a la raza o razas de la bacteria presentes en el segundo semestre del año 2000.

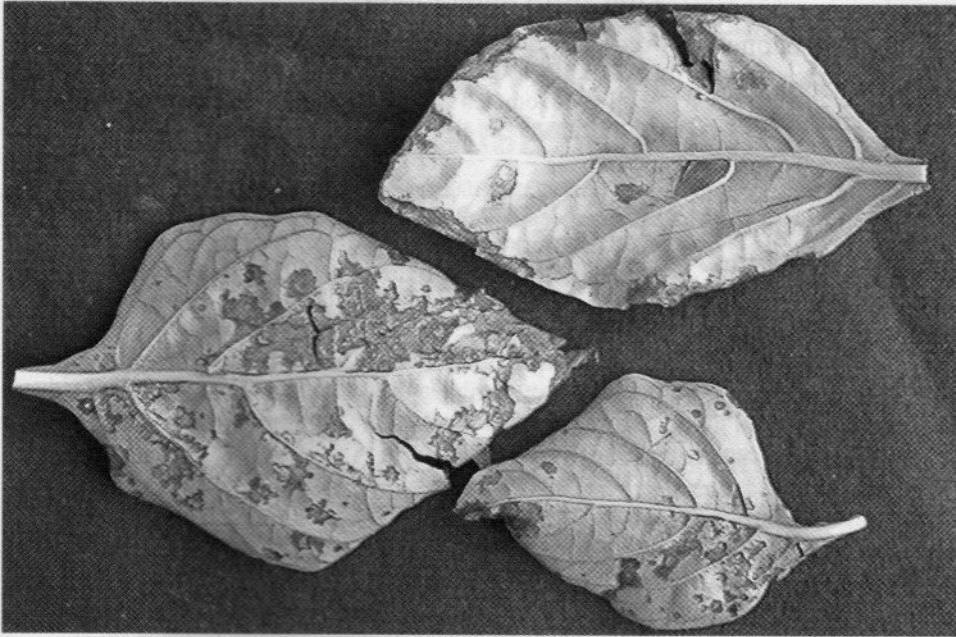


Figura 1. Síntomas de la mancha bacteriana en el envés de hojas de chile. Se notan las lesiones angulares y pardas.

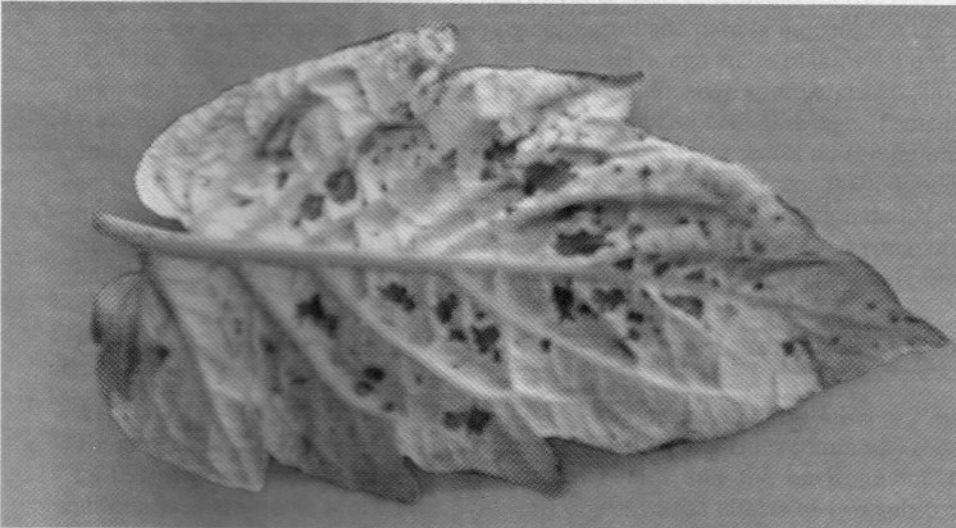


Figura 2. Síntomas de la mancha bacteriana en el envés de una hoja de tomate. Se notan las lesiones angulares y pardas.



Figura 3. Síntomas en frutos de tomate correspondientes a lesiones verde oscuras, aceitosas y de aspecto corchoso. Haz de hoja de tomate con lesiones bacterianas.

En fases iniciales de la epifitía en el campo, la enfermedad puede ser controlada mediante aspersiones de estreptomocina cobre metálico (sulfato de cobre tribásico o hidróxido de cobre) en asocio con productos orgánicos a base de Mn (maneb) o Mn y Zn (mancozeb) para obtener el máximo de eficiencia en la prevención de razas resistentes al cobre. La eficacia del tratamiento depende de las condiciones de baja humedad que siguen a las aplicaciones, porque en ambientes muy húmedos las aplicaciones de estos productos no detienen la enfermedad. La bacteria desarrolla resistencia al cobre, estreptomocina y al zinc.

En el manejo integrado es importante disponer de cultivares resistentes y en los casos que se presente resistencia dilatoria, se puede complementar con mezclas de bactericidas, lo anterior complementado con medidas sanitarias y prácticas agronómicas.

Literatura consultada

- Agrios, GN. 1998. Fitopatología. México, UTEHA. 838 p.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 151. 138 p.
- CATIE. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 201. 143 p.
- Gitaitis, R; McCarter, S; Jones, J. 1992. Disease control in tomato transplants produced in Georgia and Florida. *Plant Disease*. 76:651-656.
- O'Garro, LW. 1998. Bacterial spot of tomato and pepper on four East Caribbean islands: races their abundance, distribution, aggressiveness and prospects for control. *Plant Disease* 82:865-870.
- Kousik, CS; Ritchie, DF. 1998. Response of bell pepper cultivars to bacterial spot pathogen races that individually overcome mayor resistance genes. *Plant Disease* 82:181-186.
- Sahin, F; Miller, SA. 1996. Characterization of 01:10 strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. *Plant Disease* 80:773-778.
- Sherf, AF; Macnab, AA. 1986. Vegetable diseases and their control. 2 ed. New York, Wiley. 727 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)



**Proyecto Plagsalud
Organización Panamericana de la Salud**

San José, Costa Rica
Tel: (506) 223-1686
Fax: (506) 258-5830



**Red Colaborativa de Investigación y
Desarrollo de Hortalizas para América
Central, Panamá y República
Dominicana**

IICA San José, Costa Rica
Tel: (506) 216-0258 /59/60/61
Fax: (506) 216-0258
Email: jechever@iica.ac.cr



**Fomento de Productos
Fitosanitarios No-Sintéticos**

Ministerio de Agricultura y
Ganadería, San José, Costa Rica
Tel: (506) 296-5715
Fax: (506) 232-0735



**Del Monte
Oficinas Centrales**

Barrio Tournón, San José, Costa Rica
Tel: (506) 212-9000, Fax: (506) 225-0158

PINDECO

Buenos Aires, Puntarenas
Tel: (506) 730-0155, Fax: (506) 730-0113

BANDECO

Siquirres, Limón
Tel: (506) 710-3630, Fax: (506) 710-3632



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: Agricultura Tropical y Manejo de Recursos Naturales en Cooperación con Universidades Asociadas:

Estados Unidos de Norteamérica

- Universidad Estatal de Colorado
- Universidad de Florida (Gainesville)
- Universidad de Idaho
- Universidad de Purdue
- Universidad Estatal de Louisiana
- Universidad Texas A&M

Europa

- Universidad de Gales (Reino Unido)
- Universidad de Göttingen (Alemania)
- Universidad de Freiburg (Alemania)
- Universidad de Hohenheim (Alemania)

Maestría (M.Sc.) en:

Agroforestería Tropical con especialización en:

- Agroforestería con Cultivos Anuales
- Agroforestería con Cultivos Perennes
- Sistemas Silvopastoriles

Subespecialización con varias opciones.

Manejo y Conservación de Bosques

Tropicales y Biodiversidad con especialización en:

- Manejo y Silvicultura de Bosques
- Conservación de la Biodiversidad

Subespecialización con varias opciones.

Agricultura Ecológica con especialización en:

- Recursos Fitogenéticos y Biotecnología
- Manejo Integrado de Plagas

Subespecialización con varias opciones.

Manejo de Cuencas Hidrográficas con especialización en:

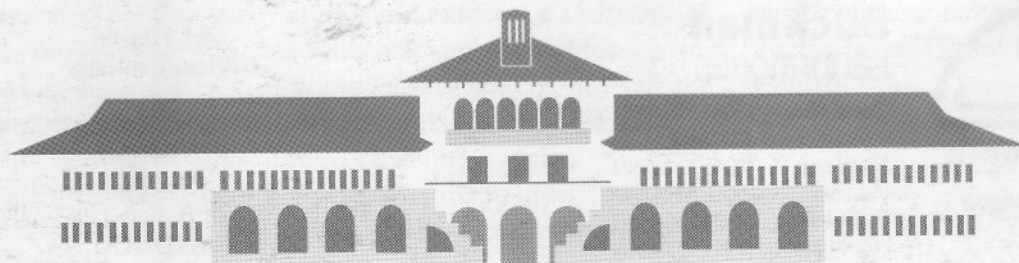
- Manejo de Desastres Naturales
- Manejo de Recursos Hídricos

Subespecialización con varias opciones.

Socioeconomía Ambiental con especialización en:

- Administración y Gerencia Ambiental
- Economía Ambiental
- Sociología Ambiental

Subespecialización con varias opciones.



Producir conservando, conservar produciendo®

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 http://www.catie.ac.cr