

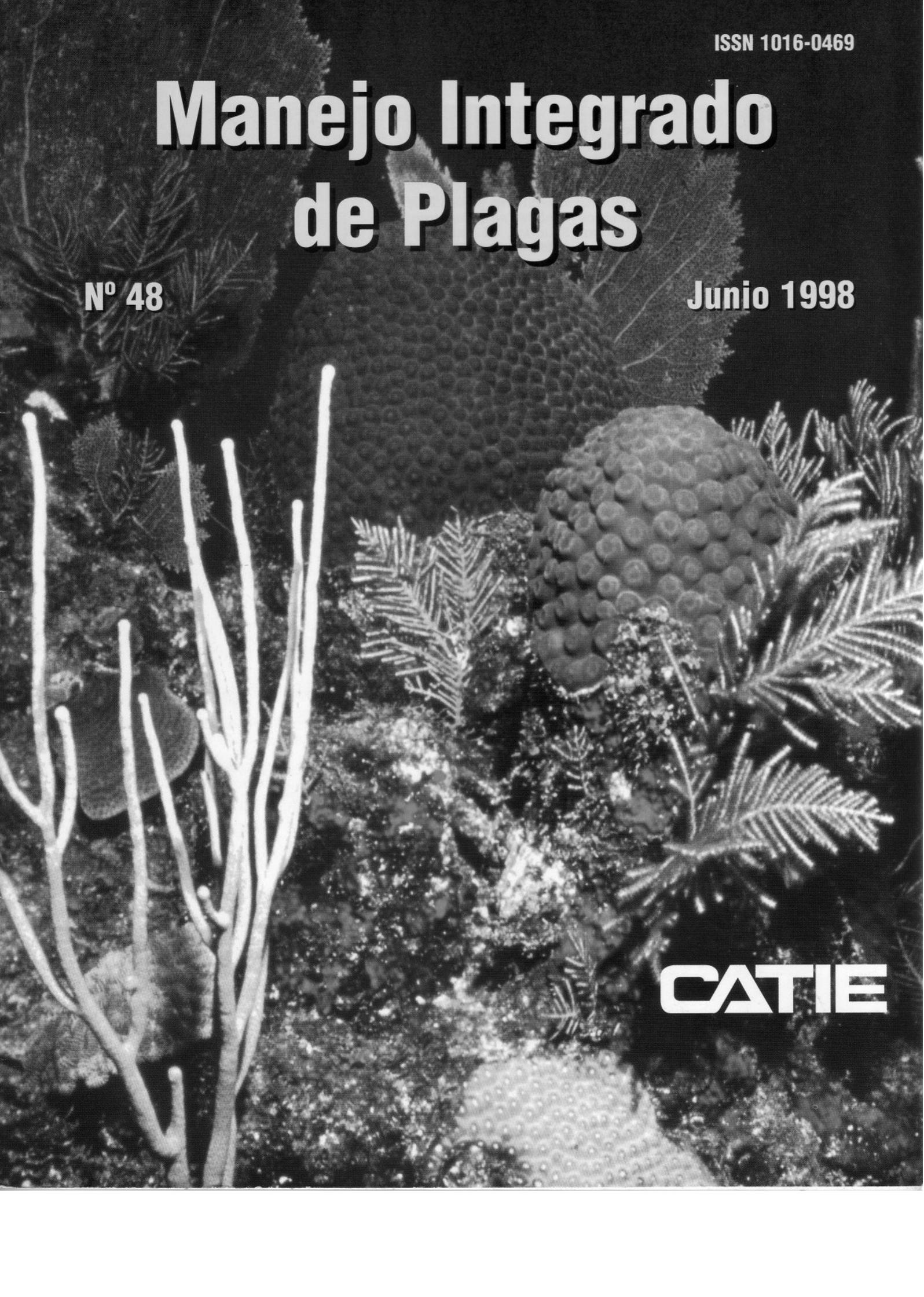
ISSN 1016-0469

Manejo Integrado de Plagas

Nº 48

Junio 1998

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 postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, República de Panamá, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA CATIE

DIRECTOR GENERAL

Rubén Guevara Moncada

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA Y COOPERACIÓN EXTERNA

Pedro Ferreira

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO

Markku Kanninen

PROGRAMA DE PROYECCIÓN EXTERNA

José Arze

Dirección: Elkin Bustamante

Edición: Laura Rodríguez

Diseño Gráfico y Textos: Yorlene Pérez y Guisselle Brenes

COMITE EDITORIAL OPERATIVO

Elkin Bustamante, Presidente
Manuel Carballo
Daniel Coto
Eduardo Hidalgo
Luko Hilje
Arnoldo Merayo
Wilberth Phillips M.
Galileo Rivas Platero
Joseph L. Saunders
Laura Rodríguez, Editora

GRUPO ASESOR DE REVISIÓN:

CATIE

Elkin Bustamante	Eduardo Hidalgo
Manuel Carballo	Luko Hilje
Daniel Coto	Wilberth Phillips
Liliana Chávez	Vera Sánchez
Joseph Saunders	

CATIE/MIP-NICARAGUA

Falguni Guharay	Julio Monterrey
-----------------	-----------------

CENICAFE

Armando Rivera Malo

EARTH

Ramiro de la Cruz

IICA

Jorge Hernán Echeverri

STANDAR FRUIT COMPANY

Douglas Cubillo

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Helga Blanco	Alice Pérez
Luis Jirón	Ana Tapia

UNIVERSIDAD NACIONAL

Víctor Carfín

WWF

Oscar Brenes

CONSULTOR INDEPENDIENTE

Jorge León

Foto: Los arrecifes coralinos son ecosistemas tropicales de gran biodiversidad y productividad, así como una fuente importante de recursos pesqueros. Sin embargo, son muy sensibles a varios factores, como los sedimentos y plaguicidas, por lo que el manejo integrado de plagas (MIP) podría mitigar los impactos negativos de la actividad agrícola sobre ellos.
(Foto: Carlos Jiménez C.).

Manejo Integrado de Plagas

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

No.48

Junio 1998

FORO

La biodiversidad tropical y el manejo integrado de plagas Pág. 1-10
Luko Hilje, Paul Hanson

INFORMES DE INVESTIGACION

Uso de índices nutricionales para medir el efecto insectistático de extractos de meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda* 11-18
Cesáreo Rodríguez Hernández, José Djalir Vedramim

Associação de produtos fitossanitários com *Beauveria bassiana* no controle da broca e ferrugem do café 19-24
Sérgio Batista Alves, José E.M. Almeida, Sérgio de Salvo

Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate 25-34
Vera Sánchez, Elkin Bustamante, Richard Shattock

Caracterización y magnitud de los daños producidos por *Thrips tabaci* en cebolla en Cuba 35-39
Santiago F. Jiménez Jiménez, José Roscándido Alfonso, Dinorah López Alfonso, Miguel Vázquez Rodríguez

Reconocimiento, caracterización morfológica e incidencia de *Neozygites fresenii* en la regulación natural de áfidos en Andalucía-España 40-44
Saúl Edgardo Méndez Sánchez, Cándido Santiago Alvarez

Mortalidad de *Cosmopolites sordidus* con diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana* 45-48
Manuel Carballo V.

Leguminosas de cobertura para el manejo de *Rottboellia cochinchinensis* en el asocio yuca/maíz 49-53
Arnoldo Merayo M., Carlos E. Rojas C., Bernal Valverde, Edgar Umaña

HOJA TECNICA

Formulaciones de hongos entomopatógenos i-iv
Manuel Carballo V.

SECCION INFORMATIVA

Reseñas de Publicaciones 54
Tesis Postgrado CATIE 55
Futuros Eventos 58
Mosca Blanca al Día 59

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

CATIE

LA BIODIVERSIDAD TROPICAL Y EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Luko Hilje*
Paul Hanson**

RESUMEN

El tema de la biodiversidad es de gran actualidad, como parte del paradigma del desarrollo sostenible. Sin embargo, su valor para los sectores agrícola y forestal ha recibido poca atención hasta ahora. Por tanto, este artículo pretende destacar las conexiones existentes entre la biodiversidad y el manejo integrado de plagas (MIP), las cuales se presentan en dos vías. De la biodiversidad se pueden obtener productos o materiales nuevos (genes de plantas silvestres, plaguicidas y enemigos naturales) para los programas de MIP, mientras que éstos, al racionalizar el uso de plaguicidas, pueden causar efectos benéficos para la conservación de la biodiversidad terrestre y acuática. Estas situaciones se discuten e ilustran con ejemplos de insectos, en las zonas tropicales.

Palabras claves: Biodiversidad, Manejo integrado de plagas, Insectos, Trópicos, Sostenibilidad.

ABSTRACT

TROPICAL BIODIVERSITY AND INTEGRATED PEST MANAGEMENT. The topic of biodiversity, as part of the paradigm of sustainable development, has received considerable attention in recent years. Nonetheless, the value of biodiversity for the agricultural and forestry sectors has received relatively less attention. The objective of this article is to highlight the connections that exist, in both directions, between biodiversity and integrated pest management (IPM). The latter can obtain new products or materials from biodiversity (genes from wild plants, biologically derived pesticides, and natural enemies) while at the same time the utilization of IPM can have beneficial effects on both terrestrial and aquatic biodiversity. These topics are discussed and illustrated with examples of tropical insects.

Key words: Biodiversity, Integrated pest management, Insects, Tropics, Sustainability.

INTRODUCCION

Uno de los conceptos más comunes y debatidos, incluso de manera polémica, es el de biodiversidad. Aunque planteado desde hace muchos años en documentos pertinentes al campo de la conservación de los recursos naturales (UICN-PNUMA-WWF 1980), ha adquirido importancia rápidamente, lo cual se percibe no solo en la profusión de foros y libros (Wilson 1988, McNeely *et al.* 1990, Groombridge 1992, WRI-UICN-PNNMA 1992, Reid *et al.* 1993, Solbrig *et al.* 1994), sino también en el establecimiento de entidades dedicadas al tema, como el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) en Costa Rica (Gámez *et al.* 1993).

Sin embargo, aún en dicho país, hasta ahora la discusión sobre el valor de biodiversidad se ha enfocado más hacia la prospección de compuestos farmacéuticos y al inventario de la biota, mientras que su valor para los sectores

agrícola y forestal ha recibido poca atención. Puesto que el manejo integrado de plagas (MIP) debe ser uno de los componentes claves de sistemas productivos sostenibles (Pareja 1992, Hilje 1995, Arauz 1996), el propósito de este artículo es destacar las conexiones existentes entre la biodiversidad y el MIP, tanto para estimular el debate, como para contribuir a identificar líneas de investigación convergentes y útiles para las instituciones pertinentes a dichas áreas.

CONCEPTOS

En la literatura ecológica, la diversidad de especies se considera como uno de los atributos de las comunidades naturales, junto con su estructura trófica y su conformación espacial y temporal (Krebs 1978). La diversidad tiene dos componentes: la riqueza de especies (su número) y la equidad (el número de individuos por especie); por tanto, incluso una comunidad con menor riqueza de especies pero mayor equidad entre las especies, podría ser más rica, desde el punto de vista ecológico.

En cambio, el concepto de biodiversidad, o diversidad biológica, tiene un significado más

Recibido: 27/02/98. Aprobado: 07/07/98.

*Unidad de Fitoprotección, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

**Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

amplio, pues aunque omite el componente de equidad, incluye tres planos de complejidad: genes, especies y ecosistemas (o hábitats) (UICN-PNUMA-WWF 1980, Wilson 1988, Groombridge 1992).

BIODIVERSIDAD Y MIP

En realidad el estudio, la preservación y el aprovechamiento económico de la biodiversidad datan de decenios, y hasta de siglos en algunos casos han sido desarrollados históricamente por universidades, centros de investigación, ministerios, empresas privadas e incluso individuos. Por tanto, lo novedoso es su formulación conceptual y el vínculo explícito con la conservación de los recursos naturales. Esto obedece especialmente a la destrucción acelerada de las últimas grandes masas boscosas del planeta ubicadas en los trópicos (Fig. 1), que son ricas en formas de vida aún desconocidas para la ciencia (Wilson 1988).

Por su parte, el MIP consiste en la combinación de varios métodos de control para mantener las plagas a niveles que no causen pérdidas de importancia económica, sin provocar serios perjuicios ambientales ni humanos. Se fundamenta en principios ecológicos y prioriza métodos como el control biológico, las prácticas agrícolas, los cultivares resistentes y el uso de plaguicidas selectivos (Andrews y Quezada 1989). Por tanto, su noción y prácticas son congruentes con el paradigma de la sostenibilidad, cuyos elementos medulares son la conservación de la base de recursos naturales de la sociedad, su aprovechamiento económico, y la satisfacción de las necesidades humanas actuales y futuras (IICA 1991). El uso sostenible de un recurso equivale, metafóricamente, a gastar los intereses bancarios mientras se conserva el capital principal (UICN-PNUMA-WWF 1980), lo cual garantiza su perpetuidad. Para el campo agrícola, el "capital natural" son los suelos, el agua, los recursos genéticos vegetales y los enemigos naturales de las plagas.



Fig. 1. Los bosques naturales son una fuente potencial de productos o materiales (genes, plaguicidas y enemigos naturales) para programas de manejo integrado de plagas (MIP) agrícolas y forestales. (Foto: L. Hilje).

A continuación se citan los principales beneficios, que constan de productos o materiales, que podría aportar la biodiversidad para el desarrollo de programas de MIP (Fig. 2), algunos de los cuales han sido discutidos previamente por otros autores (Hawksworth 1991, LaSalle y Gauld 1993). No obstante, aquí se amplía la lista y todos ellos se ilustran con ejemplos tomados del trópico mesoamericano, sobre todo referidos a insectos, en los cuales los autores tienen mayor experiencia.

a. Búsqueda de genes en plantas silvestres.

Los cultivos agrícolas hoy conocidos y aprovechados comercialmente provienen de ancestros silvestres, que evolucionaron en centros de origen específicos, especialmente tropicales (Plotkin 1988). Por ejemplo, el 98% de las plantas cultivadas en los EE.UU., como el arroz, maíz, papa, tomate, tabaco, cítricos y maní, provienen de ancestros tropicales (Caufield 1982 en Plotkin 1988). Esto justifica que en los trópicos estén los principales centros internacionales de investigación para el mejoramiento de cultivos, pertenecientes al conglomerado del CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research). En América Latina están el CIMMYT (maíz y trigo), CIP (papa y camote) y CIAT (arroz, frijol, yuca y pastos). Estos centros han desarrollado un trabajo muy fructífero, produciendo continuamente cultivares de mayor aceptación comercial, adaptabilidad climática y edáfica, y resistencia a plagas (Panda y Khush 1995, Mihm 1997).

El reconocimiento de los centros de origen ha permitido a los investigadores concentrar sus esfuerzos de exploración en dichas zonas, para buscar fuentes de variabilidad genética en materiales silvestres emparentados con los cultivos de interés. Quizás los casos más conocidos son los del teosinte perenne (*Zea diploperennis*), pariente silvestre del maíz, hallado en México, y del tomate silvestre *Lycopersicon chmielewskii*, hallado en Perú (Iltis 1988), los cuales han contribuido en el mejoramiento genético de ambos cultivos.

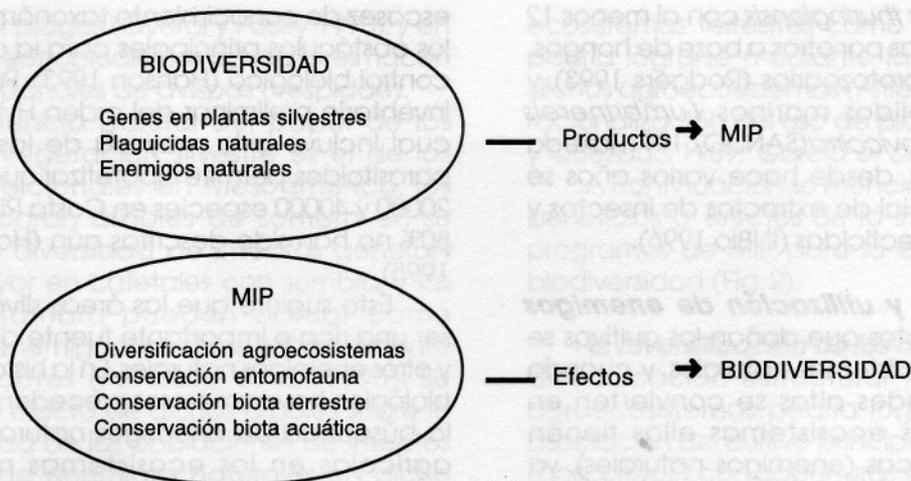


Fig. 2. De la biodiversidad se pueden obtener varios tipos de productos o materiales para los programas de manejo integrado de plagas (MIP), mientras que éstos pueden causar efectos benéficos para la conservación de la biodiversidad.

La búsqueda de fuentes de resistencia contra insectos plaga en dichos materiales, históricamente ha sido débil (Harlan y Starks 1980). Sin embargo, cuando esta búsqueda se ha realizado mediante esfuerzos amplios y sistemáticos se han logrado avances notables. Por ejemplo en México, Mesoamérica y en la zona andina, existen muchas especies silvestres de papa, algunas de las cuales poseen resistencia a varias especies de homópteros y coleópteros, así como a hongos, bacterias y nematodos (Montaldo 1984).

b. Exploración de plaguicidas naturales. Esta exploración, en plantas, microorganismos y animales silvestres, se fundamenta en la coevolución de los insectos herbívoros y sus plantas, los entomopatógenos y sus hospedantes, y los carnívoros y sus presas. Por ejemplo, en las plantas son frecuentes los metabolitos secundarios con funciones defensivas contra insectos, tales como alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles, flavonoides, glicósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides (Harborne 1977, Panda y Khush 1995).

En textos de entomología clásicos (Metcalf y Flint 1965) se citan varios insecticidas derivados de plantas, como la ryania (*Ryania speciosa*, Flacourtiaceae), tabaco (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae), derris o timbo (*Derris* spp., Leguminosae), hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae) y sabadilla (*Schoenocaulon officinale*, Liliaceae). Su uso perdió vigencia en los años 50, con la aparición de los insecticidas sintéticos, pues las sencillas moléculas de éstos permitían producirlos a escala industrial y a un costo relativamente bajo.

En la actualidad, los casos más llamativos de utilización de insecticidas de origen vegetal son los piretroides, que son análogos sintéticos de las piretrinas naturales presentes en el piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*, Compositae), así como la azadiractina, obtenida del árbol de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae). La semilla de este árbol, de origen asiático, contiene azadiractina y otros limonoides que impiden el crecimiento, repelen o disuaden a varias especies de insectos (Schmutterer *et al.* 1982). Actualmente se siembra esta especie en gran escala en la República Dominicana y Nicaragua, donde se elaboran preparados semi-rústicos, de eficacia demostrada (Gruber y Méndez 1992), y en el mercado mundial se dispone de al menos tres marcas comerciales.

Otras plantas tropicales ofrecen un potencial poco o nada explorado en tal sentido (Grainge y Ahmed 1988, Stoll 1989). Por ejemplo, en Costa Rica se investiga al chaperno (*Lonchocarpus* spp.), que contiene el DMDP (2R,5R-dihidroxi-metil-3R,4R-dihidroxipirrolidina) de efecto nematocida comprobado (INBio 1996). Asimismo, se ha demostrado que extractos de la madera de hombre grande (*Q. amara*), son eficaces contra dos plagas muy serias: matan los adultos de la mosca blanca (*B. tabaci*) (Cubillo *et al.* 1997), y causan fagodisuasión en larvas del gusano barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*, Pyralidae) (Shannon *et al.* 1998).

En cuanto a los insecticidas derivados de microorganismos y animales silvestres, se trata de una industria floreciente, en la que participan varias compañías grandes. En la actualidad sobresalen los insecticidas comerciales a base de

la bacteria *Bacillus thuringiensis*, con al menos 12 marcas, secundadas por otros a base de hongos, virus, nematodos, protozoarios (Rodgers 1993), y hasta de los anélidos marinos *Lumbrinereis heteropoda* y *L. breviccirra* (SANDOZ 1991, Takeda s.f.). En Costa Rica, desde hace varios años se investiga el potencial de extractos de insectos y moluscos como insecticidas (INBio 1996).

c. Inventario y utilización de enemigos naturales. Los insectos que dañan los cultivos se originan en los ecosistemas naturales, y cuando alcanzan densidades altas se convierten en plagas. En dichos ecosistemas ellos tienen especies antagónicas (enemigos naturales), ya sea como parasitoides, depredadores, patógenos o competidores. Por tanto, es posible inventariar, conservar, evaluar y aprovechar estas especies en programas de MIP.

El valor potencial de los parasitoides en el control biológico de plagas se ilustra bien con el caso de la cochinilla de la yuca, *Phenacoccus manihoti* (Pseudococcidae). Esta plaga neotropical fue introducida en forma accidental en África, donde devastó la principal fuente de sustento de 200 millones de personas. Mediante exploraciones en su hábitat natural en Sudamérica, se halló la avispa *Apoanagyrus lopezi* (Encyrtidae), la cual fue introducida y liberada en África, donde redujo notoriamente las poblaciones de la cochinilla, causando ahorros de \$250 millones anuales (Norgaard 1988). Asimismo, después de notorios éxitos logrados en Brasil, Colombia y Panamá (Narváez 1986), desde 1985 en Costa Rica se cría masivamente y se libera el parasitoide *Cotesia flavipes* (Braconidae) en grandes extensiones cañeras, para combatir al barrenador *Diatraea tabernella* (Pyralidae), con una excelente relación costo/beneficio (Badilla et al. 1991).

Para utilizar los enemigos naturales, es preciso conservarlos y conocerlos. En las áreas silvestres, los parasitoides eficientes por lo general mantienen en un nivel muy bajo las poblaciones de sus hospedantes, lo cual hace que sus propias poblaciones sean muy bajas. Esta característica, así como su ubicación en la cadena alimentaria, sugiere que los parasitoides más útiles para el control biológico son organismos vulnerables a la extinción (LaSalle y Gauld 1991), por lo que la reducción de la biodiversidad por deforestación podría ocasionar la pérdida irreversible de recursos útiles para el control biológico de plagas. Además, en el caso de los parasitoides tropicales, la mayoría son desconocidos para la ciencia, y la

escasez de conocimiento taxonómico es uno de los obstáculos principales para la aplicación del control biológico (Hanson 1993). Por ejemplo, un inventario preliminar del orden Hymenoptera, el cual incluye a la mayoría de las especies de parasitoides, permite hipotetizar que existen entre 20000 y 40000 especies en Costa Rica, pero el 70-80% no han sido descritas aún (Hanson y Gauld 1995).

Esto sugiere que las áreas silvestres pueden ser una rica e importante fuente de parasitoides y otros enemigos naturales. En la historia del control biológico hay numerosos precedentes acerca de la búsqueda de enemigos naturales de plagas agrícolas en los ecosistemas naturales. Por ejemplo, la mosca parasitoide *Metagonistylum minense* (Tachinidae) fue descubierta en una gramínea silvestre (*Paspalum repens*) en la Amazonia, e introducida en campos de caña de azúcar para controlar al barrenador *Diatraea saccharalis* (Pyralidae) (DeBach 1974). Asimismo, conocer la biodiversidad de enemigos naturales en general, puede ser de valor práctico, pues a veces es posible utilizar un parasitoide que ataca a cierta plaga en una región para controlar a otra plaga en otra región. Por ejemplo, la avispa *C. flavipes*, que es originaria de Paquistán, donde ataca varios Pyralidae barrenadores, se ha introducido en varios países neotropicales para controlar a *D. saccharalis* (Cock 1985).

Además, los bosques tropicales posiblemente albergan una gran riqueza de especies de nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y virus que infectan a los insectos y, por lo tanto, representan recursos potenciales para el desarrollo de bioplaguicidas, lo cual se discutió en el acápite anterior.

d. Preservación de reservorios de insectos benéficos. Los reductos de vegetación silvestre cercanos a campos agrícolas y plantaciones forestales, que generalmente son percibidos como fuentes de plagas, pueden actuar como reservorios de insectos benéficos, como los enemigos naturales de plagas y los polinizadores.

Por ejemplo, en los ecosistemas tropicales, los insectos eusociales (avispa y hormigas) quizás representan más de la mitad de la biomasa total de insectos presentes y, además, muchas de estas especies son depredadoras. Algunas podrían desplazarse desde el bosque hasta los campos agrícolas, o ser trasladados por el hombre. Por ejemplo, en Brasil los indios Kayapó habitualmente trasladan los nidos de hormigas *Azteca* spp. (Formicidae) desde el bosque hacia sus cultivos,

para combatir plagas (Overal y Posey 1990), y en varios países neotropicales los agricultores hacen lo mismo con panales de avispas (Vespidae).

Una evidencia parcial del papel de los reductos de vegetación silvestre es el de los cafetales tradicionales en Mesoamérica, los cuales incorporan árboles de sombra en su estructura. La diversidad de insectos generalmente es mayor en cafetales con sombra, y los árboles de sombra pueden actuar como reservorio de enemigos naturales, especialmente de depredadores (Perfecto *et al.* 1996). Se desconoce el efecto de dichos árboles sobre la gran estabilidad de las poblaciones de insectos herbívoros y de enemigos naturales en dicho agroecosistema (Cerdeña *et al.* 1996), lo cual amerita estudiarse, para procurar formas de optimizar la manipulación de la sombra.

Cabe indicar que, además de servir como reservorio para enemigos naturales, la vegetación silvestre que rodea, e incluso invade el cultivo, podría aportar recursos para los parasitoides y depredadores que están en los campos agrícolas, tales como refugios físicos, sitios para anidar, hospedantes alternos, néctar y otros suplementos alimenticios.

Asimismo, estos reductos de vegetación silvestre pueden albergar a insectos polinizadores que, aunque no se relacionan con programas de MIP *per se*, pueden ser afectados por insecticidas aplicados contra insectos plagas, como se discutirá posteriormente.

MIP Y BIODIVERSIDAD

Así como el conocimiento, valoración y utilización de la biodiversidad puede beneficiar los programas de MIP, también pueden obtenerse beneficios en sentido inverso. Es lamentable y errónea la generalizada percepción de que los sistemas agrícolas y forestales provocan siempre efectos negativos sobre la biodiversidad. Quizás ésta se origina del hecho de que dichos sistemas, y en especial los monocultivos anuales, representan una simplificación de la biodiversidad. Además, por ejemplo en Costa Rica, los plaguicidas se emplean de manera exagerada en la agricultura y, parcialmente, en la silvicultura (Hilje *et al.* 1987, Castillo *et al.* 1989), lo cual podría afectar directamente a la biota, o a sus hábitats (bosques, suelos, ríos y océanos).

Sin embargo, la implementación de programas de MIP en el contexto del desarrollo de agroecosistemas sostenibles, podría contribuir en la conservación de la biodiversidad, tanto en

ecosistemas terrestres como en acuáticos. Esto podría lograrse mediante la diversificación de dichos agroecosistemas (Altieri 1992), así como la racionalización del uso de plaguicidas (Andrews y Quezada 1989, García *et al.* 1995).

A continuación se mencionan los principales beneficios o *efectos* de la implementación de programas de MIP para la conservación de la biodiversidad (Fig. 2).

a. Diversificación de los agroecosistemas. La diversificación estructural y funcional de los agroecosistemas podría lograrse mediante la asociación del cultivo principal con otros cultivos (policultivos), con coberturas vivas al suelo, barreras vivas, árboles de sombra, cortinas rompevientos, etc. (Altieri 1992). Aunque la diversificación no siempre produce efectos benéficos (Risch *et al.* 1983), por lo general lo hace, favoreciendo el control de plagas, la recirculación de nutrimentos, etc.; además, se debe reconocer que no es el policultivo *per se* el que contribuye en este sentido, sino más bien el tipo de policultivo. Es importante resaltar que la biodiversidad estructural, diseñada, posiblemente produce condiciones que incrementan cierta biodiversidad que se presenta de manera asociada, no prevista.

Para el desarrollo de agroecosistemas sostenibles, en vez de la dicotomía entre bosque primario y monocultivos, conviene pensar más bien en un concepto de *gradiente* continuo, que incluya la siguiente secuencia, según el grado de intensificación de la agricultura: bosque, agricultura tradicional, policultivo moderno y monocultivo. No obstante, lamentablemente se desconoce cómo se comportaría la biodiversidad en dicho gradiente (Vandermeer y Perfecto 1995). Por ejemplo, los datos de un estudio de insectos asociados con tres tipos de cafetales en Costa Rica (policultivo tradicional, cafetal con sombra manejada más intensivamente y café en monocultivo) sugieren que la diversidad observada en el policultivo tradicional no difiere mucho de la presente en un bosque tropical primario, según datos de otros autores (Perfecto *et al.* 1996). Asimismo, es llamativo que en un cafetal en Turrialba, Costa Rica (Cerdeña *et al.* 1996) se recolectaron más de 30 especies del género *Idris* (Hymenoptera: Scelionidae), las cuales parasitan a arañas, y este es el número más alto de especies de dicho género registrado en el mundo hasta ahora (Dr. Lubomir Masner 1997, Agriculture Canada, com.pers.).

En los programas de conservación de la biodiversidad, existe una marcada tendencia a

preservar reductos o "islas" de vegetación natural, olvidando el "mar" de agricultura que rodea estas islas. Puesto que el área dedicada a la agricultura es mucho mayor que la de las reservas biológicas, es necesario dar más atención a la conservación de la biodiversidad en los predios agrícolas y forestales (Vandermeer y Perfecto 1995), en lo cual podrían contribuir los programas de MIP, pero ésto aún requiere mucha investigación.

b. Conservación de la entomofauna benéfica.

El mantenimiento de poblaciones importantes de enemigos naturales y de polinizadores es fundamental para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles.

Los enemigos naturales impiden la conversión de plagas secundarias en primarias, y este control biológico es un don natural, que el MIP ayuda a conservar y del cual se beneficia directamente. Por ejemplo, en los bananales de Golfito, Costa Rica, antes de 1950 había dos plagas primarias, el picudo (*Cosmopolites sordidus*, Curculionidae) y el piojillo raspador rojo (*Chaetanophothrips orchidii*, Thripidae). No obstante, debido a la aplicación masiva de dieldrín, después de 1954 ya había dos plagas más, y luego de 1958 seis plagas adicionales; es decir, en menos de una década, ocho plagas secundarias se convirtieron en primarias, debido al efecto del dieldrín sobre sus enemigos naturales (Stephens 1984). Se ha documentado la existencia de enemigos para casi todas esas nuevas plagas (Stephens 1962, Harrison 1963a, 1963b); por ejemplo, *Antichloris viridis* era atacada por diez especies de parasitoides, cinco de depredadores y una de hongos; *Oiketicus kirby* atacada por 12 especies de parasitoides, cuatro de depredadores y dos de patógenos; *Sibine apicalis* por cuatro de parasitoides; *Caligo memnon* por tres de parasitoides; y *Opsiphanes tamarindi* por dos de parasitoides. Estos problemas ya han desaparecido o disminuido casi por completo, debido a las acciones correctivas emprendidas (las cuales incluyen la tolerancia de mayores niveles de daño de las plagas), que han permitido recuperar el control biológico natural (Stephens 1984). En la actualidad se aplican insecticidas solamente en los casos más serios (Dr. John T. Miranda 1992, Standard Fruit Co., com. pers.).

Por su parte, los insectos polinizadores pueden beneficiarse con la disminución del uso de plaguicidas en campos agrícolas, lo cual a su vez favorece sus actividades benéficas en las áreas silvestres. De ellos, la especie más conocida es la abeja europea (*Apis mellifera*, Apidae), que es de

origen exótico, y también es de gran valor comercial por la producción de miel. Sin embargo, hay varios cultivos de origen mesoamericano, como el chayote (*Sechium edule*, Cucurbitaceae), que son polinizados por abejas nativas, tales como *Trigona* spp. y *Bombus* spp. (Apidae) (Wille *et al.* 1983). Otras abejas silvestres, como *Peponapis* spp. y *Xenoglossa* spp. (Anthophoridae) polinizan a otras cucurbitáceas de valor comercial, como el ayote y zapallo (*Cucurbita moschata*, *C. pepo*, *C. mixta*, *C. andreana*) y el chiverre (*C. ficifolia*) (Wille 1985). Por ejemplo, entre las 55 especies de insectos que polinizan al chayote en Costa Rica destacan 28 especies de *Trigona* spp., de las que sobresalen *T. corvina*, *T. cupira*, *T. fulviventris* y *T. fuscipennis* (Wille *et al.* 1983). Algunos de estos polinizadores viven en bosques, donde visitan flores de plantas silvestres; *T. fulviventris* lo hace en al menos 79 especies y *T. fuscipennis* en al menos 14 especies (Heithaus 1979). Puesto que ellas se desplazan diariamente en ámbitos de vuelo de unos 600 m (Wille 1983), sus incursiones en campos agrícolas desde las áreas de vegetación silvestre podría exponerlas a insecticidas, afectándose tanto la polinización de cultivos como de plantas silvestres.

c. Conservación de fauna mayor.

Algunas especies de animales vertebrados no se alimentan de las plantas presentes en los cultivos o en las plantaciones forestales, sino que usan estos predios de otras maneras. Los pueden utilizar como hábitats temporales, como sucede con varias especies de aves que hacen sus nidos en árboles de importancia agrícola o forestal y en plantas anuales, o pernoctan en esos árboles. Ciertos mamíferos muy móviles, como pizotes (*Nasua nasua*, Procyonidae), mapaches (*Procyon lotor*, Procyonidae), armadillos (*Dasypus novemcinctus*, Dasypodidae) y coyotes (*Canis latrans*, Canidae), usan los predios como rutas de tránsito (L. Hilje, obs. pers.).

Además, otras especies insectívoras los visitan para conseguir alimento. El consumo de insectos es el hábito predominante en los murciélagos y las aves tropicales, aunque muchos incluyan otros alimentos en su dieta (Janzen y Wilson 1983, Stiles 1983). Asimismo, hay especies de murciélagos que polinizan árboles de importancia ecológica en los bosques naturales (Bawa *et al.* 1985), algunos de los cuales podrían tener valor comercial.

Por tanto, la reducción del uso de plaguicidas en dichos predios no solo disminuiría el riesgo por exposición directa de esta fauna (por contacto o inhalación), sino también al ingerir insectos

afectados por insecticidas, los cuales forman parte de sus cadenas alimentarias.

d. Manejo de animales vertebrados plaga.

Hay reptiles, aves y mamíferos que juegan un papel importante en los ecosistemas naturales pero que, circunstancialmente, se convierten en plagas agrícolas o forestales (Hilje y Monge 1988). La reacción más común de los productores es matarlos con venenos agudos o con anticoagulantes, por lo general en forma masiva, lo cual podría causar una reducción severa en las poblaciones naturales de dichas especies; además, podrían resultar afectadas otras especies relacionadas con éstas, ya sea por compartir sus hábitats o servirles de alimento.

Sin embargo, dependiendo de cada caso particular, sería posible combinar varios métodos de manejo dentro de programas de MIP (Timm 1983), enfatizando los métodos de tipo preventivo, para coexistir con dichos animales, sin diezmar sus poblaciones naturales.

e. Conservación de fauna acuática.

Aunque los plaguicidas se emplean en los cultivos o en las plantaciones forestales, hay riesgos de que, por deriva, escorrentía o infiltración, lleguen a riachuelos y ríos y, posteriormente, a esteros y océanos, lo cual justifica que incluso se hayan establecido métodos para evaluar sus efectos por toxicidad aguda sobre animales invertebrados y peces (Johnson y Finley 1980). Sin embargo, la documentación de sus efectos sobre la fauna acuática en el trópico americano es muy escasa (Castillo *et al.* 1997).

Por ejemplo, los manglares son ecosistemas ricos en fauna, tanto de importancia comercial (ciertos camarones, moluscos y peces), como ecológica (otros crustáceos, moluscos, peces y aves) (Jiménez 1994), la cual podría ser afectada por dichos plaguicidas. En Mesoamérica, la información sugiere que puede haber problemas importantes en manglares o en áreas costeras abiertas (Keiser *et al.* 1973, en Jiménez 1994, Szellistowski y Garita 1989).

Por su parte, los arrecifes coralinos son ecosistemas de gran diversidad biológica (Fig. 3), muy productivos ecológicamente, y de gran valor como fuente de recursos pesqueros, pero también muy sensibles a ciertos factores, como los sedimentos (Risk *et al.* 1980, Cortés y Risk 1984). Por ejemplo, en Costa Rica, el arrecife del Parque Nacional Cahuita se ha deteriorado en forma severa en años recientes, muy posiblemente por sedimentos acarreados por el río La Estrella (Cortés y Risk 1984). Aunque se argumenta que éstos se originan por deforestación (Cortés y Risk 1984), quizás también podrían contribuir las

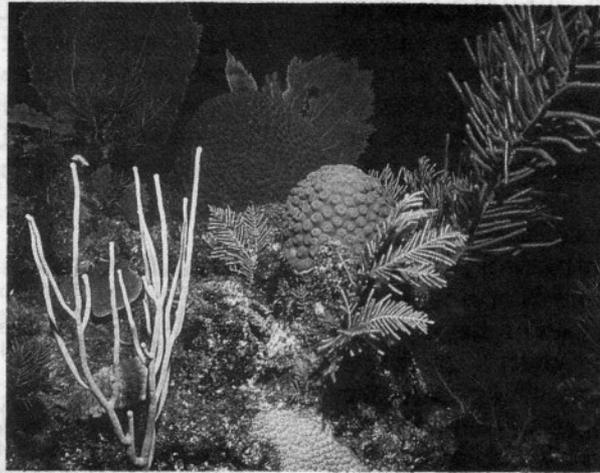


Fig. 3. Los programas de manejo integrado de plagas (MIP) en cultivos agrícolas pueden causar efectos benéficos incluso en áreas alejadas de los campos de cultivo, como los arrecifes coralinos, que son uno de los sistemas ecológicos más productivos y ricos en biodiversidad. (Foto: C. Jiménez C.).

malas prácticas de conservación de suelos en áreas agrícolas.

Asimismo, se desconoce si los corales de dicha región son afectados por plaguicidas transportados por las aguas de ríos que atraviesan plantaciones bananeras. Por ejemplo, en el río Suerte, al norte de Cahuita, se han detectado altos niveles de residuos de varios fungicidas, nematicidas e insecticidas (Castillo *et al.* 1998), cuyo efecto sobre la fauna se desconoce, aunque en el Golfo de Chiriquí, Panamá, se detectaron residuos de herbicidas como el 2,4-D y 2,4,5-T en los tejidos de algunos corales, los cuales sufrían una mortalidad masiva (Glynn *et al.* 1984).

De ser ciertas las hipótesis indicadas, las malas prácticas de conservación de suelos podrían mitigarse mediante el uso de coberturas vivas y métodos de labranza mínima para combatir malezas, y el sobreuso de plaguicidas mediante otros métodos, dentro de programas de MIP.

COMENTARIOS FINALES

La crisis planetaria actual es seria y tiene múltiples facetas. Posee un fuerte componente ambiental, dentro del cual el deterioro de los ecosistemas naturales, así como la pérdida de genes y especies, ocupan una posición clave (Wilson 1988). Pero, también, el modelo convencional de producción agrícola, por ser tan

dependiente de insumos agroquímicos, ha mostrado serios problemas de tipo *económico* (grandes aumentos en los costos de producción y rechazo de productos de exportación), *ambiental* (resistencia a plaguicidas, surgimiento de nuevas plagas, degradación de suelos productivos, contaminación de aguas y mortalidad de fauna silvestre) y *social* (intoxicaciones laborales agudas y padecimientos crónicos en peones agrícolas y consumidores) (Hilje *et al.* 1987, Pareja 1992).

Ambas crisis han desterrado la falsa dicotomía entre la conservación ambiental y el desarrollo económico, para dar lugar al concepto de sostenibilidad, uno de cuyos pilares debe ser la preservación y el aprovechamiento económico de la biodiversidad contenida en ecosistemas tropicales, la cual está en peligro de extinción, sin siquiera haber sido estudiada y valorada.

En la conservación de mucha de la fauna que compone esta biodiversidad, la cual comprende enemigos naturales de plagas, polinizadores, animales vertebrados y fauna acuática, es vasto el aporte que pueden ofrecer la noción y las prácticas del MIP. Pero, a la vez, éste podría enriquecerse con el conocimiento y utilización de la biodiversidad tropical, mediante el mejoramiento genético basado en genes de resistencia provenientes de plantas silvestres; la exploración e industrialización de plaguicidas naturales benignos para la vida silvestre y las personas; y la mejor utilización de la fauna benéfica. Por tanto, está planteado el desafío de promover nuevas concepciones y prácticas para el desarrollo de sistemas productivos realmente sostenibles, en los campos agrícola, forestal y agroforestal, dentro de los cuales la valoración y aprovechamiento de la biodiversidad tropical es clave.

Tal desafío requiere la concertación de varios sectores, como las entidades dedicadas a su investigación (universidades, centros e institutos), su potencial utilización (empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, universidades y ministerios) y la formulación y ejecución de políticas y leyes (sector estatal). Pero, sobre todo, requiere la toma de conciencia por parte de todos estos sectores sobre el potencial y la importancia social, económica y ecológica de este esfuerzo por valorar y aprovechar los recursos silvestres presentes en los países tropicales porque, de otra forma, podrían perderse para siempre.

AGRADECIMIENTOS

A los doctores Jorge Cortés y Ricardo Soto (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica), Luisa Castillo (IRET, Universidad Nacional, Costa Rica), Jorge Jiménez (Organización para Estudios Tropicales) y William A. Szelistowski, el aporte de información. A Carlos Jiménez Centeno, M.Sc. (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica), la fotografía sobre arrecifes.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Chile, CETAL Ediciones. Valparaíso, 162 p.
- ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. (eds.). 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. El Zamorano. 623 p.
- ARAUZ, L.F. 1996. La protección de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 41: 29-36.
- BADILLA, F.; SOLIS, A.I.; ALFARO, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 20-21: 39-44.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R.E.; GRAYUM, M.H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. Amer. J. Bot. 72(3): 346-356.
- CASTILLO, L.E.; DE LA CRUZ, E.; RUEPERT, C. 1997. Ecotoxicology and pesticides in tropical aquatic ecosystems of Central America. Environ. Toxicol. Chem. 16: 41-51.
- CASTILLO, L.E.; RUEPERT, C.; SOLIS, E. 1998. Pesticides in the water bodies influenced by banana production. In International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment. (San José, Costa Rica, 1998). Book of Abstracts. UNA. p. 55
- CASTILLO, L.E.; WESSELING, C.; HIDALGO, C.C.; MORA, S.; BRAVO, V. 1989. Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en América Central: Informe de Costa Rica. Programa de Plaguicidas: Desarrollo, Salud y Ambiente, Heredia, Costa Rica. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. s.p.
- CERDA, M.; HANSON, P.; BORBON, O.; HILJE, L. 1996. Respuesta de la entomofauna benéfica del café (*Coffea arabica*) a varias frecuencias de aplicación de endosulfán, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 39:1-9.
- COCK, J.J.W. (ed.). 1985. A review of biological control of pests in the Commonwealth Caribbean and Bermuda up to 1982. Commonwealth Institute of Biological Control, Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough, U.K. Tech. Comm. 9. 218 p.
- CORTES, J.; RISK, M.J. 1984. El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 32(1): 109-121.

dependiente de insumos agroquímicos, ha mostrado serios problemas de tipo *económico* (grandes aumentos en los costos de producción y rechazo de productos de exportación), *ambiental* (resistencia a plaguicidas, surgimiento de nuevas plagas, degradación de suelos productivos, contaminación de aguas y mortalidad de fauna silvestre) y *social* (intoxicaciones laborales agudas y padecimientos crónicos en peones agrícolas y consumidores) (Hilje *et al.* 1987, Pareja 1992).

Ambas crisis han desterrado la falsa dicotomía entre la conservación ambiental y el desarrollo económico, para dar lugar al concepto de sostenibilidad, uno de cuyos pilares debe ser la preservación y el aprovechamiento económico de la biodiversidad contenida en ecosistemas tropicales, la cual está en peligro de extinción, sin siquiera haber sido estudiada y valorada.

En la conservación de mucha de la fauna que compone esta biodiversidad, la cual comprende enemigos naturales de plagas, polinizadores, animales vertebrados y fauna acuática, es vasto el aporte que pueden ofrecer la noción y las prácticas del MIP. Pero, a la vez, éste podría enriquecerse con el conocimiento y utilización de la biodiversidad tropical, mediante el mejoramiento genético basado en genes de resistencia provenientes de plantas silvestres; la exploración e industrialización de plaguicidas naturales benignos para la vida silvestre y las personas; y la mejor utilización de la fauna benéfica. Por tanto, está planteado el desafío de promover nuevas concepciones y prácticas para el desarrollo de sistemas productivos realmente sostenibles, en los campos agrícola, forestal y agroforestal, dentro de los cuales la valoración y aprovechamiento de la biodiversidad tropical es clave.

Tal desafío requiere la concertación de varios sectores, como las entidades dedicadas a su investigación (universidades, centros e institutos), su potencial utilización (empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, universidades y ministerios) y la formulación y ejecución de políticas y leyes (sector estatal). Pero, sobre todo, requiere la toma de conciencia por parte de todos estos sectores sobre el potencial y la importancia social, económica y ecológica de este esfuerzo por valorar y aprovechar los recursos silvestres presentes en los países tropicales porque, de otra forma, podrían perderse para siempre.

AGRADECIMIENTOS

A los doctores Jorge Cortés y Ricardo Soto (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica), Luisa Castillo (IRET, Universidad Nacional, Costa Rica), Jorge Jiménez (Organización para Estudios Tropicales) y William A. Szelistowski, el aporte de información. A Carlos Jiménez Centeno, M.Sc. (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica), la fotografía sobre arrecifes.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Chile, CETAL Ediciones. Valparaíso, 162 p.
- ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. (eds.). 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. El Zamorano. 623 p.
- ARAUZ, L.F. 1996. La protección de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 41: 29-36.
- BADILLA, F.; SOLIS, A.I.; ALFARO, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 20-21: 39-44.
- BAWA, K.S.; BULLOCK, S.H.; PERRY, D.R.; COVILLE, R.E.; GRAYUM, M.H. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Pollination systems. Amer. J. Bot. 72(3): 346-356.
- CASTILLO, L.E.; DE LA CRUZ, E.; RUEPERT, C. 1997. Ecotoxicology and pesticides in tropical aquatic ecosystems of Central America. Environ. Toxicol. Chem. 16: 41-51.
- CASTILLO, L.E.; RUEPERT, C.; SOLIS, E. 1998. Pesticides in the water bodies influenced by banana production. In International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment. (San José, Costa Rica, 1998). Book of Abstracts. UNA. p. 55
- CASTILLO, L.E.; WESSELING, C.; HIDALGO, C.C.; MORA, S.; BRAVO, V. 1989. Diagnóstico sobre el uso e impacto de los plaguicidas en América Central: Informe de Costa Rica. Programa de Plaguicidas: Desarrollo, Salud y Ambiente, Heredia, Costa Rica. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. s.p.
- CERDA, M.; HANSON, P.; BORBON, O.; HILJE, L. 1996. Respuesta de la entomofauna benéfica del café (*Coffea arabica*) a varias frecuencias de aplicación de endosulfán, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 39:1-9.
- COCK, J.J.W. (ed.). 1985. A review of biological control of pests in the Commonwealth Caribbean and Bermuda up to 1982. Commonwealth Institute of Biological Control, Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough, U.K. Tech. Comm. 9. 218 p.
- CORTES, J.; RISK, M.J. 1984. El arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. Revista de Biología Tropical (Costa Rica) 32(1): 109-121.

- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1997. Mortalidad de adultos de Bemisia tabaci con extractos de hombre grande (*Quassia amara*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 45: 25-29.
- DeBACH, P. 1974. Biological control by natural enemies. Cambridge University Press, U.K. 323 p.
- GAMEZ, R.; PIVA, A.; SITTENFELD, A.; LEON, E.; JIMENEZ, J.; MIRABELLI, G. 1993. El programa de conservación de Costa Rica y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). In La prospección de la biodiversidad: el uso de los recursos genéticos para el desarrollo sostenible. W.V.Reid, S.A. Laird, C.A. Meyer, R. Gámez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, M.A. Gollin & C. Juma. (eds.) WRI-INBio-Raiforest Alliance-ACTS. p. 61-113.
- GARCIA, J.E.; FUENTES, G.; MONGE-NAJERA, J. (eds.). 1995. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Pasado, presente y futuro. San José, Costa Rica. EUNED. Vol. II. 212 p.
- GLYNN, P.W.; HOWARD, L.S.; CORCORAN, E.; FREAY, A.D. 1984. The occurrence and toxicity of herbicides in reef building corals. Marine Pollution Bull. 15: 370-374.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. New York. John Wiley & Sons. 470 p.
- GROOMBRIDGE, B. (ed.). 1992. Global biodiversity: Status of the Earth's living resources. London. Chapman & Hall, s.p.
- GRUBER, A.K.; MENDEZ, M. 1992. Arbol nim en Nicaragua. Proyecto Insecticida Botánico Nim. Managua, Nicaragua. 19 p.
- HANSON, P. 1993. La importancia de la taxonomía en el control biológico. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29: 48-50.
- HANSON, P.E.; GAULD, I.D. (eds.). 1995. The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press, U.K. 893 p.
- HARBORNE, J.B. 1977. Introduction to ecological biochemistry. London. Academic Press. 243 p.
- HARLAN, J.R.; STARKS, K.J. 1983. Germoplasm resources and needs. In Breeding plants resistant to insects. F.G. Maxwell and P.R. Jennings (eds.), New York. John Wiley & Sons. 683 p.
- HARRISON, J.O. 1963a. The natural enemies of some banana pests in Costa Rica. Journal of Economic Entomology 56:282-285.
- HARRISON, J.O. 1963b. On the biology of three banana pests in Costa Rica (Lepidoptera: Limacodidae, Nymphalidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 56(1): 87-94.
- HAWKSWORTH, D.L. (ed.). 1991. The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in sustainable agriculture. Wallingford, U.K. CAB International. 302 p.
- HEITHAUS, E.R. 1979. Flower visitation records and resource overlap of bees and wasps in northwest Costa Rica. Brenesia (Costa Rica) 16: 9-52.
- HILJE, L. 1995. Siete preguntas de actualidad sobre el manejo integrado de plagas en América Central. Agronomía Mesoamericana (Costa Rica) 6: 169-178.
- HILJE, L.; MONGE, J. 1988. Lista preliminar y consideraciones generales acerca de los animales vertebrados plaga en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 10: 39-52.
- HILJE, L.; CASTILLO, L.E.; THRUPP, L.A.; WESSELING, I. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. San José, Costa Rica. EUNED-Ed. Heliconia. 149 p.
- IICA (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA). 1991. Bases para una agenda de trabajo para el desarrollo agropecuario sostenible. Serie Documentos de Programas No. 25. IICA. San José, Costa Rica. 64 p.
- ILTIS, H.H. 1988. Serendipity in the exploration of biodiversity. What good are weedy tomatoes? In Biodiversity. E.O. Wilson (ed.). National Academy Press, Washington, D.C. p. 98-105.
- INBio (INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD). 1996. Memoria anual. INBio. Costa Rica. 68 p.
- JANZEN, D.H.; WILSON, D.E. 1983. Mammals. In Costa Rican natural history. D.H. Janzen (ed.). The University of Chicago Press, Chicago. pp. 426-442.
- JIMENEZ, J.A. 1994. Los manglares del Pacífico de Centroamérica. Editorial Fundación UNA. Heredia, Costa Rica. 336 p.
- JOHNSON, W.W.; FINLEY, M.T. 1980. Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates. United States Dept. of the Interior, Fish and Wildlife Service. Resource Publ. 137. Washington, D.C. 98 p.
- KREBS, C.J. 1978. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. 2 ed. New York, Harper & Row. 678 p.
- LaSALLE, J.; GAULD, I.D. 1991. Parasitic Hymenoptera and the biodiversity crisis. Redia (Appendice) 74(3): 315-334.
- LaSALLE, J.; GAULD, I.D. (eds.). 1993. Hymenoptera and biodiversity. Wallingford, U.K. CAB International. 348 p.
- McNEELY, J.A.; MILLER, K.R.; REID, W.V.; MITTERMEIER, R.A.; WERNER, T.B. 1990. Conserving the World's biological diversity. IUCN-WRI-CI-WWF-World Bank. 193 p.
- METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles. 1 ed. México D.F. CECSA. 1208 p.
- MIHM, J.A. (ed.). 1997. Insect resistant maize: Recent advances and utilization. México D.F. CIMMYT-UNDP. 302 p.
- MONTALDO, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. IICA. San José, Costa Rica. 676 p.
- NARVAEZ, L. 1986. Resultados agro-industriales y económicos de siete años del programa de control biológico de *Diatraea* spp. en caña de azúcar. In Seminario-Taller de Entomología. (1986, Turrialba, Costa Rica). Memorias CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 72. p. 72-79.
- NORGAARD, R.B. 1988. The biological control of cassava mealybug in Africa. Amer. Jour. Agricultural Economics 70: 366-371.

- OVERAL, W.L.; POSEY, D.A. 1990. Uso de formigas *Azteca* spp. para control biológico de plagas agrícolas entre os índios Kayapó do Brasil. *In* Ethnobiology: Implications and applications. D.A. Posey & W.L. Overal (eds.). Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Brasil. p. 219-225.
- PANDA, N.; KHUSH, G.S. 1995. Host plant resistance to insects. CAB International-IRRI. Wallingford, United Kingdom. 431 p.
- PAREJA, M.R. 1992. El manejo integrado de plagas: componente esencial de los sistemas agrícolas sostenibles. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 24-25: 44-50.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; HANSON, P.; CARTIN, V. 1996. Arthropod biodiversity loss and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 5: 1-11.
- PLOTKIN, M.K. 1988. The outlook for new agricultural and industrial products from the tropics. *In* Biodiversity. E.O. Wilson (ed.). Washington, D.C. National Academy Press. p. 106-116.
- REID, W.V.; LAIRD, S.A.; MEYER, C.A.; GAMEZ, R.; SITTENFELD, A.; JANZEN, D.H.; GOLLIN, M.A.; JUMA, C. 1993. La prospección de la biodiversidad: el uso de los recursos genéticos para el desarrollo sostenible. WRI-INBio-Rainforest Alliance-ACTS. 387 p.
- RISCH, S.J.; ANDOW, D.; ALTIERI, M.A. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions, and new research directions. *Environmental Entomology* 12:625-629.
- RISK, M.J.; MURILLO, M.M.; CORTES, J. 1980. Observaciones biológicas preliminares sobre el arrecife coralino en el Parque Nacional de Cahuita, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 28(2): 361-382.
- RODGERS, FB. 1993. Potential of biopesticides in agriculture. *Pesticide Science* 39: 117-129.
- SANDOZ. 1991. Evisect S, nereistoxina sintética insecticida: Información técnica, Basilea, Suiza. SANDOZ, División Agro. 11 p.
- SCHMUTTERER, H.; ASCHER, K.R.S.; REMBOLD, H. (eds.). 1982. Natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss). GTZ. Eschorn, Germany. 297 p.
- SHANNON, P.J.; VARGAS, C.; HILJE, L.; CUBILLO, D.; ABWE, M.; SANABRIA, G. 1998. Actividad biológica de un extracto de hombre grande (*Quassia amara*) sobre *Hypsipyla grandella* (Lep.: Pyralidae). (Manuscrito).
- SOLBRIG, O.T.; VAN EMDEN, H.M.; VAN OORDT, R.G.W.J. (eds.). 1994. Biodiversity and global change. London, CAB International, 227 p.
- STEPHENS, C.S. 1962. *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae) a pest of bananas in Costa Rica. *Journal of Economic Entomology* 55: 381-386.
- STEPHENS, C.S. 1984. Ecological upset and recuperation of natural control of insect pests in some Costa Rican banana plantations. *Turrialba (Costa Rica)* 34(1): 101-105.
- STILES, F.G. 1983. Birds. *In* Costa Rican natural history. D.H. Janzen (ed.). Chicago. The University of Chicago Press. p. 502-530.
- STOLL, G. 1989. Protección natural de cultivos en las zonas tropicales. Alemania Federal. Ed. Científica Josef Margraf. 184 p.
- SZELISTOWSKI, W.A.; GARITA, J. 1989. Mass mortality of sciaenid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fishery Bull.* 87: 363-365.
- TAKEDA, s.f. Padan. Tokyo, Japan. Takeda Chemical Industries. 53 p.
- TIMM, R.M. (ed.). 1983. Prevention and control of wildlife damage. Great Plains Agric. Council- Wildlife Resources Committee- Nebraska Coop. Ext. Serv. s.p.
- UICN-PNUMA-WWF. 1980. Estrategia mundial para la conservación. Suiza, UICN-PNUMA-WWF. s.p.
- VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. 1995. Breakfast of biodiversity: The truth about rain forest destruction. Institute for Food and Development Policy. Oakland, California. 185 p.
- WILSON, E.O. (ed.). 1988. Biodiversity. Washington, D.C. National Academy Press. 521 p.
- WILLE, A. 1983. Biology of the stingless bees. *Annual Review of Entomology* 28:41-64.
- WILLE, A. 1985. Las abejas *Peponapis* y *Xenoglossa* en Costa Rica y su importancia en la polinización de las *Cucurbita* domésticas. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 33(1):17-24.
- WILLE, A.; OROZCO, E.; RAABE, C. 1983. Polinización del chayote *Sechium edule* (Jacq.) Swartz en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 31(1):145-154.
- WRI-UICN-PNUMA. 1992. Estrategia global para la biodiversidad. Guía para quienes toman decisiones. WRI-UICN-PNUMA. 244 p.

USO DE INDICES NUTRICIONALES PARA MEDIR EL EFECTO INSECTISTATICO DE EXTRACTOS DE MELIACEAS SOBRE *Spodoptera frugiperda*

Cesáreo Rodríguez Hernández*
José Djair Vedramim**

RESUMEN

Los extractos acuosos al 5% de cuatro meliáceas: tallos de cedro (*Cedrela fissilis*) y *Trichilia clausenii*, hojas de caoba (*Swietenia macrophylla*) y frutos de paraíso (*Melia azedarach*), se incorporaron en la dieta artificial donde se desarrolló la fase larval del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Al completar su máximo desarrollo se determinó la ganancia de peso, consumo de alimento y excretas producidas por el insecto, con lo que se obtuvo la Tasa Relativa de Consumo, Tasa Relativa de Crecimiento, Tasa Relativa de Metabolismo, Digestibilidad Aparente, Eficiencia de Conversión del Alimento Ingerido (ECI) y Digerido (ECD) y Costo Metabólico. De acuerdo a estos parámetros nutricionales se infiere que los frutos de *M. azedarach* inhiben la alimentación por permitir menor ingestión del alimento y por disminuir la ECI y ECD a biomasa, e inhibe además el crecimiento por prolongar la duración de la fase larval. *S. macrophylla* inhibe el crecimiento, al igual que *T. clausenii*; sin embargo este último permite mayor daño del insecto. *C. fissilis* no mostró efecto insectistático.

Palabras claves: *Spodoptera frugiperda*, Meliaceae, Plantas con propiedades insectistáticas, Indices nutricionales.

ABSTRACT

USE OF NUTRITIONAL INDEXES TO MEASURE THE INSECTISTATIC EFFECTS OF EXTRACTS OF MELIACEAE ON *Spodoptera frugiperda*. 5% aqueous extracts of four Meliaceae: stems of Cedro (*Cedrela fissilis* and *Trichilia clausenii*), leaves of Caoba (*Swietenia macrophylla*) and fruits of Paraíso (*Melia azedarach*), were incorporated into an artificial diet sustaining fall armyworm larvae *Spodoptera frugiperda*. When larvae completed their maximum development, their weight gain, food consumption and production of excrement were determined and with this data the Relative Rate of Consumption, Relative Rate of Growth, Relative Rate of Metabolism, Apparent Digestibility, Conversion Efficiency of Ingested Food (ECI) and Digested Food (ECD), and Metabolic Cost were obtained. Using these nutritional parameters it was deduced that fruits of *M. azedarach* inhibit feeding by reducing ingestion and by decreasing the ECI and ECD into biomass, and also inhibit growth by prolonging the larval phase. *S. macrophylla* inhibits growth as did *T. clausenii* which also however resulted in more damage by the insect. *C. fissilis* showed no insectistatic effect.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, Meliaceae, Insectistatic effects, Nutritional indexes.

INTRODUCCION

En los últimos 56 años el uso de insecticidas sintéticos, como método principal de control de insectos ha provocado el surgimiento de resistencia en estos organismos, la contaminación del suelo, aire y agua, la eliminación de enemigos naturales, intoxicación de personas que los utilizan y acumulación de residuos tóxicos en los alimentos (Rodríguez 1997), lo cual puede ocasionar deterioro ambiental en general.

Esta problemática ha incentivado la búsqueda de otros métodos que además de ser

compatibles con el ambiente (Rodríguez 1991), sean económicos. Entre las alternativas que se han evaluado están los insecticidas a partir de extractos vegetales (Rodríguez y Lagunes 1992; Rodríguez 1996); aspecto que no es nuevo, porque desde el siglo pasado ya se utilizaba el piretro (*Tanacetum cinerariaefolium*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), sabadilla (*Schoenocaulon officinale*), barbasco o rotenona (*Derris* spp. y *Lonchocarpus* spp.) y riania (*Ryania speciosa*), principalmente. Sin embargo, su potencial como medida de control de insectos no se desarrolló por el estado de la química en esos años y por el surgimiento del DDT, en los años cuarenta.

Con la importancia que ha tomado la ecología, resurge el uso de extractos de plantas con propiedades insecticidas como alternativa racional de control de insectos plaga. Pero, esta nueva fase debe investigarse y es impostergable

Recibido: 13/10/97. Aprobado: 07/07/98.

*Especialidad de Entomología y Acarología, IFIT, Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México. E-mail: crhernan@colpos.colpos.mx

**Departamento de Entomología, ESALQ, USP, 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: jdvendra@carpa.ciagri.usp.br

definir metodologías y técnicas de evaluación.

En la evaluación de extractos acuosos al 5% de 15 meliáceas sobre la biología de *S. frugiperda* (Rodríguez 1995; Rodríguez y Vendramim 1996), se observó que *Cedrella fissilis*, *Melia azedarach*, *Swietenia macrophylla* y *Trichillia clausenii* provocaron diferente actividad biológica, sin ser cuantificada su acción específica sobre la alimentación o el crecimiento en la fase larval.

De esta manera *C. fissilis* ocasionó 19% de mortalidad larval, prolongando además la duración del período larval y pupal (3,7 y 1,1 días, respectivamente); la viabilidad y el peso de la pupa no fueron afectados. *M. azedarach*, provocó 83,8% y 57,7% de mortalidad larval y pupal, respectivamente. Además ocasionó una prolongación (10 días) en el desarrollo larval y menor duración (1,4 días) en el desarrollo pupal. El peso de la pupa fue de 59,7%, en relación al peso normal (testigo). *S. macrophylla*, en extracto acuoso al 5% no provocó mortalidad en larvas y pupas, en cambio prolongó la duración larval y pupal (4,6 y 0,6 días, respectivamente) mientras que en peso, la pupa representó 91,9% del peso normal (testigo). Finalmente, *T. clausenii* incrementó la duración del período larval (2,7 días), pero disminuyó el desarrollo pupal en 0,9 días. La mortalidad larval y pupal, así como peso pupal no fueron significativos.

Sin embargo, debido a que estos experimentos fueron independientes no es posible comparar la actividad de estos extractos. De acuerdo a estos resultados, el gradiente de toxicidad de menor a mayor efecto sería de *T. clausenii*, que sólo prolongó la duración del período larval, *S. macrophylla*, que además de afectar la duración larval y pupal, disminuyó el peso de la pupa, *C. fissilis*, que afectó la duración tanto larval como pupal y además provocó mortalidad larval, *M. azedarach*, que mostró mayor actividad al prolongar la duración del período larval, disminuyendo el peso pupal y ocasionando mortalidad larval y pupal. El no eliminar insectos en forma fulminante indica que estas plantas no tienen propiedades insecticidas, en cambio al inhibir el crecimiento y la alimentación, entre otros efectos, se catalogan como insectistática.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad insectistática de cuatro meliáceas (*Cedrella fissilis*, *Melia azedarach*, *Swietenia macrophylla* y *Trichillia clausenii*) en *Spodoptera frugiperda* a través de índices nutricionales.

MATERIALES Y METODOS

La evaluación del efecto de las cuatro meliáceas como extractos acuosos, al 5%, en la alimentación y crecimiento de *S. frugiperda*, se realizó en el Laboratorio de Resistencia de Plantas a Insectos, Departamento de Entomología, Escuela Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» (ESALQ) de la Universidad de San Paulo (USP) en Piracicaba, San Paulo, Brasil. Las condiciones ambientales durante el desarrollo de la investigación fueron: temperatura $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, humedad relativa (H.R.) $60\pm 10\%$ y 14 h de luz diaria suministrada por tubos fluorescentes e incandescentes.

Cría de *S. frugiperda*.

Se recolectaron larvas de cuarto y quinto instar de los campos de maíz aledaños al Laboratorio. Estas se transfirieron a tubos de vidrio (2,5 x 8,5 cm), donde previamente se había colocado la dieta artificial de Burton y Perkins (1972), preparada de acuerdo a las técnicas descritas por Parra (1979). Las pupas obtenidas se colocaron en jaulas (tubos de PVC de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura), donde permanecieron hasta la emergencia de los adultos. Después se colocaron ocho parejas de adultos por jaula; las jaulas se forraron internamente con papel estraza para obtener los huevos. En cada jaula se colocó una solución de miel, al 10%, en agua para la alimentación de los adultos. Los huevos se recolectaron, con el trozo de papel, y se colocaron en cajas de Petri (fondo con fondo), sobre papel filtro húmedo para su incubación. Posteriormente, emergieron las larvas de primer instar, las cuales se utilizaron en esta investigación.

Material vegetal.

Plantas. Se obtuvieron del banco de meliáceas del Laboratorio, en las siguientes localidades y fechas: *Cedrella fissilis* en el Parque de la ESALQ, Piracicaba, SP, 18/03/93; *Melia azedarach* en Sta. Terezinha, Piracicaba, SP, 27/05/94; *Swietenia macrophylla* en el Parque de la ESALQ, Piracicaba, SP, 28/04/93; *Trichillia clausenii* en el Bosque Municipal, Pedreira, SP, 04/05/93.

Preparación de extractos. Una muestra de 5 g del material seco y molido de cada meliácea, se mezcló con 100 ml de agua destilada en una licuadora. Esta solución se guardó en un frasco

de vidrio por 24 horas para obtener la mayor proporción posible de las sustancias hidrosolubles, de acuerdo con el procedimiento sugerido por Lagunes *et al.* (1981). Transcurrido este tiempo, se procedió a la separación de la parte líquida (extracto acuoso al 5%), la cual se utilizó en la evaluación.

En la preparación de todos los extractos vegetales se utilizó agua, con el objetivo de evaluar una alternativa realmente viable para las condiciones agrícolas de América Latina.

Bioensayos.

El extracto acuoso del material vegetal, de cada una de las cuatro meliáceas, constituyó un tratamiento. Para el bioensayo se mezcló el extracto acuoso con los ingredientes de la dieta artificial de Burton y Perkins (1972) (parte líquida), durante la elaboración de ésta. En la incorporación del extracto se consideró la misma proporción de éste en la dieta, según estudios previos (Rodríguez *et al.* 1982). Se utilizó 200,3 ml de extracto al 5% en 1000 g de dieta. Para cada tratamiento se restó la cantidad de extracto líquido utilizado al total de agua normalmente empleada en la elaboración de la dieta. Además de las dietas correspondientes, se preparó una dieta testigo sin extracto.

Las dietas, antes de solidificar, se vertieron en tubos de vidrio (previamente pesados y esterilizados a 100°C durante 1 h), y se taparon con algodón hidrófobo. Posteriormente, estos tubos se mantuvieron en posición vertical por 24 h en gradillas de alambre, para eliminar el exceso de humedad de sus paredes internas. Se registró el peso del tubo con dieta, y los tubos se introdujeron en una cámara de esterilización, donde fueron expuestos por 1 h a la acción de luz ultravioleta; el cristal de los tubos no intercepta esta luz. Seguidamente se procedió a colocar una larva de primer instar de *S. frugiperda* en cada tubo de cría. De esta manera se prepararon 60 tubos por tratamiento, se consideró cada larva como unidad de observación.

Se realizaron observaciones diarias para detectar en las larvas el momento del máximo desarrollo, el cual, según observaciones de laboratorio, se caracteriza por presentar muy poco movimiento y disminución de la ingestión de alimentos, además de observarse los segmentos más marcados y la parte ventral ligeramente rosada. Las larvas que presentaban estas especificaciones se extrajeron de los tubos para registrar su peso y

posteriormente congelarlas. Las excretas producidas durante toda su fase larval se separaron de la dieta, para lo cual se utilizaron pinzas. Después, las larvas, excretas y dieta restante se colocaron en una estufa a 55-60°C para su deshidratación.

Paralelamente, se separó una muestra de 20 tubos con dieta, sin larvas, para realizar la corrección de humedad perdida por la dieta durante el tiempo de experimentación. Se registró el peso inicial (fresco) y peso final (seco), éste último después de la deshidratación total de la dieta. Con estos datos se calculó el factor de corrección que permitió estimar el peso seco inicial de la dieta utilizada en el tratamiento. En el caso del insecto, no se consideró el peso inicial (larva de primer instar) por ser ínfimo; el peso obtenido en su máximo desarrollo fue considerado como ganancia de peso (Nalim 1991).

Las variables evaluadas fueron: duración del período de alimentación (**T**), peso del alimento ofrecido al insecto (**A₀**), peso del alimento restante después de la alimentación de la larva (**A_r**), peso de excretas (**F**), ganancia de peso de las larvas (**B**), peso medio de las larvas (**C**), peso del alimento ingerido (**I**), alimento asimilado (**I-F**), así como el alimento metabolizado (**M=(I-F)-B**). Los parámetros **A_r**, **F**, **B**, **C**, **I** e (**I-F**) solamente se consideraron durante el período de alimentación (**T**), la duración se expresó en días y el peso en gramos.

Con estos datos se calcularon, de acuerdo al método gravimétrico de Scriber y Slansky (1981), la tasa relativa de consumo (**TRCo**), tasa relativa de crecimiento (**TRCr**), y de metabolismo (**TRM**), así como la digestibilidad aparente (**DA**), eficiencia de conversión del alimento ingerido (**ECl**) y digerido (**ECD**), y el costo metabólico (**CM**). Para esto se utilizaron las siguientes ecuaciones: **TRCo=I/(CxT)**, **TRCr=B/(CxT)**, **TRM=M/(CxT)**, **DA=(I-F/I)(100)**, **ECl=(B/I)(100)**, **ECD=(B/I-F)(100)** y **CM=100-ECD**.

Análisis estadístico.

El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos (cuatro extractos u plantas y un testigo) y 20 repeticiones. Cada repetición consistió de tres unidades de observación, escogidas al azar.

Los datos se analizaron utilizando el programa SANEST (Sistema de Análisis Estadístico) de Zonta y Machado, 2 ed. y la comparación entre las medias de cada tratamiento se realizó mediante la prueba de Tukey, al 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la dieta con el extracto de *C. fissilis*, la duración de la fase larval fue similar a la observada en el testigo (Cuadro 1), en tanto que con *T. clausenii*, *S. macrophylla* y *M. azedarach*, la fase larval se prolongó en 2,9, 3,1 y 11,7 días, respectivamente, en relación al testigo. Con base en estos datos, se infiere que podría provocarse asincronía entre la biología del insecto y la fenología del cultivo; excepto con *C. fissilis*. En este sentido, se infiere que cuando se cumpla una generación larval en el testigo, las larvas tratadas con frutos de *M. azedarach* estarían en el 55,5% del desarrollo biológico de su primera generación (larval).

El mayor consumo de alimento se registró para *T. clausenii* y el menor para *M. azedarach*, situándose *C. fissilis*, *S. macrophylla* y el testigo en posición intermedia (Cuadro 1). Con base en estos datos se infiere que en condiciones de campo, el mayor daño por el ataque del insecto, en la primera generación, podría ser con el tratamiento de *T. clausenii* y el menor daño con *M. azedarach*.

Las larvas criadas con dieta de *C. fissilis* y el testigo, presentaron al final del período de crecimiento, el mayor peso corporal y la mayor cantidad de excretas. En contraste, los menores valores para estos parámetros se registraron en la dieta con *M. azedarach* (Cuadro 1).

Con base en estos parámetros, se comprueba que con la dieta con *M. azedarach* además de la prolongación de la fase larval y del menor consumo de alimento, se registró menor peso del insecto y de las excretas, en relación al testigo. *T. clausenii*, que produjo una ligera prolongación de la fase larval, y mayor consumo

de alimento se relacionó con la mayor producción de excretas, pero no con el mayor peso del insecto. En relación al tratamiento con el extracto acuoso de *S. macrophylla*, la fase larval se prolongó ligeramente; sin embargo, el consumo y el peso del insecto fueron normales, pero hubo menor cantidad de excretas. En el caso de *C. fissilis* la duración de la fase larval, el consumo, el peso del insecto y la cantidad de excretas estuvieron en niveles normales.

La tasa relativa de consumo (TRCo), que indica la cantidad (mg) de alimento ingerido por día por mg de peso del insecto, se relacionó directamente con el total del alimento consumido, mostrando la misma tendencia para los cuatro extractos evaluados (Cuadro 1 y 2). Con estos resultados, se confirma el mayor consumo de alimento para *T. clausenii* y el menor para *M. azedarach* (Cuadro 2). El consumo provocado con la dieta de *C. fissilis* y *S. macrophylla* fue normal.

La mayor TRCo de *T. clausenii* posiblemente se deba a que este tratamiento bloquea uno o más nutrimentos, por lo que la larva tiende a ingerir mayor cantidad de la dieta para obtener los nutrimentos en la cantidad adecuada (Gordon 1968). También es posible que en el extracto acuoso de esta planta exista un fagoestimulante natural, o que alguna sustancia secundaria potencie los fagoestimulantes de la dieta. Esto sugiere que las propiedades de estas sustancias no son deseables desde el punto de vista práctico, pues habría mayor daño en el cultivo. En el caso de *M. azedarach*, donde existió menor consumo, es posible que exista un compuesto secundario que inhiba la alimentación en alguna de sus etapas o en diferente

CUADRO 1. Duración de la fase larval, dieta consumida, peso de la larva en su máximo desarrollo y excretas producidas por *S. frugiperda* alimentada en dieta artificial con extractos de cuatro meliáceas.

Especie	Duración (días)	Consumo de dieta (mg)	Peso del insecto (mg)	Excretas (mg)
<i>C. fissilis</i> (tallo)	14,8 c*	605,6 b	97,2 a	332,3 ab
<i>M. azedarach</i> (fruto)	26,3 a	286,8 c	44,6 d	160,2 c
<i>S. macrophylla</i> (hoja)	17,7 b	595,2 b	87,0 bc	300,7 b
<i>T. clausenii</i> (tallo)	17,5 b	720,3 a	85,1 c	316,3 ab
Testigo	14,6 c	550,7 b	94,3 ab	339,8 a
C.V.(%)	10,5	11,5	12,0	13,1

*Las medias con la misma letra, en las columnas, no difieren entre sí, por la prueba de Tukey, al nivel del 5% de probabilidad.

grado en varias fases. También es posible que en el extracto esté presente una sustancia que evite la acción de los fagoestimulantes de la dieta, o que se presenten ambas posibilidades. De cualquier manera, la menor alimentación durante el desarrollo larval conducirá a la formación de un insecto de menor tamaño en los subsecuentes estados biológicos. En caso de formarse una hembra, cuando adulta tendrá menor fecundidad y por ende disminuirá la población del insecto plaga en la siguiente generación.

Con respecto a la tasa relativa de crecimiento (TRCr), la cual representa la ganancia (mg) de biomasa por día del insecto en relación a su peso (mg) (Cuadro 2) se observa que el crecimiento de los insectos con el tratamiento a base de *C. fissilis* fue igual al registrado para el testigo. También es evidente el menor crecimiento, en relación al testigo, de las larvas tratadas con el extracto de *T. clausenii* o *S. macrophylla*, siendo aún menor en las criadas en la dieta con extracto de los frutos de *M. azedarach*. Con base en esto, se puede inferir que una o varias de las sustancias hidrosolubles de *M. azedarach*, le confieren la propiedad de inhibir el crecimiento larval de *S. frugiperda*, en mayor intensidad que *S. macrophylla* y *T. clausenii*. Al comparar estos datos con los obtenidos por Rebolledo y Rodríguez

(1993) se observa para el extracto de *M. azedarach* menor intensidad que con el extracto acuoso al 1% de la testa del nim (*A. indica*). Probablemente, el extracto acuoso de *C. fissilis*, no tiene esas sustancias inhibitoras de crecimiento. Así, la mayor prolongación del estado larval (Cuadro 1) se relaciona directamente con la mayor inhibición del crecimiento (Cuadro 2). Similarmente, se establece la relación entre la ligera prolongación de la fase larval y la leve inhibición de crecimiento con los extractos de *S. macrophylla* y de *T. clausenii*. La inhibición del crecimiento por *M. azedarach* puede deberse a la menor eficiencia de conversión del alimento que produce menor biomasa para crecimiento.

Esta relación entre la eficiencia de conversión del alimento y la inhibición de la alimentación también ha sido señalada por Reese (1977). La TRCr tiene relación inversa al tiempo necesario para que el insecto pueda alcanzar su peso final (Price *et al.* 1980 y Taylor 1980); cuando la TRCr es baja, como en *M. azedarach*, la probabilidad de sobrevivencia se reduce debido a que el insecto está más tiempo expuesto a los enemigos naturales, además de existir asincronía de su ciclo biológico con las plantas hospedantes, su generación normal y su medio abiótico.

CUADRO 2. Tasas relativas (mg/mg/día) de consumo (TRCo), crecimiento (TRCr) y metabolismo (TRM) de larvas de *S. frugiperda* alimentadas con dieta artificial de extractos de cuatro meliáceas.

Especie de planta	TRCo	TRCr	TRM
<i>C. fissilis</i> (tallo)	0,85 b*	0,14a	0,25 b
<i>M. azedarach</i> (fruto)	0,50 c	0,08c	0,14 c
<i>S. macrophylla</i> (hoja)	0,82 b	0,12b	0,29 b
<i>T. clausenii</i> (tallo)	0,96 a	0,12b	0,42 a
Testigo	0,79 b	0,13a	0,17 c
C.V.(%)	11,6	8,9	20,7

*Las medias con la misma letra, en las columnas, no difieren entre sí, por la prueba de Tukey, al nivel del 5% de probabilidad.

CUADRO 3. Digestibilidad Aparente (DA), Eficiencia de Conversión del Alimento (ECI) y Digerido (ECD) y Costo Metabólico (CM) de larvas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas en dieta artificial con extractos de cuatro meliáceas.

Especie de planta	DA	ECI	ECD	CM
<i>C. fissilis</i> (tallo)	45,4 b*	16,2 a	36,2 bc	63,8 bc
<i>M. azedarach</i> (fruto)	43,2 bc	15,9 ab	39,5 b	60,5 cd
<i>S. macrophylla</i> (hoja)	48,1 b	14,6 b	29,8 c	70,0 ab
<i>T. clausenii</i> (tallo)	56,4 a	12,3 c	22,3 d	70,2 a
Testigo	38,4 c	17,2 a	47,1 a	52,9 d
C.V.(%)	12,7	10,7	23,2	13,5

*Las medias con la misma letra, en las columnas, no difieren entre sí, por la prueba de Tukey, al nivel del 5% de probabilidad.

La tasa relativa de metabolismo (TMR), indica la cantidad (mg) de alimento gastado en metabolismo por día por mg de peso del insecto, el mayor valor se observó con la dieta de *T. clausenii*, y los menores con la dieta de *M. azedarach* y el testigo (Cuadro 2). La cantidad media se observó con *C. fissilis* y *S. macrophylla*.

En el tratamiento de *C. fissilis*, las TRCo y TRCr son similares al testigo. Esto significa que el insecto gasta más alimento en actividades metabólicas con este extracto que el testigo con la dieta. Posiblemente, ésto se deba a la ingestión de sustancias secundarias hidrosolubles que no tienen acción nutritiva y no inhiben el crecimiento y la alimentación, pero que interfieren en el metabolismo.

En el caso de *T. clausenii* se observó mayor TRCo que para *S. macrophylla*, lo que puede explicarse por la mayor TRM en el tratamiento con *T. clausenii*, puesto que los valores de TRCr fueron similares. En el caso de *M. azedarach*, tanto la TRCo como la TRM fueron bajas. Es posible que al disminuirse el consumo se acumulen menos toxinas en el cuerpo del insecto, por lo que se gasta menos energía para la degradación de éstas. En este sentido, el extracto acuoso al 5% de *M. azedarach* contiene sustancias metabólicas que provocan inhibición en la alimentación además de inhibición del crecimiento en *S. frugiperda*, y que las sustancias hidrosolubles presentes en *S. macrophylla* y *T. clausenii* provocan inhibición del crecimiento en la misma magnitud.

La Digestibilidad Aparente (DA), la cual representa el porcentaje de alimento ingerido que es efectivamente asimilado por el insecto, fue mayor que el testigo en todos los tratamientos (Cuadro 3), lo que refleja la actividad diferencial de las enzimas digestivas del insecto para las

diferentes meliáceas. En este sentido, se infiere que en estos tratamientos el alimento permaneció más tiempo en el tubo digestivo del insecto para permitir la degradación de los compuestos secundarios de las plantas. Esta diferencia de tiempo de contacto del alimento con las enzimas digestivas, probablemente permitió mayor digestibilidad del alimento en comparación con la registrada en el testigo, comportamiento observado también por Mordue (Luntz) y Blackwell (1993).

Las menores eficiencias de conversión del alimento ingerido (ECI) y digerido (ECD), que representan el porcentaje de alimento ingerido y digerido que es transformado a biomasa, se registraron en las dietas con extractos de *T. clausenii* y *S. macrophylla*, lo que revela que en estas dietas, se utilizó menor cantidad de alimento (energía) para la producción de biomasa del insecto (Cuadro 3). Esto posiblemente se debe a que en estos tratamientos se empleó mayor cantidad de alimento para la degradación de toxinas presentes en la dieta. La aceptación de esta hipótesis explicaría el hecho de que, es justamente en estos tratamientos donde se presentaron los mayores valores de Costo Metabólico (CM) (Cuadro 3), lo que está de acuerdo con Mordue (Luntz) y Blackwell (1993).

En la comparación de la DA y la ECD (Cuadro 3), se determinó una correlación inversa entre los mismos ($r=-0,98$), lo que también fue reportado por Vendramim *et al.* (1983) y Barnby y Klocke (1987). Esto probablemente se debe a que en los tratamientos en que la digestibilidad es alta, existe proporcionalmente mayor conversión de alimento digerido en energía metabólica (CM), lo que resulta en menor ganancia de biomasa por unidad de alimento digerido, que corresponde justamente a la ECD.

CONCLUSIONES

- Los índices nutricionales permiten conocer la relación entre el alimento (incluye un extracto vegetal) que consume el insecto, lo que aprovecha y lo que excreta, para cuantificar el grado de inhibición en la alimentación, así como el nivel de inhibición en el crecimiento mediante sus tasas relativas explicadas por las eficiencias de conversión y el costo metabólico.
- *M. azedarach* provocó un incremento en el tiempo de la fase larval de *S. frugiperda*, menor consumo de alimento, y en consecuencia menor peso del insecto y menor cantidad de excretas; esto es, inhibición en el crecimiento y en la alimentación y moderada eficiencia de conversión del alimento digerido.
- *S. macrophylla*, provocó una leve inhibición del crecimiento de *S. frugiperda*, característica deseable cuando se quiere manipular la resistencia y usar dosis subletales que conduzcan a otro tipo de manejo de insectos plaga. La hoja de esta meliácea solo debe usarse cuando se obtenga como material de desecho de la tala.
- La presencia de las sustancias secundarias hidrosolubles de *C. fissilis* no inhiben la alimentación y el crecimiento de *S. frugiperda*, pero incrementan el metabolismo del insecto.
- El mayor consumo de alimento de *T. clausenii*, no provocó mayor ganancia de peso, lo que se traduce en leve inhibición del crecimiento; sin embargo, por el mayor daño, provocado por el consumo no es recomendable este extracto para el manejo de poblaciones de *S. frugiperda*.
- Las menores eficiencias de conversión del alimento se presentaron cuando las larvas de *S. frugiperda* ingirieron *T. clausenii* y *S. macrophylla*, resultando en inhibición de crecimiento.
- De esta manera, por el efecto insectistático que provoca *M. azedarach* y *S. macrophylla*, debe utilizarse en un manejo racional de compuestos naturales, primero *S. macrophylla* por inhibir solamente el crecimiento y después *M. azedarach* por inhibir tanto el crecimiento como la alimentación. En condiciones que

requieren actividad rápida y fuerte es recomendable el uso de *M. azedarach*; sin embargo, después del uso del extracto, existe el riesgo de que la caoba ya no muestre actividad insectistática para el manejo de esta plaga.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues, Dr. Luiz Antonio Gallo, Ing. Klaus Duarte Barreto y Técnico Agrícola Joao Angelo Cerignoni por el auxilio en la recolección e identificación de las meliáceas utilizadas en esta investigación. A la Dra. Marinéia de Lara Haddad y a la Analista de Sistemas Regina Célia Botequio de Moraes por la orientación en el Análisis Estadístico y la asistencia en computación. Así como al Dr. José Roberto Postali Parra y a Neide Graciano Zério por el auxilio en la preparación de las dietas artificiales y por el suministro de los insectos utilizados en esta investigación. Todos ellos de la Escuela Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» de la Universidad de San Paulo de Piracicaba, SP, Brasil.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology* 18:265-267.
- BARNBY, M.A.; KLOCKE, J.A. 1987. Effects of azadirachtin on the nutrition and development of the tobacco budworm, *Heliothis virescens* (Fabr.) Noctuidae. *Journal of Insect Physiology* 33(2):69-75.
- BURTON, R.L.; PERKINS, W.D. 1972. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. *Journal of Economic Entomology* 65(2):385-386.
- GORDON, H.T. 1968. Quantitative aspects of insect nutrition. *American Zoologist* 8:131-138.
- LAGUNEST, A.; HUERTA P, R.A.; RODRIGUEZ M., J.C.; RODRIGUEZ H., C.; KUMUL D., E.; GALICIA P, M.; SALCEDO B., A.L. 1981. Empleo de sustancias vegetales contra plagas del maíz como una alternativa del uso de insecticidas en áreas de temporal y propiedades insecticidas de algunas malezas contra mosquitos. Memoria del II Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Chapingo, Edo. De México. p. 496-506.
- MORDUE (LUNTZ), A.J.; BLACKWELL, A. 1993. Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology* 39(11):903-924.
- NALIM, D.M.Ñ. 1991. Biología, nutrição quantitativa e controle de qualidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. Tese de Doutorado. Piracicaba, SP, Brasil. ESALQ/USP 150 p.

- PARRA, J.R.P. 1979. Biología dos insetos. Piracicaba, SP, Brasil. ESALQ/USP 383 p.
- PRICE, P.W.; BOUTON, C.E.; GROSS, P.; MCPHERSON, B.A.; THOMPSON, J.N.; WEISS, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11:41-65.
- REBOLLEDO I., A.J.; RODRIGUEZ H., C. 1993. Avaliação da ação de extratos aquosos vegetais através de índices nutricionais em larvas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In Congresso Brasileiro de Entomologia (15, 1993, Sao Paulo). Anais. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. p.110.
- REESE, J.C. 1977. The effects of plant biochemicals on insect growth and nutritional physiology. In Host plant resistance to pests. P.A. Hedin (ed.). Washington, USA. American Chemical Society, Symposium Ser. no.62.
- RODRIGUEZ H., C. 1991. Métodos no convencionales de combate de insectos plaga en Tecpán, Guatemala. In Simposio Nacional sobre Sustancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas (3, 1991, Veracruz). Memoria. Veracruz, Veracruz, México. p.20-22.
- RODRIGUEZ H., C. 1995. Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Doctorado. Depto de Entomología, Piracicaba, SP Brasil. ESALQ/USP 100 p.
- RODRIGUEZ H., C. 1996. Extensión y capacitación en el uso de plaguicidas botánicos. In Taller Latinoamericano sobre Bio-plaguicidas (1, 1996, El Zamorano). Memoria. Honduras. El Zamorano. p.1-6.
- RODRIGUEZ H., C. 1997. Técnicas tradicionales de combate de insectos. Avances en la Investigación, 1996. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México, México. p.3-4.
- RODRIGUEZ H., C.; LAGUNES T., A. 1992. Plantas con propiedades insecticidas: resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. *Revista Agroproductividad* (México) 1:17-25.
- RODRIGUEZ H., C.; VENDRAMIM, J.D. 1996. Toxicidad de extractos acuosos de meliáceas en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 42:14-22.
- RODRIGUEZ H., C.; LAGUNES T., A.; DOMINGUEZ R., R.; BREMUDEZ V., L. 1982. Búsqueda de plantas nativas del Estado de México con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say. *Revista Chapingo* (México) 37-38:35-39.
- SCRIBER, J.M.; SLANSKY, F. Jr. 1981. The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology* 26:183-211.
- TAYLOR, F. 1980. Timing in the life histories of insects. *Theoretical Population Biology* 18:112-124.
- VENDRAMIM, J.D.; LARA, F.M.; PARRA, J.R.P. 1983. Consumo e utilização de folhas de cultivares de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) por *Agrotis subterranea* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera-Noctuidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 12(2):129-44.

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS COM *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DA BROCA E FERRUGEM DO CAFEIEIRO

Sérgio Batista Alves*
José E. M. Almeida*
Sérgio de Salvo**

RESUMEN

Se estudió la acción de algunos plaguicidas con *Beauveria bassiana* para el control de broca de café (*Hypothenemus hampei*) y de la roya del café (*Hemileia vastatrix*). La variedad utilizada fue Catuai, en espaciamiento de 4x2m entre plantas con dos plantas por hoyo. Los tratamientos fueron una combinación de la asociación de triadimenol/disulfoton, *Beauveria bassiana*, oxiclóruo de cobre y endosulfán, para un total de nueve tratamientos. Cada tratamiento fue aplicado en diferentes épocas entre diciembre de 1995 y febrero de 1996. El diseño experimental fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Se estimó el porcentaje de frutos infestados, el número de unidades formadoras de colonias (UFC) en un medio selectivo con Dodine, la deshoja causada por la roya y el porcentaje de brocas muertas con *B. bassiana*. Se comprobó que con los tratamientos triadimenol/disulfoton y el testigo ocurre la mayor infestación de broca. La mayor mortalidad de brocas por *B. bassiana* ocurrió con los tratamientos *B. bassiana* - 2 aplicaciones, oxiclóruo de cobre + *B. bassiana* - 1 y 2 aplicaciones y triadimenol/disulfoton + *B. bassiana* - 2 aplicaciones. Las mayores infestaciones de roya fueron observadas con los tratamientos que no incluían el fungicida - insecticida triadimenol/disulfoton, la mayor deshoja ocurrió con el testigo. El menor número de UFC de *B. bassiana* se observó para el tratamiento triadimenol/disulfoton + *B. bassiana* - 2 aplicaciones y endosulfán - 2 aplicaciones.

Palabras claves: Café, *Beauveria bassiana*, *Hypothenemus hampei*, *Hemileia vastatrix*.

ABSTRACT

UTILIZATION OF PESTICIDES WITH *Beauveria bassiana* IN THE CONTROL OF THE COFFEE BORER AND COFFEE RUST. The potential of some pesticides with *Beauveria bassiana* to control coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee rust (*Hemileia vastatrix*) was investigated. The variety used was Catuai, with a spacing of 4x2m between plants and 2 plants per hole. The treatments were combinations of Baysiston GR(dissulfoton + triadimenol), *B. bassiana*, Cupravit and Thiodan (endosulfan), making nine treatments. Each treatment was applied at different times between December 1995 and February 1996. The experimental design was a randomized block with four repetitions. The percentage of infested fruits, the number of colony forming units (CFU) on a selective medium with Dodine, leaf loss due to the rust and the percentage of borers dead with *B. bassiana*, were estimated. The highest borer infestations were shown to occur with the treatments dissulfoton/tridimenol and the control. The highest borer mortality due to *B. bassiana* occurred with the treatments *B. bassiana*-2 applications, Cupravit + *B. bassiana* - 1 and 2 applications and dissulfoton/triadimenol + *B. bassiana* - 2 applications. The largest rust infestations were observed with the treatments which did not include the insecticide-fungicide dissulfoton/triadimenol and the greatest leaf loss occurred in the control. The lowest number of CFU of *B. bassiana*, was observed with the treatment dissulfoton/triadimenol + *B. bassiana* - 2 applications and endosulfan - 2 applications.

Key words: Coffee, *Beauveria bassiana*, *Hypothenemus hampei*, *Hemileia vastatrix*.

INTRODUÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* é considerada uma das principais pragas da cultura, devido aos danos diretos que causa nos frutos, podendo causar prejuízos de 21 % ou 12,6 kg por saca de 60-kg de café (Reis y Souza 1986).

O controle químico ainda é o método mais comum, sendo o produto endosulfan freqüentemente utilizado pelos cafeicultores (Gallo *et al.* 1988).

Entretanto, o fungo *Beauveria bassiana*, que ocorre naturalmente nas lavouras cafeeiras, é

considerado um bom agente de controle biológico da broca-do-café (Reis y Souza 1986, Gallo *et al.* 1988; Varela y Morales 1995). Por outro lado este fungo pode ser inibido por agrotóxicos usados nesta cultura comprometendo o manejo integrado das pragas.

Com relação à compatibilidade do endosulfan com *B. bassiana* ainda há controvérsias. Alves (1986) verificou que uma formulação de endosulfan foi incompatível com este fungo constatando baixo crescimento e esporulação do fungo em meio de cultura no qual foi adicionado esse inseticida. Por outro lado, Olmert y Kenneth (1974) estudaram a ação de diversos produtos fitossanitários sobre o crescimento micelial de isolados do fungo *Verticillium spp.* Tanto o endosulfan quanto o oxiclóruo de cobre afetaram moderadamente

Recebido: 22/07/97. Aprobado: 07/07/98.

*Departamento de Entomologia, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900, Piracicaba-SP

**Bayer S.A.

o fungo mas maiores concentrações. As diferenças de resultados podem estar relacionadas com os diferentes tipos de formulações usadas nos experimentos. O fungo *B. bassiana* também pode ser inibido por fungicidas cúpricos, usados no controle da ferrugem-do-cafeeiro, *Hemileia vastatrix* (Alves 1986).

A utilização contínua do endossulfan para o controle de *H. hampei* tem provocado a resistência da broca ao inseticida, conforme foi relatado por Burn *et al.* (1989) e Burn y Suckling (1992). De acordo com esses autores, após 10 anos de uso deste produto constatou-se a resistência. Assim, o emprego de outros agentes de controle, como o fungo *B. bassiana* ou outro entomopatógeno, como o nematóide *Heterorhabditis* sp., o qual demonstrou ser um agente potencial de controle da broca (Allard y Moore 1988), é importante para o manejo integrado desta cultura.

Alguns trabalhos de laboratório e campo tem sido realizados com esse entomopatógeno. Assim, Fernandes *et al.* (1985) verificaram que o fungo *B. bassiana* foi patogênico à broca-do-café em condições de laboratório, sendo que a concentração de 10^8 conídios/ml de suspensão foi a mais eficiente.

Carneiro (1984) estudou a eficiência do fungo *Beauveria bassiana* no controle da broca-do-café *H. hampei*, em condições de campo. Esse autor aplicou suspensões de 10^{10} a 10^{12} conídios/ha além de uma aplicação associada com o inseticida endossulfan. Verificou que o fungo *B. bassiana* era endêmico na área, com porcentagem abaixo de 1%. Após a aplicação dos tratamentos, observou que o fungo teve dificuldades para se tornar epizootico devido a ocorrência de baixa umidade no mês de fevereiro. Nas parcelas com inseticida o controle foi deficiente devido à reinfestação da broca nos frutos verdes.

D'Antonio *et al.* (1994) estudaram o efeito da associação do inseticida/fungicida triadimenol/dissulfoton com o fungo *B. bassiana* no controle da broca-do-café e ferrugem do cafeeiro, além do inseticida endossulfan e o fungicida óxido cuproso, verificando a compatibilidade com o fungo entomopatogênico. Observaram que, nas parcelas onde foi aplicado o inseticida/fungicida triadimenol/dissulfoton, ocorreu as menores infestações por broca-do-café, menores porcentagens de brocas vivas, menor desfolha, maior rendimento. As parcelas tratadas com *B.*

bassiana, apresentaram maior número de unidades formadoras de colônias (cm^2 de folha, do que nos correspondentes tratamentos de ferrugem com fungicida cúprico.

D'Antonio *et al.* (1995) fazendo um novo teste de campo com o triadimenol/dissulfoton associado ao fungo *B. bassiana* e óxido cuproso e endossulfan, verificaram que o inseticida/fungicida triadimenol/dissulfoton obteve os melhores resultados em termos de rendimento de produção de café, com menor desfolha e maior atuação do fungo *B. bassiana* sobre a broca-do-café. Por outro lado, Alves *et al.* (1995) verificaram também que o triadimenol/dissulfoton proporcionou maior proteção o cafeeiro, e o óxido cuproso e o endossulfan causaram a diminuição dos propágulos de *B. bassiana* nos frutos e folhas do café.

Desse modo, a utilização de linhagens selecionadas do fungo *B. bassiana* como agente de controle de *H. hampei* associado ou não a defensivos agrícolas compatíveis é uma alternativa viável, necessitando porém ser estabelecida uma estratégia para a aplicação desse fungo dentro do manejo integrado de pragas e doenças do cafeeiro.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do fungo *B. bassiana* para o controle da broca-do-cafeeiro, e a sua compatibilidade com o fungicida cúprico, com o fungicida/inseticida sistêmico dissulfoton/triadimenol (Baysiston GR) e com o inseticida endossulfan (Thiodan).

MATERIAL E METODOS

O trabalho foi realizado na ESALQ, no município de Piracicaba-SP, a 550 m de altitude em solo Latossolo Vermelho Escuro (LVE). Foi utilizada uma variedade Catuaí, plantada no espaçamento 4 x 2 m com duas plantas por cova e idade aproximada de 15 anos. Os tratamentos foram escolhidos a partir de observações com produtos aplicados para o controle de broca-do-café e da ferrugem-do-cafeeiro, além da introdução do fungo *B. bassiana*, com possibilidade de uso nos programas de Manejo Integrado de Pragas do cafeeiro.

Os tratamentos foram os seguintes: 1- triadimenol/dissulfoton (Baysiston GR) (50 g/cova), 2- triadimenol/dissulfoton + *Beauveria bassiana* (0,8 g de conídios puros/cova/L) duas aplicações, 3- triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 aplicação, 4- oxicleto de cobre (Cupravit verde)

(3 kg/ha) 5 aplicações + *B. bassiana* (1 aplicação), 5-Testemunha, 6-*B. bassiana* 2 aplicações, 7-oxicloreto de cobre 5 aplicações + *B. bassiana* 2 aplicações, 8- oxicloreto de cobre 5 aplicações + *B. bassiana* 2 aplicações + endosulfan (Thiodan CE) (1,5 L/ha) 1 aplicação e 9- triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endosulfan 2 aplicações. Cada tratamento constituiu-se de uma cova (2 plantas), repetidos quatro vezes em blocos casualizados.

O fungicida triadimenol/dissulfoton GR foi aplicado em 28/12/1995. O fungicida oxicloreto de cobre foi aplicado nas datas: 21/12/1995, 10 e 23/01/1996 e 6 e 20/02/1996. A primeira aplicação do tratamento com *B. bassiana* foi no dia 8/02/1996 e a segunda em 22/02/1996. O inseticida endosulfan foi aplicado em 11/01/96 e 06/02/96.

O fungo utilizado foi *B. bassiana* (447) isolado de formiga lava-pé (*Solenopsis invicta*), aplicado em suspensões contendo 0,8 g de conídios puros/L de água com 0,1% de espalhante adesivo Tween 80. O tratamento foi feito com um pulverizador costal manual com capacidade de 20L.

Foram efetuadas as seguintes avaliações: a) frutos infestados com a broca-do-café em abril e julho de 1996, b) brocas-do-café infectadas pelo fungo *B. bassiana* em abril e julho, c) compatibilidade dos defensivos com o fungo *B. bassiana*, quantificando-se o número de unidades formadoras de colônias (UFC) em frutos no mês de abril, d) porcentagem de desfolha em julho, e) porcentagem de folhas com ferrugem em abril e julho e f) produção de grãos de café em julho.

Para a avaliação de frutos brocados e da mortalidade pelo fungo *B. bassiana* coletaram-se 20 frutos por repetição na avaliação (abril) e 100 frutos por repetição na ocasião da colheita (julho). Para a avaliação da compatibilidade dos defensivos com o fungo, determinou-se o número de UFC em meio seletivo com Dodine (20 g de aveia, 20 g de ágar, 1,1 g de Dodine, 200 mg de tetraciclina e 1000 ml de água) plaqueando-se a água de lavagem de 10 frutos/repetição, sessenta dias após a última aplicação.

Na primeira avaliação do número de folhas infectadas com ferrugem (abril), foram coletadas 20 folhas por repetição contando-se as folhas com pústulas de *H. vastatrix*. Já a segunda avaliação foi realizada juntamente com a avaliação da desfolha (julho), onde em cada repetição escolheu-se ao acaso seis ramos da planta contando-se o número de nós, o número de folhas e o número de folhas infectadas com ferrugem.

Para a avaliação da produção colheu-se os frutos de cada repetição pesando-os separadamente. Os dados obtidos, foram submetidos a análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, exceto para o parâmetro produção, o qual foi submetido a estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamentos efetuados no início das aplicações, constataram a ausência da broca e da ferrugem-do-cafeeiro. Nas condições do experimento as infestações dos frutos pela broca ocorreram no período de janeiro a abril e da ferrugem, a infecção se manifestou a partir de março. Assim, as primeiras aplicações foram executadas no período em que, normalmente, se aplicam produtos fitossanitários para o controle da praga e da doença no Brasil.

Na primeira e segunda avaliações, verificou-se que nos tratamentos Testemunha e triadimenol/dissulfoton ocorreram maiores infestações de broca nos frutos, considerando-se frutos com broca viva ou morta. O tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endosulfan 2 aplicações apresentou a menor infestação de broca-do-café (Tabela 1). No mês de julho, a infestação aumentou em todos os tratamentos, sendo que os tratamentos: Testemunha, *B. bassiana* 2 aplicações, triadimenol/dissulfoton e oxicloreto de cobre 5 aplicações + *B. bassiana* 1 e 2 aplicações foram os mais infestados e o tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endosulfan 2 aplicações foi o menos afetado pelo inseto (Tabela 1).

Quando se avaliou a mortalidade de *H. hampei* pelo fungo *B. bassiana*, verificou-se no mês de abril, a maior mortalidade no tratamento com duas aplicações *B. bassiana* seguido dos tratamentos oxicloreto de cobre + *B. bassiana* 2 aplicações, oxicloreto de cobre + *B. bassiana* 1 aplicação e triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações (Tabela 1). A ocorrência de brocas atacadas pelo fungo *B. bassiana* na testemunha foi baixa, não diferindo do tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endosulfan 2 aplicações, no qual não foram encontrados insetos mortos pelo fungo (Tabela 1). No mês de julho, a mortalidade causada pelo fungo foi de 26,7%, 24,5%, 24%, 23% e 21,1% respectivamente, nos tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 aplicação, *B. bassiana*

Tabela 1. Porcentagem de infestação de *Hypothenemus hampei*, mortalidade de broca pelo fungo *Beauveria bassiana* nos meses de abril e julho de 1996 e avaliação do número de UFC de *B. bassiana* obtidos em placas de Petri. (Piracicaba-SP, ESALQ/USP).

Tratamentos	Frutos con broca-do-café (%)		Mortalidade de broca pelo fungo (%) Unidades		
	Avaliações		Avaliações		Formadoras de Colônias (UFC) ³
	Abril	Julho	Abril	Julho	
1. Triadimenol/dissulfoton	49,4a	81,5a	3,1abc	24,0a	160,9 ab
2. Triadimenol/dissulfoton + <i>Beauveria bassiana</i> (2 aplicações)	14,8bc	63,0ab	26,3ab	20,4ab	642,8a
3. Triadimenol/dissulfoton + <i>B. bassiana</i> (1 aplicação)	27,3ab	69,2ab	22,2abc	26,7a	384,2a
4. Oxicloreto de cobre (5 aplicações) + <i>B. bassiana</i> (1 aplicação)	20,1ab	80,7a	26,5ab	23,0a	341,2a
5. Testemunha	53,0a	99,0 a	1,3bc	0,3c	29,9b
6. <i>B. bassiana</i> (2 aplicações)	26,2ab	92,7a	32,3a	24,5a	751,4a
7. Oxicloreto de cobre (5 aplicações) + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações)	31,1bc	82,0a	26,6abc	21,1a	577,0a
8. Oxicloreto de cobre (5 aplicações) + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações) + endossulfán (1 aplicação)	8,2bc	62,7ab	4,3abc	3,7abc	275,7a
9. Triadimenol/dissulfoton + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações) + endossulfan (2 aplicações)	0,7c	28,5b	0,0c	1,3bc	136,0ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$. 1. CV = 26,01% e CV = 26,62%. 2. CV = 47,3% e CV = 36,52%. 3. CV = 13,5%.

2 aplicações, triadimenol/dissulfoton, oxicloreto de cobre 5 aplicações + *B. bassiana* 1 aplicação e oxicloreto de cobre 5 aplicações + *B. bassiana* 2 aplicações, não diferindo entre si. A menor mortalidade do inseto ocorreu na Testemunha, seguido do tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endossulfan 2 aplicações (Tabela 1). Esses resultados demonstram o potencial do fungo *B. bassiana* para o controle da broca-do-café também verificado no trabalho de Varela y Morales (1996).

Nos dados de infestação da broca, verificou-se que no mês de abril, o inseticida endossulfan protegeu os frutos de forma eficiente, não sendo encontradas brocas mortas ou galerias abandonadas. Com o aumento da infestação em todos os tratamentos, observou-se em julho que esse inseticida não ofereceu uma proteção tão eficiente aos frutos, já que foram encontradas brocas infestadas por *B. bassiana*.

Quando se avaliou a compatibilidade dos produtos fitossanitários com o fungo *B. bassiana* pelo número de UFC, verificou-se a menor quantidade de UFC no tratamento testemunha, onde não foi realizada nenhuma aplicação, seguido dos tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endossulfan 2

aplicações e triadimenol/dissulfoton, onde não foi realizada aplicação de *B. bassiana* (Tabela 1). Com relação ao efeito do endossulfan sobre o *B. bassiana* observou-se que em testes in vitro o mesmo foi moderadamente compatível com esse fungo na dosagem mínima recomendada pelo fabricante sendo incompatível nas concentrações média e máxima (Alves *et al.* 1998). Constatou-se que onde endossulfan foi aplicado mais de uma vez, ocorreu diminuição do número de UFC do fungo *B. bassiana*. Apesar de não haver diferença estatística entre os demais tratamentos, a maior média de UFC encontrada foi no tratamento *B. bassiana* 2 aplicações, seguida das médias dos tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações, oxicloreto de cobre 5 aplicações + *B. bassiana* 2 aplicações e triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 aplicação.

Com relação à porcentagem de folhas infectadas com *Hemileia vastarix*, no mês de abril (Tabela 2) observou-se que os tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações, triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 aplicação e triadimenol/dissulfoton foram os que apresentaram menores índices da doença, diferindo dos demais tratamentos. No tratamento

triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endossulfan 2 aplicações a porcentagem de folhas infectadas em abril, foi de 25,43%, diferindo dos outros tratamentos triadimenol/dissulfoton (Tabela 2). A mesma diferença ocorreu no mês de julho, onde a porcentagem de folhas infectadas por *H. vastatrix* foi maior que no mês de abril (Tabela 2).

A desfolha causada pela ferrugem, foi maior na testemunha. Os tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 aplicação e triadimenol/dissulfoton diferiram dos demais tratamentos apresentando as menores porcentagens de desfolha, seguidos do tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações (Tabela 2).

Com relação à produção ocorreu uma grande variação nas médias devido à desuniformidade do cafezal, mas foi possível constatar diferença estatística entre os tratamentos (Fig. 1). O tratamento que mais produziu foi o triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 aplicação seguido dos tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações e triadimenol/dissulfoton. Estes resultados sugerem que a grande desfolha causada pela ferrugem-do-cafeeiro e o ataque da broca-do-café

prejudicaram a produção de café no biênio 1995/96 e que os tratamentos triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 1 e 2 aplicações e triadimenol/dissulfoton foram os que mais protegeram a cultura (Fig. 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Alves *et al.* (não publicado). No tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* 2 aplicações + endossulfan 2 aplicações a infecção por *H. vastatrix* prejudicou a produção e portanto faz-se necessário estudar a interação do fungicida triadimenol/dissulfoton com o inseticida endossulfan. Esta diferença de resultados para este tratamento foi observada por Alves *et al.* (não publicado) (Fig. 1).

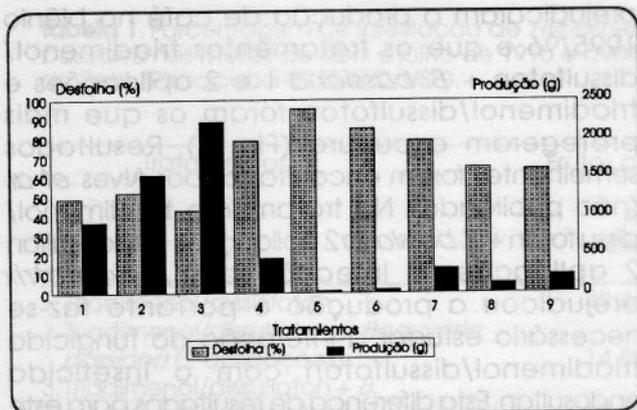
Nos tratamentos testemunha e *B. bassiana* 2 aplicações ocorreram as menores médias de produção, já que nos mesmos não foram feitas aplicações de fungicidas. Nestes biênios, devido à alta infecção, os tratamentos com o fungicida cúprico não foram eficientes para o controle de *H. vastatrix* (Fig. 1).

Na safra 1994/95 não foi possível analisar a produção nos diferentes tratamentos, pois a infestação de *H. hampei* e *H. vastatrix* foram baixas não sendo possível observar a eficiência desses tratamentos (Alves *et al.* não publicado).

Tabela 2. Porcentagem de folhas com *Hemileia vastatrix* nos meses de abril e julho de 1996, desfolha (%) (Piracicaba-SP, ESALQ/USP).

Tratamentos	Folhas (%) com ferrugem ¹ Avaliações		Desfolha (%) ²
	Abril	Julho	
1. Triadimenol/dissulfoton	3,91c	4,01b	48,8d
2. Triadimenol/dissulfoton + <i>Beauveria bassiana</i> (2 aplicações)	1,06c	3,98b	51,4cd
3. Triadimenol/dissulfoton + <i>B. bassiana</i> (1 aplicação)	3,16c	1,74b	42,7d
4. Oxícloreto de cobre (5 aplicações) + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações)	57,08a	58,77a	78,1abc
5. Testemunha	55,09ab	88,78a	94,4a
6. <i>B. bassiana</i> (2 aplicações)	92,4a	67,24a	84,3ab
7. Oxícloreto de cobre (5 aplicações) + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações)	59,5ab	58,98a	77,7abc
8. Oxícloreto de cobre (5 aplicações) + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações) + endossulfan (1 aplicação)	57,69ab	45,58a	63,8bcd
9. Triadimenol/dissulfoton + <i>B. bassiana</i> (2 aplicações) + endossulfan (2 aplicações)	25,43b	54,16a	62,4bcd

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. 1. Dados transformados por $\sqrt{x + 0,5}$ e $\log x + 10$, CV = 28,8 % e CV = 10,51 %. 2. CV = 16,7 %.



Legenda: 1- Triadimenol/dissulfoton, 2- Triadimenol/dissulfoton + *Beauveria bassiana* (2 aplicações), 3- Triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* (1 aplicação), 4- Oxicloreto de cobre (5 aplicações) + *B. bassiana* (1 aplicação), 5- Testemunha, 6- *B. bassiana* (2 aplicações), 7- Oxicloreto de cobre (5 aplicações) + *B. bassiana* (2 aplicações), 8- Oxicloreto de cobre (5 aplicações) + *B. bassiana* (2 aplicações) + endossulfan (1 aplicação), 9- Triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* (2 aplicações) + endossulfan (2 aplicações).

Fig. 1. Desfolha (%) e produção (g) nos diferentes tratamentos controle da broca e ferrugem do cafeeiro.

Após a aplicação do endossulfan, observou-se no mês de abril, uma proteção dos frutos contra a broca. Já, no mês de julho, onde o mesmo foi aplicado somente uma vez, não ocorreu essa proteção, sendo necessárias mais aplicações (Tabela 1). Nos tratamentos com *B. bassiana*, verificou-se que ocorreu mortalidade pelo fungo. Porém, são necessários estudos para determinação das épocas de aplicação, de acordo com o crescimento populacional da praga, correlacionando com o residual de conídios no campo.

O fungicida/inseticida triadimenol/dissulfoton proporcionou melhores resultados de proteção do cafeeiro contra a ferrugem, sendo compatível com o fungo *B. bassiana*. O tratamento triadimenol/dissulfoton + *B. bassiana* (2 aplicações) pode ser uma alternativa para o uso no manejo integrado de pragas e doenças do cafeeiro.

LITERATURA CITADA

ALLARD, G.B.; MOORE, D. 1989. *Heteroabiditis* sp. nematodes as control agents for coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Scolytidae). Journal of Invertebrate Pathology 54:45-48.

ALVES, S.B.; MOINO Jr., A.; ALMEIDA, J.E.M. 1998. Produtos fitossanitários e insetos. Editora FEALQ, Piracicaba, P.217-238.

ALVES, S.B. 1986. Fungos entomopatogênicos. In Alves, S.B. Controle microbiano de insetos. São Paulo, Ed. Manole. p. 73-126. ALVES, S.B.; ALMEIDA, J.E.M.; MATIELLI, A.; SALVO, S.; ALVES, S.B. Jr. 1995. Eficiência de alguns produtos químicos e do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. No controle da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) e da ferrugem. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras (21, 1995, Caxambu). Resumos. p. 107-109.

BRUN, L.O.; MARCILLAUD, C.; GAUDICHON, V.; SUCKLING, D.M. 1989. Endossulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. Journal of Economic Entomology 82:1311-1316.

BRUN, L.O.; SUCKLING, D.M. 1992. Field selection for endossulfan resistance in coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. Journal of Economic Entomology 85:325-334.

CARNEIRO FILHO, F. 1984. Controle microbiológico da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferrari 1867) com o fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11, Londrina, Resumos. p. 132-134.

D'ANTONIO, A.M.; ALVES, S.B.; MATIELLI, A.; SAN JUAN, R.C.C. 1994. Influência da mistura triadimenol/dissulfoton (Baysiston) e de fungicida cúprico (óxido cuproso) na ação de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Aplicada sobre população de broca do café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari 1867). In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, (20, 1994, Guarapari). Resumos. p. 136-140.

D'ANTONIO, A.M.; ALVES, S.B.; MATIELLI, A.; SAN JUAN, R.C.C. 1994. Observações sobre o comportamento de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Usada contra a broca do café-*Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867), em área tratada com fungicida cúprico ou a mistura triadimenol/dissulfoton (Baysiston). In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, (21, 1995, Caxambu). Resumos. p. 82-84.

FERNANDES, P.M.; LECUONA, R.E.; ALVES, S.B. 1985. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. à broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae). Ecosistema 10:176-181.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.F.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. 1988. Manual de Entomologia Agrícola, São Paulo. Ed. Ceres. 649 p.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. 1986. Pragas do cafeeiro. p. 323-378. In Cena, A.B., Malavolta, E., Rocha, M., Yamada, T. (eds.) Cultura do cafeeiro, fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Bras. da Potassa e do Fosfato. 447 p.

VARELA, A.; MORALES, E. 1996. Characterization of some *Beauveria bassiana* isolates and their virulence toward the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. Journal of Invertebrate Pathology 67:147-152.

SELECCION DE ANTAGONISTAS PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE *Phytophthora infestans* EN TOMATE*

Vera Sánchez Garita**
Elkin Bustamante**
Richard Shattock***

RESUMEN

Se realizó una búsqueda de organismos antagonistas a *Phytophthora infestans*, en la filosfera, rizosfera y endosfera de tomate comercial (*Lycopersicon sculentum*, cv. Hayslip) y silvestre (*L. pimpinellifolium*); la capacidad antagonista se evaluó en folíolos desprendidos. De 137 aislamientos evaluados se obtuvieron 32 antagonistas (8 bacterias y 24 hongos). Estos se utilizaron en evaluaciones de dos formas de inoculación (endofítica y epifítica) y de métodos de inoculación del patógeno y el antagonista. Este trabajo permitió seleccionar cinco antagonistas: la bacteria (*Serratia* sp.) y cuatro hongos: *Trichoderma* (069), *Fusarium* (108) y dos aislamientos de *Penicillium* (067, 071). Además se evaluó la capacidad de producción de enzimas celulolíticas y glucanólíticas de los antagonistas.

Palabras claves: *Phytophthora infestans*, Control biológico, Antagonistas, Tomate.

ABSTRACT

SELECTION OF ANTAGONISTS FOR BIOLOGICAL CONTROL OF *Phytophthora infestans* IN TOMATO. A survey of microorganisms antagonistic to *Phytophthora infestans* in the phyllosphere, rhizosphere and endosphere of commercial tomato (*Lycopersicon sculentum* cv. Hayslip) and wild (*L. pimpinellifolium*) was performed; their antagonistic ability was evaluated on detached leaflets. 137 cultures were evaluated, of which 32 were antagonistic (8 bacteria and 24 fungi). These were evaluated on plants using two forms of inoculation (endophytic and epiphytic) and various suspensions of the pathogen. Five antagonists were selected: a bacterium (*Serratia* sp.), and four fungi: *Trichoderma* (069), *Fusarium* (108) and two *Penicillium* isolates (067, 071). The antagonists were also evaluated for their capacity to produce cellulolytic and glucanolytic enzymes.

Key words: *Phytophthora infestans*, Biological control, Antagonists, Tomato plants.

INTRODUCCION

Uno de los objetivos del control biológico es estimular la colonización de la superficie de las plantas, por antagonistas saprófitos capaces de multiplicarse y disminuir el inóculo de los patógenos (Blakeman y Fokkema 1982). Por esta razón, el control biológico de patógenos incluye frecuentemente la aplicación de microorganismos benéficos a la planta, así como todas las labores que estimulen las poblaciones de antagonistas residentes (Papavizas 1981).

Una de estas labores es la adición de sustratos que favorezcan la reproducción de los antagonistas. Algunos de estos sustratos son sucrosa, celulosa, extracto de levadura y quitina (Blakeman y Fokkema 1982; Okumoto y Bustamante 1993; Gonzalez, *et al.* a y b). El tubo germinativo del género *Phytophthora*, al igual que de la mayoría de los hongos, está constituido principalmente por glucano; sin embargo, la pared de las hifas contiene celulosa (en mayor cantidad que quitina (Bartnicki-García y Wang

1983; Griffin 1992). Por tanto, se espera que los microorganismos con capacidad de hidrolizar celulosas y glucano presenten alto potencial como antagonistas de este género. Ordentlich *et al.* (1988) observaron la lisis de células fungosas por enzimas u otros compuestos producidos por *Trichoderma harzianum*. Posteriormente, Sivan y Chet (1989), Rodgers (1989) y Haran *et al.* (1995), observaron esta misma actividad en *Penicillium purpurogenum* (Larena y Melgarejo 1993). Finlay y McCracken (1991) informaron que *Epicoccum purpurascens*, habitante común de la filosfera, inhibe el crecimiento de *P. cinnamomi* mediante la producción de glucanasas.

Además de *E. purpurascens* antagonista de *P. cinnamomi*, se han evaluado otros microorganismos como controladores biológicos de especies de *Phytophthora*, entre los que están *Myrothecium verrucaria*, *Streptomyces* spp y *Trichoderma* spp (Finlay y McCracken 1991). Indiogine *et al.* (1992) encontraron que *Pythium oligandrum* fue un antagonista consistente y mostró un control de *P. capsici* en Chile, en condiciones de invernadero. *Fusarium oxysporum* fue menos consistente pero alcanzó buen control. *Trichoderma* y *Gliocladium* spp (Smith *et al.* 1990; Roiger y Jeffers 1991), así como *Enterobacter*

Recibido: 03/03/98. Aprobado: 07/07/98.

*Parte de la Tesis de Doctorado de la primera autora.

**CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

***Universidad de Gales, Reino Unido.

aerogenes (Ribeiro y Linderman 1991), han mostrado potencial para el control de *Phytophthora cactorum*, agente causal de pudrición de la raíz y tallo de manzana. También *Pythium nunny* y *Penicillium funiculosum* mostraron antagonismo contra *Phytophthora* sp., que causa lesiones en la raíz de azalea y cítricos (Fang y Tsao 1995a, b; Coffey 1991).

Se han realizado pocos estudios sobre el control biológico de *P. infestans*. Rodgers (1989) observó un efecto antagonista de *T. harzianum* contra este patógeno en tomate. Jongebloed *et al.* (1993) seleccionaron dos bacterias, *Pseudomonas fluorescens* (148) y *Bacillus* sp. (B39), las cuales mostraron buena inhibición de *P. infestans* en plantas de tomate, en cámaras de crecimiento. *P. fluorescens* (C148) fue evaluado en condiciones de campo, pero no mostró diferencia significativa en la reducción de la enfermedad, probablemente debido a la reducida población de la bacteria, en la filosfera. Roy *et al.* (1991) en evaluaciones de cinco hongos como antagonistas de *P. infestans* en folíolos desprendidos de papa (*Aspergillus terreus*, *Pestalotiopsis mangiferae*, *P. oxalicum*, *P. aurantiogriseum* y *Myrothecium verrucaria*) observaron entre 52 y 62% de reducción de la enfermedad. En varias pruebas, los hongos *M. verrucaria* y *P. aurantiogriseum* presentaron potencial como antagonistas.

De acuerdo con Blakeman y Fokkema (1982), la búsqueda de microorganismos antagonistas debe orientarse a áreas donde la enfermedad no está presente o su severidad sea baja, a pesar de la presencia del hospedante susceptible, el patógeno y las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad. Andrews (1992), recomienda la búsqueda de antagonistas en diferentes hábitat y la utilización de diferentes tipos de organismos dentro de un programa de control microbiano; así como la combinación de pruebas *in vivo* y *in vitro* para su selección, debido a que los antagonistas seleccionados *in vitro* no han mostrado el mismo efecto contra el patógeno en condiciones de campo. No obstante, se considera que los microorganismos seleccionados mediante pruebas *in vivo* y bajo condiciones controladas pueden fallar si se evalúan en el campo en condiciones muy severas.

Se ha tenido más éxito en el control biológico de patógenos del sistema radical que en el área foliar de las plantas; principalmente, por las diferencias entre la rizosfera y la filosfera, con respecto a las características físicas y químicas de la superficie y a los factores ambientales, que hacen más difícil el establecimiento de los antagonistas

en la parte aérea de las plantas. Debido a estas dificultades se ha estudiado la asociación de las plantas con hongos y bacterias endofíticos, los cuales pueden distribuirse sistemáticamente dentro de la planta e inducir resistencia, como ejemplo *Fusarium* spp y *Xanthomonas* spp (Kijama 1993). La condición de endofíticos confiere a estos microorganismos ventajas, una de las cuales es que no requieren ayuda para colonizar la superficie de la planta (Andrews 1992). Miranda (1996) observó que aislamientos de *Bacillus* (A30 y Q2) antagonistas de *Alternaria solani* y *Mycosphaerella*, colonizaron eficientemente los tejidos internos de plantas de banano.

El objetivo de este trabajo fue identificar organismos antagonistas a *Phytophthora infestans*, en un amplio ámbito de hábitats, incluyendo la filosfera, endosfera y rizosfera de plantas de tomate comercial y silvestre (*Lycopersicon* sp.).

MATERIALES Y METODOS

La investigación fue realizada en el CATIE, Turrialba, Costa Rica en un cuarto con humedad y temperatura controlada (HTC), 22°C y 95% humedad relativa (HR). También se usó un invernadero (CM) donde la temperatura diaria promedio varió entre 22°C y 32°C, con temperatura máxima de 38°C y mínima de 18°C. En todas las pruebas se utilizó suelo esterilizado con calor y el cultivar Hayslip susceptible a *P. infestans*.

Aislamiento de microorganismos

Las bacterias y hongos se obtuvieron de la filosfera, rizosfera y endosfera de plantas sanas de tomate silvestres (*L. pimpinellifolium*) y tomate comercial, localizadas en un radio de 60 Km del CATIE, en áreas donde estaba presente la enfermedad, tal como recomienda Blakeman y Fokkema (1982).

Para obtener microorganismos epifíticos de hojas y raíces, se colocaron fragmentos de tejido en agua destilada y se agitaron durante 20 minutos. El extracto obtenido se cultivó a 22°C en papa dextrosa agar (PDA) y agar nutriente (AN). Para la extracción de especies endofíticas, las hojas se lavaron y esterilizaron con hipoclorito de sodio (5%) durante 5 minutos. Posteriormente, se labaron y licuaron en agua esterilizada; el extracto se cultivó en PDA y AN.

Cada crecimiento microbiano se cultivó hasta obtener los cultivos puros de hongos y bacterias,

los cuales se mantuvieron en aceite (18°C) para ser utilizados en la investigación.

Selección preliminar de antagonistas en foliolos desprendidos

Foliolos de la tercera y cuarta hoja de plantas de tomate, cultivadas en invernadero, se inocularon con los microorganismos aislados antes de ser inoculadas con el patógeno (aislamiento LaM030t). El inóculo de *Pinfestans* se conservó *in vivo* en los foliolos de tomate dentro de cámaras húmedas, las cuales se mantuvieron en un cuarto HTC.

Para inocular los microorganismos, los foliolos se sumergieron en suspensiones de bacterias y hongos de aproximadamente 1×10^9 células ml^{-1} o 1×10^5 conidios ml^{-1} , respectivamente. Algunos hongos como *Fusarium* sp, no esporularon por lo cual se utilizó una suspensión con fragmentos de hifas. Una hora después de la aspersion con los microorganismos, los foliolos se inocularon con el patógeno impregnado en motitas de algodón (Guzmán *et al.* 1966) con aproximadamente 60 μl de suspensión con 1×10^4 esporangios ml^{-1} obtenidos de los foliolos.

Los aislamientos de microorganismos se evaluaron en grupos de 8 a 20, cada grupo se consideró un bioensayo. Se realizaron 10 bioensayos con un total de 137 aislamientos. También se evaluaron en estas pruebas tres hongos (*Gliocladium roseum*, *G. virens* y *Trichoderma harzianum*) y dos bacterias (no identificadas) de la colección del CATIE. En cada grupo se incluyó un testigo del patógeno y un testigo de cada microorganismo. El testigo del microorganismo no se incluyó en el análisis estadístico y se utilizó para asegurar que los microorganismos no presentaran efecto patogénico.

Los foliolos asperjados con ambos microorganismos se colocaron en cajas plásticas sobre esponjas húmedas, para mantener una alta humedad relativa. Las cajas se colocaron en un diseño completamente al azar, dentro de un cuarto HTC.

Para evaluar los tratamientos se midió el diámetro (diámetros en lesiones elípticas) de la lesión causada por el patógeno y se calculó el área (mm^2). Se hizo un análisis de varianza para cada grupo de microorganismos y la significancia se dió con $P < 0,05$. Además se usó una prueba de Rango Múltiple de Duncan (alfa = 0,05) para separar las medias.

Para comparar el efecto antagonista de microorganismos evaluados en diferentes grupos,

se calculó el porcentaje de reducción de la lesión (PRL) con respecto al testigo: $((P-M) / P) \times 100 = \text{PRL}$, (P= área testigo del patógeno, T= área de cada tratamiento con microorganismo).

Evaluación del efecto antagonista en plantas completas

Se seleccionaron 35 organismos antagonistas (8 bacterias y 27 hongos), de acuerdo a su capacidad antagonista en foliolos desprendidos, los cuales se evaluaron en plantas completas. Para facilitar la evaluación los aislamientos se dividieron en dos grupos de 15 y 20 antagonistas. Se realizaron siete bioensayos para evaluar los diferentes métodos de inoculación del patógeno y de los antagonistas. Cada bioensayo incluyó siete plantas o repeticiones por tratamiento, un tratamiento testigo del patógeno que incluía agua en reemplazo del antagonista. Las plantas tratadas se colocaron dentro del invernadero, en un diseño de bloques completos al azar.

Inoculación epifítica de los antagonistas.

Plantas de tomate cultivadas en invernadero y con cinco o seis hojas fueron asperjadas con una suspensión del antagonista, bajo tres condiciones: a. cinco días antes de la inoculación con *P. infestans* en el invernadero. b. un día antes de la inoculación de *P. infestans* en un cuarto HTC. c. 2 horas antes de la inoculación con *P. infestans* en el invernadero.

Inoculación endofítica de los antagonistas.

Plántulas de tomate con dos hojas verdaderas (21-25 días después de la siembra) se cortaron a nivel del hipocótilo. Los tallos cortados se sumergieron en una suspensión de cada microorganismo, en la cual permanecieron 4 horas; después fueron trasplantadas en suelo estéril (Kijama 1993). Cuatro semanas después, cuando las plántulas desarrollaron un nuevo sistema radical y tenían entre 5 a 6 hojas fueron inoculadas con *P. infestans*.

Inoculación del patógeno. En esta evaluación se utilizaron cuatro concentraciones de esporangios del aislamiento LaM030t, 5×10^3 , 6×10^3 , 8×10^3 y 1×10^4 . El patógeno se inoculó en dos formas: a. aspersion de la planta completa con 5-10 ml (de acuerdo a su tamaño). b. aspersion de los seis foliolos terminales de la tercera y cuarta hoja más joven de la planta, con 3-5 ml (de acuerdo al tamaño de los foliolos). Después de la inoculación del patógeno y para favorecer su

penetración, las plantas permanecieron 18 horas en un cuarto con temperatura y humedad controladas. Posteriormente, fueron trasladadas al invernadero para su evaluación.

Se seleccionaron los 10 antagonistas que mostraron los mejores resultados en las pruebas anteriores; los cuales se evaluaron junto con *Bacillus* sp. (A30, colección del CATIE). En esta prueba los antagonistas se asperjaron 24 horas antes de inoculación con el patógeno (8×10^3 esporangios ml^{-1}) en seis folíolos. Las plantas se dejaron en un cuarto con temperatura y humedad controlada.

Evaluación y análisis de los resultados.

Los experimentos fueron evaluados en el momento de la aparición de los primeros síntomas; el número de evaluaciones y la cantidad de días entre ellas varió de acuerdo a los tratamientos usados. La severidad se midió como porcentaje de área lesionada (PAL) en plantas completas o seis folíolos. Se realizó análisis de varianza ($P < 0,05$) y se hizo separación de medias con la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($\alpha = 0,05$).

Producción de celulosa y glucano

Los treinta y cinco microorganismos seleccionados en folíolos separados se cultivaron en el medio carboximetil celulosa (CMC, Sigma, viscosidad media) para evaluar la capacidad de producción de enzimas celulolíticas. Para esta determinación, los medios de cultivo con 2 semanas de crecimiento, se sumergieron en una solución acuosa de Congo rojo (1 mg ml^{-1}) (Teather y Wood 1982). Después de 15 minutos la solución se descartó y las cajas se cubrieron con una solución de NaCl 1M y se dejaron durante 15 minutos. La zona de hidrólisis de celulosa producida por el microorganismo se evaluó como: halo muy claro (++) o tenue (+). *Bacillus* (aislamiento A30) de la colección del CATIE se usó como testigo de halo muy claro (++).

Posteriormente, se evaluó la capacidad de hidrolizar glucano de cinco antagonistas: *Serratia* sp. (054), *Penicillium* sp. (067 y 071), *Trichoderma* sp. (069) y *Fusarium* sp. (069) seleccionados en plantas completas. Los antagonistas se cultivaron en cajas con PDA (para hongos) o AN (para bacterias) a los cuales se les agregó 2 g de glucano. La producción de enzimas glucanolíticas se determinó mediante la misma técnica de tinción antes descrita (Teacher y Wood 1982) y se

evaluaron únicamente como positiva (+) o negativa (-).

RESULTADOS Y DISCUSION

Aislamiento de microorganismos y su evaluación en folíolos separados.

Los primeros síntomas de tizón tardío aparecieron 2 días después de que los folíolos fueron inoculados con el patógeno y la severidad se evaluó 4 días después de la aparición de síntomas. De 137 aislamientos evaluados, 32 (8 bacterias y 24 hongos) mostraron efecto antagonista y reducción significativa del tamaño de la lesión ($P < 0,05$) en folíolos desprendidos. De estos microorganismos, 19 se aislaron de *L. pimpinellifolium*, 13 de tomate comercial y tres hongos pertenecían a la colección del CATIE (Cuadro 1).

Los antagonistas fueron más abundantes en la filosfera de *L. pimpinellifolium* (14 aislamientos) que en *L. lycopersicon* (6); sin embargo, de *L. pimpinellifolium* no se evaluaron microorganismos endógenos como de *L. lycopersicon*, tampoco se obtuvieron de la rizosfera (Cuadro 1). Es posible que esto se deba al uso excesivo de fungicidas en el cultivo de tomate en Costa Rica (Calvo *et al.* 1992), el cual podría reducir la población de microorganismos epifíticos en plantas de tomate comercial.

Se identificaron cuatro géneros de hongos, *Fusarium*, fue el más numeroso (11 aislamientos), *Penicillium* (3 aislamientos) y *Trichoderma* (1 aislamiento). Nueve crecimientos fungosos no fueron identificados, siete aislamientos de *Fusarium* proceden de la filosfera de *L. pimpinellifolium* junto con *Penicillium* (aislamiento 071) (Cuadro 2).

No se observó una relación evidente entre el origen del antagonista y su actividad como tal, en la superficie de los folíolos. Sin embargo, muy pocos microorganismos de la endosfera mostraron actividad antagonista sobre la superficie de los folíolos. En tomate silvestre, de 19 aislamientos de la endosfera, ninguno mostró efecto antagonista y en tomate comercial únicamente 7 de 30 aislamientos evaluados mostraron este tipo de actividad (Cuadro 1 y 2). Probablemente esto se debe a que los microorganismos habitantes de la endosfera no tienen la misma capacidad de desarrollarse en la superficie y por lo tanto la selección de estos antagonistas debe realizarse a través de inoculaciones endofíticas.

CUADRO 1. Aislamientos obtenidos en tomate comercial (cultivar Hayslip) y silvestre (*L. pimpinellifolium*) y antagonistas que mostraron reducción significativa ($P < 0,05$) de la lesión causa por *P. infestans* en folíolos desprendidos de tomates.

Hospedante	Origen	Aislamientos			Antagonistas		
		b	h	T	b	h	T
Tomate silvestre	Filosfera	27	20	47	5	9	14
	Endosfera	17	2	19	-	-	-
	Rizosfera	5	14	19	1	4	5
	Total	49	36	85	6	13	19
Tomate comercial	Filosfera	20	23	43	-	6	6
	Endosfera	14	16	30	2	5	7
	Rizosfera	-	-	-	-	-	-
	Total	34	39	73	2	11	13
Colección del CATIE		2	3	5	-	3	3
Total aislamientos evaluados		85	53	137	8	27	35

b= bacterias, h= hongos, T= total de hongos y bacterias.

El tamaño promedio de las lesiones (mm^2) en los folíolos inoculados con antagonistas, después de 4 días de incubación y expresado como porcentaje de reducción del área lesionada (RAL) se muestra en el Cuadro 3. En general el mayor porcentaje de reducción de las lesiones lo causaron hongos (48 a 100%). Roy *et al.* (1991) observaron resultados semejantes, con porcentajes de inhibición de *Pinfestans* de 52 a 62% causado por cinco hongos, entre ellos dos *Penicillium* sp. Las bacterias mostraron menor reducción de las lesiones, con porcentajes entre 27% y 71%. Los tres aislamientos obtenidos de la colección del CATIE (*Gliocladium* y *Trichoderma*) produjeron una reducción similar del área de lesión (62-65%).

Investigaciones anteriores han demostrado la habilidad antagonista de especies de *Fusarium*, *Penicillium* y *Trichoderma* (Fokkema 1976; Reinecke 1981), tanto a patógenos foliares como del sistema radical. Se ha informado de la actividad antagonista de *Trichoderma* hacia *Botrytis cinerea* en lechuga (Dudos y Bulit 1981; Cullen y Andrews 1984), *Septoria tritici* en trigo (Dubos 1987); también con patógenos del sistema radical, entre ellos *Sclerotium rolfsii*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp. y *Aspergillus niger* (Chet 1987). *Penicillium funiculosum*, *P. oxalicum* y *P. aurantiogriseum* mostraron efecto antagonista hacia *Phytophthora* sp. causante de la pudrición de la raíz en azalea y cítricos, (Fang y Tsao 1995a, b; Roy *et al.* 1991). Así mismo, *Gliocladium* y

Trichoderma mostraron potencial como agentes de control biológico de *Phytophthora cactorum*, patógeno que causa la pudrición de la raíz y la corona en manzana (Smith *et al.* 1990; Roiger y Jeffers 1991).

Evaluación de antagonistas en plantas completas.

A pesar de que se observó un efecto muy importante en la reducción de las lesiones causadas por el patógeno en folíolos desprendidos, los resultados en plantas completas no fueron claros. Posiblemente, debido a la dificultad de estos organismos para establecerse en la superficie de la planta de tomate; un resultado similar fue informado por Andrews (1992). Además, el desarrollo de la enfermedad fue muy errática, posiblemente por las condiciones ambientales en el invernadero, ésto fue evidente en el último experimento, donde las plantas se colocaron en un cuarto con temperatura y humedad controladas, lo que permitió un buen desarrollo de la enfermedad.

Sin embargo, en los bioensayos donde las plantas completas fueron inoculadas con la mayor concentración del patógeno (1×10^4 esporangios ml^{-1}) la muerte de las plantas fue tan rápida que no permitió su evaluación. Por el contrario, la concentración más baja de 5×10^3 esporangios ml^{-1} produjo un desarrollo muy

CUADRO 2. Identificación y origen de treinta y cinco organismos antagonistas evaluados en folíolos desprendidos.

Identificación	Código	Origen
Bacteria	005	FS
Bacteria	007	FS
Bacteria	011	FS
Bacteria	012	FS
Bacteria	015	RS
Bacteria	022	FS
Bacteria	054	EC
Bacteria	055	EC
Hongo	060	RS
<i>Penicillium</i> sp.	067	RS
<i>Fusarium</i> sp.	068	RS
<i>Trichoderma</i> sp.	069	RS
<i>Penicillium</i> sp.	071	FS
Hongo	072	FS
<i>Fusarium</i> sp.	075	FS
<i>Fusarium</i> sp.	076	FS
<i>Fusarium</i> sp.	080	FS
<i>Fusarium</i> sp.	081	FS
<i>Fusarium</i> sp.	082	FS
<i>Fusarium</i> sp.	083	FS
<i>Fusarium</i> sp.	090	FS
Hongo	091	EC
<i>Fusarium</i> sp.	093	EC
Hongo	094	EC
Hongo	098	EC
<i>Penicillium</i> sp.	101	EC
Hongo	105	FC
<i>Fusarium</i> sp.	108	FC
<i>Fusarium</i> sp.	113	FC
Hongo	138	FC
Hongo	139	FC
Hongo	140	FC
<i>Gliocladium roseum</i>	159	C
<i>Gliocladium virens</i>	160	C
<i>Trichoderma harzianum</i>	161	C

FS = filosfera, tomate silvestre
 RS = rizosfera, tomate silvestre.
 EC = endosfera, tomate comercial

FC = filosfera, tomate comercial
 RC = rizosfera, tomate comercial
 C = Colección del CATIE.

limitado de la enfermedad (un máximo de 3,4% después de 7 días) que no permitió evaluar el efecto de los antagonistas. La mejor concentración fue de 6×10^3 esporangios ml^{-1} , en la cual se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

El mejor método de aspersión del patógeno fue la inoculación de seis folíolos, debido a que la inoculación de toda la planta, aún con niveles bajos de inóculo produjo lesiones de tallo que provocaron la muerte de las hojas antes de su evaluación. Por el contrario, la inoculación de 6

folíolos redujo la severidad y dió mayor oportunidad para evaluar el efecto de los antagonistas.

La inoculación endofítica de los antagonistas no mostró resultados significativos, mientras que la inoculación epifítica, mostró diferencias significativas entre tratamientos. No obstante, se observó que los antagonistas presentaron dificultades para establecerse en la superficie de la planta. Los resultados sugieren que las condiciones ambientales del invernadero fueron demasiado secas para el establecimiento de los microorganismos.

CUADRO 3. Promedio de área de lesión (AL) y porcentaje de reducción del área lesionada (RAL) en folíolos desprendidas, cuatro días después de la inoculación de *P.infestans*.

Código	Identificación	AL (mm ²)	RAL ¹ (%)
005	Bacteria	314	36
007	Bacteria	358	27
011	Bacteria	277	41
012	Bacteria	206	56
015	Bacteria	262	44
022	Bacteria	26	70
054	Bacteria	66	61
055	Bacteria	49	71
060	Hongo	71	59
067	<i>Penicillium</i> sp.	106	66
068	<i>Fusarium</i> sp.	162	48
069	<i>Trichoderma</i> sp.	25	92
071	<i>Penicillium</i> sp.	285	56
072	Hongo	96	69
075	<i>Fusarium</i> sp.	8	99
076	<i>Fusarium</i> sp.	7	96
080	<i>Fusarium</i> sp.	0	100
081	<i>Fusarium</i> sp.	15	98
082	<i>Fusarium</i> sp.	3	99
083	<i>Fusarium</i> sp.	0	100
090	<i>Fusarium</i> sp.	59	91
091	Hongo	246	62
093	<i>Fusarium</i> sp.	151	77
094	Hongo	184	72
098	Hongo	174	73
101	<i>Penicillium</i> sp.	225	66
105	Hongo	14	94
108	<i>Fusarium</i> sp.	29	88
113	<i>Fusarium</i> sp.	307	53
138	Hongo	59	75
139	Hongo	0	100
140	Hongo	0	100
159	<i>G. roseum</i>	262	65
160	<i>G. virens</i>	275	62
161	<i>T. harzianum</i>	245	62

¹= RAL relativa al testigo de cada grupo de microorganismos evaluados, por lo que no se muestran las diferencias estadísticas.

Los resultados obtenidos en el total de bioensayos realizados en plantas completas permitieron seleccionar cinco antagonistas: la bacteria (*Serratia* sp.) y los hongos *Trichoderma* (069), *Fusarium* (108) y dos aislamientos de *Penicillium* (067, 071), los cuales presentan alto potencial como agentes de control biológico de *P.infestans*.

Capacidad de producción de celulasas y glucanasas de los antagonistas.

De los 35 antagonistas potenciales seleccionados en folíolos desprendidos, solamente seis

mostraron claramente una zona de hidrólisis de celulosa, similar a la mostrada por el aislamiento de referencia *Bacillus* (A30), lo que comprueba su capacidad de producir altas concentraciones de la enzima celulosa. Estos antagonistas potenciales son: *Serratia* (054), *Penicillium* (067, 071), dos aislamientos de *Fusarium* (108, 113) y un hongo no identificado (091). Otros seis aislamientos presentaron un halo tenue y el resto no mostró ninguna evidencia de producción de esta enzima (Cuadro 4).

Cinco antagonistas fueron seleccionados en plantas completas y cultivados en medio de cultivo con glucano, para evaluar su capacidad de producción de enzimas glucanolíticas. De éstos, tres mostraron un halo claro producto de la hidrólisis del glucano: *Serratia* sp. (054), *Penicillium* sp. (071), *Fusarium* sp. (108) (Cuadro 5). Estos antagonistas también mostraron capacidad de producir celulasas (Cuadro 4); lo cual representa una ventaja como antagonistas, porque el polímero celulosa es un constituyente muy importante de la pared celular de *P.infestans* y glucano del tubo germinativo (Bartnicki-Garcia y Wang 1983; Griffin 1992).

Los resultados de esta investigación prueban que los antagonistas de *P.infestans* se encuentran tanto en tomate comercial como silvestre, aunque son más frecuentes en tomate silvestre. Algunos

de ellos tienen capacidad de hidrolizar la celulosa y glucano. Sin embargo, bajo condiciones de invernadero, es difícil que puedan colonizar y establecerse en la superficie de tomate. Por tanto, es necesario continuar las investigaciones sobre el efecto de las condiciones ambientales en los antagonistas, así como sobre los sustratos que los favorecen, los cuales podrían aplicarse directamente a la planta antes de la inoculación de los antagonistas o junto con ellos, como una formulación.

AGRADECIMIENTO

A NRI-ODA (Gran Bretaña) el financiamiento de esta investigación y a Phillip Shannon su colaboración.

CUADRO 4. Capacidad de producción de celulasas de 35 antagonistas cultivados con base en celulosa (CMC).

Aislamiento		Aislamiento	
005	-	082	-
007	-	083	-
011	-	090	+
012	-	091	++
015	+	093	-
022	-	094	-
054	++	098	+
055	-	101	-
060	-	105	-
067	++	108	++
068	-	113	++
069	-	138	+
071	++	139	-
072	-	140	+
075	-	159	-
076	-	160	-
080	+	161	-
081	-	A30*	++

++ = zona claramente hidrolizada; + = zona levemente hidrolizada;
 - = zona no hidrolizada, * aislamiento testigo

Cuadro 5. Producción de glucanasas de cinco antagonistas cultivados en medio PDA o AN con glucano.

Aislamiento	Identificación	
054	<i>Serratia</i> sp.	+
067	<i>Penicillium</i> sp.	-
069	<i>Trichoderma</i> sp.	-
071	<i>Penicillium</i> sp.	+
108	<i>Fusarium</i> sp.	+

+ = zona levemente hidrolizada; - = zona no hidrolizada.

LITERATURA CITADA

- ANDREWS, J.H. 1992. Biological control in the phyllosphere. Annual Review of Phytopathology 30:603-635.
- BARTNICKI-GARCIA, S., WANG, M.C. 1983. Biochemical aspects of morphogenesis in *Phytophthora*. In *Phytophthora*, its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology. D.C. E R Sin, S. Bartnicki-Garcia; P.H. Tsao, eds. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. p. 121-137.
- BLAKEMAN, J.P.; FOKKEMA, N.J. 1982. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. Annual Review of Phytopathology 20:167-192.
- CALVO, G.; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOPPER, N.; RAMIREZ, A.; CAMPOS, J.L. 1992. Informe de avances sobre la validación de tecnologías de manejo integrado de plagas en tomate en el oeste del Valle Central, 1991-1992. Primer informe. Costa Rica. MAG-GTZ-CATIE. 99 p.
- CHET, I. 1987. Trichoderma-application, mode of action, and potential as a biocontrol agent of soil borne plant pathogenic fungi. In Innovative Approaches to Plant Disease Control. I. Chet ed. New York. John Wiley & Sons. p. 137-160.
- COHEN, Y.; COFFEY, M. 1986. Systemic fungicides and the control of oomycetes. Annual Review of Phytopathology 24:311-338.
- CULLEN, D.; ANDREWS, J.H. 1984. Epiphytic microbes as biocontrol agents. In Plant-Microbe Interactions. T. Kosuge; E. W. Nester, eds. New York. Macmillan. p.381-399.
- DUBOS, B. 1987. Fungal antagonism in aerial agrobiocenoses. In Innovative Approaches to Plant Disease Control. I. Chet ed. New York. John Wiley & Sons, p. 107-135.
- DUBOS, B.; BULIT, J. 1981. Filamentous fungi as biocontrol agents on aerial plant surfaces. In Microbial Ecology of The Phylloplane. J.P. Blakeman ed. London. Academic Press. p. 353-367.
- FANG, J.G.; TSAO, P.H. 1995a. Evaluation of *Pythium nunn* as potential biocontrol agent against phytophthora root rot of azalea and sweet orange. Phytopathology 85:29-36.
- FANG, J.G.; TSAO, P.H. 1995b. Efficacy of *Penicillium funiculosum* as biocontrol agent against phytophthora root rots of azalea and citrus. Phytopathology 85:871-878.
- FINLAY, A.R.; MCCracken, A.R. 1991. Microbial suppression of *Phytophthora cinnamomi*. In *Phytophthora*. J.A. Lucas; R.C. Shattock; D.S. Shaw; L.R. Cooke, eds. Cambridge University Press. p. 338-398.
- FOKKEMA, N.J. 1976. Antagonism between fungal saprophytes and pathogens on aerial plant surfaces. In Microbiology of Aerial Plant Surfaces. C.H. Dickinson T.F. Preece eds. London. Academic Press, p. 487-506.
- GONZALEZ, R.; BUSTAMANTE, E.; SHANNON, P; OKUMOTO, S. 1996a. Selección de microorganismos quitinolíticos en el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 40:6-11.
- GONZALEZ, R.; BUSTAMANTE, E.; SHANNON, P; OKUMOTO, S. 1996b. Evaluación de microorganismos quitinolíticos antagonistas a *Mycosphaerella fijiensis* en casa de mallas y campo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 40:12-16.
- GUZMAN, J.; THURSTON, H.D.; HENDRICK, L.E. 1966. Métodos de selección por resistencia parcial a *Phytophthora infestans* en el invernadero. American Potato Journal. 43:35-43.
- GRIFFIN, D. H. 1992. Fungal Physiology. 2 ed, New York, Wiley-Liss. p. 6-101.
- HARAN, S.; SCHICKLER, H.; OPPENHEIM, A.; CHET, I. 1995. New components of the chitinolytic system of *Trichoderma harzianum*. Mycological Research 99:441-446.
- INDIOGINE, S.E.; LIDDELL, C.M.; GILES, C.L.; Mc ENTEE, J.P. 1992. Biological control of *Phytophthora capsici* on chilli peppers with several fungal and bacterial strains. Phytopathology 82:1129.
- JONES, D.; GORDON, A.H.; DACON, J.S.D. 1974. Co-operative action by endo and exo- β -glucanase from parasitic fungi in the degradation of cell-wall glucans of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. The Chemical Journal 140:47-55.

- JONGEBLOED, P.H.J.; KESSEL, G.J.T.; Van der PLAS, C.H.; MOLHOEK, W.M.L.; FOKKEMA, N.J. 1993. Biological control of *Phytophthora infestans* with selected bacterial antagonists. In ICPP (6, Montreal). Proceedings. s.p.
- KIJAMA, T. 1993. Control de enfermedades a través de microorganismos antagonistas. Uso de productos biológicos. Ed Noubunkyou. Tokio. p. 103-113.
- LARENA, I.; MELGAREJO, P. 1993. The lytic enzymatic complex of *Penicillium purpurogenum* and its effects on *Monilia laxa*. Mycological Research 97:105-110.
- MIRANDA C., J.G. 1996. Evaluación de microorganismos antagonistas a el hongo *Mycosphaerella fijiensis* (Morelet), localizadas en el interior y exterior del tejido de plantas de banano. Tesis M. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 100 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) no. 28:1.6.
- ORDENTLICH, A.; ELAD, Y.; CHET, I. 1988. The role of chitinase of *Serratia marcescens* in biocontrol of *Sclerotium rolfsii*. Ecology and Epidemiology 78:84-88.
- PAPAVISAS, G.C. 1981. Biological control in crop production. London, Allanheld Osmun 461 p.
- REINECKE, P. 1981. Antagonisms and biological control on aerial surfaces. In Microbial Ecology of the Phylloplane. J.P. Blakeman ed. London. Academic Press. p.383-395.
- RIBEIRO, O.K.; LINDERMAN, G.G. 1991. Chemical and biological control of *Phytophthora* species in woody plants. In *Phytophthora*. J.A. Lucas; R.C. Shattock; D.S. Shaw; L.R. Cooke, eds. Cambridge University Press. p. 299-410.
- RODGERS, P.B. 1989. Potential of biological control as a source of antifungal compounds for agrochemical and pharmaceutical product development. Pesticides Science 27:155-164.
- ROIGER, D.J.; JEFFERS, S.N. 1991. Evaluation of *Trichoderma* spp. for biological control of phytophthora crown and root rot of apple seedling. Phytopathology 81:910-917.
- ROY, S.; SINGH, B.D.; BHATTACHARYYA, S.K. 1991. Biocontrol of late-blight of potato. Phytophthora Newsletter 17:18.
- SIVAN, A.; CHET, I. 1989. Degradation of fungal cell walls by lytic enzymes of *Trichoderma harzianum*. Journal of General Microbiology 135:675-682.
- SMITH, V.L.; WILCOX, W.F.; HARMAN, G.E. 1990. Potential for biological control of phytophthora root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. Phytopathology 80: 880-885.
- TEATHER, R.M.; WOOD, P.J. 1982. Use of congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from bovine rumen. Applied and Environmental Microbiology 43:777-780.

CARACTERIZACION Y MAGNITUD DE LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR *Thrips tabaci* EN CEBOLLA IN CUBA

Santiago F. Jiménez Jiménez*
José Roscándido Alfonso
Dinorah López Alfonso
Miguel Vázquez Rodríguez

RESUMEN

Los daños producidos por *T. tabaci* en cebolla fueron estudiados describiendo la secuencia de desarrollo de los mismos, en las diferentes fases fenológicas del cultivo y la incidencia y abundancia estacional de la plaga en plantaciones con distintas épocas de siembra. Se cuantificó la magnitud de los daños ocasionados por diferentes niveles de infestación artificial de trips en plantas de dos edades. También se determinó que los síntomas del ataque generalmente comienzan a manifestarse después de la emisión de la quinta hoja. El inicio del ataque de *T. tabaci* en las plantaciones se acorta a la medida en que la siembra se efectúa tardíamente, según el ciclo del cultivo. La mayor reducción en los rendimientos del cultivo se produce, cuando plantas jóvenes son atacadas por 10 ó más trips y cuando el ataque se produce en plantas de hasta 60 días con altas densidades de la plaga.

Palabras claves: *Thrips tabaci*, Cebolla, Daños.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION AND EXTENT OF DAMAGE CAUSED BY *Thrips tabaci* ON ONION IN CUBA. The damage caused by *T. tabaci* on onion was studied by describing the sequence of damage development at different phenological phases of the crop. The incidence and seasonal abundance of the pest on crops with different sowing dates was also recorded. The extent of damage caused by different levels of artificial thrip infestations on plants of two ages was quantified. It was also determined that the symptoms of attack generally begin to be visible after emission of the fifth leaf. The beginning of the attack on plants becomes shorter as the sowing date gets later in the planting period of the crop. The largest yield reductions of the crop occur when young plants are attacked by 10 or more trips, and when plants 60 days old, are infested by high pest densities.

Key words: *Thrips tabaci*, Onion, Damages.

INTRODUCCION

Thrips tabaci Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) conocido como trips de la cebolla, se encuentra presente en todas las regiones donde se cultiva esta planta (Wilcox y Shirck 1954) y es quizás la plaga más importante de este cultivo (Cermeli 1975). En Cuba, se ha informado del ataque de esta especie en cebolla, ajo, col, lechuga y crucíferas (Alayo 1980). El ataque de trips es visible cuando las poblaciones son abundantes, especialmente en plantas desarrolladas. En cebolla se observa mayor intensidad de los daños en los últimos meses del ciclo de cultivo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los daños producidos por *T. tabaci* en plantas de

cebolla y la relación entre la época de siembra, aparición y desarrollo de la plaga, con respecto a la edad del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Este experimento se realizó en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) ubicada en la finca «Delicias Grandes» de Alquizar, provincia de La Habana, Cuba.

Para la caracterización del daño producido por *T. tabaci*, durante todo el ciclo de cultivo se observaron con un microscopio estereoscópico, 10 plantas de cebolla de la variedad Red Creole, escogidas semanalmente al azar, de una parcela de 200 m², en la que se realizaron todas las labores agronómicas y fitosanitarias requeridas para el cultivo, excepto la aplicación de insecticidas. En cada planta seleccionada se revisaron todas las hojas, iniciando por las de mayor edad. Para cada

Recibido: 09/05/96. Aprobado: 07/07/98.

*Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Gaveta 634 CP 11300. Playa. Ciudad de La Habana, Cuba.

planta se registraron los daños ocasionados por la plaga y su evolución espacial en relación con las poblaciones presentes y el estado de desarrollo de las mismas.

La incidencia y abundancia estacional del insecto se estudió en tres parcelas sembradas en forma escalonada entre octubre y diciembre. En cada una de ellas se recolectó una muestra semanal de 100 plantas, seleccionadas al azar, que fueron revisadas en el laboratorio con el empleo de un microscopio estereoscópico, para determinar la cantidad de insectos presentes. Cada parcela tenía un área de 400 m², y la variedad utilizada fue Red Creole. En cada parcela se realizaron todas las prácticas de cultivo recomendadas excepto la aplicación de insecticidas contra trips.

Para determinar la magnitud de los daños producidos por *T. tabaci* se realizó un experimento con infestación artificial de plantas de cebolla, de dos edades diferentes dentro de la fase de crecimiento vegetativo, y con distintas cantidades de trips. Se construyeron jaulas rectangulares, de paredes de malla, con dimensiones de 1,20 x 0,40 x 0,58 m divididas en tres compartimentos iguales, todos sus lados se cubrieron con tela de nailón. En la jaula se colocaron tres macetas, cada una con una planta de cebolla. Se utilizó un diseño bifactorial (6x2) completamente al azar y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: 0, 1, 3, 10, 20 y 30 trips por planta de cebolla, de dos intervalos de edades, 21-40 y 41-60 días después de la germinación. Para evaluar el resultado, según los componentes de rendimiento (diámetro y peso de cada bulbo) en la interacción de los dos factores en estudio (estado de desarrollo de las plantas e índice de infestación por trips), se procesaron los resultados obtenidos mediante análisis de varianza bifactorial y las medias se compararon con la prueba test de Duncan para un 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los daños ocasionados por *T. tabaci* en cebolla están dados por la forma en que este insecto, tanto en sus estadios larvales como los adultos, se alimentan, ocasionando diminutas lesiones plateadas en el follaje. Esto es consecuencia del raspado de los tejidos de la superficie foliar con sus piezas bucales y la extracción de savia de las células subepidérmicas. La manifestación de estos daños muestra una secuencia que es dependiente del

desarrollo de las plantas y del crecimiento de la población de insectos y por tanto, evoluciona según la intensidad con que este se produzca.

El inicio de los daños es difícil de observar a simple vista, porque los trips que colonizan las plantas son adultos alados que se introducen en la parte protegida que proporcionan las vainas de las hojas en la zona del falso tallo. Las larvas nacidas de estos adultos, originan las primeras colonias y ellas producen los primeros daños que se observan, fundamentalmente en las plantas que poseen cinco o más hojas. Las plantas con menor cantidad de hojas casi no ofrecen protección a los trips, debido a la forma cilíndrica del limbo de las hojas y lo ajustado de las vainas finas en el pequeño falso tallo. Por esta razón, en ellas raramente se observan insectos y daños.

Las colonias de trips están inicialmente compuestas por pocos individuos que debido a su fototaxismo negativo, se mantienen en el área de las vainas, alimentándose de la hoja más joven y de la parte interior del limbo de la hoja que la precede en crecimiento. La manera sucesiva en que crecen las hojas de cebolla, en la que la hoja más joven pasa por la vaina de la ya crecida, favorece la forma en que se producen estos primeros daños. La revisión, al microscopio estereoscópico, de plantas con cinco y hasta ocho hojas, permitió observar lesiones extensas en la hoja en formación y el inicio de lesiones ocasionadas por colonias de trips cada vez mayores, sobre las hojas que la rodean. En la medida en que éstas crecen las áreas dañadas se desplazan hacia arriba, y comienzan a ser visibles, aún sin abrir las hojas.

La mayor cantidad de trips, de todos los estadios, y las lesiones más importantes se encontraron siempre en la zona de las hojas más próxima al falso tallo, favorecidas por la forma plana ó ligeramente acanalada de la parte interior de las hojas desarrolladas, que proporcionan adecuada protección a las colonias de insectos.

Algunas partes dañadas de la planta, con pequeñas colonias residuales de estadios inmaduros y adultos alados aislados, forman parches y pueden encontrarse en partes de las hojas alejadas del falso tallo y la parte interior y área exterior. Esto se debe a que antes de concluir su crecimiento, el falso tallo estuvo en contacto con las vainas de otras hojas, las cuales sirvieron de refugio a poblaciones importantes.

En las plantas que tenían más de ocho hojas, los daños fueron generalizados y su grado de intensidad variado. Las lesiones más severas siempre se observaron en la cercanía de la vaina, acompañadas de colonias abundantes; además

se detectaron individuos alados diseminados por el limbo, y lesiones visibles y de consideración en la mayor parte del área de cada hoja.

Respecto a la incidencia y abundancia estacional de *T. tabaci*, se observó que en la siembra temprana (20-octubre) la infestación se inició después de los 70 días de la germinación de las plántulas, mientras que en el caso de la siembra intermedia (21-noviembre) este tiempo se redujo a 60 días. La siembra tardía (30-diciembre) comenzó a ser infestada poco después de los 20 días de la germinación (Fig. 1). Las poblaciones de trips mostraron tendencia a crecer continuamente durante todo el desarrollo fenológico de las plantas, favorecidas por las condiciones climáticas predominantes durante los meses de incidencia de la plaga (escasas precipitaciones y temperaturas medias superiores a 21°C y con tendencia a aumentar (Cuadro 1). Estas condiciones son comunes durante la época de cultivo de la cebolla en Cuba. En la última parcela del experimento, la alta infestación de trips, provenientes de áreas colindantes ocasionaron una fuerte invasión inicial de adultos alados. Sin embargo, con la aparición del depredador *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) la población mostró un crecimiento moderado; también incidió el inicio de altas precipitaciones. Se obtuvo una alta correlación entre el aumento de la cantidad de insectos por semana y la edad de las plantas (Cuadro 2). Estos resultados confirman lo señalado por varios investigadores (Thurston y Horne 1908,

Harding 1961, Vera y Barceló 1979, Edelson *et al.* 1986, Lorini y Guimarás 1986), de que la infestación de trips crece gradualmente, como resultado del reforzamiento de las poblaciones dentro del campo, favorecidas por precipitaciones escasas y temperaturas altas.

El peso de los bulbos producidos por plantas libres de infestación (Cuadro 3) difirió significativamente ($P < 0,05$) de los obtenidos de plantas infestadas por *T. tabaci*. Los mejores resultados se observaron en plantas con el menor número de especímenes(1). Las plantas con altas infestaciones (20 y 30 trips) produjeron los bulbos de menor peso; no se observaron diferencias significativas entre ellas.

Cuando la infestación ocurrió en plantas mayores de 40 días, el peso de los bulbos fue significativamente ($P < 0,05$) superior a los producidos por plantas de menor edad (Cuadro 3).

En general, los mejores resultados se obtuvieron cuando se propiciaron infestaciones bajas en plantas de más de 40 días. Se observó que con infestaciones de 20 ó 30 insectos, en plantas de cualquiera de las dos edades evaluadas, los bulbos tenían un peso significativamente ($P < 0,05$) menor que las plantas con menos insectos.

El diámetro de los bulbos (Cuadro 3) disminuyó ($P < 0,05$) según aumentó la cantidad de *T. tabaci* sobre las plantas. Se determinó que esta disminución resulta significativamente diferente ($P < 0,05$) cuando la infestación se produjo en plantas de 40 días o menos.

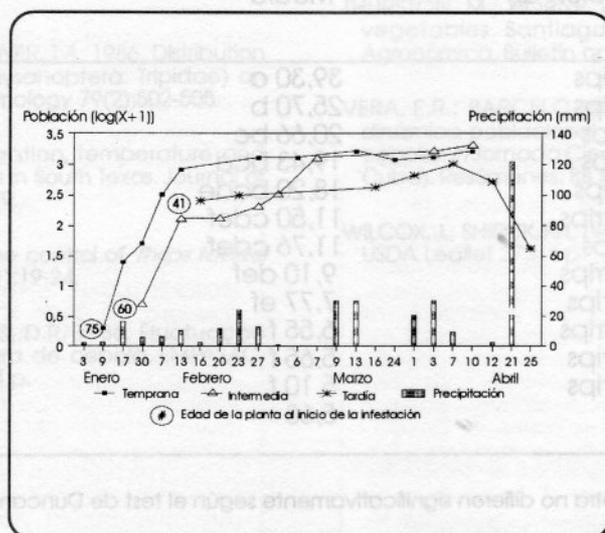


Fig. 1. Incidencia y abundancia estacional de *T. tabaci* en siembras escalonadas de cebolla.

CUADRO 1. Temperatura promedio durante el período de incidencia de *T. tabaci* en cebolla. Alquízar, La Habana, Cuba.

Meses	Temperatura media (°C)
Enero	21,77
Febrero	21,69
Marzo	22,61
Abril	23,34

CUADRO 2. Coeficientes de correlación y determinación del análisis de regresión entre el número de *T. tabaci* por conteo y edad de las plantas de cebolla. La Habana, Cuba.

	Siembra Temprana	Siembra Intermedia	Siembra Tardía
r	0,94	0,92	0,90
r^2	0,89	0,86	0,81

CUADRO 3. Efecto de diferentes índices de infestación de *T. tabaci* sobre el peso y el diámetro de bulbos producidos por plantas de cebolla, infestadas artificialmente a distintas edades. La Habana, Cuba.

Interacción entre edad de las plantas infestadas - índice de infestación de <i>T. tabaci</i> .	Peso de los bulbos (g) Media*	Diámetro de los bulbos (cm) Media*
+ 40 días - 0 trips	39,30 a	4,14 a
+ 40 días - 1 trips	25,70 b	3,75 ab
- 40 días - 0 trips	20,66 bc	3,29 ab
- 40 días - 1 trips	19,43 bcd	3,30 ab
+ 40 días - 3 trips	18,20 bcde	3,05 abc
+ 40 días - 10 trips	11,50 cdef	2,81 bcd
- 40 días - 3 trips	11,76 cdef	2,67 bcde
+ 40 días - 20 trips	9,10 def	2,09 cde
- 40 días - 10 trips	7,77 ef	2,05 cde
+ 40 días - 30 trips	6,55 f	1,65 de
- 40 días - 20 trips	5,65 f	1,62 de
- 40 días - 30 trips	5,10 f	1,58 e
D.S.	5,68	0,62

* Medias con igual letra no difieren significativamente según el test de Duncan al 5%.

El diámetro de los bulbos fue menor en las plantas que se infestaron con las mayores cantidades de *T. tabaci* (20 y 30 especímenes); el menor diámetro se obtuvo en plantas de 21 a 40 días infestadas con 30 insectos, con respecto a plantas de más edad y con poca cantidad de insectos (1 y 3 especímenes por planta).

La infestación con 10 insectos en plantas de 21 a 40 días mostró un efecto negativo significativo, en el peso y diámetro de los bulbos. Esto puede explicarse por la temprana edad en que fueron infestadas las plantas y porque esta plaga tiene un desarrollo rápido, favorecido por su condición partenogénética. Esto concuerda con los criterios de Kisha (1979) que señaló que el nivel crítico en condiciones de campo es de 5-10 ninfas por planta.

Los resultados de esta investigación demostraron que el momento en que ocurre la infestación de *T. tabaci* presentes en las plantas de cebolla, es de gran importancia en el rendimiento (peso y diámetro de los bulbos), así como la cantidad de insectos, lo cual concuerda con lo informado por Roberto y Guimaráes (1984).

En Cuba, según Muñoz y Prats (1984) las mayores probabilidades de obtener altos rendimientos en cebolla, con bulbos bien formados, corresponden a las siembras del mes

de octubre, debido a que las temperaturas más bajas de los meses de diciembre y enero favorecen el crecimiento y desarrollo del cultivo. Además, Lorini y Guimaráes (1986) informaron que la densidad de *T. tabaci* aumenta con la disminución de las precipitaciones pluviales y con el incremento de la temperatura. Por esta razón, es importante que la siembra se realice en los meses recomendados, para que la población máxima del insecto (febrero y marzo) coincidan con una fenología avanzada del cultivo.

CONCLUSIONES

T. tabaci ocasiona lesiones en las plantas de cebolla que tienen cinco hojas o más. Los daños se extienden y generalizan con el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Cuando se retrasa la siembra la plaga ataca más temprano las plantas. Este ataque se intensifica con los períodos secos y el aumento de la temperatura, condiciones típicas de los últimos meses de desarrollo del cultivo en Cuba.

En siembras tempranas la plaga puede aparecer a los 70 días después de la germinación y en siembras tardías a los 20 días después de la germinación.

LITERATURA CITADA

- ALAYO, P. 1980. Introducción al estudio del Orden Thysanoptera en Cuba. Informe Científico-Técnico. Instituto de Zoología. Academia de Ciencias de Cuba. No. 148. s.p.
- CERMELI, M. 1975. Amarillidáceas. Cebolla y Ajo. FUSAGRI, (Venezuela). no. 39. 95 p.
- EDELSON, J.V.; CARTWRIGHT, B.; ROYER, T.A. 1986. Distribution and impact of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on onion. *Journal of Economic Entomology* 79(2):502-505.
- HARDING, J.A. 1961. Effect of migration, temperature and precipitation on thrips infestations in South Texas. *Journal of Economic Entomology* 54(1):77-79.
- KISHA, J.S.A. 1979. Insecticides for the control of *Thrips tabaci* on onions in the Sudan PANS 25(1):19-24.
- LORINI, I.; TORRES, L.; GUIMARAES, D.R. 1986. Fluctuação populacional de tripses na cultura de cebola. EMPASAC. Pesquisa em Andamento (62):1-4 p.
- MUÑOZ, L.; PRATS, A. 1984. Investigaciones sobre las variaciones en los rendimientos de la cebolla en Cuba. La Habana, Cuba. Editorial Academia. Separata no. 69. 69 p.
- ROBERTO, E.S.; GUIMARAES, D.R. 1984. Inciência e danos de tripses em cultivares de cebola recomendadas para Santa Catarina. EMPASAC. Pesquisa em Andamento (27)4. s.p.
- THURSTON, M.; HORNE, W.T. 1908. Insects and diseases of vegetables. Santiago de las Vegas, Estación Central Agronómica. Bulletin no. 12.
- VERA, E.R.; BARCELO, W. 1979. Resultado preliminar de la dinámica poblacional de *Thrips tabaci* en el cultivo de la cebolla. In *Jornada Científica I.N.I.S.A.V.* (1, 1979, La Habana, Cuba). Resúmenes. 88 p.
- WILCOX, J.; SHIRCK, F.H. 1954. The onion thrips how to control it. USDA Leaflet 373. 4 p.

RECONOCIMIENTO, CARACTERIZACION MORFOLOGICA E INCIDENCIA DE *Neozygites fresenii* EN LA REGULACION NATURAL DE AFIDOS EN ANDALUCIA-ESPAÑA*

Saúl Edgardo Méndez Sánchez**
Cándido Santiago Álvarez***

RESUMEN

Se efectuó al reconocimiento, caracterización y determinación de la incidencia natural del hongo entomofthoral *Neozygites fresenii* sobre las poblaciones de áfidos no identificados de la familia Aphididae, en cultivos de alfalfa, lechuga, remolacha y tomate. El estudio que se llevó a cabo en las Provincias Andaluzas de Córdoba y Cadiz. Este estudio constituye la primera investigación de esta índole que se realiza en España. Se describen los síntomas de la micosis, las características morfológicas y los datos de incidencia estacional que permitieron conocer el desarrollo de la micosis y el posible carácter epizootico de la especie en estudio.

Palabras clave: Control biológico, España, Afidos, Entomofthoral, *Neozygites fresenii*, Presencia estacional.

ABSTRACT

RECOGNITION, CHARACTERIZATION OF MORPHOLOGY AND INCIDENCE OF *Neozygites fresenii* IN THE NATURAL REGULATION OF APHIDS IN ANDALUCIA-SPAIN. The present research consisted of the recognition, characterization and determination of the natural incidence of the Entomophthoralian fungus *Neozygites fresenii*, in unidentified aphid populations of the family Aphididae, in alfalfa, lettuce, beetroot and tomato crops. The research was performed in the Andalusian Provinces of Córdoba and Cadiz, and it is the first of this kind carried out in Spain. The symptoms of mycosis, morphological characteristics and temporal incidence data that revealed the development of the entomophthoromycosis and the possible epizootic nature of the species under study, are described.

Key words: Biological control, Spain, Aphids, Entomophthorales, *Neozygites fresenii*, Seasonal occurrence.

INTRODUCCION

Los hongos entomofthorales tienen amplia distribución y capacidad para causar epizootias, lo que los convierte en importantes agentes reguladores de ocurrencia natural, los cuales manejados adecuadamente pueden ser de utilidad para el control microbioal de insectos plagas en ecosistemas agrícolas y forestales.

En las dos últimas décadas, algunos de estos hongos han sido muy estudiados para su empleo en el control biológico de plagas, especialmente de áfidos (Wilding 1981b; Latgé y Papierok 1988).

Neozygites fresenii, es reconocido por su capacidad de originar micosis importantes en las poblaciones de homópteros de la familia

Aphididae (Latgé y Papierok 1988). Además, esta especie establece una estrecha relación con sus hospedantes, lo cual le confiere un elevado grado de adaptabilidad, expresado por sus características de especificidad, patogenicidad y virulencia. Esta especie se caracteriza por formas y estructuras que son típicas y propias de su género.

Aún cuando las condiciones microclimáticas de la región semiárida Andaluza en España son consideradas desfavorables, el rocío y el riego aportan la humedad necesaria para el desarrollo de *N. fresenii*, este aprovechará cortos intervalos de tiempo de alta humedad y posiblemente, no requiere lluvia ni períodos largos de rocío para la transmisión de la micosis. Por tanto, parece estar adaptado a ambientes relativamente secos (Latgé y Papierok 1988). Además posee amplia capacidad de dispersión aérea de sus conidias, lo cual le permite la distribución rápida en grandes extensiones (Steinkraus 1995).

Se ha informado de epizootias de *N. fresenii* en *Aphis gossypii* en algodón (Silvie y Papierok, 1991; Steinkraus *et al.* 1995a), y en habas (Rabasse y Dedryver 1982).

Recibido: 13/10/97. Aprobado: 07/07/98.

*Parte de la Tesis Doctoral en Ciencias Agrícolas del primer autor. Universidad de Córdoba-España.

**Universidad Estadual de Santa Cruz, Ilheus-Bahía, Brasil. EMail: saul@jacaranda.uesc.br

***Cátedra de Entomología Agrícola, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, ETSIAM, Universidad de Córdoba. Apartado de Correos 3048. 14080 Córdoba-España.

Dedryver (1978) en una evaluación realizada con habas cultivadas en invernadero y mediante la introducción de áfidos inoculados con *N. fressenii* (en laboratorio) informó que la autodiseminación del patógeno para inducir la formación de epizootias, permite un control excelente de *Aphis fabae*.

El objetivo de este estudio fue realizar un reconocimiento, caracterización y determinación de incidencia estacional al de *N. fressenii* en las poblaciones de áfidos, en la región Andaluza, España.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron muestreos semanales, en cultivos de alfalfa, lechuga, remolacha y tomate, principalmente en la Provincia de Córdoba, cubriendo una área aproximadamente de 60 km.

Los muestreos se llevaron a cabo en diferentes épocas del año, desde febrero de 1992 y hasta junio de 1995.

Los insectos con sintomatología asociada a muerte por micosis fueron recogidos, así como el sustrato vegetal al cual estaban adheridos (Keller 1987). En las siguientes 24 h se procedió a la identificación del hongo y del hospedante.

Se utilizó una lupa estereoscópica, para el reconocer y caracterizar las estructuras del patógeno asociadas a la cutícula del insecto tales como: presencia o ausencia de rizoides, crecimiento y coloración del micelio, estado de desarrollo de los conidióforos y formación de conidias. Después los cadáveres fueron colocados en una cámara húmeda sobre porta objetos, para favorecer el crecimiento de conidias primarias.

Para la formación de conidias secundarias, algunos portaobjetos con conidias primarias se mantuvieron en la cámara húmeda por períodos de tiempo variable.

Se realizó un análisis mediante un microscopio compuesto para el reconocimiento y caracterización detallada de las estructuras del hongo, de acuerdo con los trabajos de Ben-Ze'ev y Kenneth (1986); Humber (1989); Keller (1987; 1991a); Papierok (1989); y Remaudière y Keller (1980).

En el proceso de tinción de estructuras, se siguió la metodología de Keller (1987); el colorante utilizado fue lactofenol-aceto-orceína (LPAO) en proporción 1:1 para la tinción del género *Neozygites*.

Después de las observaciones macro y microscópicas, se realizó un estudio biométrico de

las principales estructuras. En éste se utilizaron series de 50 muestras, obtenidas a partir de un mismo insecto atacado por el hongo. Los aspectos evaluados fueron longitud y diámetro de las conidias primarias, y en algunos casos, de las conidias secundarias, diámetro de núcleos y longitud de tubos capilares.

De cada serie de conidias, se registraron los valores mínimos y máximos y las medias de longitud y diámetro (L x D) en micras μm , así como la relación longitud/diámetro (L/D), siguiendo la metodología de Keller (1987; 1991a).

El proceso biométrico fue realizado por digitalización de la imagen, utilizando el programa IMAGO desarrollado por el Servicio de Microscopía Electrónica y de Tratamiento y Análisis de Imagen, de la Universidad de Córdoba, España.

RESULTADOS Y DISCUSION

Reconocimiento y caracterización de *Neozygites*. Los insectos atacados por el hongo presentaban todo el cuerpo cubierto por una esporulación marrón grisácea o marrón oscura debido a la formación de conidias; otros mostraban una tonalidad violeta. Todos los insectos estaban conectados al floema por su estilete articulado, sin la presencia de rizoides.

Además se observaron conidias redondeadas tetranucleadas y la presencia de capiloconidias permitió identificar el hongo como del género *Neozygites*.

Se observó cuerpos hifales, regulares y esféricos, con núcleos teñidos intensamente en LPAO 1:1. Conidióforos unicelulares y simples, con ensanchamiento terminal en la región de la formación conidial y ausencia de cistidias.

Las conidias primarias de apariencia homogéneas, relativamente pequeñas, hialinas, tetranucleadas, globosas, unitunicadas y de superficie rugosa; la papila basal cilíndrica ligeramente redondeada y truncada (Fig. 1a, 1b). Las dimensiones medias de las conidias se presentan en el Cuadro 1. Los núcleos poco teñidos en LPAO 1:1, eran entomoforoideos y con diámetro medio de 2,0 a 2,2 μm . (Cuadro 1).

Las conidias secundarias del tipo I, formadas en la extremidad de un conidióforo lateral corto, eran similares a las primarias, pero de menor tamaño (Fig. 1c).

Las capiloconidias o conidias secundarias del tipo II, se originaban en la extremidad de un tubo capilar bastante largo y delgado (Fig. 1d y 1e).

Las dimensiones medias de las capiloconidias y de los tubos capilares se indican en el Cuadro 2.

En los análisis no se observaron áfidos con esporas de reposo.

Incidencia del entomopatógeno. Se realizaron 106 muestreos de campo, de los cuales 72 fueron en alfalfa, 15 en lechuga, 8 en remolacha y 11 en tomate. De los realizados en tomate, 10 contenían áfidos afectados por *N. fresenii*, cuyos datos de incidencia temporal permitieron conocer el desarrollo de la micosis y su carácter epizootico, durante los meses de junio y julio de

1994, meses en que la infección alcanzó niveles que se pueden considerar epizooticos (Fig. 2). Es importante resaltar que los cultivos de tomate se encontraban bajo sistema de riego en surcos terrestres, situados en la margen izquierda del Río Guadalquivir.

Sobre la incidencia en los cultivos de alfalfa, lechuga y remolacha, no fue posible establecer consideraciones de mortalidad a niveles epizooticos, debido entre otras cosas a que estos cultivos tenían riego por aspersión y pivot-central en el caso de remolacha, lo que en cierta medida reduce la densidad poblacional de áfidos.

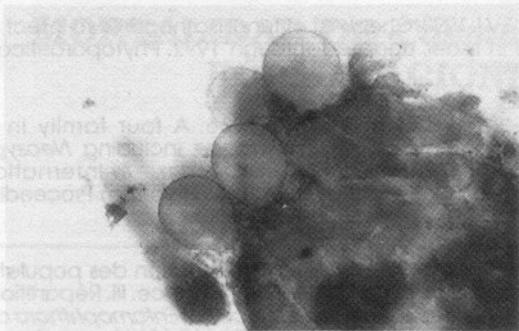
CUADRO 1. Medidas de las conidias primarias, número y diámetro medio de los núcleos de *Neozygites fresenii*.

No. Referencia	Fecha	Número de Serie	Conidias Primarias mm L x D	L/D	Núcleos	
					Número	Diámetro mm
494	10/12/92	2	21,04 - 21,24 x 15,72 - 15,78	1,34 - 1,35	4,00	2,0
725	25/ 5/94	8	16,19 - 18,02 x 13,33 - 14,22	1,20 - 1,32	4,00	2,2
726	25/05/94	1	17,81 x 13,78	1,27	4,00	-
732	08/06/94	2	16,85 - 17,25 x 13,89 - 13,96	1,20 - 1,25	4,00	-
733	09/06/94	2	18,23 - 18,25 x 14,30 - 14,32	1,27 - 1,28	4,00	-
741	20/06/94	2	17,98 - 18,67 x 13,99 - 14,88	1,25 - 1,28	4,00	-
743	21/06/94	1	18,21 x 14,35	1,27	4,00	-
765	07/07/94	2	18,22 - 18,23 x 14,30 - 14,32	1,27	4,00	-
809	16/11/94	1	17,38 x 13,99	1,24	4,00	-
824	29/11/94	2	18,24 x 14,28	1,27	4,00	-

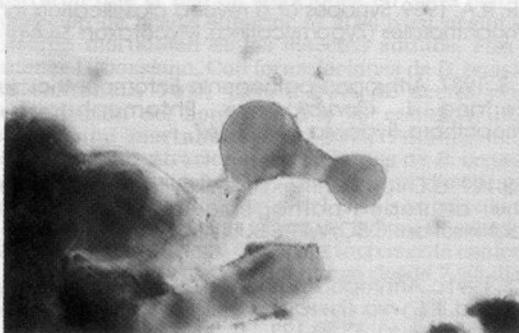
CUADRO 2. Medidas de las capiloconidias y de los tubos capilares de *Neozygites fresenii*.

No. Referencia	Fecha	Número de Serie	Capiloconidias mm LxD	Relación L/D	Long. Tubos Capilares mm
725	25/05/94	1	22,42 x 11,36	1,97	47
732	08/06/94	1	22,39 x 11,56	1,94	-
733	09/06/94	1	22,39 x 11,34	1,97	-
741	20/06/94	1	23,06 x 12,16	1,90	-
743	21/06/94	1	22,40 x 11,38	1,96	60
765	07/07/94	1	22,39 x 11,46	1,95	-
809	16/11/94	1	23,03 x 12,15	1,89	36

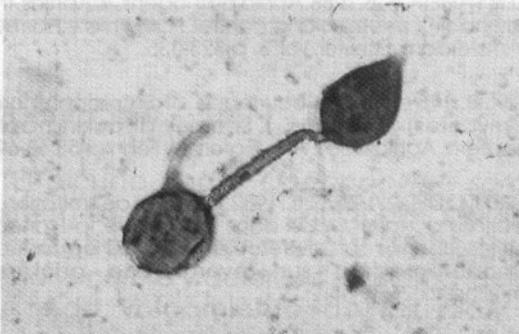
a)



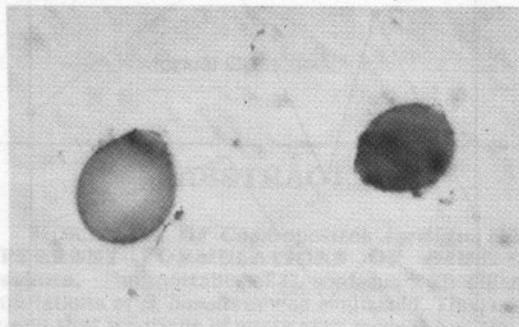
c)



e)



b)



d)

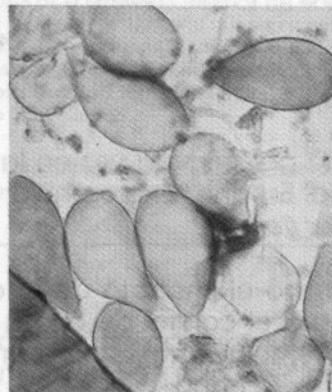


Fig. 1. Estructuras de *N. fresenii* en Homoptera-Aphididae (Tinción LPAO): a) conidióforos y la formación de conidias primarias. b) conidias primarias sueltas, c) conidia secundaria tipo I, d) conidias secundarias tipo II, e) capiliconidia típica del género.

Con respecto a la presencia estacional y la especificidad del cultivo, *N. fresenii* se encontró en tomate y lechuga durante la primavera, y en tomate y remolacha durante el verano y en alfalfa principalmente en otoño, nunca en invierno.

Dos de los cultivos donde se encontró el patógeno descrito, alfalfa y remolacha, han sido señalados como hospedante por Ben-Ze'ev (1993) y Keller (1991c), respectivamente.

N. fresenii es la especie más común que ataca al género *Aphis*. Esta especie parece poseer un espectro de hospedantes restringido a homópteros de la familia Aphididae (Ben-Ze'ev

(1993) y Keller, 1987; 1991c). La presencia de este Entomofitoforo ha sido informada para muchos países causando epizootias naturales (Steinkraus *et al.* 1995a).

En este estudio, la especie reconocida tuvo una incidencia en las poblaciones de sus hospedantes, que puede considerarse como epizoótica.

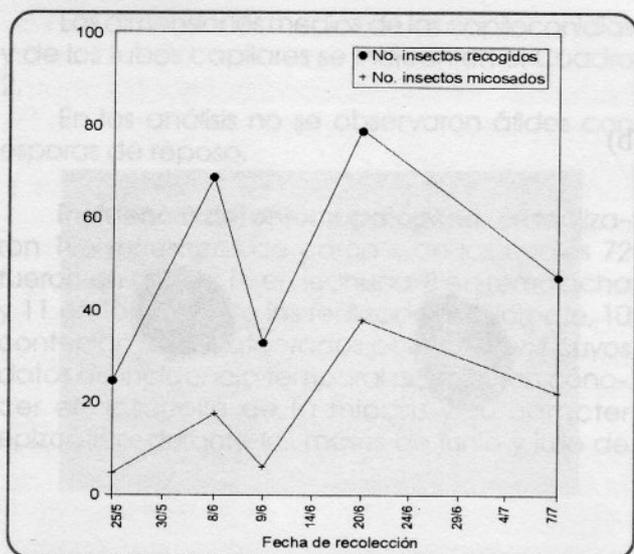


Fig. 2. Incidencia de *Neozygites fresenii* sobre especies de la Familia Aphididae en tomate (1994).

CONCLUSIONES

- Se informa por primera vez en la región de Andalucía, España, la presencia del hongo *Neozygites fresenii*.
- Se determinó el impacto de la especie *N. fresenii* para el control de áfidos en alfalfa, lechuga, remolacha y tomate en la región Andaluza.
- Se reconoce la importancia del riego para favorecer epizootias de *N. fresenii*.
- La presencia de *N. fresenii* en la región semiárida Andaluza, revela el grado de adaptabilidad de la especie en estudio, a los ambientes relativamente secos.

AGRADECIMIENTOS

A CAPES - MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Ministério da Educação, Cultura e Desporto) del Gobierno de Brasil, por el financiamiento de los estudios de Posgrado del primer autor. Al Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, y a la Unidad de Entomología Agrícola y Forestal de la Universidad de Córdoba-España, por la aceptación y el apoyo técnico-científico necesario para el desarrollo de la Tesis Doctoral.

LITERATURA CITADA

- BEN-ZE'EV, I. 1993. Check-list of fungi pathogenic to insect and mites in Israel, updated through 1992. *Phytoparasitica* 21: 213-237.
- BEN-ZE'EV, I.; KENNETH, R.G. 1986. A four family in the Entomophthorales: *Neozygiteaceae*, including *Neozygites* and a new genus, *Thaxterosporium*. In International Colloquium on Invert. Pathol. (IV, 1986, Holanda). Proceedings. p.18-22.
- DEDRYVER, C.A. 1978. Facteurs de limitation des populations d'*Aphis fabae* dans L'Ouest de la France. III. Répartition et incidence des différentes espèces d'*Entomophthora* dans les populations. *Entomophaga* 23:137-151.
- HUMBER, R.A. 1989. Synopsis of a revised classification for the Entomophthorales (Zygomycotina). *Mycotaxon* 34:441-460.
- KELLER, S. 1987. Arthropod-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. I. *Conidiobolus*, Entomophthora and Entomophthora. *Sydowia* 40:122-167.
- KELLER, S. 1991a. Entomophthorales: A key for the identification of the arthropod-pathogenic genera and their characterisation. *IOBC/WPRS BULL.* 14:124-129.
- KELLER, S. 1991c. Arthropod-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. II. *Erynia*, *Eryniopsis*, *Neozygites*, *Zoophthora* and *Tarichium*. *Sydowia*, 43:39-122.
- LATGÉ, J.P; PAPIEROK, B. 1988. Aphid pathogens. In *Aphids, their biology, natural enemies and control*. A.k. Minks y Harrewijn, Eds.. Amsterdam. Elsevier. Vol. B. p.323-335.
- PAPIEROK, B. 1989. On the occurrence of Entomophthorales (Zygomycetes) in Finland. I. Species attacking aphids (Homoptera, Aphididae). *Ann. Entomol. Fennici* 55:63-69.
- RABASSE, J.M.; DEDRYVER, C.C. 1982. Facteurs de limitation des populations d'*Aphis fabae* dans L'Ouest de la France. IV Nouvelles données sur le déroulement des épizooties a entomophthoracées sur féverole de printemps. *Entomophaga* 27:39-53.
- REMAUDIÈRE, G.; KELLER, S. 1980. Révision systématique des genres d'Entomophthoraceae à potentialité entomopathogène. *Mycotaxon* 11:323-338.
- SILVIE, P; PAPIEROK, B. 1991. Les ennemis naturels d'insectes du cottonnier au Tchad: premières données sur les champignons d'Ordre des Entomophthorales. *Cotton fibres Trop.* 46:293-303.
- STEINKRAUS, D.C. 1995. Dispersal of *Neozygites fresenii* over cotton fields. In SIP 28 th. Annual Meeting (1995, Ithaca, New York). Proceedings. p. 59.
- STEINKRAUS, D.C.; HOLLINGSWORTH, R.G.; SLAYMAKER, PH. 1995a. Prevalence of *Neozygites fresenii* (Entomophthorales: Neozygiteaceae) on cotton aphids (Homoptera: Aphididae) in Arkansas cotton. *Environ. Entomol.* 24:465-474.
- WILDING, N. 1981b. Pest control by Entomophthorales. In *Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980* H.D. Burges, Ed.. London, Academic Press. p. 539-554.

MORTALIDAD DE *Cosmopolites sordidus* CON DIFERENTES FORMULACIONES DE *Beauveria bassiana*

Manuel Carballo V.*

RESUMEN

Se evaluó la mortalidad de *C. sordidus* con diferentes formulaciones de *B. bassiana*. Los resultados mostraron que el uso de soluciones en agua con una proporción de aceite superior al 20% o en aceite solo causaron mortalidad de los insectos adultos, aún sin contener *B. bassiana*. Con formulaciones de *B. bassiana* que contenían 10%, 15% o 20% de aceite y una concentración del hongo de 5×10^8 conidios/ml, se observó una mortalidad del 100%. Finalmente, se evaluaron concentraciones ascendentes de *B. bassiana* desde 1×10^7 hasta 5×10^8 conidios/ml disueltas en agua con aceite en proporción del 15% y se calculó una CL₅₀ de $4,4 \times 10^7$ y una CL₉₅ de $2,7 \times 10^8$ conidios/ml. El tiempo medio letal (TL₅₀) se incrementó conforme se redujo la concentración del hongo desde 7,95 días a 29,6 días.

Palabras claves: *Cosmopolites sordidus*, *Beauveria bassiana*, Control biológico, Formulaciones.

ABSTRACT

MORTALITY OF *Cosmopolites sordidus* WITH DIFFERENT FORMULATIONS OF *Beauveria bassiana*. The mortality of *C. sordidus* with different formulations of *B. bassiana* was evaluated. The results showed that solutions of water with more than 20% oil, or pure oil, led to adult insect mortality even without *B. bassiana*. With *B. bassiana* formulations of 10%, 15% or 20% oil and 5×10^8 fungal conidia/ml, 100% mortality was observed. Finally, increasing concentrations of *B. bassiana*, from 1×10^7 up to 5×10^8 conidia/ml in water with 15% oil, were evaluated and a LC₅₀ of $4,4 \times 10^7$ and a LC₉₅ of $2,7 \times 10^8$ conidia/ml were calculated. Corresponding to decreasing fungal concentration, the half lethal time (LT₅₀) increased from 7.95 days to 29.6 days.

Key words: *Cosmopolites sordidus*, *Beauveria bassiana*, Biological control, Formulations.

INTRODUCCION

El picudo negro *Cosmopolites sordidus* (Germar) es una de las principales plagas de plátano y banano (Peña *et al.* 1993). Este insecto perfora el cormo y deteriora el sistema radicular causando volcamiento de las plantas y consecuentemente reduciendo el rendimiento. En áreas altamente infestadas por esta plaga en Florida, el Caribe y Centroamérica, las pérdidas oscilan entre el 30% y 90% de la producción (Peña *et al.* 1993).

Sirjusingh *et al.* (1992) y Kermarrec *et al.* (1993), señalaron que los hongos imperfectos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* son los agentes más promisorios para el control biológico de esta plaga. El potencial de estos hongos ha sido estudiado por Batista Filho *et al.* (1987) y Busoli *et al.* (1989), quienes informan que *B. bassiana* produjo mortalidad alta y buena efectividad sobre el insecto. Peña *et al.* (1993) en una evaluación de tres aislamientos de *B. bassiana* informaron que aunque los tres aislamientos infectaron a *C. sordidus*, la virulencia fue diferente entre ellos. Asimismo, Brenes y Carballo (1994) en pruebas con 24 aislamientos de este hongo

entomopatógeno, aplicados en suspensión con agua determinaron que solo seis de ellos tenían potencial para el control microbiano del insecto, siendo los más promisorios RL-9 y A4, con porcentajes de mortalidad de 97,5% y tiempos medios letales de 6,3 y 8,92 días respectivamente. Además, determinaron la concentración letal media (CL₅₀) del aislamiento A4 en $7,89 \times 10^7$ conidios/ml y la CL₉₀ en $2,67 \times 10^9$ conidios/ml. Prior *et al.* (1988) señalaron, que la formulación de *B. bassiana* en aceite incrementa su eficacia contra insectos, comparada con formulaciones en agua. El objetivo de este estudio fue determinar la factibilidad de utilizar aceite como vehículo para preparar las suspensiones de *B. bassiana* que se aplican a adultos de *C. sordidus*.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron cuatro bioensayos en el Laboratorio de la Unidad de Fitoprotección en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, entre el 30 de octubre de 1994 y abril de 1995. La metodología para la recolección de adultos de *C. sordidus* en el campo, la alimentación de los insectos y el manejo de los bioensayos fue similar a la utilizada por Brenes y Carballo (1994). Los insectos utilizados

Recibido: 12/06/97. Aprobado: 07/07/98.

*Área de Fitoprotección, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica..

fueron recolectados en plantas de plátano mediante trampas de pseudotallo, por lo que la edad de éstos no fue homogénea. El aislamiento de *B. bassiana* utilizado fue el 113 obtenido de broca del café, *Hypothenemus hampei* Ferrari (Col: Scolytidae), procedente de Nicaragua y evaluado por el CATIE para el control de *C. sordidus*.

Bioensayo 1: Se evaluó el efecto de diferentes formulaciones y tipos de aplicación de *B. bassiana* sobre la mortalidad de *C. sordidus*. Se utilizó un experimento factorial; los parámetros utilizados fueron: a. aplicación y no aplicación de *B. bassiana*, en una concentración de 5×10^8 conidios/ml. b. forma de aplicación, tópico y asperjado. El asperjado consistió en la aplicación del hongo mediante un microaspersor Devilbiss y el tópico de la aplicación de una gota de 0,03 ml utilizando una pipeta. c. tipo de formulación (agua, aceite de soya y una emulsión de agua + aceite de soya en una relación de 1:1). En total se evaluaron 12 tratamientos, incluyendo los respectivos testigos, se realizaron tres repeticiones y 10 insectos por repetición. Se evaluó la mortalidad diaria de *C. sordidus* y se realizó un análisis de varianza con una prueba de Tukey al 5%.

Bioensayo 2: Se evaluó el efecto de diferentes proporciones de aceite sobre la mortalidad de *C. sordidus*. Se utilizaron 5 proporciones de aceite de soya en agua 5%, 10%, 20%, 30% y 40% y un testigo (agua). Se utilizó un diseño de bloques al azar, tres repeticiones y 10 insectos por repetición. El método de aplicación fue el asperjado mediante microaspersor (Devilbiss, Co). Se evaluó la mortalidad diaria para obtener el respectivo porcentaje, el cual fue procesado mediante un análisis de varianza y una prueba de Tukey al 5%.

Bioensayo 3: Se evaluó la mortalidad de *C. sordidus* utilizando *B. bassiana* en diferentes proporciones de aceite. Los tratamientos utilizados fueron soluciones de *B. bassiana* con una concentración de 5×10^8 conidios/ml que contenían agua y aceite de soya, en proporción del 10%, 15% y 20% y los respectivos testigos sin el hongo. Se utilizó un diseño de bloques al azar, tres repeticiones y 10 insectos por repetición. Las soluciones se asperjaron con un microaspersor (Devilbiss, Co.). Se evaluó la mortalidad diaria y se realizó un análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad y un análisis de próbitos de mortalidad en el tiempo para determinar el tiempo letal medio (TL₅₀) para cada tratamiento.

Bioensayo 4: Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de *B. bassiana* sobre la mortalidad de *C. sordidus* para determinar la concentración letal media. Se utilizaron concentraciones del hongo de 1×10^7 , 5×10^7 , 1×10^8 y 5×10^8 conidios/ml y un testigo sin el hongo. La solución asperjada contenía 15% de aceite de soya en agua. Se utilizaron nueve insectos por tratamiento y tres repeticiones. Se evaluó la mortalidad diaria para determinar el TL₅₀ y el porcentaje de mortalidad. Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza y análisis de próbitos para el cálculo de el TL₅₀ y la CL₅₀.

RESULTADOS Y DISCUSION

Bioensayo 1: No se detectaron diferencias significativas por efecto de la aplicación del hongo sobre el porcentaje de mortalidad, el cual alcanzó 60%, tanto con el tratamiento con *B. bassiana* como con el testigo. Es necesario resaltar que el análisis factorial para esta variable indica los promedios de todos los tratamientos con el hongo, así como los promedios de los tratamientos sin hongo, incluyendo los testigos en agua, en aceite y en aceite con agua, así como la mortalidad del testigo, la cual se debió principalmente al efecto del aceite. Tampoco se encontraron diferencias con respecto a la forma de aplicación; la mortalidad alcanzada con la aplicación tópica del hongo fue de 65% y con la aspersión del mismo 55%. Para la formulación se determinaron diferencias significativas ($P < 0,05$). La formulación en aceite, y en aceite con agua, produjeron una mortalidad de 85%, mientras que la formulación en agua solo alcanzó 8% (Fig. 1). En los promedios de esta variable se incluyen tanto los tratamientos con *B. bassiana* como los testigos.

Uno de los objetivos de la formulación es mejorar la efectividad del producto sobre el insecto. Al respecto, Prior *et al.* (1988), indican que la penetración de la suspensión de conidios en el insecto es facilitada por las propiedades cutinofílicas del aceite, el cual permiten que mayor número de conidios alcancen las membranas intersegmentales susceptibles.

Bioensayo 2: La proporción de aceite en la formulación tuvo efecto significativo ($P < 0,05$), sobre la mortalidad de *C. sordidus* (Fig. 2). Los tratamientos en agua y en agua con 5% ó 10% de aceite, presentaron menos del 5% de mortalidad, mientras que los tratamientos con 20%, 30%

y 40% de aceite presentaron una mortalidad entre 75% y 85%, la cual se presentó en los tres días posteriores a la aplicación. No fue posible determinar el TL₅₀. Los resultados indican que hay efecto directo del aceite sobre la mortalidad del insecto y fueron tomados como base para diseñar los otros estudios.

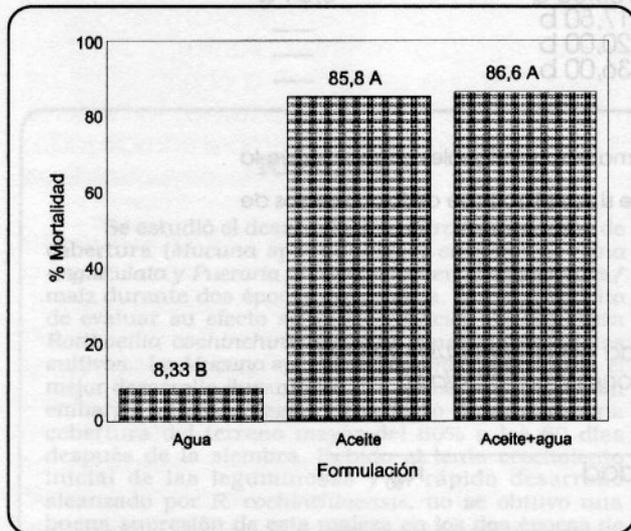


Fig 1. Efecto de la formulación sobre la mortalidad de *C. sordidus*. Las columnas con igual letra no difieren entre si según la prueba de Tukey al 5%.

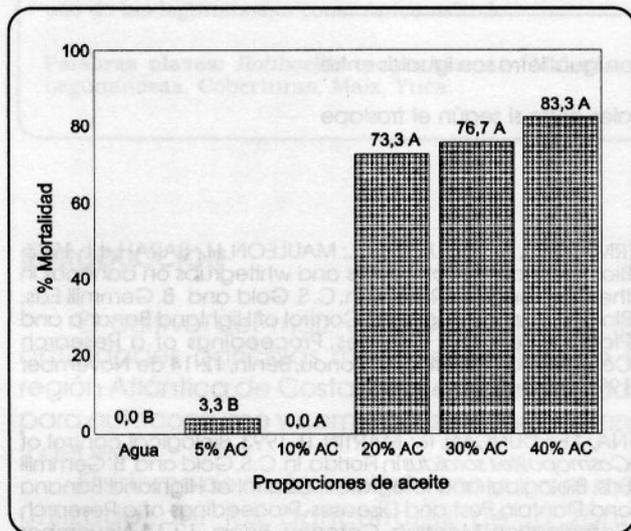


Fig 2. Efecto de la proporción de aceite en la formulación sobre la mortalidad de *C. sordidus*. Las columnas con igual letra no difieren entre si según la prueba de Tukey al 5%.

Bioensayo 3: La formulación de *B. bassiana* con diferente proporción de aceite no mostró diferencias significativas (Cuadro 1). Los tratamientos con *B. bassiana* (5×10^8 conidios/ml) presentaron 100% de mortalidad independientemente de la proporción de aceite utilizada. En

los testigos, la mortalidad registró un rango desde 36% y hasta 17,5%, decreciendo conforme se redujo la proporción de aceite. Sin embargo, esta es menor a la mortalidad obtenida en el bioensayo 2, la cual alcanzó un 75% en el tratamiento con 20% de aceite de soya. De acuerdo con estos resultados, es posible utilizar menor proporción de aceite (10%) y aumentar la efectividad del hongo, utilizando una concentración menor que la empleada por Brenes y Carballo (1994) quienes evaluaron la concentración de 1×10^9 conidios/ml en suspensión con agua.

El TL₅₀ no presentó diferencia entre los tratamientos, siendo el mayor 5,64 días y el menor 5,59. Este, es menor cuando se utiliza *B. bassiana* en formulación con aceite, con respecto a la formulación en agua, el cual según Brenes y Carballo (1994) fue de 7 días. Se esperaría mayor efectividad de *B. bassiana* en formulación con aceite, debido a que el aceite aumenta la adhesión del hongo a la cutícula del insecto (Prior *et al.* 1988) y mejora la virulencia del hongo (Daoust *et al.* 1983).

Bioensayo 4: Se determinaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las concentraciones de *B. bassiana* evaluadas en aceite (Cuadro 2). Las dos concentraciones más altas causaron una mortalidad superior al 85% y un TL₅₀ inferior a 10 días. La concentración de 5×10^7 produjo 50% de mortalidad, lo cual concuerda con el valor de la CL₅₀ ($4,4 \times 10^7$) determinada para este bioensayo. Esta CL₅₀, utilizando aceite, es inferior a la calculada por Brenes y Carballo (1994) utilizando agua ($7,89 \times 10^7$ conidios/ml). Así mismo, la CL₉₅ utilizando aceite ($2,7 \times 10^8$) también es inferior a la calculada por estos mismos investigadores utilizando solo agua ($2,7 \times 10^9$). Además de la reducción de la CL₅₀ y el aumento de la mortalidad del insecto, otra ventaja del aceite es que aumenta la cobertura y la persistencia del hongo en el follaje, así como la eficiencia del agente, mejorando notablemente el control de la plaga (Daoust *et al.* 1983).

La formulación de *B. bassiana* en 15% de aceite es la más adecuada, porque reduce la concentración letal y aumenta la mortalidad a concentraciones menores, con respecto a las formulaciones con agua como medio para suspensión (Brenes y Carballo 1994). Así mismo, un aumento en la concentración permite incrementar la mortalidad y reducir el TL₅₀.

CUADRO 1. Porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* utilizando *B. bassiana* en formulaciones con diferentes proporciones de aceite.

Tratamiento	% Mortalidad	TL ₅₀ (días)
<i>B. bassiana</i> con 10% aceite	100,00 a*	5,59 a**
<i>B. bassiana</i> con 15% aceite	100,00 a	5,52 a
<i>B. bassiana</i> con 20% aceite	100,00 a	5,64 a
Testigo con 10% aceite	17,50 b	—
Testigo con 15% aceite	20,00 b	—
Testigo con 20% aceite	36,00 b	—

* Valores de porcentaje de mortalidad con la misma letra son iguales entre si según la prueba de Tukey al 5%

**Valores de TL₅₀ con la misma letra son iguales entre si por el traslape de los intervalos de confianza

CUADRO 2. Porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* y valores de TL₅₀ para diferentes concentraciones de *B. bassiana*.

Concentración conidios/	% Mortalidad	TL ₅₀
1 X 10 ⁷	10,0 c*	29,6 a**
5 X 10 ⁷	50,0 b	14,0 b
1 X 10 ⁸	85,0 ab	9,95 c
5 X 10 ⁸	97,0 a	7,95 c

*Valores de porcentaje de mortalidad con igual letra son iguales entre si según la prueba de Tukey al 5%.

**Valores de TL₅₀ con igual letra son iguales entre si según el traslape de los intervalos de confianza.

LITERATURA CITADA

- BATISTA FILHO, A.; PAIVA, L.C.; MYAZAKI, I.; BASTOS, B.C.; OLIVEIRA, D. 1987. Control biológico do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) pelo uso de fungos entomopatógenos no laboratório. *Biologico (Brasil)* 53(1/6):1-6.
- BRENES, S.; CARBALLO, M. 1994. Evaluación de *Beauveria bassiana* (Bals.) para el control biológico del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 31:17-21.
- BUSOLI, A.C.; FERNANDEZ, O.A.; TAYRA, O. 1989. Controle da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar 1824 (Coleoptera: Curculionidae) a través dos fungos entomopatogénicos *Beauveria bassiana* (Bals.) e *M. anisopliae* (Metsch) Sorok (Hyphomycetes). *An. Soc. Ent. Brasil* 18 (Suplemento): 33-41.
- DAOUST, R.A.; WARD, M.G.; ROBERTS, D.W. 1983. Effect of formulation on the viability of *Metarhizium anisopliae* conidia. *Journal of Invertebrate Pathology* 41:151-160.
- KERMARREC, A.; SIRJUSING, C.; MAULEON, H.; SARAH, J. L. 1993. Biological control of weevils and whitegrubs on bananas in the Caribbean: A Review. In. C. S. Gold and B. Gemmill Eds. *Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pest and Diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting. Cotonou, Bénin, 12-14 de November 1991.* P.155-170.
- PEÑA, J.E.; DUNCAN, R.; MARTIN, R. 1993. Biological control of *Cosmopolites sordidus* in Florida. In. C.S. Gold and B. Gemmill Eds. *Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pest and Diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting. Cotonou, Bénin, 12-14 November 1991.* p. 124-139.
- PRIOR, C.; JOLLANDS, P.; LE PATOUREL, G. 1988. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina:Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera:Curculionidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 52:66-72.
- SIRJUSINGH, A.; KERMARREC, A.; MAULEON, H.; LAVIS, C.; ETIENNE, J. 1992. Biological control of weevils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean. *Florida Entomologist* 75(4):548-562.

LEGUMINOSAS DE COBERTURA PARA EL MANEJO DE *Rottboellia cochinchinensis* EN EL ASOCIO YUCA/MAÍZ

Arnoldo Merayo M.*
Carlos E. Rojas C.**
Bernal E. Valverde***
Edgar Umaña****

RESUMEN

Se estudió el desarrollo de cuatro leguminosas de cobertura (*Mucuna* sp., *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata* y *Pueraria phaseoloides*) en el asocio yuca/maíz durante dos épocas de siembra, con el propósito de evaluar su efecto sobre la población de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* y el rendimiento de los cultivos. La *Mucuna* sp. y *C. ensiformis* presentaron el mejor desarrollo durante los dos ciclos de siembra; sin embargo, ninguna leguminosa logró desarrollar una cobertura del terreno mayor del 60% a los 60 días después de la siembra. Debido al lento crecimiento inicial de las leguminosas y al rápido desarrollo alcanzado por *R. cochinchinensis*, no se obtuvo una buena supresión de esta maleza en los dos épocas de siembra del maíz. Durante la segunda época, se redujo drásticamente el rendimiento de los cultivos, debido a la alta densidad de la maleza y a la escasa supresión por parte de las leguminosas. En estas condiciones el control de *R. cochinchinensis*, no puede lograrse con el uso de las leguminosas como único método.

Palabras claves: *Rottboellia cochinchinensis*, Malezas, Leguminosas, Coberturas, Maíz, Yuca.

ABSTRACT

LEGUME COVER CROPS FOR MANAGEMENT OF *Rottboellia cochinchinensis* IN A MIXED CASSAVA/CORN CROP. The development of four legume cover crops (*Mucuna* sp., *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata* and *Pueraria phaseoloides*) was studied over two cassava/corn crop cycles in order to evaluate their effect on the weed (*Rottboellia cochinchinensis*) population and on the yield of the two crops. The *Mucuna* sp. and *C. ensiformis* showed the greatest development during the two crop cycles; however none of the legumes were able to cover more than 60% of the ground, 60 days after sowing. Good suppression of the weed in the two crop cycles was not obtained due to the slow initial growth of the legumes and the rapid development of *R. cochinchinensis*. The yield of the crops was drastically reduced during the second crop cycle due to the high weed density and limited weed suppression by the legumes. The use of legumes as the only method of control, can not achieve control of *R. cochinchinensis* under these conditions.

Key words: *Rottboellia cochinchinensis*, Weeds, Legumes, Mulch, Maize, Cassava.

INTRODUCCION

El cultivo del maíz constituye una de las actividades agrícolas más importantes de la región Atlántica de Costa Rica; éste es cultivado para autoconsumo y comercialización del grano y del elote.

El sistema de maíz asociado con yuca es muy utilizado por los agricultores de la zona, generalmente, este se siembra dos veces al año. Las malezas son el principal problema que enfrentan los agricultores que utilizan éste sistema, aunque también los insectos y las enfermedades son una limitante importantes (CATIE 1986).

Recibido: 16/10/97. Aprobado: 07/07/98.

*Unidad de Fitoprotección. CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

**Dow Elanco. Apartado 10207-1000. San José, Costa Rica.

***Consultor Independiente.

****Consultor Independiente.

La caminadora, *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton, es una de las malezas más importantes, tanto en la región Pacífica como Atlántica de Costa Rica, principalmente por su agresividad y capacidad de competencia con cultivos como maíz, frijol, arroz de secano, sorgo y caña de azúcar, con los que comúnmente se asocia (Herrera 1989).

Rojas *et al.* (1993) detectaron reducciones del 46% al 54% en el rendimiento de maíz en parcelas experimentales infestadas con *R. cochinchinensis* sin ningún tipo de control. El daño de esta maleza en la región centroamericana no está dado únicamente por su competencia y reducción de los rendimientos agrícolas, sino también por la inhabilitación de las áreas cultivables y la reducción permanente de su fertilidad (Taller Regional Sobre el Manejo de la Caminadora 1992).

Debido a los problemas que causa *R. cochinchinensis* en maíz en la región Atlántica de Costa Rica, los agricultores emplean herbicidas

como principal método de control (F. Fonseca, CATIE 1995 com. pers.).

Las ventajas que ofrece el uso de coberturas vivas, especialmente en los trópicos húmedos, no se limita al combate de malezas, sino a su utilidad en la restauración de la fertilidad del suelo, incremento de la actividad biológica, protección del suelo contra agentes erosivos y mejoramiento de sus propiedades físicas y químicas (Van Rijn 1983, CIDICCO 1991). Los objetivos de esta investigación fueron determinar el porcentaje de cobertura de varias leguminosas en el sistema maíz/yuca, así como evaluar el efecto de las leguminosas sobre la población de *Rottboellia cochinchinensis* y sobre el rendimiento de los cultivos.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en la localidad de El Bosque, Guácimo, Costa Rica, a 10° 12' Latitud Norte y 83° 41' Longitud Oeste. La zona de vida a la que pertenece es bosque húmedo tropical transición a premontano (Tosi 1969) con una altitud de 114 msnm, precipitación promedio anual de 4437 mm y una temperatura promedio anual de 24,5°C. El suelo es de textura franco-arenosa, con pH de 5,9 y contenido de materia orgánica de 8,45%.

El experimento incluyó dos épocas de siembra; la primera en junio de 1994 y la segunda en febrero de 1995. La preparación del terreno para la primera época de siembra consistió en una arada y dos rastreadas; en la segunda el suelo no se preparó. En ambos ciclos se aplicó paraquat (0,4 kg/ha) al momento de la siembra.

En la primera siembra, la yuca (var. valencia) se plantó el 27 de junio de 1994, a una distancia de 1,5 m entre hileras y 1 m entre plantas, con una densidad de 6670 plantas/ha. El maíz (var. Diamantes) se sembró a espeque (2 semillas por hoyo) cinco semanas después (1 de agosto de 1994) en las entrecalles de la yuca, a una distancia de 0,50 m entre plantas para una densidad de 26667 plantas/ha. Al momento de la siembra se fertilizó con 225 Kg de 10-30-10/ha y 21 días después se aplicó nitrato de amonio en dosis de 136 kg/ha. También se aplicó clorpirifos (Lorsban 5 G, Dow Chemical), en dosis de 0,4 kg/ha, para el control de insectos plaga.

La segunda época de siembra de maíz se realizó en la misma finca, pero en otro lote, el 3 de febrero de 1995 y una semana después se sembró la yuca, se utilizaron las mismas distancias y densidades de siembra de la primera época.

En ambas épocas, las leguminosas para cobertura se sembraron en el centro de las hileras de la yuca y de maíz. En la primera época se sembraron a los 15 días después de la siembra (dds) del maíz (15 agosto 1994) y en la segunda, simultáneamente con el maíz.

Las leguminosas evaluadas fueron *Mucuna* sp. y *Canavalia ensiformis* sembradas a una distancia de 0,50 m entre plantas, *Vigna unguiculata* a 0,20 m entre plantas, y *Pueraria phaseoloides* que se sembró a chorro (8 kg de semilla previamente escarificada/ha). También se incluyó un testigo absoluto (siempre enmalezado) y un testigo del agricultor (corte con cuchillo a los 15 y 30 dds).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El área total de la parcela experimental fue de 24 m²; se consideró como parcela útil las tres hileras centrales de la yuca, dos hileras de maíz y cuatro de la leguminosa, para una área útil de 13,5 m². Las variables evaluadas fueron: porcentaje de cobertura de las leguminosas a los 15, 30, 45, y 60 dds, número de plantas de *R. cochinchinensis*/m² a los 15, 30, 45 y 60 dds y, rendimiento de maíz y yuca.

Los porcentajes visuales de cobertura de las leguminosas y las densidades de la caminadora se transformaron (arcoseno de la $\sqrt{x}+0,5$ y $\sqrt{x} - 0,5$, respectivamente) previo al análisis de varianza. En la primera época de siembra, el maíz se cosechó el 16 de diciembre de 1994 y la yuca el 5 de junio de 1995, en la segunda época el maíz se cosechó el 7 de junio de 1995.

El rendimiento de maíz se convirtió a kg/ha al 12% de humedad. A todas las variables se les realizó un análisis de varianza y posteriormente se efectuó una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo de las leguminosas y porcentaje de cobertura. El crecimiento de las leguminosas durante el primer ciclo de siembra fue muy lento; ninguna logró cubrir la parcela experimental (Cuadro 1). El máximo porcentaje de cobertura se obtuvo con *C. ensiformis*, 31% a los 60 dds. Durante la segunda época de siembra, cuando la yuca se sembró 7 dds de las leguminosas, se observó un incremento en el porcentaje de cobertura de éstas, con respecto al período anterior. Una de las posibles causas del lento crecimiento de las plantas usadas como cobertura

CUADRO 1. Porcentaje de cobertura del suelo de cuatro leguminosas en dos épocas de siembra de maíz en asocio con yuca. Guácimo 1994-95.

Leguminosas	Porcentaje de cobertura							
	15 dds		30 dds		45 dds		60 dds	
	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Mucuna sp.</i>	4,7c*	5,0b	9,5c	15,0a	13,7c	32,5ab	21,2b	45,0a
<i>C. ensiformis</i>	8,7a	10,0a	16,2a	17,5a	20,5a	37,5a	31,2a	57,5a
<i>V. unguiculata</i>	6,0b	4,5b	12,5b	16,2a	17,5b	30,0b	17,5b	27,5b
<i>P. phaseoloides</i>	2,0d	1,0c	4,7d	3,2b	6,7d	5,0c	9,0c	5,7c

dds = Días después de la siembra.

I = Primera época de siembra.

II = Segunda época de siembra.

* Porcentajes con igual letra dentro de una misma columna no presentan diferencia según Tukey 5%.

excepto *P. phaseoloides*, durante la primera época de siembra, fue el efecto de la sombra de la yuca, debido a que este cultivo se sembró siete semanas antes que las coberturas.

De las leguminosas evaluadas, *P. phaseoloides* mostró el desarrollo más lento. En los primeros 60 dds alcanzó 9% y 5,7% de cobertura para la primera y segunda época de siembra, respectivamente (Cuadro 1). Su lento crecimiento la descarta como cobertura en cultivos anuales, donde se requiere un rápido cubrimiento del suelo para lograr buena supresión de malezas.

C. ensiformis y *Mucuna sp.* fueron las leguminosas que presentaron el mayor porcentaje de cobertura a los 60 dds con 31% y 21% para la primera época, 57,5% y 45% para la segunda época, respectivamente. El desarrollo de *Mucuna sp.* fue inferior al observado en experimentos con igual manejo, pero realizados en Santa Cruz, Guanacaste, perteneciente a la zona de vida de bosque húmedo premontano transición a basal, donde la precipitación promedio es de 1881 mm concentrada de mayo a noviembre. En esta localidad *Mucuna sp.* alcanzó promedios de cobertura de hasta 95% a los 60 dds (De la Cruz *et al.* 1992).

En las dos épocas de siembra *V. unguiculata* logró una buena germinación pero fué severamente defoliada por *Diabrotica sp.* al inicio de su desarrollo, lo cual pudo incidir negativamente en el porcentaje de cobertura. Las otras leguminosas no fueron dañadas por insectos.

Densidad poblacional de *R. cochinchinensis*.

Debido al lento crecimiento inicial de las leguminosas y al rápido desarrollo alcanzado por *R. cochinchinensis* en las parcelas, únicamente se

logró una supresión limitada de la maleza, especialmente durante la primera época de siembra (Cuadro 2). En ambas épocas, la densidad de *R. cochinchinensis* en presencia de leguminosas fue menor que en el testigo absoluto, excepto en algunas evaluaciones en las cuales su presencia fue ligeramente mayor en parcelas sembradas con *P. phaseoloides* (Cuadro 2).

La mayor densidad poblacional de *R. cochinchinensis* observada en los muestreos realizados en la segunda época y diferente estadísticamente a la observada en la primera época de siembra, se debe a que durante esta última época de siembra el terreno estuvo en barbecho y mantenía una fuerte infestación de esta maleza. Además el suelo no se preparó para la siembra, quedando gran cantidad de semillas de la maleza sobre la superficie, que posiblemente germinaron durante esta investigación.

El lento crecimiento de las leguminosas evitó que las plantas de caminadora que emergieron en los primeros días después de la siembra del maíz fueran suprimidas por las coberturas. Por tanto, en terrenos con altas infestaciones de *R. cochinchinensis*, además de un uso apropiado de una leguminosa de cobertura, es importante controlar la población inicial de la maleza, para evitar que escape posteriormente a la acción de la cobertura.

En la primera época de siembra, se observó que después de realizarse el segundo corte de la maleza (30 dds), en la parcela testigo del agricultor, la emergencia de nuevas plantas de ésta fue nula, posiblemente debido a la escasa precipitación y al efecto de la sombra ejercida por la yuca (Cuadro 2).

CUADRO 2. Efecto de leguminosas de cobertura sobre la densidad poblacional de *R. cochinchinensis* durante el ciclo del maíz. Guácimo 1994-95.

Leguminosa	Número de plantas/m ²							
	15dds		30dds		45dds		60dds	
	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Mucuna sp.</i>	82b*	276a	57c	248a	79ab	204ab	61bc	283a
<i>C. ensiformis</i>	57c	272a	66bc	291a	60b	244ab	47c	192a
<i>V. unguiculata</i>	83b	301a	77ab	297a	75ab	182ab	57c	286a
<i>P. phaseoloides</i>	76b	428a	64bc	524a	65b	274a	81b	376a
Test. Agricultor	74b	349a	74bc	360a	0c	99b	0d	258a
Test. Absoluto	104a	410a	96a	294a	104a	276a	115a	316a

dds = Días después de la siembra.

I = Primera época de siembra.

II = Segunda época de siembra.

Los valores representan el promedio de cuatro repeticiones.

* Promedios con igual letra dentro de una misma columna no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

Rendimiento de maíz. El mayor rendimiento (1635 kg/ha) durante la primera época de siembra se obtuvo en asocio con *Mucuna sp.*, superando en 20% al rendimiento del testigo absoluto (1302 kg/ha) y en 12% al testigo del agricultor (1439 kg/ha). No obstante, estas diferencias en el rendimiento no fueron estadísticamente significativas (Cuadro 3).

CUADRO 3. Efecto de las coberturas vivas sobre el rendimiento de maíz en dos épocas de siembra. Guácimo 1994-95.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	
	I época	II época
<i>Mucuna sp.</i>	1635 a*	399 b
<i>C. ensiformis</i>	1497 a	368 b
<i>V. unguiculata</i>	1379 a	411 b
<i>P. phaseoloides</i>	1353 a	363 b
Testigo agricultor	1439 a	1041 a
Testigo absoluto	1302 a	347 b
c.v. (%)	28,7	20,7

*Promedios con igual letra dentro de la misma columna no difieren de acuerdo con la prueba de Tukey al 5%.

El mayor rendimiento de maíz durante la segunda época de siembra se obtuvo con el testigo del agricultor (1041 kg/ha). En las parcelas con leguminosas, el rendimiento disminuyó alrededor

del 60% a 65% comparado con la parcela del agricultor y fue similar a la obtenida en la parcela que permaneció enmalezada (Cuadro 3).

La disminución en el rendimiento durante la segunda época de siembra en las parcelas con leguminosas, posiblemente se debe a la alta densidad poblacional que alcanzó la maleza y no al efecto competitivo de las coberturas.

La parcela "testigo del agricultor" fue la única que se mantuvo libre de la maleza por ciertos períodos, lo que posiblemente mejoró el rendimiento del cultivo.

Rendimiento de yuca. El mayor rendimiento se obtuvo con el testigo del agricultor, 18101 kg/ha y 17980 kg/ha para la primera y segunda época de siembra, respectivamente. Este rendimiento está asociado con un mejor control de *R. cochinchinensis* en esas parcelas.

Durante la primera época de siembra el menor rendimiento del cultivo se obtuvo con la asociación con *Mucuna sp.* Después de la cosecha del maíz la leguminosa se dejó crecer libremente para no incrementar el costo de producción por mano de obra, permitiendo que cubriera con su follaje las plantas de yuca. La reducción del rendimiento de la yuca, no fue estadísticamente significativa (Cuadro 4).

Durante el segundo ciclo de siembra, la yuca se sembró siete días después de las leguminosas y creció muy lentamente, debido a que éstas no suprimieron el crecimiento de la maleza. Las altas poblaciones de *R. cochinchinensis* y su rápido establecimiento provocaron la pérdida total de

la yuca en las parcelas donde se sembró en asocio con leguminosas y en la parcela que permaneció enmalezada. Bajo estas condiciones, no logró un buen enraizamiento, se secó y no brotó.

CUADRO 4. Rendimiento de yuca en dos épocas de siembra en asocio con maíz y leguminosas de cobertura. Guácimo 1994-95.

Tratamientos	Rendimiento de yuca kg/ha	
	I época	II época
<i>Mucuna sp.</i>	11204 a*	0
<i>C. ensiformis</i>	16064 a	0
<i>V. unguiculata</i>	16620 a	0
<i>P. phaseoloides</i>	14815 a	0
Testigo agricultor	18101 a	17980
Testigo enmalezado	12935 a	0

*Medias con igual letra no difieren según la prueba de Tukey al 5%.

CONCLUSIONES

La *Mucuna sp.* y *C. ensiformis* exhibieron el mejor desarrollo en las dos épocas de siembra. No obstante, ninguna leguminosa fue capaz de suprimir eficazmente el crecimiento de *R. cochinchinensis*. El rendimiento de maíz y yuca disminuyó drásticamente en la segunda época de siembra, debido a la alta densidad de la maleza y la escasa supresión por parte de las leguminosas excepto en la parcela del agricultor.

Al momento de siembra de las leguminosas debe eliminarse *R. cochinchinensis* con un herbicida preemergente o mediante corte con cuchillo, para evitar su presencia durante el establecimiento de las leguminosas.

Es necesario investigar el momento óptimo para la siembra de este tipo de cobertura en el sistema yuca-maíz, así como el manejo agrónomico de las leguminosas en cultivos asociados.

AGRADECIMIENTOS

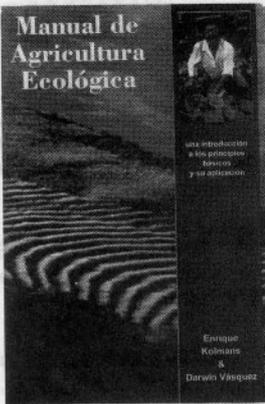
Al Natural Resources Institute del Gobierno Británico por el financiamiento de este estudio como parte del proyecto Manejo Integrado de Plagas del Suelo (EMC- X0261).

LITERATURA CITADA

- CENTRO AGRONÓMICO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Alternativa de manejo para el sistema maíz-yuca, Pococí-Guácimo, Costa Rica: Descripción y validación en fincas pequeñas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 76 p. Informe Técnico no. 64.
- CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACION SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA (CIDICCO). 1991. Noticias sobre el uso de los cultivos de cobertura. Carta no. 1, Honduras. 4 p.
- DE LA CRUZ, R.; ROJAS, C.E. y MERAYO, A. 1992. Manejo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton) en el cultivo de maíz y el período de barbecho con leguminosas de cobertura. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 31:29-35.
- HERRERA, F. 1989. Situación de *Rottboellia cochinchinensis* en Costa Rica. In Seminario Taller sobre *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) y *Cyperus rotundus* L., Distribución, Problemas e Impacto Económico en Centroamérica y Panamá (1989, Honduras). Proyecto MIP-CATIE. p. 14.
- ROJAS, C.E.; DE LA CRUZ, R.; MERAYO, A. 1993. Efecto de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 27:42-45.
- TALLER REGIONAL "MANEJO DE LA MALEZA CAMINADORA *Rottboellia cochinchinensis*" (1992, Nicaragua). Memorias. Managua, Nic, FAO. 17 p.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida de L. R. Holdridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- VAN RIJN, P.J. 1983. Pests and their control in no-tillage in the tropics. In Akobundo, I.O.; Deutsch, A.E., eds. No-tillage crop production in the tropics. Proceedings of a Symposium of International Plant Protection Center (1983, Monrovia, Liberia). Oregon, U.S.A. p. 132-137.

SECCION INFORMATIVA

RESEÑAS DE PUBLICACIONES



KOLMANS, E.; VASQUEZ, D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica: Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Nicaragua, SIMAS-CICUTEC. 222 p.

Este libro es un aporte del Movimiento Agroecológico Latinoamericano y el Caribe (MAELA), el cual constituye una ayuda para productores, campesinos y técnicos que practican este tipo de agricultura. El documento tiene catorce capítulos, en los cuales se presentan los principios básicos de la agricultura ecológica y su importancia.

Incluye una descripción amplia del suelo, su formación y clasificación de acuerdo a la capacidad de uso del mismo. Se explican las necesidades de las plantas para completar su ciclo de vida, así como la importancia de los macro y micronutrientes.

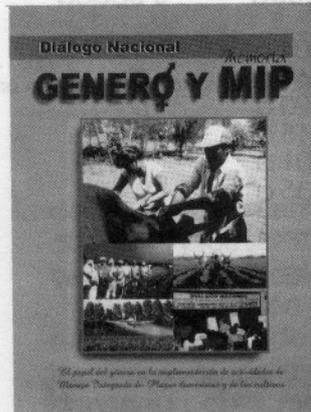
El documento analiza el manejo de los cultivos mediante rotación, asociación y tipo de labranza. También comenta lo referente a la agricultura orgánica, incluyendo tipos de abonos, control de malezas y equilibrio ecológico en la regulación de plagas y enfermedades.

Un capítulo está dedicado a la crianza ecológica, en el cual se explican las características y problemas de la misma, así como la relación existente entre el animal y la fertilidad del suelo. También señala la importancia del árbol en la actividad agropecuaria y describe las características de los sistemas agroforestales y sus beneficios.

Esta obra presenta un panorama de los sistemas en agricultura, así como la implementación en la "Agricultura Ecológica" mediante diagnósticos participativos con las comunidades o grupos, planes de implementación en unidades agrícolas y el potencial de los mercados internos y de exportación, incluyendo un acápite sobre certificación.

También se comenta el desarrollo de la Agricultura Ecológica en América Latina, señalando la importancia del componente ecológico y ambiental en el desarrollo

agrícola. Sin duda este libro constituye un aporte muy importante considerando la necesidad de los países de alcanzar un desarrollo sustentable. (Reseñado por: Cristhian Zúñiga, Ing.Agr. Unidad de Fitoprotección, CATIE).



Diálogo nacional de género MIP. Memorias: El papel del género en la implementación de actividades de manejo integrado de plagas domésticas y de los cultivos. Managua, Nicaragua, Zamorano Press. 166 p.

Por primera vez en América Latina se realiza un "Diálogo Nacional" sobre Género y MIP. El tema, que a nivel mundial ha tomado

auge en el Sureste de Asia y algunos países de Africa fue analizado en este evento desde varios enfoques. El documento incluye las exposiciones y los resultados de los trabajos grupales. La mayoría de los trabajos presentados son experiencias de Nicaragua.

El primer capítulo corresponde a las tres ponencias principales: "Género y Agricultura", "Género y Exposición a Plaguicidas" y "Género y Manejo Integrado de Plagas". A su vez cada uno de éstos fue tema de discusión grupal durante la reunión. Las ponencias son excelentes y ofrecen un marco conceptual para conocer el tema.

Las experiencias sobre "Género y Agricultura" conforman el segundo capítulo. Una de éstas es la del Instituto de Promoción Humana que presentó una metodología utilizada en un estudio sobre la distribución de tareas entre hombres y mujeres del sector rural y cuyos resultados utilizaron para orientar la oferta del proyecto. Otra experiencia es sobre la rentabilidad de la producción en solares, un agroecosistema de mayor acceso para las mujeres. La última es sobre la importancia de incluir el enfoque de género en los programas de estudio de las carreras agropecuarias y forestales.

El tercer capítulo "Género y Plaguicidas" está enfocado a los efectos de los agroquímicos en la salud, específicamente de las intoxicaciones, analizando las particularidades de las intoxicaciones por género, lo que puede ayudar a desarrollar programas preventivos acordes a las particularidades de cada grupo y según las condiciones. Otro de los estudios presentados fue realizado en el departamento de Chinandega, Nicaragua, para determinar la presencia de plaguicidas organoclorados en grasa corporal y en leche materna. También se incluyen dos trabajos sobre legislación y registro de plaguicidas en Nicaragua.

En el cuarto capítulo hay una contribución de los proyectos MIP en la Región y sus experiencias incorporando el enfoque de género. Otro de los estudios incluidos describen la participación de las mujeres y los niños en el manejo integrado de plagas, en las regiones I y II de Nicaragua, el proyecto

desarrollado por mujeres campesinas de Miraflores, quienes trabajan en la reproducción de hongos entomopatógenos y el proceso de validación de la efectividad de bioplaguicidas.

Las conclusiones de los grupos de trabajo sobre la participación de hombres y mujeres en el trabajo de campo y el manejo integrado de plagas, en particular, el enfoque de género, se presentan en el último capítulo. Además incluye un plan de acción para las instituciones, con el objetivo de contribuir en la planeación de las actividades de género.

Estas memorias son muy útiles a todas las personas que desean conocer la relevancia del enfoque de género para el Manejo Integrado de Plagas y el uso de plaguicidas. Es necesario destacar que éste es un material único en América.

(Reseñado por: Cecilé Fassaert, MSc. Área de Economía y Ecología de la Producción y la Conservación. CATIE).

TESIS DE POSTGRADO

Vallejos Arnez, J.E. 1997. Sistema experto para la evaluación del impacto del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus en frijol, tomate y chile dulce, con fines de planificación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CATIE. 120 p.

En Costa Rica, durante 1996-1997 se evaluaron siete tipos de uso de la tierra abarcando el 63% del país (32286 km²); las áreas restantes (37%) corresponden a la zona Atlántica (Provincia de Limón) y la zona montañosa. Para la evaluación se consideró aquellos tipos de uso de la tierra cuya tecnología de producción es de baja a moderada. Se elaboraron modelos para evaluación de frijol, tomate y chile dulce, con y sin presencia de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), con el objetivo de evaluar su impacto. Además, se construyó un modelo para identificar la distribución de *B. tabaci*, utilizando el Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras (ALES), con 31 unidades cartográficas, 21 características de la tierra y 63 árboles de decisión, asociados con las características de la tierra, requisitos de uso, aptitud física y rendimiento proporcional. Para *B. tabaci* se construyó un árbol de decisión para determinar el porcentaje de plantas viróticas en los cultivos, a partir de características como plantas hospedantes y altitud, que permitieron inferir la incidencia de virus. La evaluación de la aptitud física para los modelos con

chile mostró que el 39% del área evaluada corresponde a la clase de aptitud moderada, mientras el 49% y 13% pertenecen a las clases ligeramente apta y no apta, respectivamente, con pérdidas de rendimiento que alcanzan a 9% debidas a la presencia de *B. tabaci*; en términos de margen bruto, ésta representa una ganancia superior a \$12000 ha/año. Con tomate, mostró que el 1,4% del área correspondió a la clase de aptitud moderadamente apta, mientras el 92% y 6,8% pertenecen a las clases ligeramente apta y no apta, respectivamente, con pérdidas de rendimiento de 22% debidas a la presencia de *B. tabaci*; el margen bruto representó una ganancia superior a \$3000 ha/año. Con frijol mostró que el 37,5% del área pertenecen a la clase de aptitud física moderada, mientras el 22% y 40% representan a la clase ligeramente apta y no apta, respectivamente, con pérdidas de rendimiento superiores a 36% debidas a la presencia de *B. tabaci*; el margen bruto fluctuó desde un valor negativo (\$ -337 ha/año) hasta una ganancia mínima de \$118 ha/año. Además, para el modelo «*B. tabaci*», el 94% del área evaluada mostró un nivel de aptitud favorable para el desarrollo del insecto con porcentajes de plantas viróticas que variaron entre 2,7% - 63%; el resto (6%) representa la clase de aptitud física restringida o muy restringida.

Siles C., J. 1997. Producción de abono orgánico con pulpa de café mediante el lombricompostaje. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 94 p.

Se realizó un estudio en dos fases para conocer el proceso lombricompostaje de pulpa de café con el objetivo de producir abono orgánico. En la fase I se evaluó el efecto del grado de descomposición de la pulpa de café y la densidad de lombrices (*Eisenia fetida*) sobre la producción de este compuesto y el comportamiento biológico de la lombriz. En la fase II se evaluaron tres métodos de alimentación de las lombrices, utilizando canastas plásticas como lecho. También se estimó el potencial de *E. fetida* para procesar cantidades grandes de pulpa de café.

La fase I se realizó en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de los tratamientos con parcelas divididas en el tiempo y cuatro repeticiones. Los tratamientos resultaron de la combinación de tres densidades (100, 200 y 300 lombrices) en un volumen de 4200 cm³ y cinco períodos de descomposición de la pulpa (0, 7, 14, 21 y 28 días).

La fase II se realizó en San Isidro del General, Costa Rica. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: suministro gradual de sustrato, retiro gradual del lombricompostaje, suministro total del sustrato y retiro total de lombricompostaje. Como lechos se utilizaron canastas plásticas perforadas en el fondo y los lados de 48 cm largo x 30,5 cm ancho x 28,5 cm alto (0,042m³).

En la fase I se determinó a través del tiempo, el número de cápsulas (huevos), lombrices juveniles y porcentaje de mortalidad. Al final del experimento se observó un incremento de la biomasa de las lombrices, el número final de lombrices, el porcentaje en peso seco y en volumen de pulpa que fue transformada en lombricompostaje y el contenido de nutrimento del lombricompostaje.

En la fase II se evaluó el porcentaje de peso y volumen de pulpa que se convirtió a lombricompostaje, el número final de lombrices por tratamiento, el tiempo requerido para el procesamiento de la pulpa y la presencia de plagas.

Los tratamientos afectaron la mortalidad de las lombrices, siendo el porcentaje de mortalidad acumulado mayor en la pulpa con 0 días de descomposición (87,7%). Por el contrario, en la pulpa con más de 7 días de descomposición este fue inferior a 10,5%. El mayor porcentaje de mortalidad acumulado ocurrió con la densidad de 100 lombrices (24,7% y el menor con 300 lombrices (19,6%). El porcentaje de mortalidad disminuyó en el tiempo (número de conteo).

La mayor producción de cápsulas (697) se produjo con la densidad de 100 lombrices y con pulpa de 28 días en descomposición, seguido de la densidad de 100 lombrices y pulpa con 21 días de descomposición. En pulpa fresca (0 días de descomposición) no se encontraron cápsulas.

El número de lombrices juveniles también fue mayor en la densidad de 100 lombrices y pulpa con 28 días de descomposición (83 especímenes), aunque la interacción no fue estadísticamente significativa. Como factor individual la pulpa de 28 días de descomposición produjo más lombrices juveniles (233 individuos), valor que fue estadísticamente diferente a los obtenidos con pulpa con períodos de descomposición diferente, no hubo diferencias estadísticas entre las diferentes densidades de lombrices.

La densidad de lombrices fue el factor más importante para el incremento de la biomasa. El incremento fue mayor con la densidad de 100 lombrices y sus valores oscilaron entre 311 y 327 g en pulpa con más de siete días de descomposición.

Para incrementar la producción de lombricompostaje la pulpa debe tener más de 14 días de descomposición. Estas permiten obtener porcentajes de peso seco de pulpa transformada a lombricompostaje superiores al 30%.

La velocidad de procesamiento de la pulpa está relacionada con la densidad de lombrices, la densidad de 300 lombrices procesó la pulpa en 40 días y su media fue significativamente diferente de las otras dos densidades.

El lombricompostaje de la pulpa de café produjo abono orgánico de alto valor nutritivo: N = 1,8 - 3,04%, K = 1,89 - 2,25%; materia orgánica: 47 - 68,3%; P = 0,2%, Ca = 0,9 - 1,0%, Mg = 0,4%, Cu = 49 - 55 mg/kg, Mn = 232 - 299 mg/kg y Zn = 27 - 52 mg/kg. Además, el lombricompostaje de la pulpa de café neutralizó el pH de esta.

La relación C/N del lombricompostaje varió entre 12 y 18 y fue menor que en la pulpa con diferentes períodos de descomposición (15 a 25); esto comprueba que el proceso de descomposición fue satisfactorio.

Hubo un aumento de la densidad aparente del lombricompostaje, con rangos entre 0,2 - 0,5 g/cm³, en relación con la de la pulpa con diferentes períodos de descomposición utilizada (0,04 a 0,1 g/cm³).

El uso de lombrices en canastas plásticas como método para procesar pulpa de café, mostró tener potencial para manejar 1,2 t de pulpa con 28 días de

descomposición al año/m², utilizando una densidad inicial de 8880 lombrices/m².

Hubo diferencias entre los métodos de alimentación porque se encontraron variaciones significativas en la producción de lombricompuesto, 7,5, 29 y 41 kg (promedio en los tratamientos), número de lombrices 3301, 6805 y 7459 individuos promedio por tratamiento y tiempo de procesamiento, 40, 52 y 53 días por tratamiento. El mejor método de alimentación utilizando canastas plásticas que mostró el mayor rendimiento de lombricompuesto (47%) y reproducción de lombrices fue el método suministro gradual de sustrato.

Villalobos, R. 1995. Distribución de *Quassia amara* L. ex Blom en Costa Rica, y su relación con los contenidos de cuasina y neocuasina (Insecticidas naturales) en sus tejidos. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 203 p.

Quassia amara, arbusto del bosque húmedo tropical de la familia Simaroubaceae, es usado para la elaboración de insecticidas naturales y extractos medicinales debido a la presencia de metabolitos amargos, o cuasinoles como cuasina y neocuasina en sus tejidos.

Se estudió la distribución de *Q. amara* en Costa Rica y su relación con factores ambientales con el fin de determinar los requisitos ecológicos de la especie.

Con base en la información de dendrólogos, herbarios y literatura, se determinó la presencia de poblaciones naturales de *Q. amara* exclusivamente en regiones localizadas a 450 msnm o menos, en zonas de vida de bosque húmedo y muy húmedo tropical, bosque húmedo y muy húmedo premontano transición a basal y bosque seco tropical.

No se observaron tendencias que relacionen la clasificación de asociaciones de suelo, la pendiente promedio o el grupo geológico de las áreas con la presencia de *Q. amara*. La especie se presenta en todos los niveles de precipitación media existentes en las zonas bajas del país con excepción de las áreas con más de 5500 mm de precipitación media, lo cual se relacionó con limitaciones de drenaje y de disponibilidad de luz. En las zonas con menos de 2500 mm la especie se encontró exclusivamente en áreas bajas del bosque de galería, de algunos ríos y quebradas, lo cual demostró su necesidad de niveles mínimos de humedad en el suelo y su incapacidad para tolerar épocas prolongadas de sequía.

Para estudiar la distribución de *Q. amara* en el bosque y su relación con factores como tipo de formación vegetal, iluminación, topografía y ríos, en ocho sectores del país, se implementaron transectos

de medición de 1 km de longitud o que incluyera al menos 300 individuos. A lo largo del transecto se ubicaron parcelas circulares de medición de tamaño entre 10 y 100 m² y su distanciamiento varió entre 8 y 25 m en función de las densidades encontradas.

Por medio de los transectos de medición se determinaron densidades de hasta 14000 arbustos/ha en agrupaciones de arbustos del bosque de galería, en la región Pacífico Norte del país y en el Pacífico Central; 6000 arbustos/ha en el bosque húmedo de la Subvertiente Norte, en la frontera con Nicaragua, y 1800 arbustos/ha en el sector más lluvioso estudiado, en el Pacífico Sur del país. Las mayores densidades encontradas en sitios menos lluviosos se atribuyen a los mayores valores de brillo solar existentes, debido al estímulo de la luz solar, necesario para promover la floración de la especie.

En los transectos ubicados en bosques húmedos y muy húmedos se determinó la preferencia de la especie por las áreas de ladera y formaciones topográficas que facilitarían su iluminación. Las densidades fueron mayores en sectores de bosque secundario, donde la intervención del hombre facilitó la exposición a la luz de arbustos que funcionaron como padres de posteriores agrupaciones de arbustos.

Se desarrollaron modelos de regresión entre la biomasa fresca y seca, producida por encima de 4 alturas de poda (0, 30, 50 y 100 cm por encima de la superficie del suelo), en función del diámetro basal tomado a 30 cm de altura ($d_{0,3}$) el diámetro basal tomado a 10 cm de altura ($d_{0,1}$) y la altura del arbusto como variables independientes.

Se analizó el contenido de cuasina y neocuasina en cuatro categorías diamétricas de rama para conocer la relación entre madurez ontogénica de la madera y contenido de cuasinoles.

Se determinó un mayor contenido de cuasina y neocuasina en la madera seca de ramas más gruesas de *Q. amara*, con promedios de 0,28; 0,20; 0,16 y 0,14%, para ramas de más de 4,5 cm, 3,0 a 4,5 cm, 1,5 a 3,0 cm y menos de 1,5 cm de diámetro respectivamente. Se desarrollaron modelos de regresión para la producción de cuasina y neocuasina en función del $d_{0,3}$ por encima de las 4 alturas de poda evaluadas, determinándose la conveniencia de fomentar sistemas de manejo donde se produzcan individuos con ejes gruesos y se usen alturas de poda bajas.

Se comparó el contenido de cuasinoles en arbustos de regiones climáticas contrastantes dentro del ámbito de distribución de la especie. No se encontró diferencia en el contenido de cuasina de las localidades de estudio, aunque sí en el contenido de neocuasina.

FUTUROS EVENTOS

22 - 25 Setiembre 1998

XIX Reunión Latinoamericana de Rizobiología

Información:

Universidad de Oriente
Núcleo Monagas
Coordinación de Postgrado
Urbanización Juanico Maturín
Edo. Monagas, Venezuela
Telefax: 0058(91)417749
EMail: 104721.141@compuserve.com

5 - 8 Octubre, 1998

Ter. Congreso Argentino de Control Biológico de Enfermedades de Plantas.

Información:

G. Cap. Lab. De Nematología
IMYZA-CICA-INTA
C.C. 25, 1712 Castelar
Buenos Aires, Argentina
Tel.: 54-1-621-1683
Fax: 54-1-621-0670
EMail: gcap@cica.inta.gov.ar

14 - 19 Octubre, 1998

7th International Working Conference on Stored - Product Protection I.W.C.S.P.P.

Información:

Beijing, China
95 p. Huapatang Street
Chengdu, Sichuan 610031
People's Republic of China
P.R. China
Fax: 028 777 1523

26 - 30 Octubre, 1998

VII Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas, VII Taller Latinoamericano de Mosca Blanca y Geminivirus y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe APS-CD.

Información:

Ing. Julio A. Monterrey Mercado
Proyecto CATIE/INTA-MIP(NORAD)
Tel.: (505) 2657268 - 2657353
Fax: (505) 2657114
EMail: catienic@ibw.com.ni

4 - 6 Noviembre, 1998

II Simposio Nacional de la Simbiosis Micorrízica.

Información:

Dr. Javier Farías Larios
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Apartado Postal 36
Carretera Colima - Manzanillo
Km 40.28100. Tecomán, Colima, México
Telefax: (332)4-4237
4-4642
EMail: jfarías@volcan.ucol.mx

8 - 12 Noviembre, 1998

APS Annual Meeting

Información:

The American Phytopathological Society
3340 Pilot Knob Road
St Paul, Minnesota 55121-2097
Tel.: 612/454-7250
Fax: 612/454-0766
EMail: aps@scisoc.org

16 - 19 Noviembre, 1998

Brighton Crop Protection Conference 1998, Pests and Diseases.

Información:

Event Organization
8 Cotswold News, Battersea Square
London SW11 3RA, UK
Tel.: 44-0-171-228-8034
Fax: 44-0-171-924-1790
EMail: eventorg@event.org.com

7 - 9 Diciembre, 1998

5th Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Orlando, FL, USA.

Información:

Methyl Bromide Alternatives Outreach
144 W. Peace River Drive
Fresno, CA 93711-6953, USA
Tel.: 1-209-447-2127
Fax: 1-209-436-0692
EMail: gobenauf@concentric.net

Mayo, 1999

5th International Conference on Plant Protection in the Tropics

Información:

Malaysian Plant Protection Society (MAPPS)
N.Z. Radziah
EMail: sivagam@marchi.my
Fax 60-3-656-5251

21 Mayo - 3 Julio, 1999

International Course on Integrated Pest Management

Información:

International Agriculture Centre
P.O. Box 88
6700 A.B. Wageningen - The Netherlands
Fax: 731-317-418552

3 - 6 Junio, 2000

22nd Brazilian Weed Science Congress
Foz do Iguassu, PR, Brazil

Información:

B.N. Rodrigues
EMail: sbcpd@cnpso.embrapa.br ó noedi@pr.gov.br

20 - 26 Agosto, 2000

21st International Congress of Entomology
Iguassu Falls, Brazil.

Información:

D.L. Gazzoni
EMail: francovi@sercomtel.com.br
Web site: www.embrapa.br/ice



MOSCA BLANCA AL DIA

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



No. 23

Junio, 1998



NOTA EDITORIAL

Hace pocas semanas se realizó el **2nd International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases**, en Puerto Rico. En realidad fue el primer congreso mundial sobre el tema, pues hubo participación e integración de entomólogos y fitopatólogos, quienes antes habían mantenido reuniones separadas, referidas a sus áreas específicas. Unos 450 investigadores, provenientes de 35 países, intercambiaron información original y reciente, a través de 180 presentaciones formales, grupos de trabajo e interacciones individuales. Lo cierto es que hay avances importantes para el manejo del complejo mosca blanca-geminivirus, especialmente en cuanto al mejoramiento genético en tomate y frijol, y a los aspectos bioecológicos y epidemiológicos del insecto y los virus, respectivamente. Aprovechamos esta oportunidad para felicitar a los colegas Richard T. Mayer, Douglas P. Maxwell, Steve Lapointe y Alberto Beale, quienes llevaron el peso de la organización de este evento, de tanto potencial para ayudar a los agricultores de nuestros países.



VII TALLER

En octubre de 1998 se realizará en Managua, Nicaragua, el **VII Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus**, junto con el **VII Congreso Latinoamericano de Manejo Integrado de Plagas**, y la **XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología, División Caribe (APS-CD)**. Sin embargo, la fecha se cambió, para del 26 al 30 de octubre. Como se anunció previamente, el Taller enfatizará **la capacitación para la transferencia de tecnología de MIP, mediante métodos participativos**, aprovechando la rica experiencia generada por Nicaragua al respecto. Contactos: **Martha Zamora, M.Sc.** (Escuela de Sanidad Vegetal, Universidad

Nacional Agraria, Tel. 2-632609, Fax 233-33501, esave@ibw.com.ni) y **Julio Monterrey, M.Sc.** (CATIE, Tel. 2-657268, Fax 2657114, catienic@ibw.com.ni, catienic@nicarao.apc.org.ni).



REDCAHOR Y MOSCA BLANCA

Una de las mayores ventajas de las redes es la posibilidad de integrar esfuerzos para evitar la duplicidad y crear un equipo de gran capacidad física y técnica de acción. Dialogar sobre hortalizas y sobre las necesidades de investigación son ilimitadas, por lo que la primera tarea de REDCAHOR (Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo en Hortalizas) fue establecer un mecanismo que le permitiera definir prioridades. Para ello, se realizaron en la región tres talleres, sobre evaluación de cultivos, evaluación de recursos genéticos y manejo integrado de plagas (MIP).

La primera definición importante eran los cultivos en los cuales debería trabajar la Red, y se seleccionaron el tomate, chile, cucurbitáceas y cebolla, más algunas acciones puntuales en repollo. Al Taller sobre MIP (República Dominicana) asistieron expertos de instituciones internacionales (CIAT, EAP-Zamorano y CATIE) y de los países incluidos en la Red. Para los cultivos citados, se analizaron las plagas más importantes, así como las acciones a emprender sobre ellas.

Al priorizar las plagas por cultivo, el complejo mosca blanca-geminivirus ocupó el primer lugar para el tomate, chile y cucurbitáceas. Las actividades sugeridas fueron el desarrollo de variedades tolerantes, la evaluación de opciones de MIP, el estudio de su impacto en el ambiente, y la determinación de umbrales de acción, pero se decidió concentrar los esfuerzos en la evaluación de cultivos, para ver la posibilidad de seleccionar germoplasma con resistencia o tolerancia al insecto o a los virus; las otras

actividades se desarrollan, al menos parcialmente, por entidades como el CIAT, CATIE y EAP.

Posteriormente, en el Taller de Recursos Genéticos (CATIE), se definieron las acciones en el desarrollo de variedades con tolerancia a geminivirus en aquellos cultivos. Considerando la base genética de tomate disponible en la región, se acordó elaborar un plan de acción para evaluar 700 accesiones por año: en tomate, 400 del banco del AVRDC (Taiwan) y 300 del CATIE; en chile, 350 del AVRDC, 250 del CATIE y 100 de Pairumani, Bolivia. En tomate, se sugirió que además de *L. esculentum* se incluyeran varias accesiones de la var. *cerasiforme*, que es endémica de la región.

Cada país deberá establecer un ensayo de campo, en una región donde haya problemas con geminivirus, para evaluar la tolerancia de 100 cultivares de tomate. Se espera que de cada ensayo se seleccionen 3-5 cultivares, con algún grado de tolerancia aparente. Para el año siguiente, la evaluación se reduciría a unos 35 cultivares, a los cuales se les analizaría tanto en el laboratorio como en el campo. Para los ensayos en Chile, en cambio, en cada lugar se deberán incluir accesiones de cinco especies cultivadas, incluyendo a *C. bacatum*. El objetivo será seleccionar en cada país de 3 a 5 cultivares que muestren alguna tolerancia, bajo condiciones de campo, a los virus y al picudo del Chile.

Los coordinadores regionales son el Ing. Alfredo Bolaños (MAG, Costa Rica) en tomate y el Dr. William González (Universidad de Costa Rica) en Chile.

(Información aportada por Jorge Hernán Echeverri, M.Sc. REDCAHOR. IICA. San José, Costa Rica. Tel. (506) 229-0222, Fax (506) 229-4689, jechever@iica.ac.cr)

CUARENTENA Y TYLCV



Como se informó en **MBDía No. 21**, en 1997 ingresó a Florida el virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV-IL), originario de la región del Mediterráneo. En el Taller de Puerto Rico, la Dra. Jane Polston hizo una amplia exposición sobre el problema, y alertó acerca de los riesgos de expansión de dicho virus. Es muy agresivo, capaz de desplazar y eliminar a los geminivirus nativos que afectan al tomate y, por provocar la caída precoz de las flores, su impacto en la producción es muy serio. Dado el riesgo de su expansión hacia el sur, se recomienda fortalecer las medidas cuarentenarias pertinentes en cada país, para evitar el ingreso de material vegetativo.

PUBLICACIONES



- En diciembre de 1997, la revista *Plant Disease* (Vol. 81, No. 12) publicó el artículo ***The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere*** (Jane Polston y Pamela Anderson). Entre otros aspectos, destaca la gran diversidad de geminivirus en tomate, en nuestro hemisferio, pues se han detectado 17 de ellos, hasta ahora. Además, contiene muy buenas ilustraciones, a colores. Dada su importancia para nuestro continente, se está gestionando la autorización para traducirlo al español y publicarlo en la revista *Manejo Integrado de Plagas*.

- Información rica y reciente sobre la bioecología, epidemiología y manejo del complejo mosca blanca-geminivirus en el plano mundial, se recoge en el documento ***2nd International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases. Program and Abstracts***. Esta es la memoria del taller realizado en Puerto Rico en junio. Puesto que tuvo una limitada distribución, es posible que en el futuro esté disponible por internet, quizás en la red Gemininet (<http://bcc206.scripps.edu/index.html>).

- La información más reciente sobre el manejo de la mosca blanca en los EE.UU. aparece en el documento ***Silverleaf Whitefly. National Research, Action and Technology Transfer Plan, 1997-2001: First Annual Review of the Second 5-Year Plan***. United States Department of Agriculture (USDA). Memoria de la Sexta Reunión Anual sobre el Plan Quinquenal de Moscas Blancas para los EE.UU., realizada en Carolina del Sur en febrero.

Para las dos últimas publicaciones, disponemos de una copia en el CATIE, la cual podemos fotocopiar a precio de costo.



ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, EN LA SIGUIENTE DIRECCION:
<http://www.catie.ac.cr/~/clcmip/>

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

Este boletín es copatrocinado por:

CATIE

REDCAHOR

CATIE

HOJA TÉCNICA



No. 25

Junio 1998

FORMULACION DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS

Manuel Carballo V. *

INTRODUCCION

Aunque los insecticidas microbiales representan menos del 1% del mercado total de insecticidas, el control microbiano de insectos está ganando importancia. La tasa de crecimiento anual del uso de este tipo de productos es de 10-25%, siendo *Bacillus thuringiensis* el más utilizado; por el contrario, el uso de insecticidas químicos crece entre el 1-2% por año (Starnes 1993). Esto ha generado mucho interés en la producción masiva, formulación, técnicas de aplicación y posibilidad de comercialización de estos agentes microbianos.

Para utilizar hongos entomopatógenos como insecticidas deben producirse cantidades masivas del hongo, el cual debe mantener su capacidad infectiva por un período de tiempo considerable. Los hongos se han reproducido para su uso como agentes biológicos de plagas desde hace 100 años, para lo cual se han utilizado diferentes métodos de reproducción. Entre ellos, el uso de sustratos como arroz y trigo y medios líquidos mediante técnicas más sofisticadas. En Europa, Cuba, Brasil, Venezuela y Colombia, se han desarrollado formulaciones de *Beauveria bassiana* y *Metharizium anisopliae* para ser usados en el control de una gran variedad de plagas (Vélez *et al.* 1997).

En esta Hoja Técnica se presentan los factores que afectan la viabilidad de los conidios, que son las unidades infectivas de un insecticida microbiano y las cuales deben protegerse mediante la formulación. Además se detallan las ventajas, características y técnicas de formulación, así como aspectos sobre su control de calidad.

FACTORES QUE AFECTAN LA VIABILIDAD DE LOS CONIDIOS

Los factores que afectan la supervivencia de los conidios del hongo en la formulación o durante su aplicación en el campo son:

Exposición a la luz solar: La vida media de los conidios aplicados en hojas expuestas a la luz solar es de aproximadamente 2 horas, debido a que la luz ultravioleta causa su muerte (Roberts 1989). De acuerdo a Goettel e Inglis 1997, la radiación ultravioleta-B (295-320 nm) es la más perjudicial.

Contenido de humedad: La humedad es un factor determinante de la supervivencia de los conidios. Cuando éstos están secos, pueden mantener un nivel de germinación alto durante 3 meses a 30°C (Moore *et al.* 1995). La viabilidad de los conidios sin secar y almacenados a 8°C se reduce de 80 a 6% en 51 semanas y a 0% en más de 60 semanas. Por el contrario, en conidios secos en sílica gel con aceite, la viabilidad decrece de 95 a 90% a las 51 semanas y a 65% en más de 60 semanas. A 17°C ocurre algo similar. La sílica es el factor clave para mantener la viabilidad debido a que los conidios alcanzan un secado significativo.

Feng *et al.* 1994, señalan que el polvo puro de conidios sin formular puede almacenarse en recipientes herméticos a 4°C y mantener una viabilidad de 71% a los 21 meses, si el contenido de humedad es menor a 10%. El uso de cal viva como desecante durante el almacenamiento de polvo sin formular permite conservar un 83% de viabilidad a los seis meses.

Temperatura: La temperatura es un factor que influye significativamente sobre la viabilidad de los conidios. Las temperaturas bajas son más favorables para mantener niveles de viabilidad adecuados. Por ejemplo, la viabilidad para las formulaciones en aceite puede reducirse a cero, después de 20 días a 25°C, mientras que a 2°C, se mantiene entre el 95 y 99% por 40 días (Prior *et al.* 1988).

Tiempo de almacenamiento:

Como se ha mencionado, la temperatura y la humedad en interacción con el tiempo de almacenamiento determinan el tiempo de viabilidad de los conidios. En condiciones de baja humedad, el tiempo de almacenamiento se incrementa y la viabilidad es alta. Un comportamiento similar se observa con la temperatura. En la Fig. 1 se presenta el equipo usado para conservación de cepas en el laboratorio de control microbiano del CATIE. En ese caso las cepas son conservadas en medio nutritivo Agar Papa Dextrosa (PDA) a -20°C y se renuevan cada 2 años.

¿Qué es una formulación?

Es el producto resultante de mezclar un agente microbial (hongo entomopatógeno), con uno o varios ingredientes inertes que permiten que el compuesto final sea efectivo. El término formulación implica alteración del ingrediente activo o adición de compuestos con el objetivo de mejorar su actividad, conservación o aplicación. El desarrollo de formulaciones apropiadas es esencial para la utilización exitosa de los micoinsecticidas (Daoust *et al.* 1982, 1983).

Objetivos de la formulación: Algunos objetivos de la formulación de hongos entomopatógenos son:

- Mejorar la vida media y la viabilidad de los conidios durante su almacenamiento y aplicación.

- Aumentar la estabilidad durante el almacenamiento y después de la aplicación. Las propiedades físicas y biológicas de la formulación deben permanecer estables por un tiempo mínimo de 12 meses, pero es recomendable que se mantengan durante 18 meses para permitir su comercialización.

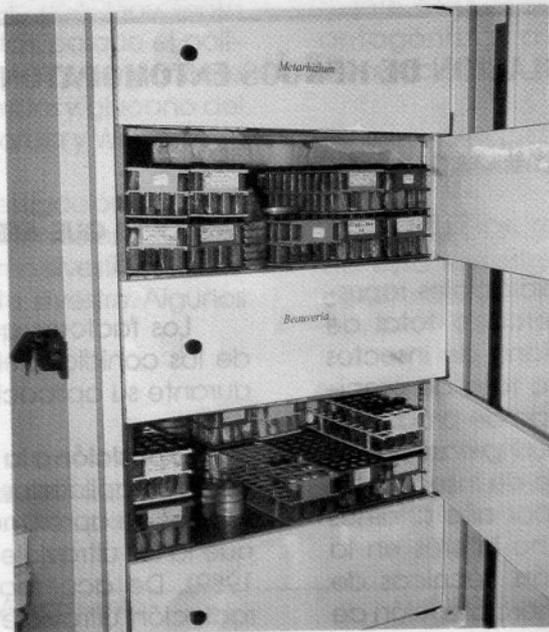


Fig. 1. Colección de hongos entomopatógenos de la Unidad de Control Microbiano del CATIE, mantenidos a -20°C.

• Incrementar la efectividad sobre el insecto plaga, la penetración de la suspensión de conidios en el insecto es facilitada por las propiedades cutinofílicas del aceite que permiten que un mayor número de conidios alcancen las membranas intersegmentales susceptibles.

• Mejorar la adhesión a la cutícula del insecto.

• Aumentar o mantener la virulencia.

• Permitir su aplicación utilizando equipos de volumen ultrabajo (UBV).

• Incrementar el potencial de producción de conidios

- Mejorar su eficacia en el campo.

Características de una buena formulación:

Algunas características deseables son:

- No posea un efecto perjudicial sobre los conidios.
- Fácil aplicación y compatible con equipos convencionales.
- Favorezca la cobertura del cultivo.
- Facilite el contacto del agente con la plaga.
- Eficaz para el control de la plaga.
- Bajo costo de producción.

- No perjudicial para el ser humano y las especies benéficas.

Tipos de formulaciones:

Granulada:

Algunas formulaciones granuladas muy sencillas son las del hongo en arroz, obtenidas mediante el proceso de producción masiva del hongo, y la del arroz molido con el hongo. Otras como la de gránulos de aceite hidrogenado es utilizada para conidios de *B. bassiana* (Hidalgo 1995). Se han evaluado formulaciones de *B. bassiana* en gránulos de alginato, usando agentes aumentadores como cáscara de naranja seca molida como cebo contra hormigas (*Atta sexdens*) (Blowers *et al.* 1992). Existen procedimientos para la preparación de formulaciones de micelio en gránulos "pellets" de alginato (Knudsen *et al.* 1990), así como para conidios en gránulos de alginato (Hidalgo 1995).

Polvo: Estas formulaciones mantienen la viabilidad de los conidios sin formular. Entre los portadores inertes están el attapulgita, montmorillonita, kaolinita, diatomita, talco y polvos orgánicos (Daoust *et al.* 1983).

Líquidas: La formulación en aceite mantiene un grado alto de viabilidad de los conidios. Por el contrario, otros vehículos líquidos como aceites de petróleo, ácidos orgánicos y agua son perjudiciales en la sobrevivencia de conidios Daoust

et al. 1983. Las formulaciones basadas en aceite, favorecen la adhesión, aumentan la supervivencia y pueden aplicarse con equipos de bajo volumen y ser muy efectivos en el campo (Prior *et al.* 1988). Algunos de los aceites utilizados son el de maní y soya.

Control de calidad de las formulaciones

La comercialización de insecticidas biológicos basados en hongos entomopatógenos requieren de un control adecuado de las propiedades biológicas, físicas y químicas que aseguren al usuario un producto de máxima eficacia en condiciones de campo (Vélez *et al.* 1997). Existe una metodología para pruebas de calidad de las formulaciones de *B. bassiana* y *Metharizium anisopliae* producidos artesanalmente y en laboratorios comerciales, comparándolos con un patrón del hongo que posea las características establecidas. El paso inicial es la reactivación del hongo del producto comercial, utilizando un insecto como la broca del café (*Hypothenemus hampei*) u otros insectos

(Fig. 2). Algunas pruebas microbiológicas recomendadas son:

- **Concentración de esporas:** Establece la dosificación del producto.
- **Germinación de esporas:** Determina la viabilidad del hongo en la formulación.

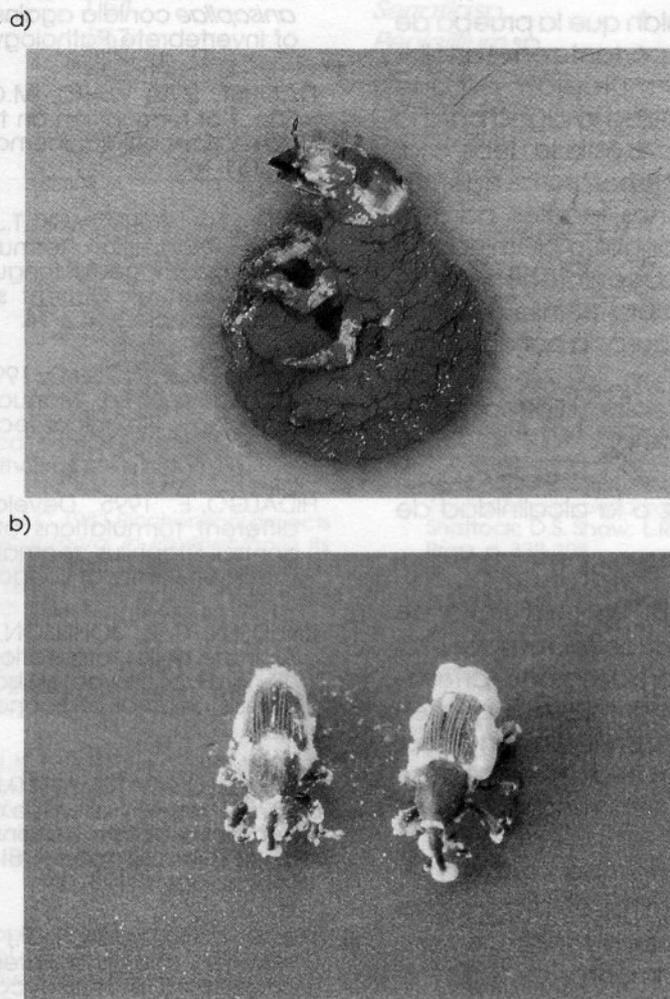


Fig. 2. Esporulacion de los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* a) sobre *Phyllophaga menetriesi* y *B. bassiana*. b) sobre *Cosmopolites sordidus*.

- **Pureza:** Revela la proporción del agente biológico en la formulación e identifica los microorganismos contaminantes con el objetivo de mejorar el proceso de producción y formulación de los entomopatógenos (Velez *et al.* 1977, Goettel e Inglis 1997).

Velez *et al.* (1997) señalan que la prueba de patogenicidad es la más importante en el análisis de calidad de una formulación porque determina si el patógeno ataca la plaga para la cual está recomendado. Para ésta se debe criar y manipular el insecto en el laboratorio; además establecerse las condiciones ideales para la exposición del insecto al hongo, la germinación e invasión del insecto, la conidiogénesis, la esporulación del hongo sobre el insecto para determinar la mortalidad causada por el hongo.

Además es necesario realizar algunas pruebas fisicoquímicas, tales como:

- **pH:** Determinar la acidez o la alcalinidad de una formulación.
- **Porcentaje de humedad:** La cual varía de acuerdo al tipo de producción masiva. Por ejemplo, es muy alta en producciones artesanales de hongos en arroz mientras que en productos liofilizados o formulados en talco, bentonita, leche, y tierra de diatomáceas, se presentan porcentajes de humedad entre el 3% y el 15%.
- **Humectabilidad:** Determina el tiempo que tarda la formulación en polvo mojable para humedecerse completamente.
- **Suspensibilidad:** Revela la concentración de esporas del producto después de preparada la mezcla con el fin de asegurar la homogeneidad de la concentración durante la aspersión. Otra prueba que se debe realizar es la de determinar si las formulaciones comerciales obstruyen las boquillas en los equipos de aspersión (Velez *et al.* 1997).

BIBLIOGRAFIA

ALVEZ, S.B. 1986. Fungos entomopatogénicos. In Alvez, S. B. (Ed). Controle microbiano de insetos. Sao Paulo, Brasil, Editora Manole. p. 73-126.

BLOWERS, M.; JACKSON, C.W.; KNAPP, J.J. 1992. Effects of composition of alginate granules on their potential as carriers of microbial control agents against the leaf-cutting and *Atta sexdens*. In Biology and Evolution of Social Insects (J. Billen Ed.), Leuven University Press, Leuven (Belgium), 1992. p. 145-151.

DAOUST, R.A.; WARD, M.G.; ROBERTS, D.W. 1982. Effect of formulation on the virulence of *Metarhizium anisopliae* conidia against mosquito larvae. Journal of Invertebrate Pathology 40:228-236.

DAOUST, R.A.; WARD, M.G.; ROBERTS, D.W. 1983. Effect of formulation on the viability of *Metarhizium anisopliae* conidia. Journal of Invertebrate Pathology 41:151-160.

FENG, M.G.; POPROWSKI, T.J.; KHACHATOURIANS, G.G. 1994. Production, formulation and application of entonopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: Current status. Biocontrol Science and Technology 4:3-34.

GOETTEL, M.S.; INGLIS, D. 1997. Fungi: Hypohomycetes. In. Lacey, L. Ed. Manual of techniques in Insect Pathology. Biological techniques series. Academic Press. p. 213-247.

HIDALGO, E. 1995. Development and evaluation of different formulations of *Beauveria bassiana*, to control *Sitophilus zeamais* in stored maize. M. Sc. Thesis University of London. 76 p.

KNUDSEN, G.R.; JOHNSON, J.B.; ESCHEN, D.J. 1990. Alginate pellet formulation of a *Beauveria bassiana* (Fungi: Hyphomycetes) isolate pathogenic to cereal aphids. Journal of Economic Entomology 83:2225-2228.

MOORE, D.; BATEMAN, R.P.; CAREY, M.; PRIOR, C. 1995. Long-term storage of *Metarhizium flavoviridae* conidia in oil formulations for the control of locusts and grasshoppers. Biocontrol Science and Technology 5:193-199.

PRIOR, C.; JOLLANDS, P.; PATOUREL, G. LE. 1988. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Invertebrate Pathology 52:66-72.

ROBERTS D.W. 1989. World picture of biological control of insects by fungi. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol 84, Supl. III:89-100.

STARNES, R.L.; LIU, C.L.; MARRONE, P.G. 1993. History, use and future of microbial insecticides. American Entomologist. Summer 83-91.

VELEZ, P.A.; POSADA, F.J.; MARIN, P.; GONZZLEZ, M.T.; OSORIO, E.; BUSTILLO, A.E. 1997. Técnicas para el control de calidad de formulaciones de hongos entomopatógenos. Centro Nacional de Investigaciones en Café. Boletín Técnico No. 17. 37 p.

CATIE

REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

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. (Mayor información para interesados en el patrocinio de la Revista MIP en p. 54).



**Autoridad Sueca
para el Desarrollo
Internacional (ASDI)**
(Contribución vía Presupuesto
Básico de CATIE)



EMPRESA LIDER EN EL
CONTROL DE
MICROORGANISMOS
FITOPATOGENOS

**Buckman
LABORATORIES**

*Costa Rica (506) 278-1818 - 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*



Standard Fruit Company de Costa Rica S.A.
Apartado 4595-1000 San José, Costa Rica
Tel: (506)287-3000 - Fax: (506)256-2466

CATIE

Escuela de Postgrado

Producir conservando, conservar produciendo®

50 años fomentando la excelencia académica

Estudios de Doctorado (Ph.D) en:

I. CIENCIAS FORESTALES TROPICALES

CATIE - Universidad Estatal de Colorado (Fort Collins, EUA)
CATIE - Universidad de Freiburg (Alemania)
CATIE - Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
CATIE - Universidad Texas A & M (EUA)

II. SISTEMAS AGROFORESTALES TROPICALES

CATIE - Universidad de Florida (Gainesville, Florida, EUA)
CATIE - Universidad de Gottingen (Alemania)

III. AGRICULTURA TROPICAL

CATIE - Universidad de Gottingen (Alemania)
CATIE - Universidad de Hohenheim (Alemania)
CATIE - Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
CATIE - Universidad Texas A & M (EUA)

Para la Universidad de Alemania es deseable el dominio del idioma alemán.

Estudios de Maestría (M.Sc.) en:

I. Agricultura Ecológica, con énfasis en:

- Recursos Fitogenéticos y Biotecnología
- Agricultura Tropical Sostenible

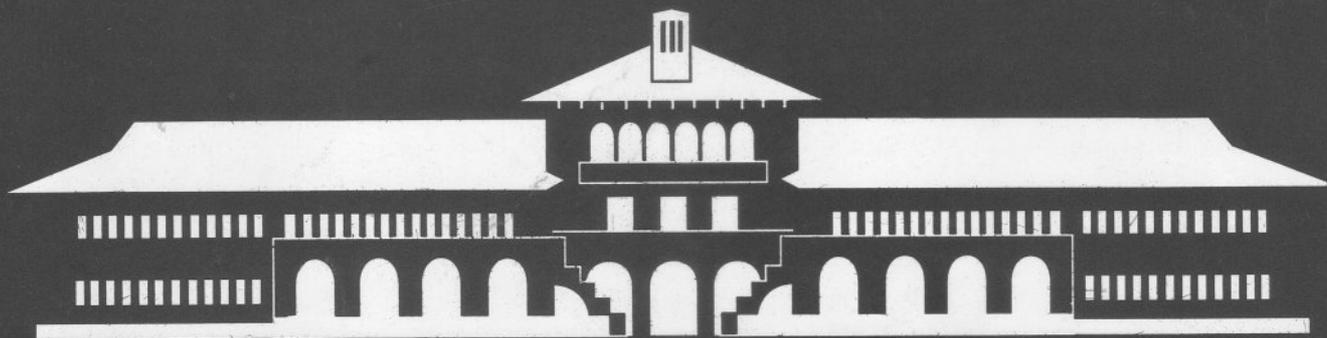
II. Sistemas Agroforestales Tropicales, con énfasis en:

III. Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad

- Manejo de Sistemas de Producción Forestal Diversificado
- Conservación de la Biodiversidad

IV. Economía Ambiental, con énfasis en:

- Administración y Gerencia Ambiental
- Socioeconomía Ambiental



Solicite información a:

Escuela de Postgrado. CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica. Tel.: (506) 556-1016/556-6431. Fax: (506) 556-0914/556-1533.
EEmail: posgrado@catie.ac.cr Web-page: <http://www.catie.ac.cr>