

Manejo Integrado de Plagas

Nº 49

Setiembre 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 AGRONOMO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
CATIE**

DIRECTOR GENERAL
Rubén Guevara Moncada

**PLANIFICACION ESTRATEGICA Y
COOPERACION EXTERNA**
Pedro Ferreira

PROGRAMA DE INVESTIGACION
Markku Kanninen

PROGRAMA DE EDUCACION
Juan Antonio Agüirre

PROGRAMA DE PROYECCION EXTERNA
José Arze

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

La producción y administración de esta
Revista, se encuentra bajo el Area de
Comunicación e Informática

Luis A. Ugalde Arias
Jefe del Area

Dirección Técnica: Elkin Bustamante

Edición: Laura Rodríguez

Diseño Gráfico y Textos: Yorlene Pérez y
Guisselle Brenes

Foto: Los problemas causados por el complejo mosca blanca-geminivirus han recrudecido durante 1997-1998, lo cual obliga a reconsiderar las medidas para su manejo, nacional y regionalmente. La foto ilustra el daño causado en melón, en Costa Rica. (Fotos: Luko Hilje y Elkin Bustamante).

Manejo Integrado de Plagas

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

No.49

Setiembre 1998

CONTENIDO

	Pág.
FORO	
Un modelo de colaboración agrícola internacional para el manejo de moscas blancas y geminivirus en América Latina y el Caribe Luko Hilje	1- 9
REVISIONES	
Resistencia de <i>Bemisia argentifolii</i> a insecticidas: implicaciones y estrategias de manejo en México Laura Delia Ortega Arenas	10-25
RESULTADOS DE INVESTIGACION	
Oviposición y mortalidad de <i>Tuta absoluta</i> en <i>Lycopersicon hirsutum</i> Germano L.D. Leite, Marcelo Picanço, Aristéa A. Azevedo, Yuri Zurita, Flávio Marquini	26-34
Aislamiento de <i>Pseudomonas</i> fluorescentes antagonista potencial de <i>Rosellinia bunodes</i> en raíces de café en Colombia Jaime Cárdenas López, Elkin Bustamante Rojas, Gonalo G. Rivas P., Carlos A. Rivillas O., Claudia M. Pérez L.	35-41
Selección de métodos para captura de hembras de <i>Ceratitits capitata</i> Luis A. Vásquez, Francisco J. Díaz	42-50
Influencia de la humedad del suelo sobre la susceptibilidad de <i>Brachiaria</i> a hongos patógenos Cristhian Zúñiga Pereira, Roberto González Q., Elkin Bustamante, Pedro Argel	51-57
Control de malezas en banano (<i>Musa</i> spp.) mediante hojarasca del cultivo Minor Rojas B., Ramiro de la Cruz	58-67
Interacción de hongos endomicorrízicos con <i>Meloidogyne exigua</i> en café Gonzalo Galileo Rivas-P., Jairo Cuervo Andrade	68-72
NOTA TECNICA	
Extractos acuosos de nim para el combate de la broca de café Daniel A. Rodríguez-L., Angel Lagunes-T., David Riestra-D., Concepción Rodríguez-M., Juan Velázquez-M., Enrique Becerril-R., Evaristo Pacheco-V.	73-77
HOJA TECNICA	
Biología y manejo del descortezador de pinos, <i>Dendroctonus frontalis</i> David Cibrián Tovar	i-iv
SECCION INFORMATIVA	
Reseñas de Publicaciones Nueva Publicación CATIE Futuros Eventos Mosca Blanca al Día	78 79 80 81

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

CATIE

UN MODELO DE COLABORACION AGRICOLA INTERNACIONAL PARA EL MANEJO DE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE*

Luko Hilje**

RESUMEN

Desde mediados del decenio anterior, 17 cultivos han sido afectados en forma directa por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), o por los geminivirus que transmite, en América Latina y el Caribe. La respuesta de los agricultores ha sido el sobreuso de insecticidas, a veces con aplicaciones diarias. En 1992, CATIE promovió la creación del *Plan de Acción para el Manejo de Moscas Blancas y Geminivirus en Latinoamérica y el Caribe*. Este coordina esfuerzos entre países, a través de Comisiones Nacionales. Su eje estratégico es la validación y transferencia de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) hacia los agricultores, aunque también desarrolla actividades de diagnóstico, investigación y capacitación. Este artículo discute el origen del Plan, así como su estrategia, objetivos, metas, logros, fortalezas, debilidades y perspectivas.

Palabras claves: *Bemisia tabaci*, Plan de acción, América Latina, Manejo Integrado de Plagas, Moscas Blancas, Geminivirus.

ABSTRACT

A MODEL OF INTERNATIONAL AGRICULTURAL COLLABORATION FOR WHITEFLY AND GEMINIVIRUS MANAGEMENT IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. Since the mid 1980's, 17 crops in Latin America and the Caribbean have been affected by whitefly (*Bemisia tabaci*) directly or by the geminiviruses transmitted. Grower response has been the overuse of insecticides, sometimes with daily applications. In 1992, CATIE promoted the creation of the *Action plan for Whitefly and Geminivirus Management in Latin America and the Caribbean*. This coordinates efforts between countries through National Commissions. Its main focal point is the validation and transfer of integrated pest management (IPM) technologies to growers, although diagnostic, research and training activities are also developed. This paper discusses the origin of the Plan, as well as its strategy, objectives, goals, achievements, strengths, weaknesses, and perspectives.

Key words: *Bemisia tabaci*, Action plan, Latin America, Integrated Pest Management, Whiteflies, Geminiviruses.

INTRODUCCION

En el último decenio, varios sistemas agrícolas tropicales y subtropicales han sido seriamente afectados por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Históricamente, de ser generalmente una plaga secundaria, se ha convertido en la principal plaga agrícola mundial, presente en todos los continentes (Brown 1994).

Esto justifica que se dediquen esfuerzos extraordinarios en investigación básica y en métodos para su control. Algunas evidencias de estos esfuerzos son la publicación de dos libros, varias

revisiones comprensivas y unos 3000 artículos científicos, la presencia del tema en casi todos los congresos de entomología o fitopatología, y la constitución de redes colaborativas para implementar planes de acción.

En América Latina y el Caribe, *B. tabaci* ha causado problemas, como plaga directa o vector de geminivirus, en al menos 17 cultivos, tanto de consumo básico (tales como frijol, tomate, chile dulce, ayote) como industriales y de exportación (algodón, soya, melón, entre otros), incluso forzando a muchos agricultores a abandonar sus tierras.

Aunque es difícil cuantificar su impacto sobre la producción, las pérdidas equivalen a decenas, y quizás cientos de millones de dólares. Por ejemplo, en frijol, en Boaco (Nicaragua), la producción decreció de 3,15 a 0,7 t/ha (Comisión Nacional

Recibido: 04/03/98. Aprobado: 28/09/98.

*Presentado en *International Conference on Pesticide Use in Developing Countries: Impact on Health and Environment*. San José, Costa Rica. Febrero 23-28, 1998.

**Unidad de Fitoprotección, CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica. EMail: lhilje@catie.ac.cr

de Mosca Blanca 1993). En tomate, en la República Dominicana, las pérdidas han superado US\$50 millones entre 1989-1995 (Alvarez y Abud 1997); en Comayagua (Honduras) en 1992, 500 productores perdieron casi US\$5 millones (Caballero y Rueda 1993); en el Valle Central (Costa Rica), el rendimiento promedio ha disminuido de 35 a 21 t/ha (Gustavo Calvo 1995, CATIE, com. pers.). En algodón, en Guatemala, el número de aplicaciones contra *B. tabaci* aumentó de 14 a 25, entre 1988-89 y 1993-94, al igual que las dosis (hasta siete veces en algunos casos), pero aún así la producción disminuyó de 41 a 23,4 t/ha (Gil 1994).

Además, a las pérdidas *per se* debe sumarse el aumento en los costos de producción, debidos sobre todo al uso de insecticidas. La crisis ha hecho que éstos se utilicen masivamente, con aplicaciones cada 2-3 días y, en algunos casos, diariamente. Esto causa riesgos de residuos en los alimentos y agua, de intoxicaciones de personas y animales, de disminución de enemigos naturales y de resistencia, cuyo valor es prácticamente imposible de medir.

GESTACION DEL PLAN

La situación descrita causó una verdadera crisis desde inicios de los años 90 en América Central y el Caribe, la cual forzó a los técnicos agrícolas a buscar soluciones de emergencia. En cada país se iniciaron valiosos esfuerzos para el manejo del problema, e incluso en algunos se crearon Comisiones Nacionales. Sin embargo, había poca o ninguna comunicación con los países vecinos, para intercambiar enfoques y experiencias.

En la misma época se presentó una grave crisis en el sur de los EE.UU., de grandes repercusiones económicas, pues en 1991 las pérdidas fueron de US\$500 millones (Henneberry *et al.* 1996). Esto propició el establecimiento del **Plan Nacional de Investigación y Acción sobre *B. tabaci***, en febrero de 1992, con un plazo quinquenal. Para colaborar con varios especialistas de dicho país en el muestreo para la detección de biotipos de *B. tabaci* y sus parasitoides, el Dr. Dale T. Krigsvold,

del *Proyecto de Apoyo a la Exportación de Productos Agrícolas No-tradicionales de Centro América y Panamá (PROEXAG II-EXITOS)*, solicitó el apoyo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por su papel como organismo regional y amplia experiencia en la coordinación de redes colaborativas, y financió dicho muestreo en varios países.

Posteriormente, en abril de 1992, en el *IV Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas*, realizado en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP, Zamorano), el Dr. Krigsvold y técnicos del CATIE, EAP e IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) promovieron una reunión informal entre los interesados en el problema.

En dicha reunión se hizo un inventario de la situación, y se concluyó que había avances importantes en la región, tanto en la generación de información original, como en la validación y adaptación de aquella proveniente de países extra-regionales, pero pocos esfuerzos de transferencia de tecnología. Además, en los diferentes países se había avanzado de manera dispar y, en ciertos casos, realizado esfuerzos innecesariamente reiterativos, cuando los recursos humanos y económicos eran tan limitados. Se identificó que ello especialmente era resultado de la falta de un flujo coordinado, continuo y oportuno de información. Por lo tanto, para contribuir a resolver estas situaciones, el CATIE se comprometió a organizar un taller regional.

En agosto de ese año se realizó el **Primer Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas**, en Turrialba, Costa Rica. En dicho evento, además del intercambio de información sobre el problema, basado en charlas magistrales sobre temas críticos (taxonomía y biotipos de moscas blancas, epidemiología de geminivirus, y métodos de manejo del problema), los informes nacionales de cada país y las discusiones en las sesiones plenarias, se configuró el **Plan de Acción Regional para el Manejo de las Moscas Blancas**. Dicho Plan fue elaborado por una comisión de 26 técnicos, representantes de instituciones de investigación, transferencia de

tecnología y cooperación técnica, tanto del sector público como del privado.

ESTRATEGIA Y OBJETIVOS

El Plan se fundamentó en los siguientes cuatro aspectos (Plan Acción Regional para el Manejo de Moscas Blancas en América Central y el Caribe 1992):

- a. Procurar la especialización temática por país, según sus fortalezas específicas, pero con complementariedad entre los países.
- b. Establecer prioridades en los temas por investigar, enfatizando la investigación adaptativa.
- c. Ejecutar el Plan a través de cada Comisión Nacional, la cual definiría su propio esquema y programa de trabajo, y conseguiría los fondos para implementarlo.
- d. Asignar al CATIE la coordinación del Plan, estableciendo un plan coherente y armónico, con una perspectiva regional, a partir de los programas elaborados por cada Comisión.

Se definió como eje estratégico del Plan la validación y transferencia hacia los agricultores, de esquemas y tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP). Sin embargo, se reconoció que había otros aspectos, muy importantes, que enfrentar. Por lo tanto, se concibió como objetivo general el desarrollo simultáneo e interactivo de actividades de validación y transferencia, diagnóstico, capacitación e investigación (Fig. 1), orientadas hacia el manejo integrado del complejo mosca blanca-geminivirus.

METAS Y LOGROS

El objetivo general del Plan debía expresarse y concretarse en metas específicas, las cuales se discuten a continuación, acompañadas por los logros alcanzados hasta el primer trimestre de 1998

(Plan Acción Regional para el Manejo de Moscas Blancas en América Central y el Caribe 1992, Hilje 1993, 1994, 1996a).

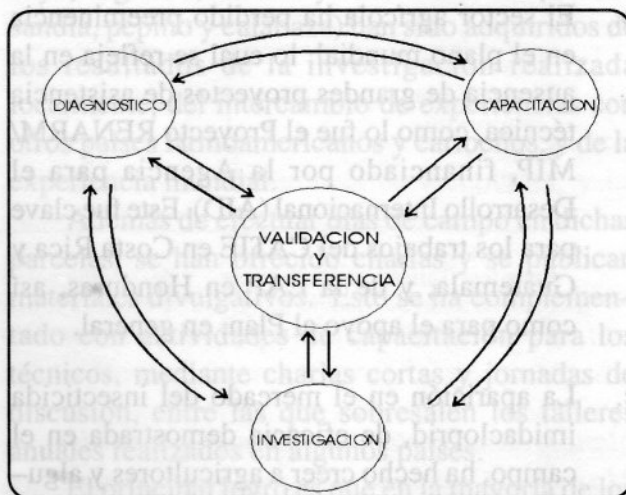


Fig. 1. Estrategia del Plan, con la validación y transferencia de tecnologías de MIP como su eje, y las otras actividades actuando de manera simultánea e interactiva.

Comisiones Nacionales. Se ha procurado consolidar las Comisiones o Grupos Técnicos, algunos de los cuales han alcanzado carácter oficial mediante decretos gubernamentales, y también se ha logrado, en general, que en ellas se involucren los sectores público y privado.

Además, se ha ampliado la cobertura del Plan, por lo que ahora se le llama **Plan de Acción para el Manejo de Moscas Blancas y Geminivirus en América Latina y el Caribe**, e incluye 18 países: México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico, Haití, Venezuela, Colombia, Ecuador, Brasil, Perú y Argentina; asimismo, se han hecho esfuerzos para involucrar a países caribeños de habla inglesa. Lamentablemente, dicha ampliación no corresponde con el trabajo en profundidad, puesto que la labor de las Comisiones se ha debilitado mucho en años recientes. Esto obedece a los siguientes tres factores:

- a. Los servicios de extensión agrícola, que son indispensables para la validación y transferencia de tecnologías de MIP, se han

debilitado o desaparecido en la mayoría de los países, lo cual ha desestimulado el trabajo de las Comisiones.

- b. El sector agrícola ha perdido preeminencia en el plano mundial, lo cual se refleja en la ausencia de grandes proyectos de asistencia técnica, como lo fue el Proyecto RENARM/MIP, financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). Este fue clave para los trabajos del CATIE en Costa Rica y Guatemala, y de la EAP en Honduras, así como para el apoyo al Plan, en general.
- c. La aparición en el mercado del insecticida imidacloprid, de eficacia demostrada en el campo, ha hecho creer a agricultores y algunos técnicos que el problema está resuelto.

Centros de diagnóstico. Dada la urgente necesidad de conocer las especies de Aleyrodidae, los biotipos de *B. tabaci* y los geminivirus presentes en el continente, se asignó la responsabilidad de su diagnóstico a la EAP y al Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), de la Universidad de Costa Rica (UCR), respectivamente. Ambos centros son financiados con recursos propios de estas instituciones.

Las actividades de diagnóstico se han complementado con la capacitación de profesionales de los países, para fortalecer la capacidad local en cada país y, hasta lo posible, lograr un efecto multiplicador. En 1993 se ofrecieron los cursos cortos *Detección de biotipos de moscas blancas mediante electroforesis* y *Detección de geminivirus mediante hibridación de ácidos nucleicos*. El principal logro es que actualmente los técnicos son más cautos en sus diagnósticos, tanto de moscas blancas como de geminivirus.

Sin embargo, el aporte y el potencial de ambos centros, de gran vigencia aún y respaldados por una considerable capacidad instalada, ha sido poco aprovechado, quizás por las razones indicadas al inicio de esta sección.

Intercambio de información. Al crearse el Plan, se enfatizó la necesidad de garantizar el flujo

continuo y oportuno de información, tanto para acelerar la validación y transferencia de tecnología, como para optimizar la utilización de los recursos en cada país. Para ello se concibieron los siguientes mecanismos para comunicar los logros en investigación, diagnóstico, capacitación y transferencia alcanzados dentro y fuera del continente:

- a. El boletín trimestral **Mosca Blanca al Día**, del cual se han publicado 21 números. Para evitar los costos de producción e importe aéreo, inicialmente circuló como un suplemento del *Boletín Informativo MIP*, pero actualmente lo hace dentro de la revista *Manejo Integrado de Plagas*, ambos del CATIE. Actualmente, dicha revista está disponible en versión electrónica en internet (<http://www.catie.ac.cr~cicmip>), lo cual agiliza la circulación y consulta del Boletín. Sin embargo, no todas las personas interesadas están suscritas a la revista, por lo que se imprimen 200 separatas del Boletín, las cuales se distribuyen de manera selectiva, dentro y fuera del continente; no obstante, esta actividad carece de financiamiento permanente.
- b. El **Taller Anual**, que se realiza de manera rotativa entre los países. Se han efectuado seis (en Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras, México y la República Dominicana) y de cada uno se publica una memoria (Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus 1993, Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas 1996, Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus 1997, Hilje y Arboleda 1993, Mata *et al.* 1994, Caballero y Pitty 1995), para que la información esté disponible para los usuarios. A pesar de que la concurrencia a estos eventos ha sido alta, de 110-130 personas, el núcleo de participantes claves (coordinadores de las Comisiones y de áreas temáticas) es inestable, por dificultades para financiar su asistencia.

- c. La comunicación permanente entre investigadores, extensionistas e incluso productores, de los países involucrados en el Plan, mediante correo electrónico en la mayoría de los casos. En esto cumple un papel clave el Coordinador General, en el CATIE, como centralizador y distribuidor de la información.
- d. El flujo permanente de información desde otras regiones del mundo, mediante varias modalidades: la participación de los investigadores como conferencistas magistrales en el Taller Anual, así como en la preparación de propuestas de investigación colaborativa; el acceso a fuentes electrónicas, de las cuales hay unos 12 sitios de internet ("home pages") dedicados a moscas blancas y geminivirus; y la participación de investigadores latinoamericanos y caribeños en reuniones en los EE.UU. y otras regiones.
- e. Algunos materiales y cursos de capacitación, para llenar deficiencias muy sentidas. Se han publicado materiales de gran utilidad práctica, como una clave de campo para identificar ninfas de moscas blancas (Caballero 1994) y un libro para estandarizar las metodologías de trabajo (Hilje 1996b), los cuales han tenido gran demanda. Asimismo, además de los dos cursos de diagnóstico indicados previamente, en 1994 se ofreció el curso *Detección de resistencia de mosca blanca a insecticidas, por métodos rápidos* (Guatemala), y en 1995, en dos ocasiones, el *Curso Centroamericano sobre Identificación, Biología, Ecología y Manejo de Moscas Blancas* (EAP).

Validación y transferencia de tecnología.

Al concebirse el Plan, se enfatizaron estas actividades para aquellos cultivos y situaciones socioeconómicas en las que ello fuera factible a corto plazo. En realidad, dichas actividades habían iniciado antes del surgimiento del Plan, y se han continuado hasta la actualidad. Así, en todos los países se han establecido parcelas demostrativas en campos de agricultores, para validar o transferir

algunos métodos que contribuyan a manejar el complejo mosca blanca-virosis. Estos métodos, para cultivos como el tomate, frijol, chile dulce, soya, algodón, tabaco y cucurbitáceas (melón, sandía, pepino y calabaza) han sido adquiridos de los resultados de la investigación realizada localmente, del intercambio de experiencias con otros países latinoamericanos y caribeños, y de la experiencia mundial.

Además de efectuar días de campo en dichas parcelas, se han ofrecido charlas y se publican materiales divulgativos. Esto se ha complementado con actividades de capacitación para los técnicos, mediante charlas cortas y jornadas de discusión, entre las que sobresalen los talleres anuales realizados en algunos países.

El principal logro es que en la mayoría de los países, tanto los técnicos como los agricultores conocen mejor el problema de las moscas blancas y geminivirus, sus aspectos agrícolas y bioecológicos. Además de este mejoramiento de percepción, favorable para implementar programas de MIP, conocen nuevas tácticas, así como nuevas combinaciones de éstas, para el manejo del problema. En varios casos los propios agricultores han sugerido prácticas para mejorar dichas tácticas.

Lamentablemente, y a pesar de que estas actividades constituyen el eje estratégico del Plan, han disminuido mucho, tanto en calidad como cantidad, por las razones anotadas anteriormente y, en especial, por el debilitamiento de los servicios de extensión agrícola.

Investigación. Gran parte de la investigación realizada ha sido de tipo adaptativo, capitalizando las experiencias de otras regiones del mundo. Sin embargo, la mayor parte de dichas experiencias proviene de los EE.UU., donde los problemas se deben sobre todo al daño directo del insecto y no a los geminivirus que transmite, lo cual también ha obligado a realizar investigación original.

Para la generación de información, actualmente el Plan está subdividido en las siguientes áreas temáticas, cada una con un coordinador: ***Validación y transferencia de tecnología; Taxonomía, biología y ecología de moscas***

CUADRO 1. Resumen tabular de las ponencias presentadas en el Taller Anual, entre 1993-1997, por áreas temáticas.

Área temática	II	III	IV	V	VI	Total	Total (%)
Valid./Transf.	4	6	6	1	3	20	9
Bioecología	8	9	18	17	2	54	24
Geminivirus	1	7	10	6	3	27	12
Manejo	16	32	29	35	13	125	55
TOTAL	29	29	63	59	21	226	100

Fuentes: Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus 1993 y 1997, Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas 1996, Mata *et al.* (1994) y Caballero y Pitty 1995). Se excluye el I Taller, porque no se presentaron ponencias específicas, sino informes nacionales.

blancas; Diagnóstico y epidemiología de virus; y Manejo (Combate fitogenético, Prácticas agrícolas, Control biológico, Combate químico y Combate legal). El saldo de los aportes de investigación presentados en el Taller Anual es muy positivo, a pesar de la carencia de financiamiento para desarrollarla.

Desde el punto de vista cuantitativo, se han presentado 45 trabajos por año, en promedio (Cuadro 1); no obstante, muchos trabajos no se presentaron, por falta de fondos que hicieran posible la asistencia de los investigadores al Taller. En lo cualitativo, hay un balance satisfactorio de temas, con predominio de trabajos orientados al manejo del problema (55%) y una buena cantidad de información básica sobre moscas blancas y geminivirus (36%). Es de destacar que las ponencias sobre validación y transferencia de tecnología son muy escasas (9%), tratándose del eje estratégico del Plan; sin embargo, esto se explica por la arraigada costumbre de no informar por escrito acerca de los resultados de estas actividades, y a que no se ha establecido un formato habitual, como sucede con las otras áreas temáticas, para preparar ponencias para el Taller.

Se debe resaltar que, por falta de recursos financieros sólidos y estables, no funcionó la idea original, de procurar la especialización temática por país, ni tampoco ha sido posible el cumplimiento de las metas y plazos previstos cuando se concibió el Plan. Sin embargo, merece destacarse

que algunos países han hecho esfuerzos sostenidos para acopiar fondos, de diverso origen, y cumplir así al menos parte de las actividades programadas.

En cuanto a los mayores logros en la investigación *per se*, hay un buen conocimiento sobre las especies de Aleyrodidae y los biotipos de *B. tabaci* presentes, así como avances firmes acerca del ámbito de hospedantes, abundancia estacional, actividad diaria, movimientos y enemigos naturales de *B. tabaci*. De los geminivirus presentes, se han diagnosticado los principales para tomate y frijol, pero se sabe poco de su epidemiología, aunque existe alguna información valiosa para entender los patosistemas de los que forman parte.

En el manejo, hay logros importantes en la utilización de algunas prácticas agrícolas, especialmente en tomate. Estas incluyen las fechas de siembra, control del trasiego de material vegetativo, destrucción de rastrojos, siembra de parcelas alejadas de campos viejos, producción de plántulas en semilleros cubiertos con mallas finas, barreras altas de maíz o pastos, y coberturas plásticas o vivas. Estas se complementan con el combate químico, en lo cual el mayor logro es de tipo educativo, al demostrar a los agricultores y técnicos que por sí solo no es la solución al problema de *B. tabaci*-geminivirus, por lo que debe utilizarse con moderación, dentro de esquemas de MIP.

Financiamiento. Inicialmente, para tener acceso a fondos de contingencia del IICA para

emergencias fitosanitarias, se logró que los ministros de agricultura emitieran un decreto declarando el problema como tal (Resolución 5-92/II ROCM). Estos fondos, aunque pequeños, permitieron desarrollar algunas actividades del Plan durante su primer año. Asimismo, existía entonces el Proyecto RENARM/MIP, cuyo aporte económico fue clave para el desarrollo del Plan.

Para financiar las actividades a largo plazo, se exploraron varias posibilidades con entidades como la AID, USDA, GTZ, FAO, OIRSA, de manera infructuosa, aunque algunas de ellas han hecho aportes ocasionales para el Plan. La mayor oportunidad surgió en 1994, con una propuesta preparada por técnicos de Guatemala, Nicaragua y Costa Rica, junto con investigadores de EE.UU. e Israel, y presentada a la Fundación McKnight (Epidemiology and management of geminivirus-whitefly complex in food cropping systems in Central America 1994). Aunque fue una de las 18 semifinalistas, de 460 de todo el mundo, no resultó elegida entre las ocho finalistas; de haberse aprobado, hubiera permitido financiar, durante seis años y por un monto total de US\$1,8 millones, muchas de las actividades del Plan.

Actualmente se está procurando el trabajo colaborativo y complementario con dos nuevas iniciativas en el continente. Una es el proyecto mundial, pantropical, sobre moscas blancas y geminivirus, promovido por los centros de investigación internacionales (CGIAR), con la coordinación del CIAT (CIAT 1996), y la otra es la *Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo en Hortalizas (REDCAHOR)*. Se ha conversado con los líderes de ambas iniciativas, quienes han mostrado una actitud positiva hacia el Plan.

FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Entre las fortalezas del Plan, sobresalen el reconocimiento de su pertinencia por parte de los países, así como su continua expansión; la constitución, en cada país, de Comisiones o Grupos de Trabajo; y la alta capacidad científica disponible en instituciones como la EAP, CIBCM, CATIE y

el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV, México). Esto ha permitido avances importantes, tanto en la generación de información original, como en la adaptación de aquella proveniente de países extra-regionales.

Sin embargo, las dos mayores debilidades del Plan son los escasos esfuerzos, realmente sostenidos, de transferencia de tecnología, y la generación de información original sólida. La primera obedece especialmente a los factores previamente anotados, así como a metodologías que enfatizan la participación real de los agricultores, para acelerar la adopción de tecnologías. La segunda, a la falta de recursos y fondos para la investigación, lo cual hace que los avances sean fragmentarios, pues dependen más de la buena voluntad individual y de las posibilidades reales de los investigadores y sus instituciones, y no de un plan articulado, sujeto a evaluaciones periódicas.

PERSPECTIVAS

La superación de las debilidades anotadas, para responder a la crisis causada por el complejo *B. tabaci*-geminivirus, podría enfocarse de la siguiente manera:

- a. Priorizar y desarrollar un programa amplio de validación y transferencia de tecnologías para el manejo del problema. Debería basarse en parcelas demostrativas grandes, para cultivos selectos (tomate y frijol) en al menos cuatro países "modelos", las cuales serían coordinadas por un responsable en dichos países, en conjunto con el Coordinador General.
- b. Modificar el Taller Anual, de manera que su eje y prioridad sea el análisis de los resultados de las actividades de validación y transferencia (parcelas demostrativas, días de campo, talleres nacionales para técnicos, charlas para agricultores y materiales divulgativos). No obstante, también participarían los investigadores, con sus aportes científico-técnicos,

y los coordinadores de las Comisiones. Ello permitiría la retroalimentación entre investigadores y transferencistas, así como la difusión amplia de los logros, enriqueciendo las percepciones y acciones de todos.

- c. Desarrollar proyectos específicos para la generación de información original, los cuales podrían presentarse a varios donantes, bajo el liderazgo de investigadores locales. Por ejemplo, actualmente hay un proyecto sobre geminivirus (CIBCM-Universidad de Wisconsin) y otro sobre prácticas agrícolas (CATIE-Universidad de Florida), coincidentes con los objetivos del Plan, y financiados por entidades externas. Asimismo, las iniciativas del CIAT y REDCAHOR podrían cumplir un papel importante en este sentido.
- d. Continuar la publicación de **Mosca Blanca al Día** y, a mediano plazo, publicar un manual técnico para el manejo del problema, a cargo de especialistas locales.
- e. Hacer disponible por internet una base de datos con dicha información, así como con aquella contenida en las memorias del Taller Anual y otra literatura regional, y bibliografías.

SINTEISIS

El Plan quizás fue ambicioso en su concepción original, pues se pensaba que podría crearse una red regional amplia y bien financiada, como PRECODEPA o PROFRIJOL. Aunque las circunstancias mundiales y regionales han impedido tal propósito, hay varios aspectos que merecen destacarse, y que podrían servir como modelo para esfuerzos análogos en el futuro.

En primer lugar, ha habido una valiosa unidad de esfuerzos tanto dentro de cada país como entre ellos, por lo que los logros del Plan son una obra colectiva, de numerosas personas y sectores, dentro de cada Comisión Nacional. Sin embargo, este tipo de unidad casi siempre surge solamente

ante situaciones de crisis, por lo que podría ser pasajera. Por lo tanto, debe educarse a las autoridades agrícolas y políticas, así como a agricultores y técnicos, acerca de la necesidad de realizar esfuerzos más sostenidos en el campo fitosanitario.

En segundo lugar, ante problemas de importancia multinacional, es clave el papel catalizador que pueden cumplir instituciones regionales, como el CATIE, por poseer una visión de conjunto y tener una amplia experiencia en redes colaborativas.

En tercer lugar, tras casi seis años de trabajo, son evidentes los logros del Plan, a pesar de la carencia de financiamiento permanente y sólido. Aunque no se hayan alcanzado los propósitos originales, el Plan se ha convertido en una valiosa red para el intercambio de información, mediante el boletín **Mosca Blanca al Día**, el Taller Anual y las consultas casi cotidianas por internet.

Finalmente, se ha ganado en credibilidad ante la comunidad agrícola del continente, lo cual abre importantes posibilidades de trabajo colaborativo en las iniciativas del CGIAR y REDCAHOR.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que han hecho posible la concreción del Plan de Acción. Este trabajo está dedicado al Dr. Joseph L. Saunders (CATIE), quien siempre ha apoyado estos esfuerzos.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, P.; ABUD, A. 1997. Situación y manejo de las moscas blancas y geminivirus en la República Dominicana. *In* Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus. (6, 1997, Santo Domingo, República Dominicana). Memoria. p. 15-19.
- BROWN, J.K. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Protection Bulletin* 42(1-2): 3-32.
- CABALLERO, R. 1994. Clave de campo para inmaduros de moscas blancas en Centroamérica (Homoptera: Aleyrodidae). Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 4 p.
- CABALLERO, R.; PITY, A. (eds.). 1995. Memoria IV Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus. Ceiba (Honduras) 36(1): 1-168.

- CABALLERO, R.; RUEDA, A. 1993. Las moscas blancas en Honduras. *In* Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (eds.). Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 50-53.
- CIAT. 1996. Sustainable integrated management of whiteflies as pests and vectors of plant viruses in the tropics (Phase I). A system-wide IPM initiative project. Proposal for DANIDA. Cali, Colombia, CIAT. 73 p.
- COMISION NACIONAL DE MOSCA BLANCA. 1993. Las moscas blancas en Nicaragua. *In* Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (eds.). Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 54-57.
- CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y V TALLER LATINOAMERICANO SOBRE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS. (6, 1995, Acapulco, México). Memoria. 234 p.
- EPIDEMIOLOGY AND MANAGEMENT OF GEMINIVIRUS-WHITEFLY COMPLEX IN FOOD CROPPING SYSTEMS IN CENTRAL AMERICA. 1994. Proposal submitted to The McKnight Foundation Collaborative Crop Research Program. 91 p.
- GIL, A. 1994. Problemática del complejo mosca blanca-virus en algodón en Centroamérica. *In* Biología y manejo del complejo mosca blanca-virus. M. de Mata; D.E. Dardón y V.E. Salguero (eds.). Guatemala. p. 23-38.
- HENNEBERRY, T.J.; TOSCANO, N.C.; FAUST, R.M.; COPPEDGE, J.R. (eds.). 1996. Silverleaf Whitefly (formerly Sweet potato Whitefly, Strain B): 1996 Supplement to the 5-Year National Research and Action Plan. 4th Annual Review. San Antonio, Texas. U.S. Department of Agriculture. 243 p.
- HILJE, L. 1993. Plan de Acción Regional para el Manejo de las Moscas Blancas en América Central y el Caribe. Evaluación de avances en 1992-1993. 17 p. (Mimeografiado).
- HILJE, L. 1994. Plan de Acción Regional para el Manejo de las Moscas Blancas en América Central y el Caribe. Evaluación de avances en 1993-1994. 17 p. (Mimeografiado).
- HILJE, L. 1996a. Plan de Acción Regional para el Manejo de Moscas Blancas y Geminivirus en Latinoamérica. Evaluación de avances en 1994-1995. 27 p. (Mimeografiado).
- HILJE, L. (ed.). 1996b. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza No. 37. 133 p.
- HILJE, L.; ARBOLEDA, O. 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Serie Técnica. Informe Técnico No.205. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 66 p.
- MATA, M. DE; DARDON, D.E.; SALGUERO, V.E. (eds.). 1994. Biología y manejo del complejo mosca blanca-virus. Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. (3, 1994, Antigua, Guatemala). Memoria. 280 p.
- PLAN DE ACCION REGIONAL PARA EL MANEJO DE LAS MOSCAS BLANCAS EN AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE. 1992. CATIE, Turrialba, C.R. 27 p.
- TALLER LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE SOBRE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS. (2, 1993, Managua, Nicaragua). Memoria. 95 p.
- TALLER LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE SOBRE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS. (6, 1997, Santo Domingo, República Dominicana). Memoria. 40 p.

RESISTENCIA DE *Bemisia argentifolii* A INSECTICIDAS: IMPLICACIONES Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN MEXICO

Laura Delia Ortega Arenas*

RESUMEN

La resistencia de la mosca blanca a insecticidas constituye uno de los problemas más graves para la sostenibilidad de la producción agrícola a largo plazo. Por esta razón, es evidente que únicamente cambiar a otro insecticida, cuando el que se utilizaba no funciona, no es una solución efectiva. Debido a lo anterior, es claro que el manejo integrado, el cual casi siempre involucra algún uso de insecticidas, es actualmente la estrategia a seguir. Existen nuevas alternativas que muestran gran potencial de aplicación práctica para solucionar el problema de resistencia y que su utilización coadyuva de manera importante a mantener la frecuencia de genes de resistencia en un nivel tolerable. Es importante mencionar que el éxito de cualquier programa práctico requiere de un conocimiento profundo de los factores genéticos, biológicos ecológicos y operacionales que influyen localmente en el desarrollo de resistencia. Este documento presenta las estrategias generales de manejo de la resistencia en mosca blanca y discuten algunas implicaciones del uso de estas prácticas.

Palabras clave: *Bemisia argentifolii*, Resistencia, Insecticidas, Control químico, México.

ABSTRACT

RESISTANCE OF *Bemisia argentifolii* TO INSECTICIDES: IMPLICATIONS AND STRATEGIES FOR MANAGEMENT IN MEXICO. Resistance of whitefly to insecticides is one of the most serious problems for the sustainability of long term agricultural production. For this reason, it is evident that if the insecticide being used is ineffective, simply changing to another insecticide is not an effective solution. Because of this, it is clear that integrated management, which usually includes some insecticide use, is now the strategy to develop. New alternatives exist which show great potential, and practical application, to solve the problem of resistance and their use can be of significant help to maintain the frequency of resistance genes at an acceptable level. It is important to mention that the success of any practical program requires a thorough understanding of the genetic, biological, ecological and operational factors that influence the development of resistance locally. This paper presents general strategies of management of whitefly resistance and discusses some of the implications of use of these practices.

Key words: *Bemisia argentifolii*, Resistance, Insecticide, Management, Mexico.

INTRODUCCION

La resistencia a insecticidas, por parte de los insectos y otras plagas de artrópodos, se ha convertido en un serio problema para la agricultura y salud pública en los últimos años.

Hasta 1989, se habían documentado 504 especies de insectos y ácaros resistentes a uno o más plaguicidas (Georghiou y Lagunes 1991). Actualmente, ésta cantidad asciende a 525 (Georghiou, comunicación personal).

La mayoría de las especies documentadas como resistentes (56,1%) son de importancia agrícola, una parte sustancial (39,3%) representa

a insectos de importancia médica, especialmente mosquitos y moscas. Solo el 4,6% son especies benéficas (depredadores, parasitoides y polinizadores) (Metcalf 1989, Georghiou 1990 y Georghiou y Lagunes 1991).

El incremento en la expresión de la resistencia en la población plaga frecuentemente resulta de la necesidad de incrementar la dosis y el número de aplicaciones con la finalidad de obtener los mismos niveles de control. El incremento en la presión de selección agrava aún más el problema, pues favorece el desarrollo de mecanismos de resistencia más eficientes. En consecuencia, los costos de producción se incrementan substancialmente hasta el grado de hacer incosteable la producción agrícola.

De acuerdo con Pimentel *et al.* (1992), en los Estados Unidos de Norteamérica, el costo ambiental y social estimado por el uso de plaguicidas

Recibido: 08/07/97. Aprobado: 28/09/98.

*Profesor Investigador Asociado, Campus Veracruz, Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Km 26.5 Carr. Veracruz-Xalapa Apartado postal 421. C.P. 91700 Veracruz, Ver. E-mail ladeorar@colpos.colpos.mx

representa un valor aproximado de 8 billones (US\$8000 millones) anuales.

En el estado de California, Harper y Zilberman (1990) citados por Pimentel *et al.* (1992) estimaron que el costo total atribuido al desarrollo de resistencia en plagas del algodón fue del 10% al 25% del costo normal de tratamiento, lo cual se traduce en aproximadamente US\$400 millones de dólares cada año.

En situaciones extremas, las plagas desarrollan niveles importantes de resistencia a todos los insecticidas autorizados para su control. La mayoría de éstos casos están relacionados con sistemas de cultivo intensivos o insectos vectores de enfermedades, que están sujetos a programas organizados e intensivos de control (Georghiou 1990).

Dentro de los casos críticos de resistencia se encuentra el de la mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae), la cual hasta la década de los 80's se había comportado como una plaga secundaria, que esporádicamente incrementaba su población de manera excesiva y causaba daños en algunas áreas productoras de algodón (De León y Sifuentes 1973). Sin embargo, a partir de 1991 la mosca blanca se ha transformado en una plaga importante a nivel mundial, atacando además del algodón a otros cultivos por los cuales tiene preferencia como las cucurbitáceas, tomate, chile, berenjena y otras hortalizas (Dittrich *et al.* 1985, Georghiou 1990).

El problema en estos cultivos es por daño directo, debido a la succión de savia de las plantas, e indirecto por transmisión de enfermedades virosas y manchas en el producto con la secreción de sustancias azucaradas, sobre las cuales se desarrollan hongos conocidos normalmente como "fumagina" u "hollín" (Ortega 1992, Martínez 1995 y Ortega y Rodríguez 1995).

En México, la presencia de la mosca blanca se ha documentado desde 1920 en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Guerrero, transmitiendo el virus "chino del tomate", enfermedad que se manifestó entre 1949 y 1950 en el Valle de Culiacán, Sinaloa y Mexicali (Baja California Norte). En 1954-1956 esta plaga produjo daños por la transmisión del virus

enchinamiento del algodón en la región de Soconusco, Chiapas. En 1978 ocasionó estragos en la región huasteca, en los estados de Hidalgo, Tamaulipas y Veracruz, y en 1980-1984 en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, ambos casos provocados por *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialeurodes vaporariorum* (West.) por la transmisión de enfermedades virales (Hernández 1972, De León y Sifuentes 1973, León 1993 y Martínez 1995).

En 1986 se detectó en el estado de Florida, E.U.A., el biotipo "B" o de las "poinsettias", actualmente denominado mosca blanca de la hoja plateada *B. argentifolii* (Bellows & Perring), el cual se ha distribuido en años subsecuentes a zonas agrícolas de Texas, Nuevo México, Georgia y Arizona (Perring *et al.* 1991, Martínez 1995 y DGSV-SAGAR 1995).

Para el ciclo agrícola (otoño-invierno) 1991-1992, se presentaron infestaciones fuertes en el Valle Imperial, California, E.U.A y en el Valle de Mexicali, Baja California y San Luis Río Colorado, Sonora, México, ocasionando severos daños en los cultivos hortícolas (Martínez 1995 y DGSV-SAGAR 1995).

Actualmente, en México, *B. tabaci* (Gennadius 1889), *B. argentifolii* (Bellows y Perring 1994), *T. vaporariorum* (Westwood 1856), *T. abutiloneus* (Haldeman 1829), *Aleurocanthus woglumi* (Ashby 1915), *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) y *Dialeurodes citri* (Ashmead 1885) se consideran las de mayor importancia a nivel nacional; sin embargo, de todas ellas, *B. argentifolii* se cataloga como la principal (Martín 1987, Bellows *et al.* 1994 y Ortega 1995).

DISTRIBUCION

El complejo mosca blanca se encuentra distribuido en gran parte del territorio mexicano. Sin embargo, donde se han presentado las mayores infestaciones de *B. argentifolii* son los estados de Baja California Norte y Sur, Sonora y Sinaloa. *B. tabaci* y *T. vaporariorum* han invadido gran parte de los estados de Colima, Jalisco, Morelos,

Durango, México, Coahuila, Oaxaca, Yucatán, Veracruz, Sinaloa y Nayarit, entre otros, afectando principalmente cultivos de soya, algodón, chile, melón, pepino, calabaza, tomate, col, lechuga, naranja, ajonjolí, cacahuete, brócoli, rábano y nochebuena (Hernández 1972, De León y Sifuentes 1973, Martínez 1995 y Ortega 1995).

IMPACTO ECONOMICO

En México, los ejemplos de pérdidas causadas por la mosca blanca son numerosos y en algunas zonas la aparición de ésta plaga ha creado situaciones de emergencia. De todas las especies de mosca blanca, *B. argentifolii* es la que ha causado mayor impacto económico. Las poblaciones observadas en 1991-1992 en el Valle de Mexicali, B.C.N. y San Luis Río Colorado, Sonora, ocasionaron pérdidas estimadas en US\$17 millones, por la destrucción total de 1500 ha de melón, 150 ha de sandía y 3900 ha de ajonjolí; otras 3500 ha de este cultivo sufrieron daño parcial. De 23800 ha sembradas de algodón, se estimó una pérdida de 0,5 pacas/ha y en otras 14300 ha se afectó la calidad del producto debido al manchado de la fibra por fumagina (Martínez 1995 y DGSV-SAGAR 1995).

En 1992, se implementaron medidas estrictas con el propósito de eliminar las siembras de cultivos preferidos por la plaga (melón, sandía y ajonjolí) durante el ciclo de verano. No se restringió la siembra de algodón, el cual fue severamente dañado por la mosca blanca, por no existir otros cultivos alternativos. El rendimiento de algodón en ese ciclo se redujo en 50%, además de la pérdida de calidad por contaminación de la fibra por fumagina. Las pérdidas estimadas ascendieron a más de US\$11 millones (León 1993).

En 1993 se restringió la fecha de siembra del algodón, autorizando únicamente el período entre el 15 de febrero y el 15 de marzo. Además se sugirió la defoliación al final del ciclo y el manejo del cultivo con el objetivo de hacerlo más precoz mediante el control del riego y la fertilización. También se adoptaron otras medidas, como cortes

más frecuentes en alfalfa y estresar el cultivo en el verano. Con éstas medidas y la reducción considerable del área sembrada de algodón (700 ha), se logró una buena producción sin daño notable por la plaga (León 1993). Sin embargo, ésta reducción en la superficie agrícola produjo un incremento en la tasa de desempleo y disminución de divisas, afectando considerablemente la economía regional.

El avance de la plaga, hacia el sur, continuó a pesar de que en 1992 se estableció cuarentena fitosanitaria para impedir el movimiento de material contaminado. En ese mismo año, se detectó la presencia de la plaga en la región de Caborca y la costa de Hermosillo, Sonora, afectando principalmente los cultivos de melón y kabocha.

En 1993, en el Valle del Yaqui, se detectó un incremento importante en la densidad de población de la plaga, siendo 10 veces mayor que en el año anterior. Con base en estudios de preferencia, se determinó que la soya es uno de los cultivos preferidos por éste insecto durante el verano, seguido por el ajonjolí y algodón.

El incremento poblacional de mosca blanca en el Valle del Yaqui, provocó en 1994 una disminución de 500 kg/ha en el rendimiento del cultivo de soya, sobre todo en variedades no adaptadas a la región y aquellas que no fueron sembradas en la fecha normal. En el norte de Sinaloa se observaron severos daños en soya causados por esta plaga, así como altas poblaciones del insecto en cultivos como tomate, papa y calabaza. En algunos ejidos, las pérdidas fueron considerables debido a que se rastrearon 5664 ha de las 45329 ha establecidas (Martínez 1995 y DGSV-SAGAR 1995).

Otro caso relevante del ataque de mosca blanca se presentó en la zona hortícola de Yucatán. Durante el ciclo agrícola de 1990, 2200 ha de tomate fueron dañadas por estos aleirodidos, específicamente por *B. tabaci*. En Ticúl otros cultivos muy afectados por esta plaga fueron el chile habanero (*Capsicum chinense*), chico zapote (*Achras zapota*) y aguacate (*Persea americana*). En éste último, las pérdidas para el ciclo primavera-verano ascendieron a US\$1326.000 (Martínez 1993).

Otro cultivo que ha sido severamente afectado por la mosca blanca es el melón, cuya producción y calidad se ha visto drásticamente reducida, tal como ocurrió en el Valle del Grullo y Autlán, Jalisco, que en el ciclo 1983-84 únicamente el 5% de la producción cumplía las normas de calidad. Una situación similar se presentó en Sinaloa, Nayarit y Apatzingán, donde fue necesario rastrear lotes completos por resultar incosteable su cosecha (Martínez 1995 y DGSV-SAGAR 1995).

En algunos estados de la República Mexicana, como Morelos, la situación por los daños causados por *T. vaporariorum* se ha tornado aún más compleja, ya que se dedica más del 85% a la agricultura que depende de la época de lluvia. Desde 1987, las estimaciones de pérdidas por el "chino de tomate" alcanzaban del 20% al 100% (Velázquez 1989). Sin embargo, en los últimos años, los daños causados por la enfermedad han alcanzado tal intensidad que se han perdido plantíos enteros. Esta situación ha hecho que los productores sustituyan este cultivo por otro generalmente menos remunerativo.

FACTORES QUE PROPICIARON EL INCREMENTO EN LAS POBLACIONES DE MOSCA BLANCA

Diversos autores coinciden en señalar varios factores como los responsables del incremento tan drástico en las poblaciones de mosca blanca. Entre ellos se menciona el hábito polífago del insecto, que consume diversos cultivos y malezas, la capacidad para transmitir gran cantidad de virus, pero especialmente, la eliminación de sus enemigos naturales y desarrollo de resistencia a causa del empleo indiscriminado de insecticidas (Brown *et al.* 1989).

Como la plaga ha alcanzado densidades no controladas, el agricultor ha optado por aumentar las dosis y hacer mezclas de insecticidas. Dicha estrategia contrario a solucionar el problema, lo ha agravado debido a que en México, como en otros países del mundo, se cuenta con un número limitado de insecticidas cuyo costo es cada vez

mayor. Por otra parte, en la mayoría de las regiones agrícolas de México, se han realizado aplicaciones simultáneas de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos en lotes adyacentes, seleccionando diferentes mecanismos de resistencia, de tal modo que la población plaga ha sido sometida a diferentes insecticidas como si fueran una mezcla. Esta forma de uso, ha apresurado el desarrollo de resistencia múltiple, lo que puede ocasionar que en un momento dado ningún insecticida sea efectivo, con las conocidas consecuencias económicas y sociales ejemplificadas en México por las regiones aldoneras del Norte de Tamaulipas, Valle de Apatzingán y Tapachula Chiapas (Lagunes y Rodríguez 1989).

El historial de aplicación de productos químicos contra mosca blanca muestra que se han utilizado insecticidas de los principales grupos químicos (organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides) tan pronto como han estado disponibles en el mercado. Sin embargo, la falta de información sobre el manejo de éstos productos y la presión por los daños ocasionados por este insecto, han hecho que los insecticidas se empleen intensivamente, causando graves desequilibrios en el agroecosistema y favoreciendo la aparición de estirpes resistentes. Existen varios casos documentados de resistencia a insecticidas de la mosca blanca en diferentes cultivos, en los cuales es evidente que la aparición de fenotipos resistentes esta íntimamente relacionado con el tiempo de exposición de la plaga al producto (Cuadro 1).

Georghiou y Taylor (1986) mencionan que la resistencia no evoluciona a la misma velocidad en todos los organismos que se someten a presión de selección. La resistencia se puede desarrollar rápidamente en algunas especies, más lentamente en otras y en algunos casos no se desarrolla, debido a los factores que influyen en la velocidad en que esta evolución procede. Algunos de estos factores están relacionados con la genética de la resistencia, biología y ecología de la plaga y del control que se realiza (Georghiou y Taylor 1986 y Georghiou 1990).

CUADRO 1. Casos de resistencia a insecticidas en mosca blanca, a nivel mundial.

Especie	Insecticida	Grupo Toxicológico*	Referencia
<i>B. tabaci</i>	DDT	OC-DDT	Warldow <i>et al.</i> (1972), Dittrich <i>et al.</i> (1985), Prabhaker <i>et al.</i> (1985) y Prabhaker <i>et al.</i> (1988).
<i>B. tabaci</i>	hexaclorobenceno	OC-Be	Dittrich <i>et al.</i> (1985).
<i>B. tabaci</i> <i>T. vaporariorum</i>	endosulfán	OC-Cd	Smith <i>et al.</i> (1970), Perry (1985), Abdeldafie <i>et al.</i> (1987) y Cruz y Díaz (1992).
<i>B. tabaci</i> , <i>D. citri</i> , <i>T. vaporariorum</i>	malatión	F-Cx	Warldow <i>et al.</i> (1972), Elhag y Horn (1984), Prabhaker <i>et al.</i> (1988), Prabhaker <i>et al.</i> (1989) y Arcos (1990).
<i>B. tabaci</i>	paratión etílico sulprofós	FC-SE	Warldow <i>et al.</i> (1972), Immaraju (1985), Prabhaker <i>et al.</i> (1985) y Prabhaker <i>et al.</i> (1989).
<i>B. tabaci</i> <i>T. abutiloneus</i> <i>T. vaporariorum</i>	paratión metílico	FC-SM	Prabhaker <i>et al.</i> (1988), Prabhaker <i>et al.</i> (1989), Arcos (1990) y Ortega (1990).
<i>B. tabaci</i> <i>T. vaporariorum</i>	profenofós	FC-OE	Dittrich <i>et al.</i> (1990), Rowland <i>et al.</i> (1991) y Buitrago <i>et al.</i> (1992).
<i>B. tabaci</i>	fosfolán mefosfolán	FH-OE	Hernández (1972), Loya (1976), Peralta y Loya (1978), Sifuentes (1981) y Perry (1985).
<i>T. vaporariorum</i> <i>B. tabaci</i> <i>D. citri</i>	clorpirifos diazinón isazofós quinalfós tionazín triazofós	FH-SE	French <i>et al.</i> (1973), Melamed-Madjar <i>et al.</i> (1984), Dittrich <i>et al.</i> (1985), Avila (1989) y Cruz y Díaz (1992).
<i>B. tabaci</i>	azinfós metílico metidatión	FH-SM	Melamed-Madjar <i>et al.</i> (1984), Dittrich <i>et al.</i> (1985), Block y Wool (1994) y (1995).
<i>B. argentifolii</i> <i>B. tabaci</i> <i>T. abutiloneus</i> <i>T. vaporariorum</i>	acefate diclorvós dicrotofós metamidofós monocrotofós ometoato	FA-OM	French <i>et al.</i> (1973), Watve <i>et al.</i> (1977), Elhag y Horn (1984), Dittrich <i>et al.</i> (1985), Immaraju (1985), Avila (1989), Prabhaker <i>et al.</i> (1989), Arcos (1990), Byrne y Devonshire (1991), Buitrago <i>et al.</i> (1992), Cruz y Díaz (1992), Omer <i>et al.</i> (1992), Sanderson y Roush (1992) y Omer <i>et al.</i> (1993).
<i>B. tabaci</i> , <i>T. vaporariorum</i>	dimetoato	FA-SM	Hernández (1972), French <i>et al.</i> (1973) y Arcos (1990).
<i>B. tabaci</i> .	promecarb	CC-MM	Melamed-Madjar <i>et al.</i> (1984).
<i>B. argentifolii</i> <i>B. tabaci</i> <i>T. vaporariorum</i>	aldicarb butocarboxim metomil	CA-MM	Dittrich <i>et al.</i> (1985), Avila (1989), Cruz y Díaz (1992) y Buitrago <i>et al.</i> (1992).
<i>B. tabaci</i> .	bendiocarb carbofurán	CH-MM	Melamed-Madjar <i>et al.</i> (1984), Dittrich <i>et al.</i> (1985) y Avila (1989).

*OC-DDT= Organoclorado del DDT, OC-Be= Organoclorado del Benceno, OC-Cd= Organoclorado de los Ciclodienos, F-Cx= Organofosforado del grupo carboxietil, FC-SE= Organofosforado cíclico enlace S etil, FC-SM= Organofosforado cíclico enlace S metil, FC-OE= Organofosforado cíclico enlace O etil, FH-OE= Organofosforado heterocíclico enlace O etil, FH-SE= Organofosforado heterocíclico enlace S etil, FH-SM= Organofosforado heterocíclico enlace S metil, FA-OM= Organofosforado alifático enlace O metil, FA-SM= Organofosforado alifático enlace S metil, CC-MM= Carbamato cíclico monometil, CA-MM= Carbamato alifático monometil, CH-MM= Carbamato heterocíclico monometil, PIRT= Piretroide.

Especie	Insecticida	Grupo Toxicológico	Referencia
<i>B. argentifolii</i>	bifentrina	PIRT	Melamed-Madjar <i>et al.</i> (1984), Immaraju (1985), Prabhaker <i>et al.</i> (1985), Seligman (1987), Prabhaker <i>et al.</i> (1989), Rao <i>et al.</i> (1990), Rowland <i>et al.</i> (1991), Cruz y Díaz (1992), Sanderson y Roush (1992) y Omer <i>et al.</i> (1993).
<i>B. tabaci</i>	cialotrina		
<i>T. vaporariorum</i>	cipermetrina		
	deltametrina		
	fenpropatrina		
	fenvalerato		
	flucitrinato		
	fluvalinato		
	permetrina		
	resmetrina		

De manera general, se supone que la resistencia se ha desarrollado más rápidamente en insectos que tienen alta fecundidad, corto tiempo generacional y una historia de exposición prolongada a insecticidas por parte de un porcentaje considerable de la población (Comins 1977, Georghiou y Taylor 1977).

Tabashnik (1990) señala que en un programa de manejo de la resistencia en insectos herbívoros, se puede usar un cultivar que reduzca la tasa de desarrollo de la plaga; es decir, que prolongue el tiempo de generación de la plaga y con ello el número de individuos por unidad de tiempo.

Bloch y Wool (1994), al realizar una selección artificial para incrementar la resistencia a metidación en dos poblaciones de *B. tabaci*, mencionan que a pesar de que no hubo diferencias consistentes de aptitud biológica entre las líneas seleccionadas, determinó en las hembras expuestas a dosis subletales con dicho insecticida una tendencia a incrementar su fecundidad.

FACTORES GENÉTICOS Y LA RESISTENCIA DE LA MOSCA BLANCA

La resistencia es un fenómeno hereditario que es transmitido de generación a generación (Georghiou 1972 y 1983 y Georghiou y Taylor 1986). La velocidad a la cual la resistencia se desarrolla, depende en gran medida de la frecuencia inicial, número, dominancia e inmigración de

genes (Comins 1977, Taylor *et al.* 1983 y Georghiou y Taylor 1986).

En el escenario de la resistencia generalmente se muestra que en la mayoría de las poblaciones de insectos existe una variabilidad genética considerable (Brown 1967). Los genes que confieren resistencia específica están presentes en la población aún antes de ser expuesta a cualquier químico. Dichos genes generalmente están presentes a frecuencias bajas 10^{-6} a 10^{-3} (Roush y McKenzie 1987). Conforme la población se expone a un insecticida, la frecuencia de genes de resistencia se incrementa en la medida en que se eliminan los individuos susceptibles. Bajo presión alta y continua, el gene de resistencia puede fijarse en la población (frecuencia génica=1) de modo que la resistencia puede mantenerse estable aún en ausencia de presión de selección.

Algunas investigaciones sobre la herencia del carácter de resistencia muestran que en la mayoría de los casos se debe al alelismo de un gene principal (Brown 1967). Esta característica ha sido demostrada para 11 especies resistentes a DDT, 18 para dieldrín, 6 para organofosforados, 2 para carbamatos y una para HCN. Si existe más de un mecanismo de resistencia en la misma población, cada uno es controlado por un gene específico. La herencia polifactorial se ha encontrado solo en algunas especies resistentes a DDT, malatión y dieldrín (Brown 1967).

La resistencia puede ocurrir más rápidamente si la frecuencia inicial de genes es alta; por el

contrario, si la población es pequeña, no puede sostener un crecimiento positivo, quizás por la incapacidad de encontrar pareja (Georghiou y Taylor 1986 y Omer *et al.* 1993). Si la presión de selección es alta inicialmente y el gene de resistencia es recesivo, se elimina a la mayor parte de la población debido a que el heterocigoto RS está en desventaja para sobrevivir. Por el contrario, si se realiza una selección menos intensa y los genes que confieren resistencia son dominantes o intermedios, los RR y RS están en ventaja, pueden sobrevivir y por lo tanto contribuir al rápido desarrollo de resistencia. En cualquier caso, el número de generaciones por año es el factor que determina en última instancia, la frecuencia génica en cada generación. La mosca blanca tiene de 11 a 12 generaciones por año, por tanto, bajo exposición continua, en un lapso no mayor de dos años, puede presentarse un nuevo tipo de resistencia (Ortega y Rodríguez 1995). El tiempo de aparición de la resistencia puede prolongarse si la presión de selección no es muy alta o si la frecuencia inicial de genes es extremadamente baja.

Taylor y Georghiou (1979) indican que otro de los factores que tiene gran influencia sobre la evolución de la resistencia, es la inmigración de individuos no seleccionados. Mediante modelos de simulación, se ha demostrado que la resistencia evoluciona más lentamente conforme el radio de inmigrantes susceptibles en el área tratada se incrementa y los alelos que confieren resistencia son recesivos (Tabashnik 1990). También anota que la tasa de migración puede ser suplementada por la liberación de individuos susceptibles y que la dominancia se puede modificar ajustando la dosis de insecticida a aplicar.

FACTORES BIOLÓGICOS, ECOLÓGICOS Y LA RESISTENCIA DE LA MOSCA BLANCA

La ecología y ciclo biológico de una plaga pueden alterar de manera dramática la respuesta a la selección que conduce a la resistencia (Taylor *et al.* 1983 y Georghiou y Taylor 1986). Tabashnik (1990) menciona que entre mayor sea el número

de generaciones por año, más rápida será la evolución de resistencia debido a que las poblaciones con un potencial reproductivo más alto son capaces de soportar una carga sustitucional más alta, o sea, pueden tolerar una presión de selección más intensa. Esto ha sido evidente en los trabajos realizados por Rao *et al.* (1990) en *B. tabaci*, en los cuales al evaluar el impacto de algunos insecticidas en algodón, encontraron que todos los piretroides incrementan la capacidad de la mosca para depositar huevos, y que el período de incubación se redujo considerablemente cuando éstos fueron depositados en las hojas tratadas. La longevidad de los adultos también disminuyó, lo cual contribuyó a que el ciclo de vida se acortara e incrementara la población en un ambiente particular. La aplicación de piretroides alteró el ratio sexual a favor de las hembras propiciando así mismo el incremento en la población en un corto período de tiempo. Resultados similares fueron informados por Dittrich *et al.* (1985) quienes determinaron que poblaciones de *B. tabaci* constantemente expuestas a insecticidas tuvieron alta fecundidad (309 ± 152 huevecillos/hembra). Además, mencionan que la exposición posterior a residuos en niveles de 1 a 5 ppm incrementó la producción de huevos por hembra, resultando en un aumento significativo en la oviposición de 344 ± 199 . Dichos incrementos los atribuyen a cambios en las concentraciones de nutrimentos dentro de la hoja y al aumento en la respuesta sensitiva a cambios ambientales y de estrés.

Estudios similares efectuados por Johnson *et al.* (1982), Prabhaker *et al.* (1985) y Dittrich *et al.* (1986) indican que varios de los insecticidas comunes, incluyendo piretroides sintéticos, han contribuido al rápido incremento de la mosca blanca por una alteración en la fisiología tanto de la plaga como de la planta.

Las moscas blancas disponen de gran diversidad de plantas para su reproducción, alimentación y refugio, lo que también contribuye a que el manejo de estos aleirodidos en un agroecosistema sea difícil. Al respecto, Georghiou y Taylor (1986) mencionan que las plagas polífagas, como la mosca blanca, tienden a desarrollar

resistencia de manera más lenta que las monófagas (Taylor *et al.* 1983).

FACTORES OPERACIONALES Y LA RESISTENCIA DE LA MOSCA BLANCA

Los factores operacionales de la resistencia son aquellos relacionados con la aplicación de plaguicidas y que están bajo el control humano. Los más obvios son el tiempo de exposición, la dosis y formulación de los productos que se aplican, la persistencia de residuos y la proporción de la población tratada (Georghiou y Taylor 1986).

Cuando un insecticida con buenos antecedentes de control comienza a no ser efectivo, los usuarios consideran que la plaga se ha hecho resistente al producto e inmediatamente aumentan la dosis, incrementan la frecuencia de aplicación o aplican mezclas sin recomendación técnica, lo cual favorece el desarrollo de resistencia y aumentan los costos de producción, afectando el nivel y estabilidad de la ganancia de los agricultores (Lagunes y Rodríguez 1989, Tabashnik 1990a y Saume 1992).

Georghiou (1972) señala que el grado y desarrollo de la resistencia muestra una correlación positiva con el número de generaciones de la plaga sujetas a presión de selección o sea expuestas a insecticidas (edad de la resistencia). Para que exista un equilibrio inestable, es decir, para evitar que la frecuencia de genes de resistencia sobrepasen cierto nivel que hagan que éstos se fijen en el genoma del insecto, es necesario que existan muy pocos sobrevivientes resistentes (RR) después del tratamiento inicial. Esto ocurrirá si la frecuencia inicial del alelo R es baja o cuando la población es pequeña.

Omer *et al.* (1993) confirmaron que la resistencia a insecticidas en *B. tabaci* biotipo "B" en Hawaii, fue significativamente mayor en aquellas áreas donde se habían usado con mayor frecuencia productos para el control de la plaga.

La clase del insecticida y el mecanismo de resistencia involucrado son factores importantes en la tasa de desarrollo de la resistencia. El uso de insecticidas de elevada persistencia en el ambiente,

como los organoclorados tradicionales, acelera el desarrollo de resistencia debido a que sus residuos continúan seleccionando a la población en las generaciones subsecuentes y a los insectos inmigrantes. Este efecto es menos pronunciado en los insecticidas menos estables como los organofosforados, carbamatos y piretroides (Georghiou y Taylor 1986 y Brattsten 1989).

Generalmente, hay un cierto grado de resistencia cruzada con otros insecticidas de la misma clase, lo cual está íntimamente relacionado con el mecanismo de resistencia involucrado (Prabhaker *et al.* 1989, Omer *et al.* 1992, Prabhaker *et al.* 1992, Omer *et al.* 1993).

Garza *et al.* (1994) encontraron que el metamidofós y permetrina comparten el mismo mecanismo de resistencia, comprobando con ello la resistencia cruzada a ambos productos en *B. tabaci*.

Rao *et al.* (1990) determinaron que cuando se efectuaron aplicaciones de monocrotofos y deltametrina para el control de *B. tabaci* en algodón, utilizando la mitad de la dosis recomendada, la población promedio se incrementó significativamente. Estos autores concluyeron que el uso de dosis subletales en insectos chupadores ha contribuido a la rápida multiplicación de la mosca blanca en las últimas etapas de desarrollo del cultivo.

ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA RESISTENCIA EN MOSCA BLANCA

De acuerdo a la información disponible es evidente que no se puede evitar la evolución de la resistencia en la mosca blanca. Esto no significa que todas las poblaciones sean resistentes o que aquellas que lo son, sean susceptibles a otros. Sin embargo, la mayoría de las poblaciones de insectos son homocigotos susceptibles (SS) o heterocigotos (RS) con respecto al gene de resistencia y estos individuos constituyen un recurso valioso para combatir la resistencia (Georghiou y Taylor 1986).

Georghiou (1987) menciona que las tácticas de manejo de la resistencia serían más exitosas si estuvieran dirigidas a reducir los factores de selección asociados con el control químico

convencional. Algunas medidas obvias son: a) reducir la frecuencia de aplicación de insecticidas, b) reducir el excedente de tratamientos, c) evitar insecticidas de persistencia ambiental prolongada y formulaciones de liberación lenta, d) evitar tratamientos que causen selección simultánea en las diferentes etapas de desarrollo del insecto, e) incorporar fuentes de reducción y métodos de control no químicos tales como control biológico y cultural.

En cualquier caso, los principios involucrados para conservar el acervo genético son los mismos y son referidos colectivamente como estrategias de manejo de la resistencia (Tabashnik 1989, Georghiou 1987 y 1993).

Georghiou (1993) agrupa en tres categorías principales las estrategias para prevenir o retardar la expresión de resistencia: 1) baja presión de selección complementada por un fuerte componente de medidas no químicas (manejo por moderación) 2) eliminación de la ventaja selectiva de individuos resistentes, resultante de incrementar la cantidad del insecticida a través del uso de atrayentes o de suprimir las enzimas degradables mediante el uso de sinergistas (manejo por saturación) y 3) aplicación de una selección multidireccional mediante el uso de mezclas, rotaciones de insecticidas no relacionados o mediante el uso de insecticidas que actúan en varios sitios de acción (manejo por ataque múltiple).

Manejo por moderación

El objetivo de esta estrategia es incrementar la tasa de sobrevivencia de individuos susceptibles para prevenir o retardar la resistencia. Esto puede lograrse no exponiendo generaciones sucesivas de la población al mismo insecticida, reduciendo la dosis y frecuencia de aplicación o asegurando que los sitios de refugio no sean tratados, de modo que algunos RS y aún los SS puedan sobrevivir. Se considera que estas medidas son conservativas y que en la mayoría de los casos deben ser complementadas con alternativas de control no químicas, tales como el uso de variedades resistentes, control de la época de siembra y

cosecha, así como el uso de control biológico (Roush y Daly 1990; Georghiou 1993).

Manejo por saturación

Esta estrategia tiene como objetivo eliminar la ventaja selectiva de los fenotipos resistentes al saturar los mecanismos de defensa por medio de uso de dosis altas. Este enfoque es adecuado solo cuando la frecuencia de genes de resistencia es bajo, de modo que muy pocos individuos RR existen en la población y si una frecuencia relativamente alta de individuos susceptibles escapa a la exposición (si no se efectúa una cobertura total, los individuos se refugian en plantas hospedantes no tratadas y después de que el efecto del insecticida pasa retornan al cultivo, o las aplicaciones se dirigen al envés de la hoja) y copulan con los RR, se asegura la desaparición gradual de individuos RR y con ello la resistencia (Georghiou 1983 y Tabashnik 1990 b).

Aunque dicha estrategia ha sido útil para el control de plagas en ambientes cerrados, ésta no sería la más conveniente para el manejo de resistencia en la mosca blanca, debido a que se han reportado niveles de resistencia desde 100-2000X para varias especies de aleirodidos (Georghiou y Taylor 1986 y Tabashnik 1990 b).

La habilidad de los sinergistas para incrementar la toxicidad de los insecticidas con los cuales son combinados, y por tanto, reducir la cantidad de tóxico requerida para un control eficiente de los insectos tiene varias ventajas y desventajas prácticas.

Dentro de las desventajas se menciona que actualmente existen solo cinco compuestos registrados para su uso comercial (Wilkinson 1983), además, al usarse en combinación con otros insecticidas (p.e. piretroides) incrementan considerablemente los costos de producción. Cuando estos productos se utilizan individualmente son inestables metabólicamente, biodegradables o poco persistentes. Algunas de las ventajas son que estos compuestos pueden prolongar la efectividad de ciertos productos químicos y permitir el control de especies o razas de insectos que son

naturalmente tolerantes o que han desarrollado algún grado de resistencia al insecticida solo. Rami *et al* (1988) realizaron pruebas en el sur de California y occidente de Arizona con el defoliador DEF (un sinergista) en combinación con permectrina y cipermentrina, para el control de *B. tabaci* y paralelamente defoliar las plantas de algodón para su cosecha con la finalidad de reducir las poblaciones que emigran de este cultivo a los huertos de lechuga y cucurbitáceas. En estos cultivos, la mosca blanca transmite enfermedades virales debido a que las aplicaciones repetidas de insecticidas convencionales no son efectivas para su control. Un solo tratamiento de DEF más cipermetrina o permectrina aplicados con avión en la dosis recomendada en campo, lograron un buen control de adultos, por lo que Rami *et al.* (1988) mencionan que el uso de este defoliante-sinergista en mezcla con piretroides, puede ser útil para reducir la amenaza de las poblaciones de mosca blanca hacia otros cultivos susceptibles. Sin embargo, estos autores mencionan que este tipo de productos se deben utilizar con cautela porque los insectos pueden desarrollar resistencia múltiple a la mezcla lo cual agravaría el problema.

Tabashnik (1990b) sugiere que antes de implementar esta estrategia se extremen precauciones debido a que el uso de dosis altas puede promover el rápido desarrollo de resistencia en plagas a las cuales no está dirigido el control, alterando el control biológico natural, incrementando los costos de producción y agravando los problemas de salud pública y contaminación ambiental.

Manejo por secuencia, mezcla y rotación de insecticidas

La estrategia del ataque múltiple se basa en la premisa de que el control se puede lograr con la acción de varios agentes de control independientes, incluyendo insecticidas, en la cual cada uno ejerce una presión de selección mínima que no promueve la evolución de resistencia. Este enfoque incluye la aplicación de químicos en rotación, mezcla o

secuencia (Georghiou y Taylor 1986, Tabashnik 1990 y Georghiou 1993).

El uso de mezclas para retardar la resistencia está basado en la consideración de que la resistencia a cada uno de los compuestos es independiente e inicialmente rara, de modo que el insecto que sobrevive a un insecticida de la mezcla es eliminado por el otro (Tabashnik 1990 y Georghiou 1993). Además, se supone que para el éxito de esta estrategia, los componentes de la mezcla deben tener la misma tasa de disipación en el ambiente, la población debe ser pequeña y los individuos resistentes deben ser pocos. Otros factores que deben considerarse al usar mezclas, es el costo y las dosis necesarias para hacer a los RS funcionalmente recesivos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la conservación de la diversidad genética no se logra con el uso de mezclas.

El uso de rotaciones y secuencias está sustentada por la hipótesis de que la frecuencia de individuos resistentes a un insecticida "A" puede declinar durante la aplicación de un insecticida alternativo "B", debido a que durante los primeros estados de selección los individuos resistentes poseen una capacidad biótica más baja (costo de la resistencia) que la de los individuos susceptibles. Esta capacidad biótica reducida provoca un decremento gradual en la frecuencia de individuos resistentes cuando el agente de selección es eliminado o reemplazado por un insecticida que no es afectado por la resistencia cruzada. Cuando se rotan productos con diferente modo de acción tóxica se disminuye la posibilidad de integración de los genes de resistencia y la misma declinará durante el período en que la rotación no utiliza (Georghiou y Taylor 1986, Tabashnik 1990 a y Saume 1992). El esquema puede repetirse constantemente, pero siempre tratando de mantener una alta frecuencia de genes susceptibles, para lograr un buen control de la plaga.

No hay resultados claros que muestren si las secuencias, rotaciones o mezclas son la mejor estrategia, aunque Tabashnik (1989) anota que el uso de mezclas es la opción más eficiente, siempre

y cuando, la resistencia de cada componente sea heredada independientemente, monofactorial, los RR son raros, los insecticidas tienen igual persistencia y no ocurre resistencia cruzada.

Si se consideran las características y habilidades que poseen las moscas blancas, quizás esta estrategia sería la más factible para el manejo de la resistencia de éstos insectos. Desafortunadamente, para implementar esta táctica se requiere de un conocimiento profundo de las implicaciones en resistencia de cada insecticida y de la manera en que influyen en la biología y ecología de la plaga; sin embargo, los progresos en este aspecto son escasos (Georghiou 1972, Georghiou y Taylor 1986 y Ortega y Rodríguez 1995).

CONSIDERACIONES PRACTICAS

A pesar de los grandes esfuerzos realizados para controlar la mosca blanca, los altos niveles de infestación y los daños que la plaga causa siguen siendo motivo de preocupación para agricultores y autoridades fitosanitarias.

Con la información y datos experimentales disponibles no se vislumbra el esquema de manejo más recomendable para prevenir o retrasar la evolución de resistencia por parte de la mosca blanca. Sin embargo, hay suficientes pruebas que muestran que la resistencia está emergiendo a una tasa muy alta, de modo que la efectividad de los agroquímicos disponibles y por ende, el control de la mosca se encuentra en riesgo.

La resistencia cruzada o múltiple dentro de este grupo de insectos es común y complica aún más los esfuerzos futuros para su control. Por tanto, es el momento para establecer estrategias de manejo de la resistencia de este insecto.

Como se mencionó anteriormente, no hay consenso sobre cual es la mejor estrategia, debido a que dificultades prácticas pueden surgir en el control de la mosca blanca con la adopción de una u otra estrategia.

Por ejemplo, en el manejo por moderación, el inconveniente es que la mosca blanca tiene la habilidad para transmitir gran número de enfermedades virales, por lo que el conservar sitios

de refugio, significa mantener una parte de la población, la cual aún en condición susceptible representa una fuente de inóculo constante que propagaría y dispersaría la enfermedad.

La mayoría de las regiones agrícolas de México han sido expuestas a la aplicación simultánea de varios productos químicos, los cuales han seleccionado poblaciones de mosca blanca resistentes, lo que significa que este insecto ha desarrollado mecanismos enzimáticos para degradar los diferentes grupos químicos disponibles. Esta situación ha propiciado que se presenten infestaciones alarmantes, a tal grado, que ha sido necesario realizar aplicaciones más frecuentes e incluso se ha recurrido al uso de mezclas para tratar de mantener la plaga a densidades manejables. Además, no existe una conciencia de lo que significa el manejo, pues las personas que pagan la aplicación no les gusta observar insectos vivos después de un tratamiento.

Otro inconveniente de este planteamiento es el hecho de que la mosca blanca tiene la capacidad de alimentarse, reproducirse y refugiarse en gran número de hospedantes, lo cual le ha permitido escapar a la acción del tóxico.

En la práctica se da un manejo por saturación, debido a que los usuarios suelen incrementar la dosis o frecuencia de aplicación de los insecticidas, con el fin de controlar casos de sospecha de resistencia. En teoría, se puede suprimir el desarrollo de resistencia combinando inmigrantes susceptibles y dosis lo suficientemente altas para eliminar a los heterocigotos. Desafortunadamente, la forma en que se ha llevado a la práctica, no tiene ninguna justificación técnica.

Una parte de esta estrategia de saturación que no ha sido usada extensivamente, es la de adicionar sinergistas a los insecticidas convencionales, para suprimir la acción de enzimas detoxificadoras, lo cual podría ser de gran utilidad para el control de la mosca blanca en condiciones de invernadero.

Las estrategias de ataque múltiple no han sido evaluadas adecuadamente contra esta plaga. Sin embargo, el uso de secuencias de insecticidas ha logrado mantener las poblaciones en densidades manejables.

El DDT fue usado hasta que dejó de ser efectivo. Posteriormente, el paratión etílico sufrió el mismo proceso, pero el endosulfán, malatión y paratión metílico aún son efectivos contra muchas poblaciones.

La mayor preocupación actual con el método de secuencia es que se continúe ampliando la resistencia a piretroides y algunos productos novedosos, ocasionando que su vida útil se reduzca considerablemente. Si ésto ocurriese, habría grandes problemas para el control de la mosca blanca, porque no se cuenta con una base continua de productos disponibles que aseguren un manejo satisfactorio a largo plazo.

De los restantes planteamientos de ataque múltiple, las mezclas y rotaciones parecen ser más prometedoras, usando los productos autorizados para el control de la mosca blanca.

Las mezclas incrementan los costos de producción al adicionar otros agroquímicos, pero esto no parece ser un problema en la práctica. El temor es que se utilicen químicos que están relacionados estructuralmente, desarrollen resistencia cruzada, que las dosis aplicadas no sean las óptimas, que las tasas de degradación sean diferentes o que las poblaciones a controlar sean resistentes a los químicos de la mezcla. Estas pueden constituir serias limitantes para los aplicadores quienes no tienen la información suficiente para tomar la decisión correcta para cada uno de estos casos.

El método de rotación es menos común; sin embargo, es más factible de emplearse. Cada químico se usa individualmente a la dosis recomendada y a determinado tiempo se cambia a otro insecticida no relacionado, de manera que la resistencia al primero decrezca a un nivel que subsiguientemente se pueda volver a aplicar.

El esquema de rotación es uno de los planteamientos que actualmente se están utilizando para el control de plagas a gran escala. La principal desventaja es que se requiere un registro completo que asegure que el proceso se sigue correctamente, especialmente en aquellas situaciones donde está involucrada mucha gente.

El uso de insecticidas múltiples tiene un potencial inmenso y pueden proporcionar soluciones a largo plazo. La utilidad de cualquier opción estará determinada por su efectividad, costo, seguridad y efecto sobre los insectos a los cuales no va dirigido el control, factores que usualmente no se incluyen en los modelos experimentales.

En México, la información disponible para definir una estrategia de manejo de la resistencia es escasa; sin embargo, se realizan esfuerzos para reducir al mínimo la aplicación de insecticidas, basado en el monitoreo constante de los niveles de susceptibilidad de la plaga. Es importante mencionar que el diseño de estrategias de manejo de la resistencia es regional. Un ejemplo donde se vislumbran avances en la obtención de información, es en la zona hortícola de Morelos, México. Los estudios se iniciaron en 1990, definiendo la lista de productos autorizados y efectuando pruebas de efectividad biológica. De manera simultánea, se realizaron bioensayos para monitorear los niveles de resistencia y determinar el comportamiento de algunos plaguicidas. Se detectaron niveles altos de resistencia a insecticidas fosforados y piretroides, lo cual está relacionado con el historial de aplicaciones realizadas para el control de esta plaga en la zona. Sin embargo, se encontró que la resistencia a dichos grupos químicos es inestable en ausencia de presión de selección. Con base en esta se definió la secuencia de los productos a utilizar, en cada ciclo y año, con el objetivo de retrasar, en lo posible, el desarrollo de resistencia, alargando la vida útil de los productos disponibles para su control. También se estudió la relación existente entre la dosis aplicada y el efecto de estas en la mosca blanca y el cultivo. Los resultados indican que la mosca blanca responde favorablemente a la selección, mostrando gran capacidad para sobrevivir a dosis de hasta 507 mg/mL, por el contrario las plantas hospedantes resultaron ser altamente susceptibles al insecticida, en las cuales dosis mayores causaron fitotoxicidad superior al 20%. También se encontró que *B. argentifolii* posee gran potencial para tolerar productos de recién introducción en el mercado, sobre todo, aquellos

que comparten por lo menos un mecanismo de resistencia con los productos que se usaban anteriormente.

Existen muchos factores que deben investigarse, pero la información disponible señala que es factible el control químico de *B. argentifolii* y que la estrategia a definir estará en función del conocimiento que se obtenga de manera local y de la sostenibilidad económica y ecológica que derive de esta estrategia.

LITERATURA CITADA

- ABDELDAFFIE, E.A.; ELHAG, E.A.; BASHIR, N.H. 1987. Resistance in the cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) to insecticides recently introduced into Sudan Gezira. *Tropical Pest Management* 33(4):283-286.
- AHMED, A.H.; ELHAG, A.; BASHIR, N.H. 1987. Insecticide resistance in the cotton whitefly *Bemisia tabaci* Genn. in the Sudan Gezira. *Tropical Pest Management* 33: 67-72.
- ARCOS, C.G. 1990. Evaluación de insecticidas para el control de vectores de enfermedades virales en chile jalapeño subtipo espinaltesco y candelaria. *In Congreso Nacional de Entomología* (25, 1990, Oaxaca, México). p. 371.
- AVILA, V.J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para el control de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) en chile serrano. *In Congreso Nacional de Entomología* (24, 1989 Oaxtepec, México). p. 351.
- BELLOWS, T.S.; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. 1994. Description of species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87(2):195-206.
- BLOCH G.; WOOL, D. 1994. Metidathion resistance in the sweetpotato whitefly (Aleyrodidae:Homoptera) in Israel: Selection, heritability and correlated changes of esterase activity. *Journal of Economic Entomology* 87(5):1147-1156.
- BLOCH, G.; WOOL D. 1995. Esterase activity in populations of the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): heritability and associated organophosphorus insecticide resistance. *Bulletin of Entomological Research*. 85:11-19.
- BRATTSTEN B.L. 1989. Insecticide resistance: Research and management. *Pesticide Science* 26:329-332.
- BROWN A., W.A. 1967. Insecticide resistance - genetic implications and applications. *World Review of Pest Control* 6:104-114.
- BROWN, J.K.; POZO C., O.; NELSON, M.R. 1989. A whitefly transmitted geminivirus from peppers with tigre disease. *Plant Disease* 73(7):610.
- BUITRAGO, B.N.; CARDONA, C.; ACOSTA, A. 1992. Niveles de resistencia a insecticidas en *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) plaga común del frijol *Phaseolus vulgaris* L. *In Congreso "SOCOLEN"*. (19, 1992, Manizales, Colombia). Memorias. Universidad de Caldas. p.70.
- BYRNE, J.F.; DEVONSHIRE, A.L. 1991. In vivo inhibition of esterase and acetylcholinesterase activities by profenofos treatments in the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.): Implications for routine biochemical monitoring of these enzymes. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 40:198-204.
- COMINS, H.N. 1977. The development of insecticide resistance in the presence of migration. *J. Theor. Biol.* 64: 177-197.
- CRUZ, R.L.; DIAZ P., M. 1992. Susceptibilidad a insecticidas de la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) procedente de la región hortícola de Piedras Negras, Veracruz. Tesis Lic. Veracruz, México. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 18. V. Ursulo Galván. 82 p.
- DE LEON F.; SIFUENTES, J.A. 1973. Control químico de la mosquita blanca en algodónero en la región del Soconusco, Chiapas. *Agricultura Técnica Mexicana* 3(7):270-273.
- DGSV- SAGAR. 1995. Reporte México. *In Taller Latinoamericano sobre moscas blancas y geminivirus* (4, 1995, Honduras). CEIBA 36(1):29-32.
- DITTRICH, V.; ERNST, G.H.; RUESCH, O.; UK, S. 1990. Resistance mechanisms analysed in whitefly populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. *Journal of Economy Entomology* 83:1665-670.
- DITTRICH, V.; HASSON, S.O.; ERNST, G.H. 1985. Sudanese cotton and the whitefly: a case study of the emergence of a new primary pest. *Crop Protection* 4:161-176.
- DITTRICH, V.; HASSON; S.O.; ERNST, G.H. 1986. Development of new primary pest of cotton in the Sudan: *Bemisia tabaci* the whitefly of cotton. *Agriculture Ecosystems and Environmental* 17:137-142.
- ELHAG, E.A.; HORN, D.J. 1984. Laboratory selection of greenhouse whitefly for resistance to malathion. *Entomology Experimental et Applicata* 35:21-26.
- FRENCH, N.; LUDLAN, F.A.; WARDLOW, L.R. 1973. Observations of the effects of insecticides on glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* West. *Plant Pathology* 22:99-107.

- GARZA U., E. 1994. Mecanismos de resistencia a insecticidas en mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) procedente de la Planicie Huasteca de San Luis Potosí, México. Tesis Maestría en Ciencias. Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. 115 p.
- GEORGHIOU, G.P. 1972. The evolution of resistance to pesticides. *Annual Review of Ecology Systems* 3:133-168.
- GEORGHIOU, G.P. 1983. Management of resistance in arthropods. In: G.P. Georghiou; T. Saito (eds.). *Pest resistance to pesticides*. New York, Plenum. p. 769-792.
- GEORGHIOU, G.P. 1987. Insecticides and pest resistance: the consequences of abuse. Faculty Research Lecture. Academic Senate. University of California Riverside. 27 p.
- GEORGHIOU, G.P. 1990. Overview of insecticide resistance. In M.B. Green; H.M. Le Baron and W.K. (eds.). *Managing resistance to agrochemicals*. Washington, D.C., American Chemical Society. p.19-39.
- GEORGHIOU G.P. 1993. Principios de manejo de la resistencia a insecticidas. *Phytoprotection* 75: 51-59.
- GEORGHIOU, G.P.; LAGUNES T., A. 1991. The occurrence of resistance to pesticide in arthropods. Rome, FAO. s.p.
- GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, CH. E. 1977. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *Journal of Economy Entomology* 70(3):319-323.
- GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, CH. E. 1986. Factors influencing the evolution of resistance. In E.H. Glass (ed.). *Pesticide Resistance: Strategies and tactics from management*. Washington, D.C. National Academy Press. p. 157-169.
- HERNANDEZ, R.F. 1972. Estudios sobre la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en el estado de Morelos. *Agricultura Técnica en México* 3(5):165-172.
- IMMARAJU, J.A. 1985. Insecticide resistance studies in the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius in the Imperial Valley, California. Thesis. M.S. Riverside, Univ. of Calif. 103 p.
- ISHAAYA, I.; MENDELSON, Z.; ASHER, K.R.; CASIDA, J.E. 1987. Cypermethrin synergism by pyrethroid esterase inhibitors in adults of the whitefly *Bemisia tabaci*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 28:155-162.
- JOHNSON M.W.; TOSCANO, N.C.; REYNOLDS, H.T.; SYLVESTER, G.S.; KIDO, K.; NATWICK, E.T. 1982. Whiteflies cause problems for Southern California growers. *California Agriculture* 35:24-26.
- LAGUNES, T.A.; RODRÍGUEZ M., J.C. 1989. Los mecanismos de resistencia como base para el manejo de insecticidas y acaricidas agrícolas. Montecillo, México Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados. 228 p.
- LEON L., R.L. 1993. Mosquita blanca: Daños e impacto en la agricultura regional. In Reunión Regional sobre Problemas Fitosanitarios del Noroeste de México (1, 1993). *Memorias. IAP. A.C.* p. 23-25.
- LOYA, R.J. 1976. Dosificación de insecticidas para el control de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* sobre frijol en Morelos. INIA-SARH, México. Informe Técnico. p. 45-50.
- MARTIN, J.H. 1987. An identification to common whitefly pest species of the world (Homoptera: Aleyrodidae). *Tropical Pest Management* 33(4):298-322.
- MARTINEZ C., J.L. 1995. Problemática fitosanitaria causada por la mosquita blanca en México. In Asamblea Anual del CONACOFI (2, 1994, Montecillo, México). *Memorias.* p. 76-88.
- MELAMED-MADJAR, V.; CHEN, M.; ROSILIO, D. 1984. Screening insecticides against to tobacco whitefly *Bemisia tabaci* on cotton using a leaf cage laboratory method. *Phytoparasitica* 12(2):119-125.
- METCALF, L.R. 1989. Insect resistance to insecticides. *Pesticide Science* 26:333-358.
- OMER A.D.; TABASHNIK, B.E.; JOHNSON, M.W.; COSTA, H.S.; ULLMAN, D.E. 1993. Genetic and environmental influences on susceptibility to acephate in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economy Entomology* 86(3):652-659.
- OMER A.D.; JOHNSON, M.W.; TABASHNIK, B.E.; COSTA, H.S.; ULLMAN, D.E. 1993. Sweetpotato whitefly resistance to insecticides in Hawaii: intra-island variation is related to insecticide use. *Entomología Experimental et Applicata* 67:173-182.
- OMER A.D.; LEIGH, T.F.; GRANETT, J. 1992. Insecticide resistance in field populations of greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the San Joaquín Valley (California) Cotton cropping system. *Journal of Economy Entomology* 85(1):21-27.
- ORTEGA, A.L.D. 1990. Susceptibilidad a insecticidas en la mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) procedente de Chapingo, México y de la región tomatera de Nepopualco, Morelos. Tesis Maestría en Ciencias. Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. 115 p.
- ORTEGA, A.L.D. 1992. Mosquitas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas. In R.S. Anaya; N. Bautista; B. Dominguez R. (eds.). *Manejo fitosanitario de las hortalizas en México*. Montecillo, México. Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados. p. 20-40.

- ORTEGA, A.L.D. 1995. Colecta, montaje y determinación de Aleyrodidae. *Fitofilo (México)* 88 (XLVIII): 53-70.
- ORTEGA, A.L.D.; RODRÍGUEZ M., J.C. 1995. Detección y manejo de la resistencia a insecticidas: una estrategia para el control de la mosquita blanca en hortalizas. *Fitofilo (México)* 88 (XLVIII): 113-125.
- PERALTA, J.F.; LOYA R., J. 1978. Dosificación de insecticidas para el control de las principales plagas del frijol en el estado de Morelos. *Revista Chapingo*. p. 37-48.
- PERRING, T.; COOPER, A.; KAZMER, D.; SHIELDS, C.; SHIELDS, J. 1991. New strain of sweetpotato whitefly in California vegetables. *California Agriculture*. 45(6):10-12..
- PERRY, A.S. 1985. The relative susceptibility to several insecticides of adults whiteflies *Bemisia tabaci* from various cotton growing areas in Israel. *Phytoparasitica* 13(1):77-78.
- PIMENTEL, D.; ACQUAY, H.; BILTONEN, M.; RICE, P.; SILVA, M.; NELSON, J.; LIPNER, V.; GIORDANO, S.; HOROWITZ, A.; D'AMORE, M. 1992. Environmental and economic costs of pesticide use. *Bioscience* 42(10):750-760.
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D.L.; MEYERDIRK, D.E. 1985. Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economy Entomology* 78:748-752.
- PRABHAKER, N.; COUDRIET, D.L.; TOSCANO, N.C. 1988. Effect of synergists on organophosphate and permethrin resistance in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economy Entomology* 81(1):34-39.
- PRABHAKER, N.; TOSCANO, N.C.; COUDRIET, D.L. 1989. Susceptibility of the immature and adult stages of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides. *Journal of Economy Entomology* 82(4):983-988.
- PRABHAKER, N.; TOSCANO, N.C.; PERRING, T.M.; NUSSLEY, G.; KIDO, K.; YOUNGMAN, R.R. 1992. Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. *Journal of Economy Entomology* 85(4):1063-1068.
- RAMI, H.A.; TOSCANO, N.C.; YOUNGMAN, R.R.; KIDO, K.; KNABKE, J.J.; GEORGHIOU, G.P. 1988. Synergism: Potential new approach to whitefly control. *California Agriculture* p. 21-22.
- Rao N.V.; Reddy, A.S.; Reddy, D.P. 1990. Impact of some insecticides on *Bemisia tabaci* on cotton. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 7(2):77-86.
- ROUSH, T.R.; DALY, J.C. 1990. The role of population genetics in resistance research and management. *In* R.T. Roush; B.E. Tabashnik (eds.). *Pesticide resistance in arthropods*. New York. p. 97-153.
- ROUSH, T.R.; MCKENZIE, J.A. 1987. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. *Annual Review of Entomology* 32:361-380.
- ROWLAND, M.; HACKETT, B.; STRIBLEY, M. 1991. Evaluation of insecticides in field-control simulators and standard laboratory bioassays against resistant and susceptible *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) from Sudan. *Bulletin of Entomological Research* 81:189-199.
- SANDERSON, J.P.; ROUSH, R.T. 1992. Monitoring insecticide resistance in greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) with yellow sticky cards. *Journal of Economy Entomology* 85(3):634-641.
- SAUME, R.F. 1992. Introducción a la química y toxicología de insecticidas. Maracay, Venezuela. 212 p.
- SELIGMAN, M.I. 1987. Comparison of responses of three populations of *Bemisia tabaci* to a range of insecticides. *Phytoparasitica* 15(3):264-265.
- SIFUENTES, A.J.A. 1981. Control de plagas del frijol en México. SARH- INIA México. Folleto de divulgación no. 69. p. 9-11.
- SMITH, F.F.; OTA, A.K.; BOSEWELL, A.L. 1970. Insecticides for the control of the greenhouse whitefly. *Journal of Economy Entomology* 2:522-527.
- TABASHNIK, B.E. 1989. Managing resistance with multiple pesticide tactics: theory, evidence and recommendations. *Journal of Economy Entomology* 82(5):1263-1269.
- TABASHNIK, B.E. 1990a. Implications of gene amplification for evolution and management of insecticide resistance. *Journal of Economy Entomology* 83(4):1170-1176.
- TABASHNIK, B.E. 1990b. Modeling and evaluation of resistance management tactics. *In* R.T. Roush; B.E. Tabashnik (eds.). *Pesticide resistance in arthropods*. New York, Chapman & Hill. p. 1263-1269.
- TAYLOR, E.CH.; GEORGHIOU, G.P. 1979. Suppression of insecticide resistance by alteration of gene dominance and migration. *Journal of Economy Entomology* 72(1):105-109.
- TAYLOR, E.CH.; QUAGLIA, E.F.; GEORGHIOU, G.P. 1983. Evolution of resistance to insecticides: A cage study on the influence of migration and insecticide decay rates. *Journal of Economy Entomology* 76: 704-707.

OVIPOSICION Y MORTALIDAD DE *Tuta absoluta* EN *Lycopersicon hirsutum*

Germano L.D. Leite*
Marcelo Picanço*
Aristéa A. Azevedo**
Yuri Zurita*
Flávio Marquini*

RESUMEN

Se estudió el efecto de niveles de fertilización con N y K, edad de plantas y tercios de dosel con respecto a resistencia de *Lycopersicon hirsutum* a *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Se cuantificó el contenido de trideca-2-nona (2-TD), undeca-2-nona (2-UD), N, P, K, Ca y Mg, densidad y tipos de tricomas, tamaño de las hojas en el tercio apical, mediano y basal del dosel de las plantas de *L. hirsutum* y de *L. esculentum*. También se evaluó el efecto de estos factores sobre la oviposición y mortalidad de *T. absoluta*. El aumento en la fertilización con N y K no redujo el contenido de 2-TD en las hojas de *L. hirsutum*; se observó un incremento en el contenido de 2-TD de la base al ápice del dosel, asociado al aumento de la edad de la planta. No se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) para mortalidad de adultos de las polillas. El aumento de la fertilización con N y K produjo un incremento en la oviposición de *T. absoluta* en *L. hirsutum*. Se observó menor oviposición de *T. absoluta* en hojas del tercio apical y medio en plantas de cuatro meses de edad de *L. hirsutum*. La mayor oviposición de *T. absoluta* se registró en hojas del tercio apical y medio de *L. esculentum*.

Palabras claves: *Lycopersicon hirsutum*, Resistencia, *Tuta absoluta*, Nitrógeno, Potasio, Fertilización.

ABSTRACT

OVIPOSITION AND MORTALITY OF *Tuta absoluta* EN *Lycopersicon hirsutum*. The objective of this work was to study the effect of N and K fertilization levels, age of plants and parts of the canopy, on the resistance of *Lycopersicon hirsutum* to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). The levels of trideca-2-nona (2-TD), undeca-2-nona (2-UD), N, P, K, Ca and Mg, density and types of trichomes, and leaf area of the apical, middle and basal parts of the plant canopy of *L. hirsutum* and of *L. esculentum*, were quantified. The effect of these factors on the oviposition and mortality of *T. absoluta* was also evaluated. An increase in fertilization with N and K did not reduce levels of 2-TD on leaves of *L. hirsutum*. Levels of 2-TD increased from the bottom to the top of the canopy; associated to an increase in the age of the plant. No statistical difference ($p < 0.05$) was found in adult moth mortality. An increase in N and K fertilization led to an increase in the oviposition rate of *T. absoluta* on *L. hirsutum*. Less oviposition of *T. absoluta* was observed on leaves in the apical and mid parts of four month old plants of *L. hirsutum*. Most oviposition of *T. absoluta* was recorded on leaves in the apical and mid parts of plants of *L. esculentum*.

Key words: *Lycopersicon hirsutum*, Resistance, *Tuta absoluta*, Nitrogen, Potassium, Fertilization.

INTRODUCCION

Tuta (= *Scrobipalpuloides*) *absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), conocida como polilla del tomate, es considerada una plaga importante del cultivo del tomate en Brasil, debido a grandes pérdidas que ocasiona (Guedes *et al.* 1994, Picanço *et al.* 1996a, b). Una de las posibilidades para reducir estas pérdidas es el uso de cultivares resistentes a este insecto.

La resistencia del tomate a *T. absoluta* ha sido objeto de investigación (Leite *et al.* 1995, Picanço

et al. 1995). Entre las especies de *Lycopersicon*, *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) mostró resistencia a la polilla (Giustolin y Vendramim 1994, Leite *et al.* 1995). Las causas de la resistencia a *T. absoluta* es atribuida a los aleloquímicos trideca-2-nona (2-TD) y undeca-2-nona (2-UD) presente en exudados producidos por los tricomas glandulares de las hojas (Giustolin y Vendramim 1994).

Los mecanismos de esta resistencia son la antixenosis, principalmente por la no preferencia de oviposición y la antibiosis, básicamente por el efecto de mortalidad sobre larvas y adultos (Leite *et al.* 1995, Giustolin 1991).

Recibido: 16/10/97. Aprobado: 28/09/98.

*Departamento de Biología Animal, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 36571-000, Viçosa, MG, Brasil.

**Departamento de Biología Vegetal, UFV, Brasil.

Una limitación de la utilización de *L. hirsutum* como fuente de resistencia a plagas, es la variación de esta resistencia a lo largo del dosel, asociada al desarrollo de las plantas y a alteraciones en el régimen de fertilización. Con el aumento de la fertilización con N, P y K, las plantas de *L. hirsutum* disminuyen la densidad de tricomas glandulares tipo VI (productoras de 2-TD) y su resistencia a plagas (Barbour *et al.* 1991). Leite *et al.* (1995) observaron mayor oviposición de *T. absoluta* en hojas del tercio medio del dosel que en los tercios apical y basal. Kennedy y Sorenson (1985) observaron que al envejecer, las plantas de *L. hirsutum* reducen su resistencia a las plagas, debido a que decrece la concentración de 2-TD en las hojas.

El objetivo de estudio fue cuantificar la proporción foliar de 2-TD, 2-UD, N, P, K, Ca y Mg, densidad y tipos de tricomas, así como evaluar el tamaño de hojas en los tercios apical, medio y basal de plantas de *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) con dos, tres y cuatro meses de edad, y evaluar el efecto de estos factores en la mortalidad de adultos y número de huevos de *T. absoluta*.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en invernadero (temperatura media 20°C y humedad relativa 80%) de la Universidad Federal de Viçosa, (20°45' latitud sur y 42°51' longitud oeste, a una altitud de 650 m.s.n.m.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cinco repeticiones. La parcela experimental estaba constituida por una maceta de polietileno de 5 L de capacidad, que contenía una planta de tomate. Los factores evaluados fueron las especies de tomate [*L. esculentum* cv. Santa Clara (cv susceptible al insecto) y *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) (material resistente al insecto)], edad de las plantas (2, 3 y 4 meses después de la germinación), tercio del dosel: basal (0 - 33% de la altura de las plantas), medio (33% - 66% de la altura de las plantas) y apical (66% - 100% de la altura de las plantas) y niveles de

fertilización [$N_{100}K_0$ (100 mg de N/kg de suelo); $N_{100}K_{200}$ (100 mg de N y 200 mg de K/kg de suelo); $N_{300}K_0$ (300 mg de N/kg de suelo) y $N_{300}K_{200}$ (300 mg de N y 200 mg de K/kg de suelo)].

En cada parcela, se colocó una bolsa de organza (0,2 x 0,28 m) sobre una de las hojas dentro de la cual se depositaron dos hembras y un macho de *T. absoluta* (Coelho y França 1984). Después de 48 horas, se evaluó el número de huevos en las hojas y el número de adultos muertos.

Para la extracción y cuantificación de los aleloquímicos tridecan-2-nona (2-TD) y undecan-2-nona (2-UD), las especies fueron recolectados y pesados individualmente por la mañana. Para cada especie se recolectaron tres muestras de 5 g de hojas por tratamiento. Esas hojas fueron depositadas en un recipiente de vidrio (15 cm de altura por 7,5 cm de diámetro) que contenía 50 ml de hexano bidestilado, cerrado con tapa y sellado con cinta adhesiva para evitar la evaporación de estos aleloquímicos. Las hojas permanecieron en estas condiciones por 24 horas. Después de la extracción, la solución hexánica fue deshidratada con Na_2SO_4 anhidro, y concentrada utilizando un evaporador rotativo al vacío, a 30°C, para obtener aceite. Este aceite fue disuelto en 1 ml de heptano destilado y las muestras fueron almacenadas en un congelador para su posterior análisis (Silva 1995).

Los análisis fueron realizados en un cromatógrafo de gas, modelo CG 37 equipado con programador de temperatura, detector de ionización de llama (FID) e integrador CG 100. Se utilizó una columna de vidrio de 2 m x 2 mm, empaquetada con OV 17 (1% sobre Chromosorb), detector a 260°C e inyector a 280°C. El flujo de gases $H_2/N_2/Ar$ fue: 30: 30: 300 mL.min⁻¹. La temperatura inicial de la columna fue de 80°C, la cual se mantuvo por dos minutos. Posteriormente, fue aumentando hasta 150°C a una velocidad de 6°C.min⁻¹.

Para el estudio de las densidades de tricomas, se recolectaron tres hojas por tratamiento y se almacenaron en alcohol 70 y diafanizadas utilizando hidróxido de sodio al 10%, por dos horas, y

solución de hipoclorito de sodio comercial al 20% por 18 horas. Después de lavarlas y durante la deshidratación, los materiales fueron teñidos y después montados, entre lámina y lamínula, utilizando bálsamo de Canadá. Para la coloración, las muestras se sumergieron tres minutos en el colorante "fast green" (Johansen 1940). Las densidades de tricomas/mm² fueron calculadas en folíolos diafanizados en recuentos realizados en la región media del tercer folíolo contado a partir del ápice de las hojas (Channarayappa *et al.* 1992). En cada muestra fueron analizados 24 campos, en la porción media del limbo (región equidistante entre la nervadura media y el margen). Por diferencia de focalización en este campo, fueron realizados conteos de tricomas en la epidermis adaxial y abaxial. Por la mañana se recolectaron tres hojas por tratamiento para evaluar el tamaño de las hojas (cm²) utilizando el Sistema de Medición de Area Foliar Delta T.

Para la evaluación de el contenido de los nutrientes en las hojas, para cada tratamiento se recolectaron tres hojas a lo largo del dosel. Estas fueron colocadas en bolsas de papel Kraft y llevadas a una estufa con circulación de aire (a 67°C), donde permanecieron tres días. Después de secadas, las muestras fueron maceradas en un molino Willey, con un tamiz no.20 (Braga y Novais 1970). Los análisis de nitrógeno, fósforo, potasio,

calcio y magnesio fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos del Departamento de Fitotecnia de la UFV.

La preparación de la solución mineral para las determinaciones de esos nutrientes fue realizado por digestión en seco, conforme a Braga y Novais (1970). Del extracto obtenido, el potasio fue determinado utilizando un fotómetro de llama, marca Coleman, modelo 22. El calcio y magnesio fueron determinados en un fotómetro de absorción atómico Perkin Elmer, modelo 290 B, previamente se agregó clorato de estroncio para eliminar la interferencia de otros elementos minerales, principalmente fósforo (Braga y Defelipo 1974). Los análisis de nitrógeno fueron realizados según el método de Nessler (Jackson 1958). El fósforo se determinó por el método colorimétrico de la vitamina C (Braga y Defelipo 1974).

Los resultados de número de huevos y mortalidad de adultos de *T. absoluta*; tamaño de las hojas; densidades de tricomas; proporción de 2-TD, 2-UD, N, P, K, Ca y Mg fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de media de Scott-Knott al nivel de 5% de significancia (Scott y Knott 1974). También se realizaron análisis de regresión para *L. hirsutum* f. *glabratum* y *L. esculentum*, para las características del insecto y de la planta, en función de las densidades de tricomas y proporción de 2-TD, 2-UD, N, P, K, Ca y Mg.

CUADRO 1. Densidades de tricomas y tamaño de las hojas de *Lycopersicon esculentum* y *L. hirsutum* de acuerdo a los niveles de fertilización. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1997.

Fertilización	Tricomas/mm ² en la fase Adaxial		Tricomas/mm ² en la fase Abaxial		Área Foliar (cm ²)	
	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>
N ₁₀₀ K ₀	8,46 aA	5,71 bA	18,68 aA	12,60 bB	281,75 aB	177,54 aA
N ₁₀₀ K ₂₀₀	7,23 aA	7,00 aA	15,37 aB	14,43 aA	260,33 aB	170,96 aA
N ₃₀₀ K ₀	7,24 aA	6,70 aA	13,86 aC	13,33 aB	370,76 aA	176,09 bA
N ₃₀₀ K ₂₀₀	5,89 aB	6,97 aA	12,51 aC	12,66 aB	370,73 aA	147,90 bA

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la línea o mayúscula en la columna, no difieren entre si, por la prueba de Scott-Knott, con un nivel de 5%.

N₁₀₀ y N₃₀₀ = 100 y 300 mg de N/kg de suelo, respectivamente. K₀ y K₂₀₀ = 0 y 200 mg de K/kg de suelo, respectivamente.

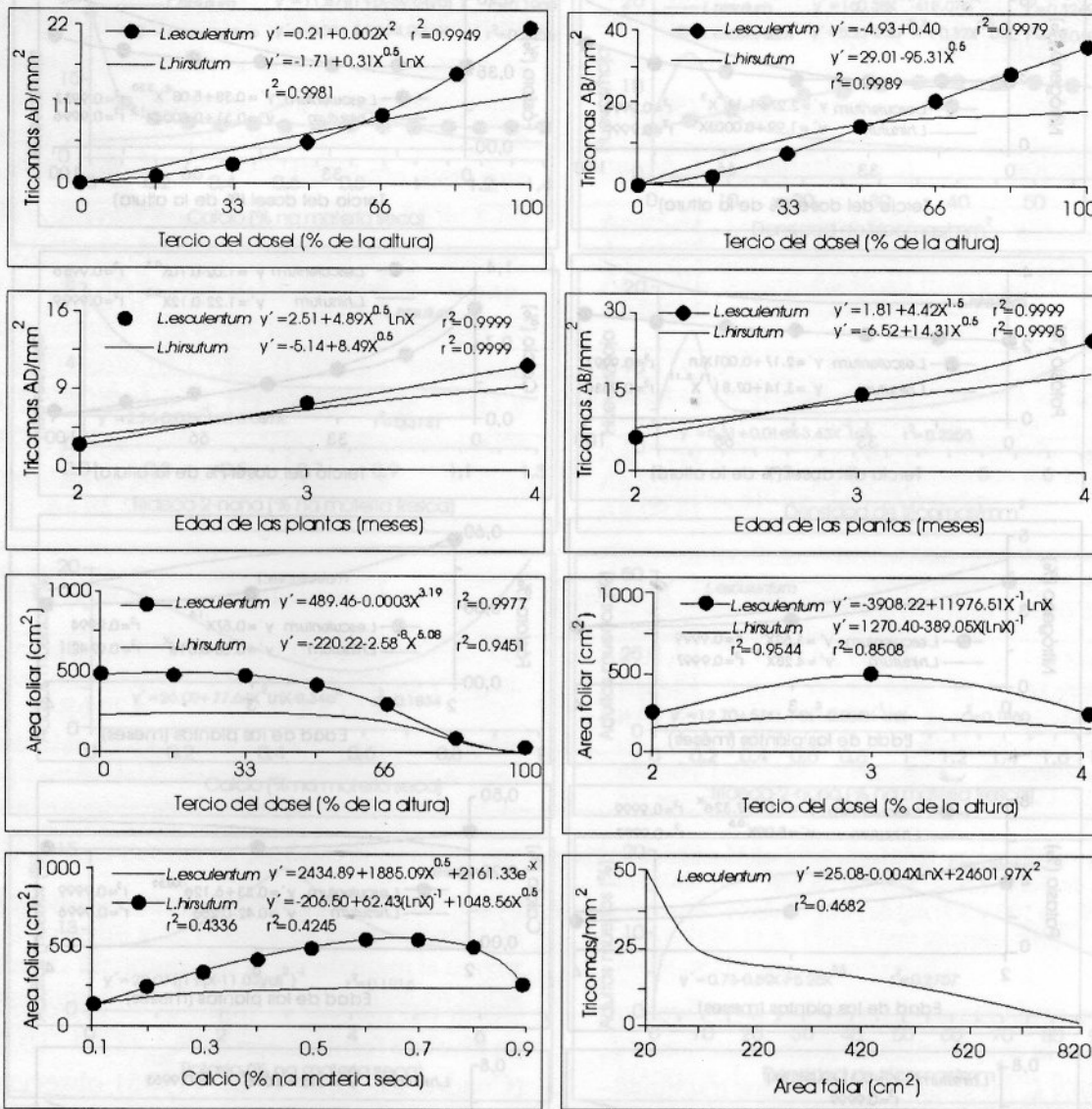


Fig. 1. Densidades de tricomas en la face adaxial (AD) y abaxial (AB)/mm² y área foliar (cm²) en hojas de *L. esculentum* y *L. hirsutum* en función de tercios del dosel, edad de plantas, tenor de Ca (% en materia seca) y tamaño de hojas (cm²). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1997.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se observaron diferencias ($P > 0,05$) en el contenido de Mg en las hojas, entre *L. esculentum* y *L. hirsutum* (0,04% de la materia seca) en función de los tercios del dosel, edad de las plantas y niveles de fertilización. Tampoco se detectaron diferencias ($P > 0,05$) en el contenido de 2-UD (0,0015% de la materia fresca) en las hojas de *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) con respecto a los tercios del dosel, edad de las plantas y niveles de fertilización.

El contenido de 2-TD (0,3086% de la materia fresca) en las hojas de *L. hirsutum* en función de los niveles de fertilización no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$). Esto se debe a que no se observaron diferencias en el tamaño de las hojas ni en la densidad de tricomas, en función de los niveles de fertilización (Cuadro 1. Fig. 1). Este resultado indica que en *L. hirsutum* el nivel de este factor de resistencia a *T. absoluta*, se mantiene tanto con dosis de fertilización altas como bajas. Barbour *et al.* (1991) observaron que el aumento en la dosificación de N, no afectó el área foliar de

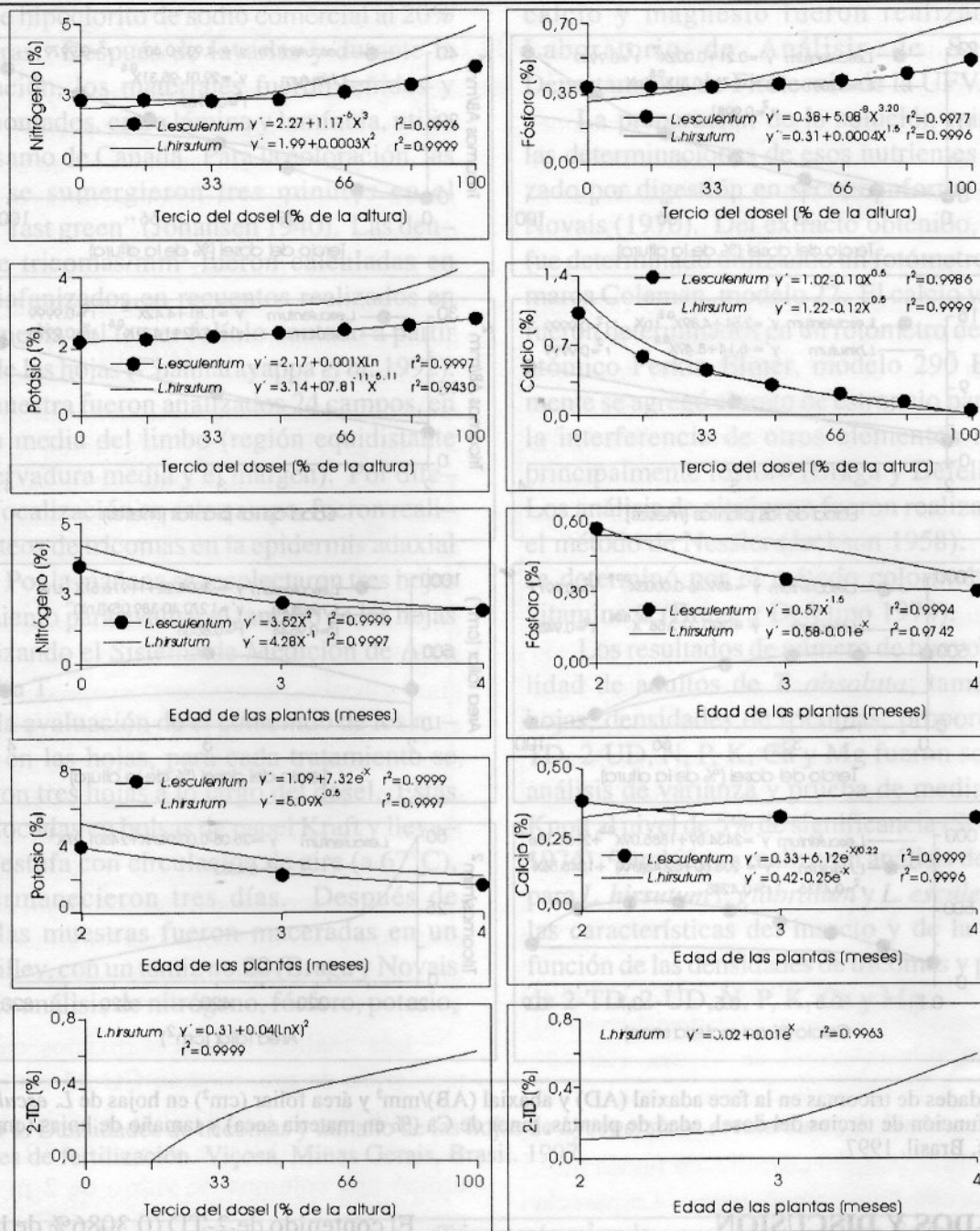


Fig. 2. Curvas de la proporción de N, P, K y Ca (% en materia seca) y 2-TD (% en materia fresca) en *Lycopersicon esculentum* y *L. hirsutum* en función del tercio del dosel y edad de plantas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1997.

L. hirsutum, pero decreció la densidad de tricomas tipo VI (productores de 2-TD) y, consecuentemente, el contenido de 2-TD en estas hojas, el cual coincide con el informado por Dimock *et al.* (1982) (0,36%), pero el contenido de 2UD es inferior al 0,06% encontrado por estos investigadores; no se encontró una explicación para estos resultados.

Se observó un aumento en la producción de 2-TD, asociada con el incremento de la edad de las plantas y de la base hacia el ápice (Fig. 2), debido al aumento en la densidad de tricomas como resultado de mayor edad de las plantas y de la base hacia el ápice (Fig. 1). En plantas de tomate el mayor ataque de *T. absoluta* ocurre en los tercios apical y medio (Leite *et al.* 1995, Picanço *et al.*

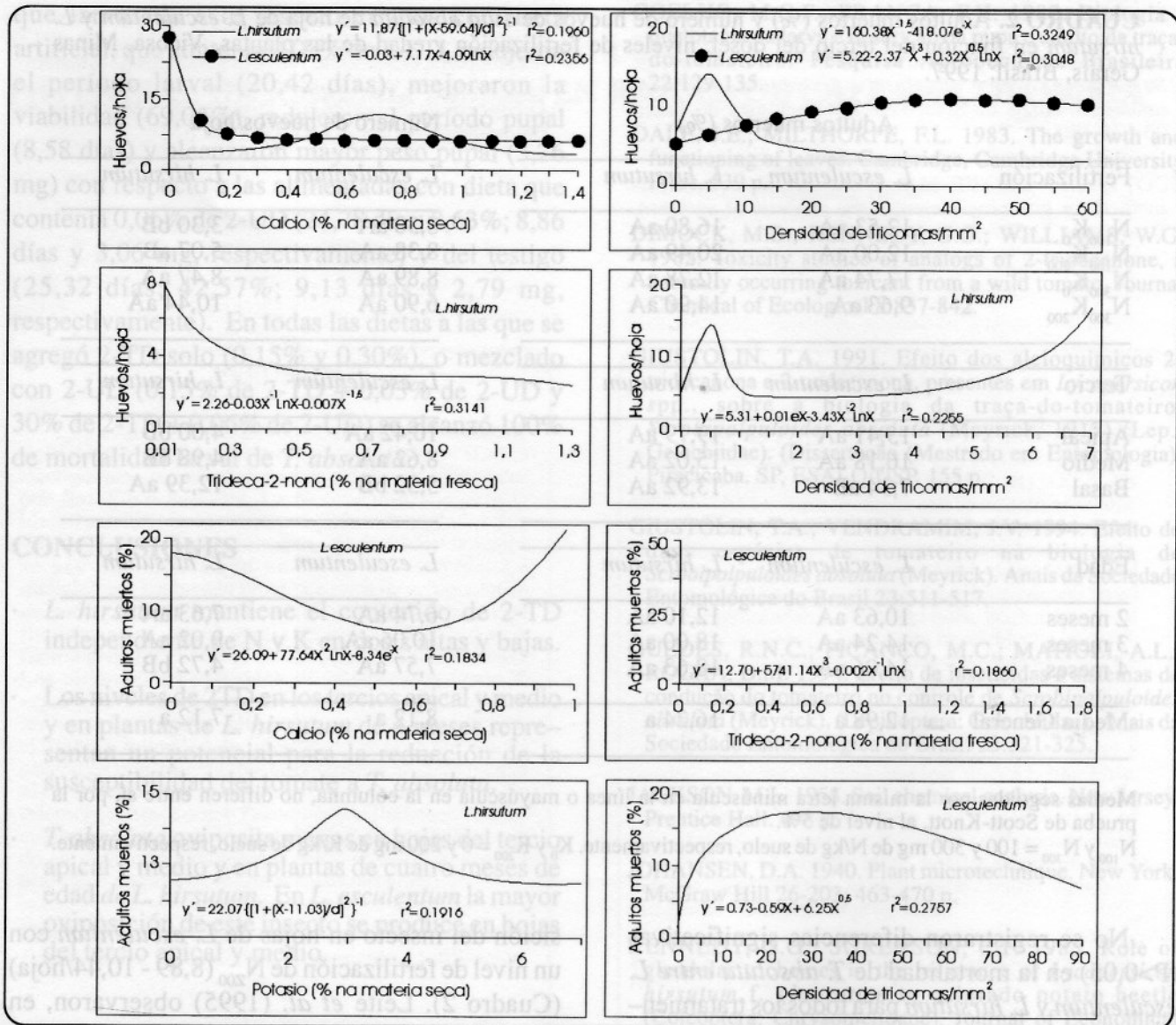


Fig. 3. Curvas de número de huevos y adultos de *Tuta absoluta*/hoja en *L. esculentum* y *L. hirsutum* en función de la proporción de K, Ca, trideca-2-nona y densidad de tricomas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1997.

1995), por tanto, la elevación de los niveles de estos factores de resistencia en estas partes de la planta de *L. hirsutum*, podrían representar un potencial para la reducción de la susceptibilidad del tomate a este insecto. Con base en lo señalado por estos autores, la elevación de la concentración 2-TD y de la cantidad de tricomas otorga a los cultivares que utilizan *L. hirsutum* como fuente de resistencia, menor susceptibilidad a *T. absoluta* durante la fase productiva de las plantas. Sin embargo, estos cultivares pueden presentar susceptibilidad a esta plaga durante la fase de establecimiento del cultivo.

En *L. esculentum* la mayor área foliar se obtuvo con los niveles de fertilización $N_{300}K_0$ (370,76 cm²) y $N_{300}K_{200}$ (370,73 cm²) y la menor con $N_{100}K_0$ (281,75 cm²) y $N_{100}K_{200}$ (260,33 cm²) (Cuadro 1). Además se determinó un incremento en la densidad de tricomas relacionado con el aumento de la edad de la planta y de la base hacia el ápice; pero el aumento del área foliar disminuyó la densidad de tricomas (Dale y Milthorpe 1983) (Fig. 1). A pesar de que *L. esculentum* en general, presentó la mayor cantidad de tricomas el 90,31% de éstos fueron tricomas tectores (no glandulares) en *L. hirsutum* el 97,12% fueron tricomas glandulares.

CUADRO 2. Adultos muertos (%) y número de huevos de *Tuta absoluta* de hoja de *L. esculentum* y *L. hirsutum* en función del tercio del dosel, niveles de fertilización y edad de las plantas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1997.

Adultos muertos (%)			Número de huevos/hoja	
Fertilización	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>
N ₁₀₀ K ₀	12,53 aA	16,80 aA	8,30 aA	3,30 bB
N ₁₀₀ K ₂₀₀	12,00 aA	20,49 aA	8,38 aA	5,07 aB
N ₃₀₀ K ₀	17,74 aA	12,78 aA	8,89 aA	8,47 aA
N ₃₀₀ K ₂₀₀	9,63 aA	14,90 aA	6,90 aA	10,44 aA
Tercio	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>
Apical	15,41 aA	19,79 aA	10,42 aA	4,00 bB
Medio	16,18 aA	15,02 aA	8,62 aA	4,98 bB
Basal	7,34 aB	13,92 aA	5,32 bB	12,39 aA
Edad	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>	<i>L. esculentum</i>	<i>L. hirsutum</i>
2 meses	10,63 aA	12,10 aA	6,74 aA	7,63 aA
3 meses	14,24 aA	18,00 aA	10,06 aA	9,02 aA
4 meses	14,06 aA	18,63 aA	7,57 aA	4,72 bB
Media General	12,98 a	16,24 a	8,12 a	7,12 a

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la línea o mayúscula en la columna, no difieren entre sí, por la prueba de Scott-Knott, al nivel de 5%.

N₁₀₀ y N₃₀₀ = 100 y 300 mg de N/kg de suelo, respectivamente. K₀ y K₂₀₀ = 0 y 200 mg de K/kg de suelo, respectivamente.

No se registraron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la mortalidad de *T. absoluta* entre *L. esculentum* y *L. hirsutum* para todos los tratamientos (Cuadro 2). Esto probablemente se debe a la concentración máxima de 2-TD, observada en las plantas de *L. hirsutum* (0,6% en la materia fresca) (Fig. 2) que ocasionó baja mortalidad de los adultos. No se conocen otros estudios similares con adultos de otras especies de lepidoptera que permitan comparar estos resultados.

La mayor oviposición de *T. absoluta* se produjo en hojas de *L. esculentum* en el tercio apical (10,42/hoja) y medio (8,62/hoja) y en plantas de tres meses de edad 10,06/hoja (Cuadro 2), posiblemente por la mayor densidad de tricomas en *L. hirsutum* en esos tratamientos y consecuentemente, mayor proporción de 2-TD que reduce la preferencia de oviposición de *T. absoluta* en esta especie (Figs. 1, 2 y 3). Se presentó mayor ovipo-

sición del insecto en hojas de *L. esculentum* con un nivel de fertilización de N₂₀₀ (8,89 - 10,44/hoja) (Cuadro 2). Leite *et al.* (1995) observaron, en pruebas de libre preferencia realizadas en invernadero, que *T. absoluta* prefirió ovipositar en *L. esculentum* que en hojas de *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) y *L. peruvianum* (LA 444-1).

Se observó (Cuadro 2) menor oviposición de *T. absoluta* en hojas del tercio basal (5,32/hoja) de *L. esculentum* que en *L. hirsutum* 12,39/hoja. Esto podría deberse a la baja proporción de 2-TD en hojas de *L. hirsutum* (Fig. 2) y probablemente, esta condición presentó un efecto estimulante de oviposición de *T. absoluta* (Cuadro 2). Giustolin (1991) en estudio con larvas de *T. absoluta* informó sobre resultados similares con 2-UD, señalando un efecto positivo con una proporción baja y negativa cuando el contenido de este aleloquímico aumentó. Este mismo investigador señaló

que larvas de este insecto criadas con dieta artificial, que contenía 0,03% de 2-UD, redujeron el período larval (20,42 días), mejoraron la viabilidad (69,05%), redujeron el período pupal (8,58 días) y alcanzaron mayor peso pupal (3,26 mg) con respecto a las alimentadas con dieta que contenía 0,06% de 2-UD (24,78 días; 8,63%; 8,86 días y 3,06 mg, respectivamente) y del testigo (25,32 días; 42,57%; 9,13 días y 2,79 mg, respectivamente). En todas las dietas a las que se agregó 2-TD solo (0,15% y 0,30%), o mezclado con 2-UD (0,15% de 2-TD + 0,03% de 2-UD y 30% de 2-TD + 0,06% de 2-UD) se alcanzó 100% de mortalidad larval de *T. absoluta*.

CONCLUSIONES

- *L. hirsutum* mantiene el contenido de 2-TD independiente de N y K en dosis altas y bajas.
- Los niveles de 2TD en los tercios apical y medio y en plantas de *L. hirsutum* de 4 meses representan un potencial para la reducción de la susceptibilidad del tomate a *T. absoluta*.
- *T. absoluta* oviposita menos en hojas del tercio apical y medio y en plantas de cuatro meses de edad de *L. hirsutum*. En *L. esculentum* la mayor oviposición de este insecto se produce en hojas del tercio apical y medio.

LITERATURA CITADA

- BARBOUR, J.D.; FARRAR JUNIOR, R.R.; KENNEDY, G.G. 1991. Interaction of fertilizer regime with host-plant resistance in tomato. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 60:289-300.
- BRAGA, J.M.; NOVAIS, R.F. 1970. Determinação de elementos em material vegetal. In *Anotações do Curso de Fertilização do Solo*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 11 p. mimeo.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. 1974. Determinação espectofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. *Revista Ceres* 21:73-85.
- CHANNARAYAPPA, C.; SHIVASHANKAR, G.; MUNIYAPPA, V.; FRIST, R.H. 1992. Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leaf curl virus vector. *Canadian Journal of Botany* 70:2184-2192.
- COELHO, M.C.F.; FRANÇA, F.H. 1987. Biologia e quetotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 22:129-135.
- DALE, J.E.; MILTHORPE, F.L. 1983. The growth and functioning of leaves. Cambridge, Cambridge University Press. 539 p.
- DIMOCK, M.B.; KENNEDY, G.G.; WILLIAMS, W.G. 1982. Toxicity studies of analogs of 2-tridecanone, a naturally occurring toxicant from a wild tomato. *Journal of Chemical Ecology* 8:837-842.
- GIUSTOLIN, T.A. 1991. Efeito dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona, presentes em *Lycopersicon* spp., sobre a biologia da traça-do-tomateiro, *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lep., Gelechiidae). (Dissertação (Mestrado em Entomologia). Piracicaba, SP, ESALQ/USP. 155 p.
- GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIM, J.V. 1994. Efeito de duas espécies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:511-517.
- GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C.; MATIOLI, A.L.; ROCHA, D.M. 1994. Efeito de inseticidas e sistemas de condução do tomateiro no controle de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:321-325.
- JACKSON, M.L. 1958. Soil chemical analysis. New Jersey, Prentice Hall. 498 p.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. New York, McGraw Hill 26-203; 463-470 p.
- KENNEDY, G.G.; SORENSON, C.F. 1985. Role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economical Entomology* 78:547-555.
- LEITE, G.L.D.; PICANÇO, M.; SILVA, D.J.H.; MATA, A.C.; JHAN, G.N. 1995. Distribuição de oviposição de *Scrobipalpuloides absoluta* no dosel de *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*. *Horticultura Brasileira* 13:47-51.
- PICANÇO, M.C.; SILVA, D.J.H.; LEITE, G.L.D.; MATA, A.C.; JHAN, G.N. 1995. Intensidade de ataque de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao dosel de três espécies de tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30:429-433.
- PICANÇO, M.C.; E.A. DA SILVA; A.P. LÔBO; G.L.D. LEITE. 1996 a. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 25:497-501.

AISLAMIENTO DE *Pseudomonas* FLUORESCENTES ANTAGONISTA POTENCIAL DE *Rosellinia bunodes* EN RAICES DE CAFE EN COLOMBIA*

Jaime Cárdenas López**
Elkin Bustamante Rojas***
Gonzalo Galileo Rivas P.***
Carlos Alberto Rivillas O.****
Claudia Marcela Pérez L.****

RESUMEN

Se evaluaron tres metodologías y tres medios de cultivo para el aislamiento de *Pseudomonas* fluorescentes, a partir de raíces de café sanas y afectadas por *Rosellinia bunodes*. La técnica utilizada para la identificación de los microorganismos aislados fue «BBL Crystal». Para la conservación de los aislamientos se usó la liofilización en leche descremada. La metodología sin lavado previo de raíces con hipoclorito de sodio, permitió aislar el 87,9% de colonias con fluorescencia. En el medio de cultivo cetrimid agar fueron aisladas el 90,9% de las colonias fluorescentes. Los aislamientos obtenidos se identificaron como *P. cepacia* y *P. aeruginosa*. El control realizado a las muestras liofilizadas determinó viabilidad positiva en el 100% y humedad de inferior al 5%. Los resultados obtenidos constituyen una alternativa confiable para el aislamiento, identificación y conservación de microorganismos como *Pseudomonas* fluorescentes, los cuales pueden ser utilizados después de la verificación de su potencial antagónico, como agentes de control biológico en programas de manejo integrado.

Palabras claves: *Coffea arabica*, *Rosellinia bunodes*, *Pseudomonas* fluorescentes, Aislamiento, Liofilización.

ABSTRACT

ISOLATION OF FLUORESCENT *Pseudomonas* POTENTIAL ANTAGONIST OF *Rosellinia bunodes* IN COFFEE ROOTS IN COLOMBIA. Three methods and three culture media, for the isolation of fluorescent *Pseudomonas* from roots of healthy and *Rosellinia bunodes* infected coffee, were evaluated. Isolated microorganisms were identified using a BBL Crystal technique. Isolates were preserved using lyophilization in skimmed milk. With the without first washing the roots in sodium hypochlorite method, 87.9% of the fluorescent colonies were isolated. 90.9% of the fluorescent colonies were isolated on the culture medium of cetrimid agar. The isolates obtained were identified as *P. cepacia* and *P. aeruginosa*. The control performed on the lyophilized samples determined a positive viability of 100% and less than 5% humidity. The results obtained present a reliable alternative for the isolation, identification and preservation of microorganisms such as fluorescent *Pseudomonas*, which may be used, after verification of their antagonistic potential, as biological control agents in integrated management programs.

Key words: *Coffees arabica*, *Rosellinia bunodes*, fluorescent *Pseudomonas*, Isolates, Lyophilization.

INTRODUCCION

Las enfermedades causadas por hongos del género *Rosellinia* han sido registradas en casi todos los países del mundo, ocasionando daños de consideración en muchas especies vegetales, así como por su difícil manejo (Aranzazu 1992).

Recibido: 18/12/97. Aprobado: 28/09/98.

*Parte del trabajo de Tesis Mag. Sc. del primer autor.

**Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Sanidad Vegetal. Armenia, Colombia.

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

****CENICAFE. Apdo 2427 Manizales, Caldas, Colombia.

Rosellinia tiene un ámbito muy amplio de plantas hospedantes, ataca numerosas especies cultivadas, incluyendo árboles utilizados para sombra en plantaciones de café. Algunos hospedantes de *R. bunodes* son: café (*Coffea arabica*), yuca (*Manihot esculenta*), cacao (*Theobroma cacao*), cítricos (*Citrus sp.*), y macadamia (*Macadamia integrifolia*). El ataque es muy severo en árboles de sombra, especialmente del género *Inga*, frecuentemente utilizado en zonas cafetaleras (Kannan 1986, Bermudez y Carranza 1990, Villegas 1996).

En la actualidad, se carece de métodos eficientes que garanticen la recuperación de las áreas afectadas por esta plaga. Sin embargo, al igual que para muchos patógenos del suelo, existe gran potencial en el antagonismo que pueden ejercer los microorganismos benéficos, entre los que destacan micorrizas vesículo arbusculares, el hongo *Trichoderma* y bacterias fluorescentes del género *Pseudomonas*, que se presume compiten por espacio y nutrientes, ofreciendo grandes posibilidades de ser incluidos en programas de control integrado (Kaska 1976, Burbano 1992, Castro 1995, Valencia 1996).

Entre las ventajas del control biológico de enfermedades, está la reducción del uso de fungicidas, el cual favorece a largo plazo el equilibrio biológico de los sistemas agrícolas, reducción de los costos de producción, y protección del ecosistema cafetero (López 1994).

Considerando la importancia que tiene el cultivo del café para Colombia, América Central y más de 20 países productores, en los cuales este cultivo tiene gran influencia social, genera empleos y ocupa un lugar preponderante en la economía (Saenz 1985, Graff 1986), es necesario profundizar las investigaciones que permitan encontrar métodos eficientes de control de *R. bunodes* mediante microorganismos antagonistas, entre ellos *Pseudomonas* fluorescentes. El objetivo del estudio fue determinar una metodología confiable para aislar, identificar y conservar *Pseudomonas* fluorescentes con efecto antagónico potencial sobre *R. bunodes*.

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento: El trabajo se realizó en fincas de la zona central cafetera del municipio de Palestina, Colombia, y en los laboratorios del Centro Nacional de Investigaciones del Café, CENICAFE, localizado en el municipio de Chinchiná, Colombia, a 5° latitud Norte, 75° 36' longitud Oeste, 1420 msnm, con temperatura promedio anual de 20°C, 80% de humedad relativa y una precipitación media anual de 2540 mm.

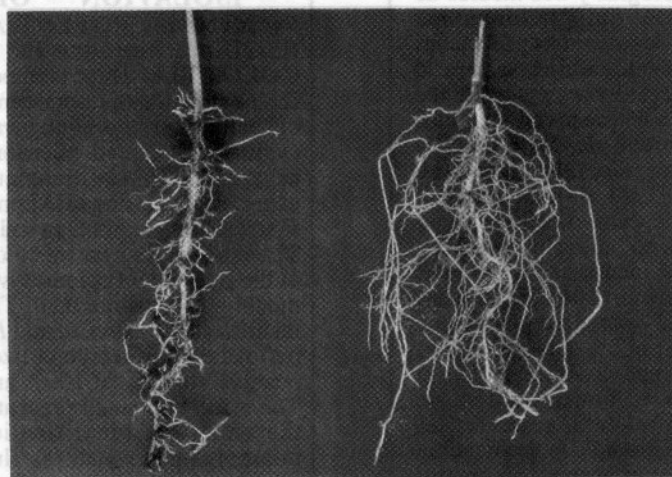


Fig. 1. A. Raíces de plántulas de café con micelio (uno de los signos característicos del patógeno). B. Raíces sanas. Cenicafé, Colombia, 1997. (Foto: G. Hoyos.)

Muestreo, Aislamiento e Identificación de *Pseudomonas* fluorescentes. En las fincas La Merced y Santa Inés del municipio de Palestina, Caldas, se recolectaron muestras de raíces de árboles de café variedad Colombia, de 3 y 4 años, sanos, y muestras de raíces de plantas con sintomatología inicial de *R. bunodes*. Las pruebas de patogenicidad se realizaron en plantas de café inoculadas con *R. bunodes*, reproducido en semilla de sorgo (Fig. 1).

Procesamiento de las muestras. Las raíces fueron empacadas y rotuladas en bolsas plásticas para su procesamiento en el laboratorio, para lo cual se utilizaron tres metodologías.

Metodología 1.

Las raíces se sacudieron para retirar el exceso de suelo. Algunas raíces gruesas y la mayoría de las secundarias y terciarias se cortaron en fracciones de 8-10 cm. En un beaker se colocaron 100 g de raíces, las cuales se aforaron con agua destilada estéril hasta 500cc. El beaker se agitó durante 20 min. a 150 rpm, del contenido se

tomaron 10 ml para iniciar el proceso de diluciones hasta 10^{-3} . De cada dilución se obtuvo 0,1 ml para ser sembrado (técnica de superficie) en cajas de Petri que contenían uno de los siguientes medios de cultivo: cetrimid agar, agar F y agar sangre. Se usaron cinco cajas de Petri por dilución, 5 cajas por medio de cultivo y 5 cajas por tipo de raíz. Estas se incubaron a 37°C durante 24 h. Posteriormente, las colonias se seleccionaron utilizando como parámetro principal su capacidad de fluorescencia, condición verificada con una lámpara de luz ultravioleta (UV) de 365 nm. Las colonias con fluorescencia fueron sembradas nuevamente en los tres medios de cultivo e incubadas a 27°C durante 24 h.

La fluorescencia se verificó (Fig. 2) para iniciar el proceso de identificación utilizando el sistema BBL Crystal E/NF, empleado para identificar bacilos gram negativos fermentadores y no fermentadores.

El sistema "BBL Crystal" es un método que utiliza sustratos cromógenos y convencionales modificados (Becton Dickinson Microbiology Systems 1994).

Metodología 2.

Similar a la metodología 1, excepto que las raíces se lavaron con hipoclorito de sodio al 0,5% después de eliminar el exceso de suelo.

Metodología 3.

Pequeñas fracciones de raíces, previamente lavadas con agua destilada, se sembraron directamente sobre la superficie del medio de cultivo. Esta técnica es conocida como "root print".

Paralelamente, durante la segunda repetición y para los aislamientos que mostraron fluorescencia, se realizaron pruebas convencionales de tinción de gram, oxidasa, índol, movilidad, nitrato, citrato, LIA, urea, TSI y OF (maltosa, rafinosa, dextrosa, galactosa, manosa, lactosa) para mayor confiabilidad de la identificación.

Después de la identificación, se prepararon suspensiones bacterianas en leche descremada al 10%, las cuales se procesaron en un liofilizador LABCONCO Stoppering Tray Dryer®.

Veinticuatro horas después se confirmó su viabilidad, reactivando la muestra con 1 ml de agua destilada estéril y sembrándola en cetrimid-agar e incubándola a 27°C durante 24 horas.

La fluorescencia de la muestra reactivada se verificó exponiéndola a luz U.V. El porcentaje de humedad se determinó mediante un analizador halógeno de humedad (Mettler Toledo HR 73).

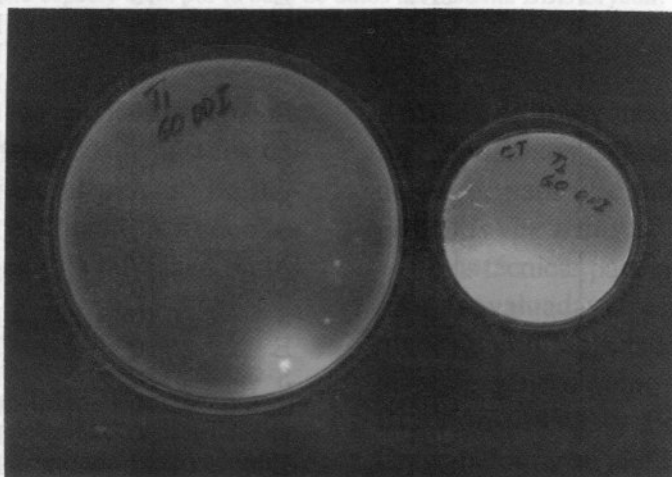


Fig. 2. *Pseudomonas cepacia* en medio agar-cetrimid 24 horas después de la siembra. Se puede apreciar la fluorescencia de la colonia. Cenicafé, Colombia. 1997. (Foto: G. Hoyos).

RESULTADOS

De 162 cajas de Petri, en tres medios de cultivo, se obtuvieron 33 colonias con fluorescencia (20,4%) (Cuadro 1).

De estas 33 colonias, 29 (87,9%) se obtuvieron utilizando la metodología 1 (sin lavado de raíces). Las 4 colonias restantes (12,1%) se aislaron con la metodología 2. La metodología 3 no permitió el aislamiento de colonias con fluorescencia.

Con respecto a los tres medios de cultivo evaluados, con Cetrimid se obtuvo el 90,9% de las colonias con fluorescencia (30 colonias); con agar-sangre (el 6,1% dos colonias), y en Agar F se aisló una colonia.

CUADRO 1. Tipificación, por tinción de gram y oxidasa, de colonias que presentaron fluorescencia en la lámpara de luz ultravioleta de 365 n.m. Cenicafé, Colombia. 1997.

Colonia	Fluoresc.	Metodol.	Medio	Arbol	Dilución	T.gram	Oxidasa
1	+	1	CET	E	10 ⁻³	B-	+
2	+	2	CET	S	10 ⁻¹	B-	+
3	+	2	AF	S	10 ⁻²	B-	+
4	+	1	CET	E	10 ⁻³	B-	+
5	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	+
6	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	+
7	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	+
8	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	-
9	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	+
10	+	1	CET	E	10 ⁻³	B-	+
11	+	1	CET	E	10 ⁻³	B-	+
12	+	1	CET	S	10 ⁻³	B-	+
13	+	1	CET	S	10 ⁻²	B-	+
14	+	1	CET	S	10 ⁻²	B-	-
15	+	1	CET	S	10 ⁻²	B-	-
16	+	1	CET	S	10 ⁻¹	B-	-
17	+	1	CET	S	10 ⁻¹	B-	+
18	+	1	CET	S	10 ⁻²	B-	+
19	+	1	CET	S	10 ⁻¹	B-	+
20	+	1	CET	S	10 ⁻¹	B-	-
21	+	1	CET	S	10 ⁻³	B-	+
22	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	+
23	+	1	CET	S	10 ⁻¹	B-	+
24	+	1	CET	S	10 ⁻¹	B-	-
25	+	1	CET	E	10 ⁻¹	B-	+
26	+	1	CET	E	10 ⁻¹	B-	-
27	+	1	CET	S	10 ⁻²	B-	+
28	+	1	CET	S	10 ⁻²	B-	+
29	+	1	CET	E	10 ⁻²	B-	+
30	+	2	AS	S	10 ⁻¹	B-	-
31	+	2	AS	S	10 ⁻¹	nicelio	sin prueba
32	+	1	CET	E	10 ⁻¹	B-	débil
33	+	1	CET	E	10 ⁻¹	B-	-
testigo	+	-	-	-	-	B-	+

Metodología 1. 100 g de raíces en 500 ml de ADE.

Metodología 2. Igual a 1, pero lavando las raíces con hipoclorito de sodio al 0,5%.

Medios de cultivo: Cetrimid(CET), Agar F(AF), Agar sangre(AS).

S - Arbol sano. E - Arbol enfermo.

De los dos tipos de raíces utilizados (de arbustos enfermos y arbustos sanos) 15 colonias con fluorescencia (45,4%) se aislaron de raíces de árboles afectados por *R. bunodes* y 18 (54,6%) de árboles sanos.

Del total de colonias obtenidas (33), el 18,2%, además de fluorescentes, reaccionaron oxidasa positiva e índole negativo, requisitos indispensables para continuar el proceso de

identificación de microorganismos del género *Pseudomonas*.

Identificación de los microorganismos aislados. En el proceso de identificación de las colonias recolectadas en las fincas La Merced y Santa Inés, seis reaccionaron oxidasa positiva e índole negativo. Se determinó que *Chromobacterium violaceum*, *P. cepacia* y *P. aeruginosa* estaban presentes (Cuadro 2).

CUADRO 2. Identificación de seis bacterias, seleccionadas por su reacción oxidasa positiva e índole negativo, procedentes de aislamientos realizados en raíces de café. Cenicafé, Colombia. 1997.

Colonia	Código Cenicafé	Movilidad	Perfil	Identificación	Confiabilidad (%)**
3	PC9702	+	7413311153	<i>Pseudomonas cepacia</i>	100
1	PC9701	débil	7413311113	<i>P. cepacia</i>	96
19	PC9703	-	7412311153	<i>P. cepacia</i>	100
6	ChV 01	-	2003311113	<i>Chromobacterium violaceum</i>	100
21	PC9704	+	7413311153	<i>P. cepacia</i>	100
25	PA9701	-	3003111113	<i>P. cepacia</i>	79,6

**De la identificación hasta especie dada por la base de datos del sistema BBL Crystal.

Conservación de los aislamientos de *Pseudomonas* fluorescentes. Los resultados del control de calidad efectuado al proceso de liofilización se presentan en el Cuadro 3. Todos los aislamientos fueron viables y la humedad de las muestras inferior a 5%.

Cuadro 3. Pruebas de viabilidad, fluorescencia y humedad, efectuada 24 horas después de la liofilización a los aislamientos de *Pseudomonas* fluorescentes. Cenicafé, Colombia. 1997.

Aislamientos	Viabilidad	Fluorescencia	Humedad (%)
PC 9701	+	+	4,44
PC 9702	+	+	4,83
PC9703	+	+	4,59
PC 9704	+	+	4,59
PA 9701	+	+	4,83

DISCUSION

El proceso de aislamiento permitió obtener bacterias fluorescentes del género *Pseudomonas*, a partir de raíces de arbustos de café sanos y afectados por *R. bunodes*. De manera similar, Valencia (1996) determinó la presencia de colonias fluorescentes en el rizoplano de raicillas de plantas de café sanas y enfermas. Kloepper (1991) encontró *Pseudomonas fluorescens* asociada a la

rizosfera de diferentes cultivos. Cook (1991) utilizó *Pseudomonas* fluorescentes aisladas de raíces de trigo, para el control de *Gaeumannomyces graminis var. tritici*.

Las técnicas para la identificación de los organismos evaluadas en esta investigación, tienen un nivel de confiabilidad superior al 90%, tanto a nivel de género como de especie. Pérez (1997), Blandón (1996) y Porras (1996) con «BBL Crystal» lograron identificar, con niveles de confiabilidad superiores al 80%, especies de bacterias fluorescentes del género *Pseudomonas* aisladas de hojas, almendras y pulpa de café. Esta técnica permite la clasificación de bacterias aerobias gram negativas e incluye pruebas para la fermentación, oxidación, degradación e hidrólisis de varios sustratos.

El proceso de liofilización aseguró la conservación adecuada de los aislamientos de *Pseudomonas* spp. En todas las muestras, la viabilidad fue positiva y el porcentaje de humedad inferior al 5%. Porras (1996) conservó satisfactoriamente aislamientos de *Pseudomonas* fluorescentes, con potencial antagonista de *Hemileia vastatrix* mediante liofilización. Esto demuestra las ventajas de su uso para conservar microorganismos promisorios para programas de Manejo Integrado. Antheunisse (1973) y Supriadi *et al.* (1989) lo mencionan como uno de los métodos más usados para la preservación de microorganismos como *Pseudomonas*.

El contenido óptimo de materia orgánica varía de 11,4 a 12,6%, el fósforo entre 6 y 14 ppm, el potasio entre 0,29 y 0,41 me/100g y el calcio y magnesio entre 1,6 y 2,6 y 0,6 a 1,4 me/100g, respectivamente (Valencia 1995).

Cuadro 4. Análisis de suelo de uno de los sitios donde se realizaron muestreos, y para el suelo utilizado en experimentos en invernadero. Cenicafé, Colombia. 1997.

Análisis	Muestra 1204	Muestra 1205
pH	5,1	5,8
M.O	9,6	9,6
CIC	16	16
K	0,67	0,44
Fe	205	173
Cu	9	10
N	0,39	0,39
Ca	1,9	1,9
P	13	6
Mg	1,0	0,8
Text.	F.A.	F.A.

Muestra 1204: Finca la Merced, Palestina, Caldas.
Muestra 1205: Suelo estación Cenicafé, La Granja.

Las características físico-químicas de los suelos de la zona cafetera evaluada en este experimento (Cuadro 4), proporcionan a *Pseudomonas* las condiciones adecuadas para el establecimiento e interacción con las raíces de las plantas de café. Burbano (1989) y Vargas (1996) destacan la textura franco arenosa (FA) como condición favorable para la presencia de *Pseudomonas*. Además estos suelos tienen niveles óptimos de elementos, como hierro y fósforo así como de materia orgánica, tanto para la bacteria como para la planta, lo que garantiza su interacción. *Pseudomonas* participa en la nitrificación, es solubilizadora de fósforo y proveen el Fe⁺⁺⁺, que es la forma que la planta asimila el hierro, debido a la producción de quelatantes como los sideróforos (Chet 1990, Chao *et al.* 1986, Blandon 1996, Valencia 1996). Para facilitar la disponibilidad de hierro, es necesario que el pH del suelo permanezca entre los límites de 4,6 y 5,6.

CONCLUSIONES

En el suelo de la zona central cafetera de Colombia existe gran cantidad de microorganismos que interactúan de manera diversa con raíces de café sanas y afectadas por *R. bunodes*, entre los que están *Pseudomonas* spp fluorescentes. La metodología sin lavado de raíces con hipoclorito de sodio y el medio de cultivo cetrimid agar, permitieron obtener aislamientos, varios de los cuales fueron identificados como *Pseudomonas* spp. La técnica de liofilización de los aislamientos de *Pseudomonas* fluorescentes es un método adecuado para la conservación de este tipo de microorganismos.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Colombiano agropecuario ICA y al Centro Nacional de Investigaciones del Café CENICAFE, por la financiación del trabajo. Al CATIE. Al Dr. Jairo Ieguizamon, al MSc. Marco Helí Franco y al Dr. Muhamed Ibrahim por su apoyo, sugerencias y comentarios.

LITERATURA CITADA

- ANTHEUNISSE, J. 1973. Viability of liophilized microorganism after storage. *Antonie van Leeuwenhoek* (Netherlands) 39:243-248.
- ARANZAZU, L. F. 1992. Seguimiento epidemiológico de la llaga estrellada del cacao producida por *Rosellinia pepo*. 1987-1992. In Congreso ASCOLFI (13, 1992, Villavicencio, Colombia). Memorias. Bogotá, ASCOLFI. p. 25.
- BECTON DICKINSON. 1994. BBL Crystal Identification Systems Enteric/Nonfermenter ID Kit. Becton Dickinson Co. Maryland, USA. 62 p.
- BERMUDEZ, M; CARRANZA, J. 1990. Patogenicidad de *R. bunodes* en el jaúl (*Alnus acuminata*). *Agronomía Costarricense* 14(2):181-188.
- BLANDON, G. 1996. Caracterización microbiológica cualitativa de la flora presente en el lombricompost. Chinchina, Colombia, Cenicafé 142 p.

- BURBANO, V., F. 1992. Influencia de las micorrizas vesículo arbusculares (MVA) sobre *Rosellinia bunodes* agente causal de la llaga negra del café. In Congreso ASCOLFI (13, 1992, Villavicencio, Colombia). Memorias. Bogotá, Col. ASCOLFI. p. 61.
- CASTRO C., B.L. 1995. Antagonismo de algunos aislamientos de *Trichoderma koningii* originados en suelo colombiano contra *Rosellinia bunodes*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Pythium ultimum*. Fitopatología Colombiana 19(2):7-18.
- CHAO, W.L.; NELSON, E.B.; HARWANS, G.E.; HOCH, H.C. 1986. Colonization of the rhizosphere by biological control agent applied to seed. Phytopathology 76:60-65.
- CHET, H.L. 1990. Mechanisms of biocontrol of soil-loom plant pathogens by rhizobacteria. Plant and Soil 129:85-92.
- COOK, R.J. 1991. Success with biological control requires new thinking by industry. Counterpoint. Impact AgBioBusiness. Oxon, UK, CABI. p. 3-4.
- GRAFF, J. 1986. The economics of coffee crops in developing countries. Wageningen, The Netherlands. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. No. 1. 294 p.
- KANNAN, N. 1986. Root disease of coffee. Indian Coffee 50(12):21-24.
- KASKA, M. 1976. The toxicity of extracellular proteases of the bacterium *Serratia marcescens* for larvae of greater wax moth, *Galleria mellonella*. Journal of Invertebrate Pathology 27:271.
- KLOPPER, J.W. 1991. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents of soil-borne diseases. In J. Bay-Petersen, ed. The biological control of plant diseases. Taipei, Taiwan. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. Book series no. 42. p.142-156.
- LOPEZ, L.M. 1994. Uso de entomopatógenos y parasitoides como control biológico de plagas y enfermedades en el cultivo del café. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Protección Agropecuaria. p. 57-58.
- METTLER TOLEDO. 1995. Métodos para determinar el contenido de humedad. Analizador halógeno de humedad HR 73. Inc. Hightstown, NJ 08520-0071, U.S.A., Mettler Toledo.
- MONTECINOS, E.; BELTRA, R. 1996. Las bacterias fitopatógenas. In Llacer, G; Lopez M.M.; Trapero, A.; Bello, A. Patología Vegetal. Phytoma-España, S.E.F., Tomo I. p. 489-490.
- PEREZ, J.C. 1997. Manejo de *Fusarium* spp. en espárragos (*Asparagus officinalis* L.) con micorrizas nativas, *Pseudomonas* spp fluorescentes y fertilizantes. Tesis Mag. Sc. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas. 102 p.
- PORRAS V., N.C. 1996. Inducción de resistencia por 4 cepas de *Pseudomonas* spp., en plántulas de café contra la roya de cafeto *Hemileia vastatrix* Berk y Br. Tesis Bacteriología. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 147 p.
- SAENZ, N. 1985. Memorias sobre el cultivo del cafeto. Guía para la fundación de un cafetal en Colombia incluyendo dos cultivos accesorios de plátano, cañas y pastos. 3 ed. Bogotá, Col. 70 p.
- SUPRIADI, A.; EDEN GREEN, S.; KARYANI, M. 1989. Preservation of cultures of *Pseudomonas syzygii*. Industrial Crops Research Journal 1(2):7-10.
- VALENCIA ARISTIZABAL, G. 1995. Nutrición y fertilización del cafeto. In Fertilización de cultivos de clima medio. Monómeros, Combo Venezolanos p. 49-97.
- VALENCIA, M. 1996. Estudio del antagonismo de *Pseudomonas* spp. fluorescentes a *Rosellinia bunodes* (Berk. y Br.) Sacc. Tesis Bacteriología. Manizales, Colombia, Universidad Católica de Manizales. 79 p.
- VARGAS, E. 1996. Hongos y bacterias aislados de raíces corchosas de cafeto y cítricos en suelos con diferentes características. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (1996, San José, C.R.). Memorias. p. 67-68.
- VILLEGAS GARCIA, C. 1996. Enfermedades de la macadamia en la zona cafetera central. Avances Técnicos. Cenicafe (Colombia) no. 228. 8 p.

SELECCION DE METODOS PARA CAPTURA DE HEMBRAS DE *Ceratitis capitata*

Luis A. Vásquez*
Francisco J. Díaz*

RESUMEN

Durante ocho semanas se compararon siete métodos de trapeo (combinación selectiva de cuatro tipos de trampas y seis atrayentes sintéticos) por su eficacia en capturar hembras de *Ceratitis capitata* Tephritidae en plantaciones de café, en dos localidades de Honduras. La adición de trimetilamina a la combinación de los atrayentes alimenticios acetato de amonio y Putrescine incrementó significativamente (46% a 73%) los promedios de captura diaria de hembras, cuando fueron comparados con trampas secas de fondo abierto y trampas tipo McPhail. La captura de hembras fue mayor en las trampas con tres atrayentes sintéticos, cuando se compararon con las trampas McPhail con solución de proteína líquida, con las trampas "Fructect" con su propio atrayente alimenticio, y las trampas tipo Jackson con trimedlure. Las trampas Jackson capturaron el menor número de hembras pero el mayor número de machos, comparable al número de captura total alcanzado en las otras trampas. Las trampas secas de fondo abierto y las trampas McPhail, ambas con tres atrayentes, capturaron también el mayor número de moscas de ambos sexos en ambas localidades, seguidas por las trampas secas de fondo abierto y McPhail con dos atrayentes sintéticos, y las trampas "Fructect" y McPhail con solución de proteína líquida. Cuatro especies distintas de *Anastrepha* spp. fueron capturadas por varios tipos de trampas y combinaciones de atrayentes durante el experimento. La trampa tipo McPhail con solución de proteína líquida atrapó cantidades indeseables de insectos de otras familias.

Palabras claves: *Ceratitis capitata*, Tephritidae, Métodos de trapeo, Atrayentes alimenticios sintéticos.

ABSTRACT

SELECTION OF METHODS FOR CAPTURE OF *Ceratitis capitata* FEMALES. During an 8-week-field study seven different trapping systems (a selective combination of four types of traps with six synthetic lures) were compared, for their efficacy in capturing adult female *Ceratitis capitata* Tephritidae in coffee plantations in two different localities in Honduras. The addition of trimethylamine to two-component synthetic lure (ammonium acetate and Putrescine), significantly increased (46 to 73%) in both localities the daily averages of female capture when compared in open-bottom dry and McPhail traps. Female numbers were also significantly higher in traps with three synthetic lures when compared with McPhail traps baited with aqueous protein solution, "Fructect" traps and lure, and trimedlure-baited Jackson traps. Trimedlure-baited Jackson traps captured the lowest numbers of females, but the highest numbers of males, comparable to the total amount of flies (both sexes) captured in the other treatments. Open bottom dry and McPhail traps with three synthetic lures captured the highest numbers of Medflies (both sexes) in both localities, followed by open bottom dry and McPhail traps with two synthetic lures, "Fructect" traps and lure, and McPhail traps baited with aqueous protein solution. Four different species of *Anastrepha* were captured with several different traps and lure combinations throughout the experiment. Only the McPhail trap baited with aqueous protein solution trapped notable numbers of non-target families of insects.

Key words: *Ceratitis capitata*, Tephritidae, Trapping methods, Synthetic lures.

INTRODUCCION

La Mosca del Mediterráneo o Mosca Med, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), es una de las especies de moscas de la fruta que causan mayor daño económico en el mundo. Esto es consecuencia del daño directo que producen las larvas del insecto al barrenar diversas frutas y vegetales, así

como del costo económico y ambiental de la aplicación de los insecticidas sintéticos utilizados para su control. Además, esta plaga ocasiona a países exportadores de frutas y vegetales grandes limitaciones de mercado debido a su presencia.

C. capitata es un díptero de la familia Tephritidae posiblemente originario de Africa, de donde se presume que se extendió al Mediterráneo y luego al Nuevo Mundo (Back y Pemberton 1915). Actualmente, este insecto es quizás la especie de mosca de la fruta más distribuida en el mundo (White y Elso-Harris 1992). Su

Recibido: 05/08/98. Aprobado: 07/07/98.

*Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. Apartado Postal 2067. San Pedro Sula, Honduras. Tel (504) 68 2078 y 2470. Fax (504) 68 2313. EMail: dinvest@simon.intertel.hn (Att: L. Vasquez)

distribución geográfica se debe entre otras cosas a su capacidad de adaptación. Aunque, se conoce que *C. capitata* puede utilizar como hospedante al menos a 350 especies de plantas de más de 65 familias distintas, se considera que fueron los cítricos su principal vehículo de diseminación (Liquido *et al.* 1990; Howse y Knapp 1996). Para el control de *C. capitata* existen diversas estrategias como el trampeo masivo, la aplicación de insecticidas a nivel local, la utilización de estrategias de control autocida y los programas de cuarentena para prevenir el movimiento de la plaga a nivel regional (Steiner 1952, Schuneman 1993).

A largo plazo, la estrategia más exitosa para control de *C. capitata* podría ser la erradicación mediante la liberación masiva de machos estériles o control autocida. Para monitorear el impacto de las liberaciones de machos estériles, debe desarrollarse un sistema basado en trampeo selectivo de moscas hembras, las cuales, una vez capturadas, son evaluadas por su fertilidad. Con este propósito es necesario desarrollar un sistema que combine las características de un atrayente selectivo y una trampa que capture eficazmente las hembras atraídas.

El color, diseño, altura, orientación y distribución de las trampas es de gran importancia para la captura eficaz de las moscas de la fruta (Fernández 1995). Hay dos tipos de trampas generales, las que utilizan atrayentes líquidos, y las que utilizan atrayentes secos. Las trampas húmedas usualmente emplean además de las características de su diseño un atrayente, agua o la combinación de ambos, con insecticida o sin éste, para capturar las moscas. Las trampas secas utilizan un adherente, un insecticida, o únicamente las características de diseño para capturar las moscas. Estas últimas son más prácticas de utilizar y no existe el riesgo de derramar el atrayente cuando son revisadas. Sin embargo, las trampas húmedas son aparentemente más efectivas en ambientes secos (Epsky 1997, comunicación personal).

Los atrayentes basados en olor son la esencia de la mayoría de los sistemas de trampeo de moscas de la fruta (Jang y Light 1996). El tipo de atrayente utilizado es el factor que tiene mayor

influencia en la sensibilidad y capacidad selectiva de una trampa. Los primeros atrayentes utilizados para capturar *C. capitata* y otras moscas de la fruta, fueron compuestos con proteínas y carbohidratos en fermentación, constituidos usualmente por una mezcla de vinagre y melaza (McPhail 1939, Howse y Knapp 1996). Estos productos demostraron atraer por igual machos y hembras de *C. capitata*, pero presentaban algunos problemas como sensibilidad deficiente, difícil manejo y la atracción de otros insectos indeseables. Por esta razón, se desarrolló una nueva generación de atrayentes como keroseno (Severin y Severin 1913) o el aceite de semillas de angélica (*Archangelica officinalis* Hoffn. Umbelliferaceae), los cuales tienen una kairomona sexual que atrae solamente adultos machos de *C. capitata* (Steiner *et al.* 1957, Metcalf y Metcalf 1992). A partir de estos productos se logró aislar y sintetizar artificialmente un compuesto llamado trimedlure el cual es un atrayente sexual sensible para los machos de *C. capitata* (Severin y Severin 1913, Gertler *et al.* 1958, Beroza *et al.* 1961, Howse y Knapp 1996). Sin embargo, debido a su selectividad por moscas machos su utilización en programas de control autocida no es recomendable. Actualmente, se utiliza proteína hidrolizada líquida (nulure 9%, bórax 3% y agua 88%) como principal atrayente para la captura de hembras de *C. capitata* (Epsky y Heath 1996). Pero, el uso de proteína hidrolizada es poco ventajoso por su manejo, selectividad y sensibilidad; además con frecuencia los insectos capturados se descomponen haciendo difícil la evaluación de fertilidad.

Este estudio pretende contribuir a desarrollar un método alternativo al uso de proteína hidrolizada basado en el uso de atrayentes alimenticios sintéticos secos y selectivos, para hembras adultas. Su objetivo fue comparar diferentes combinaciones pre-establecidas de cuatro tipos de trampas y seis tipos de atrayentes, especialmente evaluando la eficacia de trimetilamina, un tercer atrayente sintético recientemente desarrollado, acompañado con el uso de solo dos atrayentes alimenticios sintéticos: acetato de amonio y Putrescine.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se realizaron en plantaciones de café (*Coffea arabica*) en dos localidades ecológicamente distintas de Honduras. El experimento I se estableció en la aldea Las Mercedes, Valle de Comayagua, a una altitud de 680 m.s.n.m. y con clima semiárido. La plantación seleccionada tenía 10 años de establecida, un área de siembra de 23 ha, sin sombra y de topografía plana. La densidad de siembra era de 6250 plantas/ha (1,6 x 1,0 m). En esta localidad la cosecha de café se realiza en los meses de setiembre a diciembre.

El experimento II se estableció 3 km al norte de Peña Blanca, en la ribera del Lago de Yojoa, Departamento de Cortés, a una altitud de 265 m.s.n.m. y con clima tropical húmedo. La plantación seleccionada tenía 14 años de establecida y ocupaba un área de aproximadamente 13 ha con sombra media y terreno plano, la densidad de siembra era de aproximadamente 4166 plantas/ha (2,0 x 1,2 m). La cosecha de café se realiza entre octubre y enero. En ambas localidades la superficie ocupada por los experimentos fue de 3,1 ha.

En ambas localidades la población de *C. capitata* no es uniforme durante el año y está directamente relacionada con el ciclo de producción de café, el cual es su principal hospedante. Ambos experimentos se establecieron a principios

del ciclo productivo del cultivo hospedante. Las trampas en Comayagua fueron colocadas los primeros días de octubre y en Yojoa los últimos días de octubre 1996, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de las trampas durante el período de crecimiento poblacional de *C. capitata*. En ambas localidades las trampas fueron retiradas cuando *C. capitata* probablemente alcanza la máxima densidad poblacional (que coincide con el período de mayor cosecha de café).

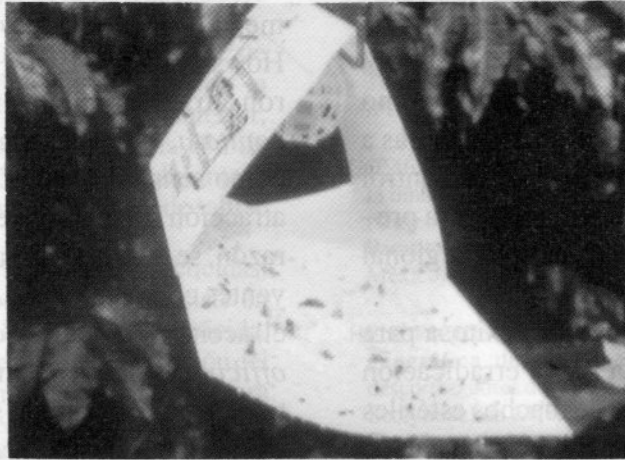


Fig. 1. Trampa "Jackson" (JT).



Fig. 2. Trampa "Open bottom dry trap" (OBDT).

Atrayentes. Se utilizaron los siguientes: 1) acetato de amonio, atrayente seco alimenticio sintético, 2) Putrescine, atrayente seco alimenticio sintético, 3) trimetilamina, atrayente seco alimenticio sintético, 4) trimedlure, kairomona sexual selectiva para moscas machos, 5) nulare 9%, borax 3% y agua 88%, atrayente alimenticio líquido, 6) Formulación comercial privada.

Tipos de trampa. La trampa Jackson (JT) (Fig. 1) es triangular, de cartón blanco con pegamento y colgador metálico. La trampa "Open bottom dry trap" (OBDT) (Fig. 2) posee una lámina plástica flexible de color verde, insertada sobre una base superior de cajas petri plásticas, superpuestas. Esta trampa tiene el fondo abierto, agujeros laterales y lleva inserta en el interior una tarjeta de color amarillo con pegante para capturar las moscas. La trampa "International Pheromone McPhail" (IPMT) (Fig. 3) es plástica y está

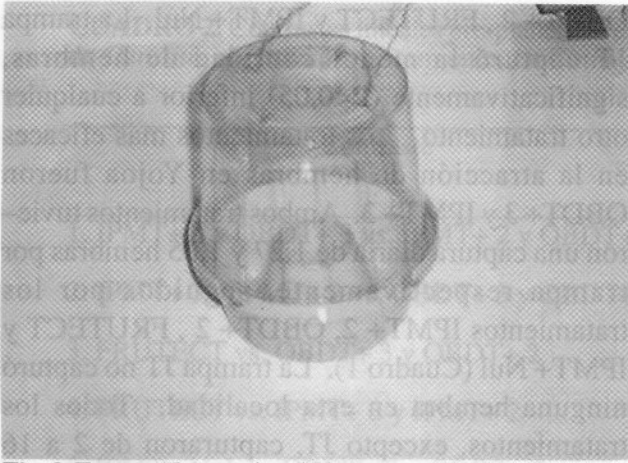


Fig. 3. Trampa "International Pheromone McPhail" (IPMT).

compuesta por dos piezas, la superior es transparente y la inferior amarilla. La parte superior es hermética y provee soporte; la inferior muestra una invaginación cóncava que produce un orificio de entrada para las moscas y espacio circular que permite retener agua o algún atrayente líquido. La trampa "Fructect and lure" (FRUTECT) (Fig. 4) está constituida por dos piezas plásticas. La pieza exterior es una lámina romboidal flexible, amarilla, a la cual se le adhiere una capa de pegamento especial para capturar las moscas; además da soporte a un recipiente esférico morado que contiene una formulación especial de atrayente líquido. Este recipiente central tiene una tapa que al girarse libera gradualmente el atrayente mediante una esponja.

Tratamientos. El experimento incluyó siete tratamientos, producto de la combinación selectiva de cuatro tipos de trampas y cinco tipos de atrayentes. Los tratamientos fueron: **T1.** JT con atrayente no.4 (JT), **T2.** OBDT con atrayentes no.1 y no.2 (OBDT+ 2), **T3.** OBDT con atrayentes no.1, no.2 y no.3 (OBDT+ 3), **T4.** IPMT con atrayentes no.1 y no.2 y agua para capturar las moscas (IPMT+2), **T5.** IPMT con atrayentes no.1, no.2 y no.3 y agua para capturar las moscas (IPMT+3), **T6.** IPMT con 300 ml de atrayente no.5 (IPMT+Nul), **T7.** FRUTECT con atrayente alimenticio de formulación especial no.6 (FRUTECT).

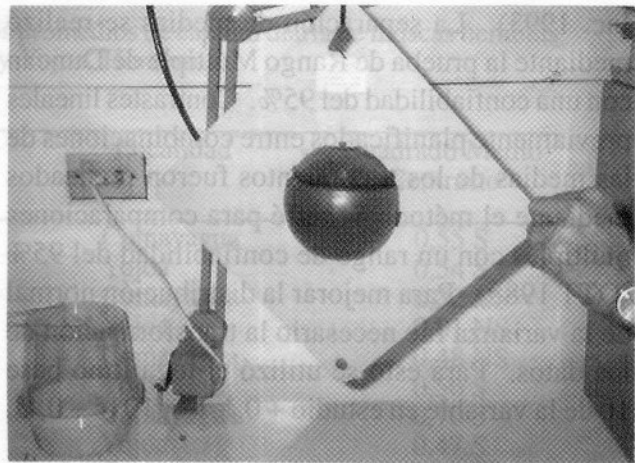


Fig. 4. Trampa "Fructect and lure" (FRUTECT).

Recolección de la información y análisis.

En cada localidad se colocaron un total de 35 trampas, distribuidas al azar dentro de 5 bloques (hileras) con 7 trampas cada uno. La distancia entre trampas fue de 25 a 35 m. Las trampas fueron colocadas en las plantas de café a una altura de 2 m, en la parte sureste de la corona del cafeto. Después de cada monitoreo se realizó una rotación secuencial de las trampas dentro de su misma hilera. Todos los atrayentes secos (acetato de amonio, Putrescine, y trimetilamina) con excepción de trimedlure fueron reemplazados una sola vez, a las cuatro semanas de haber comenzado el estudio. El trimedlure se reemplazó cada dos semanas. Los atrayentes líquidos fueron reemplazados una vez cada semana, excepto en el caso del atrayente de las trampas Fructect, el cual no se reemplazó. Se tomó especial cuidado en depositar los restos de los atrayentes en recipientes plásticos, lo cuales fueron retirados del área experimental después de cada muestreo. El experimento tuvo una duración de 8 semanas y se recolectaron los datos de captura dos veces por semana. En cada fecha de muestreo se registró el número de *C. capitata* hembras y machos capturadas por trampa, el número y especie de otras moscas de la fruta así como de otros insectos capturados.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) para diseños de bloques completos al azar. Se utilizó el programa estadístico Minitab, Versión 11 (Minitab

Inc. 1993). La separación de medias se realizó mediante la prueba de Rango Múltiple de Duncan con una confiabilidad del 95%. Contrastes lineales previamente planificados entre combinaciones de las medias de los tratamientos fueron realizados mediante el método Scheffé para comparaciones múltiples con un rango de confiabilidad del 95% (OTT 1988). Para mejorar la distribución normal de la varianza fue necesario la transformación de los datos. Para esto se utilizó el logaritmo base 10 de la variable en estudio + 0,1, $\text{Log}_{10} [c + 0,1]$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Capturas de moscas hembras de *C. capitata*. Se determinaron diferencias significativas ($P < 0,0001$) entre los tratamientos cuando se comparó el número de hembras adultas capturadas. El tratamiento más eficaz en la atracción de hembras en Comayagua fue IPMT+ 3, el cual mostró una captura diaria de 1,67 hembras por trampa (Cuadro 1), seguido por los tratamientos OBDT+ 3 y IPMT+ 2 con una captura diaria de 1,33 y 0,96 hembras por trampa, respectivamente. Los tratamientos que mostraron un nivel intermedio en la captura diaria de hembras fueron

OBDT+ 2, FRUTECT y IPMT+ Nul. La trampa JT capturó la menor cantidad de hembras, significativamente ($P < 0,05$) inferior a cualquier otro tratamiento. Los tratamientos más eficaces en la atracción de hembras en Yojoa fueron OBDT+ 3 y IPMT+ 3. Ambos tratamientos tuvieron una captura diaria de 1,27 y 1,05 hembras por trampa respectivamente, seguidos por los tratamientos IPMT+ 2, OBDT+ 2, FRUTECT y IPMT+ Nul (Cuadro 1). La trampa JT no capturó ninguna hembra en esta localidad. Todos los tratamientos, excepto JT, capturaron de 2 a 16 veces más hembras que el tratamiento IPMT+ Nul, el cual es el método tradicional de muestreo de moscas de la fruta (Cuadro 1). En Comayagua, a pesar de que el tratamiento IPMT+ 3 resultó significativamente diferente ($P < 0,05$) al tratamiento OBDT+ 3, el orden de eficacia de los tratamientos con respecto a la atracción de las hembras fue consistente con el de la Yojoa en ambas localidades (Cuadro 1). Los resultados demuestran que la adición de trimetilamina a la combinación de los atrayentes alimenticios sintéticos acetato de amonio y Putrescine en las trampas IPMT y OBDT incrementó significativamente la captura de hembras adultas de *C. capitata*.

CUADRO 1. Promedio de captura diaria de embas de *C. capitata* por tratamiento en Comayagua y Yojoa, Honduras. Experimento I y Experimento II, período: 07/10/96 - 02/12/96 (58 días). Experimento II en Peña Blanca, Lago de Yojoa, Honduras. Período: 25/10/96 - 24/12/96 (56 días).

Comayagua			Yojoa		
Tratamiento	Hembras capturadas por día y por trampa ¹	Relativo ²	Tratamiento	Hembras capturadas por día y por trampa ¹	Relativo ²
IPMT+ 3	1,67a	10,44	OBDT+ 3	1,27a	15,88
OBDT+ 3	1,33b	8,31	IPMT+ 3	1,05a	13,13
IPMT+ 2	0,96bc	6,00	IPMT+ 2	0,35b	4,38
OBDT+ 2	0,66cd	4,13	OBDT+ 2	0,27bc	3,38
FRUTECT	0,33de	2,06	FRUTECT	0,16bc	2,0
IPMT+ Nul	0,16ef	1,00	IPMT+ Nul	0,08c	1,00
JT	0,06f	0,38	JT	0,00c	0,00

¹ Tratamientos con las mismas letras no son estadísticamente diferentes (ANOVA, Prueba de Rango Múltiple de Duncan sobre datos transformados $\text{Log}_{10} [c + 0,1]$, $\alpha = 0,05$, $df = 6, 545$).

² Relativo al método estándar de trapeo con base en proteína hidrolizada IPMT+ Nul (9% nulture, 3% borax y 88% agua).

CUADRO 2. Contrastes lineales pre-planeados entre los promedios de captura diaria de moscas hembras de *Ceratitis capitata* por tratamiento, en Comayagua y Yojoa, Honduras.

Contraste	Localidad	Cuadrado Medio del Contraste ¹
1. IPMT+ 3 y OBDT+ 3 vs. IPMT+ 2 y OBDT+ 2	Comayagua	0,55 S
	Yojoa	0,54 S
2. IPMT+ 3 y IPMT+ 2 vs. OBDT+ 3 y OBDT+ 2	Comayagua	0,32 NS
	Yojoa	0,01 NS
3. FRUTECT vs. OBDT+ 3 y OBDT+ 2	Comayagua	0,48 NS
	Yojoa	0,50 S
4. FRUTECT vs. IPMT+ 3 y IPMT+ 2	Comayagua	0,70 S
	Yojoa	0,47 S
5. IPMT+ Nul vs. OBDT+ 3 y OBDT+ 2	Comayagua	0,67 S
	Yojoa	0,57 S
6. IPMT+ Nul vs. IPMT+ 3 y IPMT+ 2	Comayagua	0,98 S
	Yojoa	0,57 S

¹ Método Sheffe's S sobre datos transformados $\text{Log}_{10}[c+0,1]$. NS= No hay diferencias significativas cuando las medias de los tratamientos son comparadas con el cuadrado medio del error (0,46 para Yojoa y 0,54 para Comayagua). S= diferencias significativas $F(a= 0,05; df= 6, 454)$ para Yojoa y $F(a= 0,05; df= 6, 459)$ para Comayagua.

Heath *et al.* (1998) informaron que la captura de *C. capitata* hembras fue en promedio de $10,0 \pm 0,9$ *C. capitata* hembras/día/trampa, donde las trampas con la combinación de tres atrayentes sintéticos capturaron de 4,1 (trampa de fondo abierto) a 3,6 (trampa MacPhail) más hembras de *C. capitata* que las trampas MacPhail con proteína líquida como atrayente. Los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con los resultados obtenidos en estudios similares realizados en Grecia, La Isla de Mauricio, Marruecos, España y Turquía (Epsky *et al.* en prensa). Lo cual indica que la adición de trimetilamina es efectiva con las variedades de *C. capitata* y bajo las condiciones ambientales existentes en Honduras y otros países alrededor del mundo.

Los contrastes lineales pre-planeados entre las medias de los tratamientos con dos y tres atrayentes combinados demostraron que la adición del tercer atrayente produjo un incremento significativo (27% en promedio) en la captura diaria de hembras en ambas localidades (Cuadro 1; Contraste 1, Cuadro 2). Resultados similares también fueron informados por Heath *et al.* (1998) en Guatemala. También se observó que el tipo de trampa (OBDT o IPMT) no tuvo un efecto significativo sobre los

promedios de captura diaria (Contraste 2, Cuadro 2). La diferencia significativa ($P<0,05$) entre la trampa FRUTECT y los tipos de trampas OBDT y IPMT con uno y dos atrayentes, reveló que el tipo de trampa FRUTECT y su atrayente es inferior en lo referente a la captura de moscas hembras (Cuadro 1; Contrastes 3 y 4, Cuadro 2). Resultados similares se obtuvieron para ambas localidades al comparar el tratamiento IPMT+ Nul con OBDT y IPMT con dos y tres atrayentes (Cuadro 1; Contrastes 5 y 6, Cuadro 2).

Captura de adultos de ambos sexos y relación hembra-macho. En Comayagua, los tratamientos más eficaces para la atracción de moscas de ambos sexos fueron IPMT+ 3 y OBDT+ 3, con una captura diaria de 2,22 y 1,72 moscas por trampa respectivamente, seguidos por los tratamientos IPMT+ 2, JT y OBDT+ 2. Los tratamientos con las trampas FRUTECT y IPMT+ Nul mostraron los menores valores de captura de moscas adultos de ambos sexos, significativamente inferiores a cualquier otro tratamiento (Cuadro 3). En Yojoa, los tratamientos más eficaces en la atracción de moscas de ambos sexos fueron los tratamientos OBDT+ 3 y IPMT+ 3 con una captura diaria de

CUADRO 3. Promedio de captura diaria de *Ceratitis capitata* de ambos sexos por tratamiento. Comayagua y Yojoa, Honduras.

Tratamiento	Comayagua		Tratamiento	Yojoa	
	Moscas capturadas por día y por trampa ¹	Proporción Hembra:macho		Moscas capturadas por día ¹ y por trampa	Proporción ² Hembra:Macho
IPMT+ 3	2,22a	3,1 : 1,0	OBDT+ 3	1,98a	1,8 : 1,0
OBDT+ 3	1,72ab	3,4 : 1,0	IPMT+ 3	1,33a	3,8 : 1,0
IPMT+ 2	1,27bc	3,1 : 1,0	JT	1,08a	0,0 : 1,0
JT	1,16bc	0,1 : 1,0	IPMT+ 2	0,42b	4,2 : 1,0
OBDT+ 2	1,15c	1,4 : 1,0	OBDT+ 2	0,42b	1,8 : 1,0
FRUTECT	0,42d	4,0 : 1,0	FRUTECT	0,25b	2,0 : 1,0
IPMT+ Nul	0,30d	1,3 : 1,0	IPMT+ Nul	0,15b	1,3 : 1,0

¹Tratamientos con las mismas letras no son estadísticamente diferentes (ANOVA, Prueba de Rango Múltiple de Duncan sobre datos transformados $\text{Log}_{10} [c+0,1]$, $\alpha=0,05$, $df=6, 549$).

1,98 y 1,33 moscas de ambos sexos por trampa respectivamente, seguidos en orden descendente por los tratamientos IPMT+ 2, OBDT+ 2, FRUTECT y IPMT+ Nul (Cuadro 3). Los últimos cuatro tratamientos no mostraron diferencias significativas en captura de moscas de ambos sexos. Es importante señalar que la trampa tipo JT capturó igual número de moscas que los tratamientos OBDT+3 y IPMT+3, pero el 100% de la captura en Yojoa fue de moscas machos y en Comayagua la proporción fue de 0,1 a 1:0 hembras por macho (Cuadro 3).

En ambas localidades, excepto con la trampa JT, la proporción de hembras capturadas fue mayor que la de machos. En Comayagua, la mayor captura de hembras fue observada para los tratamientos FRUTECT, OBDT+3, IPMT+3 y IPMT+2. En Yojoa, los mejores resultados fueron para los tratamientos IPMT+ 2, IPMT+3, FRUTECT, OBDT+3, OBDT+ 2 y IPMT+ Nul. A pesar de que la mayoría de los tratamientos mostraron una clara selectividad por la captura de moscas hembras, la proporción de machos capturada es sustancial (22%-36% en los tratamientos IPMT+3 y OBDT+3). Por ser un atrayente selectivo sexual el tratamiento JT atrajo casi exclusivamente a moscas machos. Sin embargo, la sensibilidad de atracción del tratamiento JT es comparable a la

sensibilidad observada en los tratamientos OBDT+3, IPMT+3 en Yojoa; no obstante, este tratamiento fue inferior en Comayagua (Cuadro 2).

Contaminación con otras especies de moscas de la fruta e insectos de otras familias. En Comayagua, se capturó un espécimen de *Anastrepha obliqua* con el tratamiento IPMT+ Nul y 16 de *A. striata* con FRUTECT. En Yojoa se capturaron cinco especímenes moscas de *A. ludens* Loew y una de *A. distincta* Greene con el tratamiento IPMT+ Nul, 40 especímenes de *A. ludens* y cinco de *A. distincta* con FRUTECT; 5 de *A. distincta* y 1 de *A. obliqua* con IPMT+2, 2 de *A. ludens* con OBDT+2, y con el tratamiento OBDT+3 un espécimen de *A. ludens*. Otras especies de moscas de la fruta capturadas en ambas localidades y en orden descendente fueron *A. ludens* (48), *A. striata* (16) *A. distincta* (11) y *A. obliqua* (2). El tratamiento que capturó más moscas de la fruta de otras especies fue el tratamiento FRUTECT con una captura de 40 moscas de *A. ludens* (30 capturadas en una sola fecha de muestreo) y 16 moscas de *A. striata*.

En Comayagua, se encontraron 178 moscas comunes, 2 saltamontes (Orthoptera: Acrididae) y 16 hormigas (*Solenopsis* spp.) con el tratamiento

IPMT+ Nul, 15 hormigas y 5 saltamontes con IPMT+ 2 y 2, 4, y 2 saltamontes en los tratamientos JT, OBDT+3, IPMT+ respectivamente. En Yojoa solo se encontraron 7 cucarachas (Blattaria: Blaberidae) en el tratamiento OBDT+ 2. Solo el tratamiento IPMT+ Nul mostró una contaminación sustancial de insectos de otras familias en ambas localidades.

CONCLUSIONES

El factor que más influencia ejerció en la captura de hembras de *C. capitata* fue el tipo de atrayente y no el tipo de trampa. trimetilamina combinado con acetato de amonio y Putrescine es más eficaz y selectivo para la captura de moscas hembras de *C. capitata*, que el uso de únicamente acetato de amonio y Putrescine. Los sistemas de trapeo con tres atrayentes alimenticios sintéticos, en cualquiera de los tipos de trampas secas de fondo abierto o del tipo McPhail son también más selectivos y efectivos para la captura de moscas hembras de *C. capitata* que los sistemas con trampas Fructect y atrayente, trampas tipo McPhail con la mezcla de Nulure, borax y agua, y las trampas tipo Jackson con trimedlure como atrayente.

El manejo de las trampas secas es más práctico que los tipos de trampas que emplean atrayentes líquidos. Trampas con atrayentes sexuales como el tipo Jackson no deben ser utilizadas en programas de control autocida por su alta selectividad de moscas machos.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado en parte por la Comisión Internacional de Energía Atómica (IAEA). El autor agradece a Arnold Cribas y Wilfredo Martínez por su colaboración en la producción del experimento.

LITERATURA CITADA

BACK, E.A.; PEMBERTON, C.E. 1915. Life history of the Mediterranean fruit fly from the standpoint of parasite introduction. *Journal of Agricultural Research* 3(5):363-378.

BEROZA, M.; GREEN, N.; GERTLER, S.I. 1961. New attractants for the mediterranean fruit fly. *J. Agric. Chem.* 9:361-365.

EPSKY, N.D.; HEATH, R.R. 1996. Development of a dry trap with synthetic food-based attractants for female medfly attractant systems. In press.

EPSKY, N.D.; HENDRICH, J.; KATSOYANNOS, B.I.; VASQUEZ, L.A.; ROS, J.P.; ZUMREOGLU, A.; PEREIRA, R.; BAKRI, A.; SEEWORUTHUN, S.I.; HEATH, R.R. 1998. Field evaluation of female-targeted trapping systems for *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in seven countries. *Journal of Economic Entomology* (En prensa).

FERNANDEZ P.L. 1995. Bases teóricas y conceptos sobre trapeo y atrayentes. *In* Curso Internacional sobre Moscas de la Fruta (9, Chiapas, México). p. 155-162.

GERTLER, S.I.; STERINER, L.F.; MITCHELL, W.C.; BARTHEL, W.F. 1958. Esters of 6-Methyl-3-cyclohexene-1-carboxylic acid as attractants for the mediterranean fruit fly. *J. Agric. Food. Chem.* 6:592-594.

HEATH, R.R.; EPSKY, N.D.; DUEBEN, B.D.; RIZZO, J.; JERONIMO, F. 1998. Adding methyl-substituted ammonia derivatives to a food-based synthetic attractant on capture of the mediterranean and mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Sampling and Biostatistics*. (En prensa).

HOWSE P.E.; KNAPP, J.J. 1996. Pheromones of mediterranean fruit fly: presumed mode of action and implications for improved trapping techniques. *In* B.A. McPherson; G.J. Steck eds., *Fruit fly pests*. Florida, USA. St. Lucie Press. p. 91-99.

JANG E.B.; LIGHT, D.M. 1996. Olfactory Semiochemicals of Tephritids, *In* B.A. McPherson and G.J. Steck eds., *Fruit fly pests*. Florida, USA. St. Lucie Press, p. 73-90.

LIQUIDO, N.J.; CUNNINGHAM, R.T.; NAKAGAWA, S. 1990. Host plants of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 survey). *Journal of Economic Entomology* 83: 1863-1878.

McPHAIL, M. 1939. Protein lures for fruitflies. *Journal of Economic Entomology* 32:758-761.

METCALF, R.L.; METCALF, E.R. (eds.). 1992. *Plant kairomonas in insect ecology and control*. New York, Chapman and Hall. s.p.

Recibido: 06/01/98. Aprobado: 28/09/98.

*Parte de la tesis de Lic. del primer autor. Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica.

**CATE, Area de Agricultura Tropical Sostenible Turrialba, Costa Rica.

***Rhône Poulenc, San José, Costa Rica.

****Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, San José, Costa Rica.

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD DEL SUELO SOBRE LA SUSCEPTIBILIDAD DE *Brachiaria* A HONGOS PATOGENOS*

Cristhian Zúñiga Pereira**

Roberto González Q***

Elkin Bustamante**

Pedro Argel****

RESUMEN

Se comparó la capacidad de adaptación de cuatro introducciones del género *Brachiaria* a la influencia de hongos fitopatógenos, bajo dos niveles de humedad en el suelo. Se determinaron los patógenos que limitan el desarrollo del cultivo y con base en la frecuencia de aparición se estableció que *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* son los más importantes. Las cuatro introducciones fueron inoculadas con estos hongos, y se evaluaron en dos niveles de humedad en el suelo: capacidad de campo (CC) y saturación (SCC). La severidad de los patógenos fue evaluada mediante una escala establecida. Para las introducciones CIAT 6780 y CIAT 16322 determinaron valores de 3 en la escala lo cual indica que las plantas murieron por la influencia de *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Pythium*, en condiciones de saturación de humedad del suelo. La introducción CIAT 26110 manifestó síntomas; sin embargo, estos no fueron significativos, mientras que CIAT 6133 no fue afectada por los patógenos en las dos condiciones de humedad.

Palabras claves: *Brachiaria* sp., *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, Humedad del suelo.

ABSTRACT

INFLUENCE OF SOIL MOISTURE ON THE SUSCEPTIBILITY OF *Brachiaria* TO PATHOGENIC FUNGI. The ability of four introductions of the genus *Brachiaria* to adapt to the influence of plant pathogenic fungi under two soil moisture regimes was evaluated. Pathogens limiting the development of the crop were determined and the frequency of occurrence indicated that *Pythium*, *Rhizoctonia* and *Fusarium* were the most important. The four introductions were inoculated with these fungi and evaluated under two soil moisture conditions: field capacity (CC) and saturation (SCC). The severity of the pathogen infection was evaluated with an established scale. The introductions CIAT 6780 and CIAT 16322 obtained a value of 3 on the scale which indicates that the plants died due to *Rhizoctonia*, *Fusarium* and *Pythium*, in saturated soil moisture conditions. The introduction CIAT 26110 showed symptoms, however these were not significant, whilst CIAT 6133 was unaffected by the pathogens in both of the moisture conditions.

Key words: *Brachiaria* sp., *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, Soil moisture.

INTRODUCCION

En los sistemas de producción bovina predominantes en el trópico, el 90% o más de los nutrientes requeridos por los animales son derivados de los pastos. Por tanto, el productor pecuario continuamente busca nuevas especies forrajeras de alto potencial en biomasa que cumplan con un nivel de producción óptimo (Ibrahim y Pezo 1992). Además, las especies forrajeras

seleccionadas deben ser persistentes bajo las condiciones ecológicas donde se van a sembrar.

Se han realizado esfuerzos por introducir nuevas especies de gramíneas en varias regiones del trópico; sin embargo, limitaciones de clima y fertilidad de suelos han ocasionado que muchos de estos materiales no se adapten a dichas condiciones (Pimentel y Zimmer 1983).

En los últimos años, programas nacionales e internacionales de investigación forrajera han determinado que el género *Brachiaria* se ha constituido en uno de los más promisorios dentro de las gramíneas forrajeras (CIAT 1995), debido a que presenta introducciones con alta capacidad adaptativa a distintas condiciones químicas y físicas del suelo, tales como fertilidad y acidez,

Recibido: 06/01/98. Aprobado: 28/09/98.

*Parte de la tesis de Lic. del primer autor. Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica.

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

***Rhone Poulenc, San José, Costa Rica.

****Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, San José, Costa Rica.

Para el caso de *Fusarium* sp., se utilizó una concentración de 1×10^7 conidios/ml, y se aplicaron 10 ml por maceta, para *Pythium* sp. la concentración fue de 2×10^4 zoosporangios/ml, y se inocularon 5 ml por maceta. *Rhizoctonia* sp. se reprodujo en arroz esterilizado y para la inoculación se usaron 15 g de arroz por maceta. (Sánchez 1990).

Establecimiento del cultivo. La determinación de la patogenicidad de los aislamientos obtenidos en el laboratorio se evaluó en condiciones de invernadero. Se usaron macetas con una capacidad de 5 kg, las cuales se llenaron con suelo de las fincas en las que se presentaban los problemas patológicos. Simultáneamente, se colocó semilla certificada de cada una de las introducciones en cajas germinadoras. Después se trasplantaron 3 plantas por maceta, para un total de 10 macetas por introducción.

Manejo de los niveles de humedad. Cincuenta y ocho días después del inicio del experimento, se establecieron los niveles de humedad. La capacidad de campo (CC) fue de 0,3 y 0,4 bares, y la saturación (SCC) de 0 bares con una lámina de agua de 2 cm por encima del suelo. Para el establecimiento de dichos niveles se realizó una curva de desabsorción de humedad de acuerdo a la densidad aparente del suelo, su humedad gravimétrica y su humedad volumétrica.

Evaluaciones de la severidad del patógeno

La evaluación se realizó de acuerdo a la siguiente escala:

- 0 = 0 Sanas
- 1 = 1 - 20% del área foliar afectada (ataque leve)
- 2 = 21 - 50% del área foliar afectada (ataque moderado)
- 3 = Más de 50% del área foliar afectada (ataque severo)

Las evaluaciones de severidad se realizaron cada cuatro días hasta observar la muerte de las plantas.

Análisis de datos: Los datos se sometieron a un análisis de varianza y pruebas de Duncan al 5%, así como pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para los casos donde existió interacción.

RESULTADOS Y DISCUSION

Frecuencia de aparición e identificación de patógenos. De los 40 aislamientos realizados a partir del tallo de diferentes procedencias, los patógenos con mayor frecuencia de aparición fueron *Fusarium* (92,1%), *Pythium* (46%) y *Rhizoctonia* (33,3%) (Fig. 1).

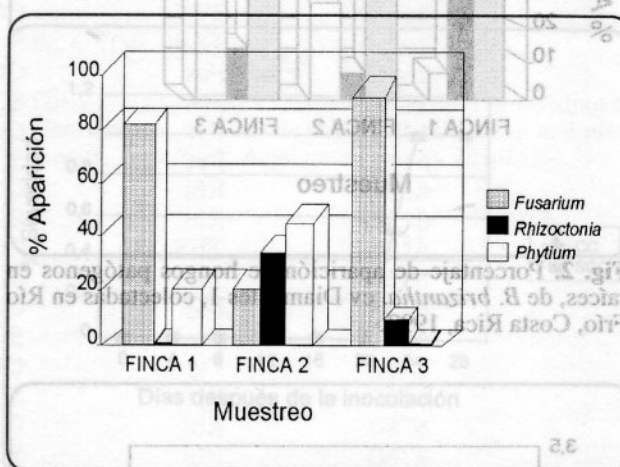


Fig. 1. Porcentaje de aparición de hongos patógenos en tallos, de *B. brizantha* cv Diamantes 1, colectada en Río Frío, Costa Rica, 1997.

De los aislamientos de patógenos de la raíz, *Fusarium* aparece con mayor frecuencia (65%), seguido de *Trichoderma* (33,3%) y *Pythium* (33,3%) (Fig. 2). Estos patógenos son limitantes del desarrollo de otras gramíneas, como sorgo y maíz (USDA 1976, Frederiksen 1980).

Efecto combinado de los patógenos y los niveles de humedad. El cv. Diamantes 1, inoculado con *Rhizoctonia* y en condiciones de capacidad de campo, manifestó síntomas a partir de la segunda evaluación (4 días después de la

inoculación) las que se mantuvieron durante todo el período de la evaluación, pero sin superar el valor 1 según la escala (Fig 3). Por el contrario, con el nivel de saturación la presencia de síntomas aumentó en forma progresiva desde la segunda evaluación, inclusive, causando la muerte de las plantas, lo que hace suponer que el efecto de la humedad tiende a predisponer la planta, y favorece la penetración del patógeno.

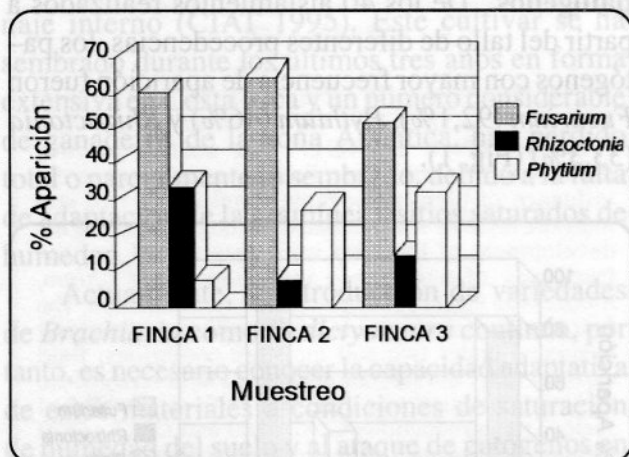


Fig. 2. Porcentaje de aparición de hongos patógenos en raíces, de *B. brizantha* cv Diamantes 1, colectadas en Río Frío, Costa Rica, 1997.

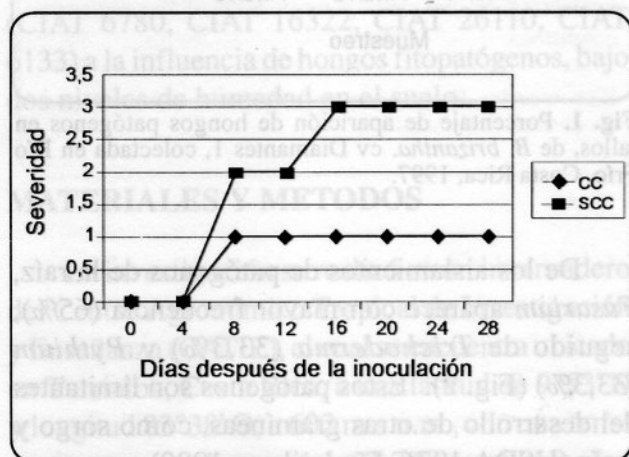


Fig. 3. Severidad del tratamiento con *Rhizoctonia*, en *B. brizantha* cv Diamantes 1, bajo dos niveles de humedad del suelo.

Con respecto al tratamiento con *Fusarium* en el cv. Diamante 1, la severidad en ambos niveles de humedad fue similar hasta la cuarta evaluación (12 días después de la inoculación). A partir de ese momento y en condiciones de capacidad de

campo, la curva de severidad se mantuvo constante sin superar el valor de 1 en la escala. Por el contrario, este material en condiciones de anegamiento (sobre capacidad de campo) mostró un incremento gradual de la severidad hasta causar la muerte de las plantas (Fig. 4). Lo anterior concuerda con lo informado por Stolzy y Sojka (1984) quienes en estudios sobre *Phytophthora* sp. en alfalfa, determinaron que la saturación de humedad del suelo propició el cambio del tejido de la raíz, estimulando la atracción de estructuras reproductivas que dan inicio al proceso de infección. Rovira y Davey (1974) señalaron que las raíces al estar sometidas a condiciones de anoxia liberan exudados tales como azúcares solubles, aminoácidos y ácidos orgánicos, los cuales proveen a la microflora invasora un sustrato adecuado para su desarrollo. Aunque esto no se evaluó en esta investigación, podría ser la causa de la susceptibilidad de cv Diamante a *Fusarium* y *Rhizoctonia*.

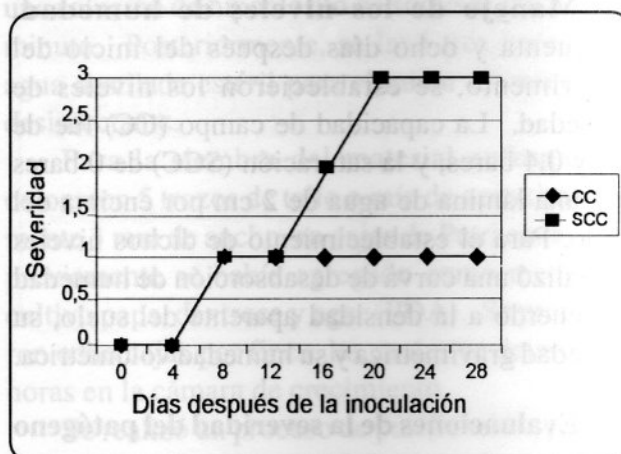


Fig. 4. Curva de severidad del tratamiento con *Fusarium*, en *B. brizantha* cv Diamantes 1, bajo dos niveles de humedad del suelo.

Para la introducción CIAT 16322 inoculada con *Rhizoctonia* y en condiciones de capacidad de campo, se determinó que los síntomas se iniciaron en la tercera evaluación (8 días después de la inoculación) y se mantuvieron sin superar el valor de 1 en la escala. Este patógeno se comportó en forma diferente cuando las condiciones fueron de anegamiento, iniciando la manifestación de los síntomas desde la segunda evaluación, las cuales

se mantuvieron constantes hasta la cuarta semana, después de esta fecha aumentó hasta alcanzar el nivel 3 en la escala. Esto indica que la interacción del patógeno con la humedad ocasionó incremento de la severidad de la enfermedad, por encima del 50%, llegando hasta la muerte de las plantas (Fig. 5).

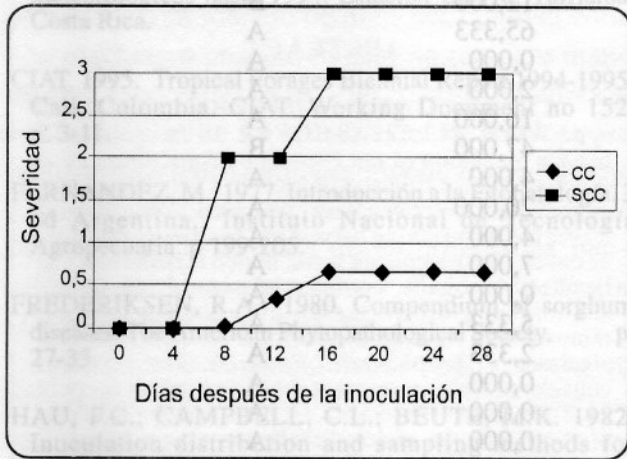


Fig. 5. Curva de severidad del tratamiento con *Rhizoctonia*, en *B. brizantha* CIAT 16322, bajo dos niveles de humedad del suelo.

En las plantas inoculadas con *Fusarium* (Fig. 6) y en condiciones de capacidad de campo, la manifestación de síntomas se inició a partir de la cuarta evaluación (12 días después de la inoculación) y se mantuvo en nivel 1, sin incrementarse durante todo el período de evaluación. Sin embargo, cuando dicho patógeno interactuó con la humedad presente en el suelo, a partir de la segunda evaluación, el área bajo la curva aumentó hasta alcanzar el nivel 3 a los 24 días después de realizada la inoculación, causando la muerte de las plantas.

En condiciones de anegamiento del suelo, la introducción CIAT26110 inoculada con *Rhizoctonia* mostró síntomas de la enfermedad a partir de la sexta evaluación, alcanzando el máximo en la escala. Para esta misma introducción y patógeno en condiciones normales (capacidad de campo), la manifestación de síntomas nunca superó 0,4 en la escala, indicando que en estas condiciones este hongo no es importante (Fig 7).

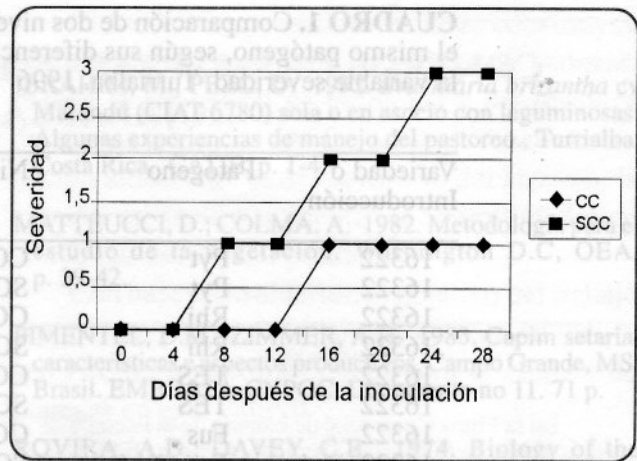


Fig. 6. Curva de severidad del tratamiento con *Fusarium*, en *B. brizantha* CIAT 16322, bajo dos niveles de humedad del suelo.

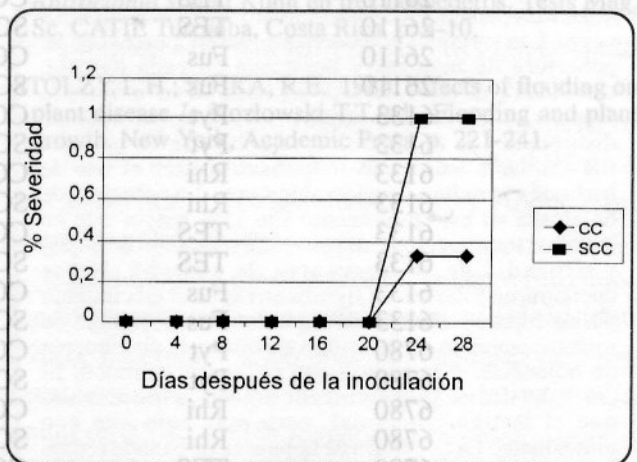


Fig. 7. Curva de severidad del tratamiento con *Rhizoctonia*, en *B. brizantha* CIAT 26110, bajo dos niveles de humedad del suelo.

La introducción CIAT 26110 inoculado con *Fusarium* y en condiciones de capacidad de campo evidenció síntomas de enfermedad a partir del día 24 después de la inoculación, sin superar un valor de 0,5 en la escala. En condiciones de saturación del suelo (SCC), esta introducción no manifestó síntomas. Sin embargo, el análisis estadístico no determinó diferencias significativas entre ambas condiciones (Cuadro 1).

B. dictyoneura cv Pasto Brunca (CIAT 6133), no presentó curva de severidad para los patógenos inoculados, lo que evidencia que esta especie se adaptó tanto a la condición de capacidad de campo como a la de anegamiento (SCC) y al efecto de los patógenos (Cuadro 1).

CUADRO 1. Comparación de dos niveles de humedad para la misma variedad y el mismo patógeno, según sus diferencias mínimas significativas, con respecto a la variable severidad. Turrialba. 1996

Variedad o Introducción	Patógeno	Nivel	Medias	DMS
16322	Pyt	CC	2,333	A*
16322	Pyt	SCC	47,000	B
16322	Rhi	CC	12,000	B
16322	Rhi	SCC	65,333	A
16322	TES	CC	0,000	A
16322	TES	SCC	2,000	A
16322	Fus	CC	16,000	A
16322	Fus	SCC	47,000	B
26110	Pyt	CC	4,000	A
26110	Pyt	SCC	20,000	A
26110	Rhi	CC	4,000	A
26110	Rhi	SCC	7,000	A
26110	TES	CC	0,000	A
26110	TES	SCC	5,333	A
26110	Fus	CC	2,333	A
26110	Fus	SCC	0,000	A
6133	Pyt	CC	0,000	A
6133	Pyt	SCC	0,000	A
6133	Rhi	CC	0,000	A
6133	Rhi	SCC	0,000	A
6133	TES	CC	0,000	A
6133	TES	SCC	0,000	A
6133	Fus	CC	0,000	A
6133	Fus	SCC	0,000	A
6780	Pyt	CC	24,000	A
6780	Pyt	SCC	9,000	B
6780	Rhi	CC	24,000	A
6780	Rhi	SCC	64,000	B
6780	TES	CC	7,000	A
6780	TES	SCC	14,000	B
6780	Fus	CC	24,000	A
6780	Fus	SCC	52,000	B

* Las medias con la misma letra, en las columnas, no difieren entre sí, por la prueba de Diferencias Mínimas Significativas (DMS) al 5%.

CC = Capacidad de campo

SCC = Saturación

Fus = *Fusarium*

Phy = *Pythium*

Tes = Testigo

Rhi = *Rhizoctonia*

CONCLUSIONES

- *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. y *Pythium* spp. afectaron el desarrollo normal de *B. brizantha*, principalmente en condiciones de saturación del suelo (SCC).
- En estas condiciones, *Rhizoctonia* y *Fusarium* causaron la muerte a las introducciones CIAT 6780 y CIAT 16322.

- De acuerdo a la escala de severidad, el cv Pasto Brunca *B. dictyoneura* (CIAT 6133) fue la que mejor se adaptó a condiciones de saturación del suelo (SCC).
- *B. brizantha* (CIAT 26110) y *B. dictyoneura* (CIAT 6133) mostraron tolerancia a saturación del suelo.

LITERATURA CITADA

- BARNETT, L.H. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 2 ed. Minneapolis, West Virginia University. p. 73, 203.
- BOGDAN, A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. New York, Logman. 475 p.
- CATIE. Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales 1995. Resumen acumulado de datos meteorológicos hasta 1994. Estación CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- CIAT. 1995. Tropical Forages Biennial Report 1994-1995. Cali, Colombia. CIAT. Working Document no 152. p. 3-11.
- FERNANDEZ, M. 1977. Introducción a la Fitopatología. 3 ed Argentina., Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. p 199-205.
- FREDERIKSEN, R.A. 1980. Compendium of sorghum diseases. The American Phytopathological Society. p. 27-35.
- HAU, F.C.; CAMPBELL, C.L.; BEUTE, M.K. 1982. Inoculation distribution and sampling methods for *Cylindrocladium crotariae* in a peanut field. Plant Disease 66:568-571.
- IBRAHIM, M.; PEZO, D. 1992. *Brachiaria brizantha* cv Marandú (CIAT 6780) sola o en asocio con leguminosas: Algunas experiencias de manejo del pastoreo., Turrialba, Costa Rica., CATIE. p. 1-4.
- MATTEUCCI, D.; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington D.C, OEA. p. 39-42.
- PIMENTEL, D.M.; ZIMMER, A.H. 1983. Capim setaria, características e aspectos productivos. Campo Grande, MS, Brasil. EMBRAPA-CNPQC, Documento no 11. 71 p.
- ROVIRA, A.D.; DAVEY, C.B. 1974. Biology of the rhizosphere. In The plant root and its environment. Charlottesville, Univ. Press of Virginia. p. 154-208.
- SANCHEZ, V. 1990. Efecto de binucleados semejantes a *Rhizoctonia* en la severidad de la enfermedad causada por *Rhizoctonia solani* Kuhn en tres hospederos. Tesis Mag. Sc. CATIE Turrialba, Costa Rica. p. 8-10.
- STOLZY, L.H.; SOJKA, R.E. 1984. Effects of flooding on plant disease In Kozlowski T.T. ed. Flooding and plant growth. New York, Academic Press. p. 221-241.

CONTROL DE MALEZAS EN BANANO (*Musa spp.*) MEDIANTE HOJARASCA DEL CULTIVO*

Minor Rojas B. * *
Ramiro de la Cruz**

RESUMEN

En la Finca Comercial de banano de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), Costa Rica se evaluaron prácticas de manejo de malezas, usando como cobertura muerta las hojas de banano producidas durante la cosecha y deshoja. Los tratamientos fueron: distribución de hojarasca y uso de herbicida en la rodaja, testigo comercial (paraquat), glufosinato de amonio, testigo absoluto y remoción de hojas más paraquat para determinar su efecto en sigatoka negra. Las variables consideradas fueron: porcentaje de cobertura de malezas y hojarasca en cada parcela, crecimiento de hijos, daño de sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) y costos del control. En el tratamiento de distribución de la hojarasca, la cobertura de malezas fue similar a los demás tratamientos, pero el uso de herbicida se redujo considerablemente. La cobertura de hojarasca en este tratamiento fue 15% mayor que en los otros tratamientos (excepto el de remoción de hojas) y dependió de la frecuencia de cosecha. No se encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los hijos ni el daño de sigatoka. La diversidad de malezas aumentó con el testigo absoluto y la distribución de hojarasca, y se redujo con el control químico. El costo del uso de la cobertura de hojarasca fue más alto que el testigo comercial, pero más bajo que con glufosinato. La cobertura de hojarasca de banano redujo considerablemente los ciclos de aplicación de herbicida y controló mejor que el testigo comercial algunas especies de malezas.

Palabras claves: Malezas, Banano, Coberturas muertas.

ABSTRACT

CONTROL OF WEEDS IN BANANA (*Musa spp.*) WITH MULCH AS COVER. In the commercial banana plantation of the Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), Costa Rica, weed management practices were evaluated, using banana leaves produced during harvest and husbandry practices as cover. The treatments were: mulch distribution and localized herbicide, commercial control (paraquat), ammonium glufosinate, absolute control and leaf removal with paraquat to determine the effect on black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*). The variables considered were: percentage weed and mulch cover in each plot, growth of suckers, sigatoka damage and costs of control. In the mulch distribution treatment, weed cover was similar to other treatments, but the use of herbicide was markedly reduced. Mulch cover in this treatment was 15% greater than in the other treatments (except for the leaf removal treatment) and depended upon the frequency of fruit harvest. There were no significant differences in the growth of suckers or sigatoka damage. Weed diversity increased in the absolute control and in the mulch treatment, and was reduced in the chemical control. The cost of the mulch cover was greater than the commercial control but less than the glufosinate treatment. Banana mulch cover reduced the number of herbicide applications and controlled some weed species better than the commercial control.

Key words: Weeds, Banana, Mulch.

INTRODUCCION

En las fincas bananeras de Costa Rica el control químico de malezas tradicionalmente se ha realizado utilizando productos como glifosato, metribuzina, atrazina, ametrina, diurón, simazina, paraquat, oxifluorfen y dalapón, en aplicaciones con ciclos que varían de seis a ocho semanas

(Chaverri y Blanco 1995), siendo el paraquat el herbicida más utilizado (Soto s.f). Como consecuencia de este tipo de control se usan grandes cantidades de herbicidas (MICIT y CEGESTI 1995; Salazar 1994) los cuales pueden desequilibrar y contaminar al ambiente.

En 1992, Costa Rica importó más de 7 millones de kg de plaguicidas, de los cuales 80% se utilizó en las plantaciones de banano (Salazar 1994). En 1993, se destinaron US \$78 millones a la importación de plaguicidas, el 44% correspondió a fungicidas, 23% a herbicidas, 20%

Recibido: 05/11/97. Aprobado: 28/09/98.

* Parte del Trabajo de Graduación del primer autor, Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH).

** Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Apartado 4442-1000. San José, Costa Rica.

a nematicidas, 10% a insecticidas y 3% a otros. La actividad bananera consumió el 57% del total de las importaciones (Micit y Cegesti 1995).

Soto (1995) señala que debe racionalizarse la aplicación de herbicidas en banano, procurando la convivencia con las malezas y utilizando prácticas culturales, como el uso de residuos de cosecha. Además, este autor menciona otras alternativas de manejo de malezas, como el corte con machete o chapea, la cual no requiere mano de obra especializada, equipo costoso, no altera la ecología y evita la erosión de los suelos; sin embargo, es lenta, requiere mucha mano de obra y ocasiona daños a los brotes nuevos del banano, permitiendo la entrada de enfermedades bacteriales o de plagas como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).

Con respecto al uso residuos de cosecha en plantaciones de banano para el control de malezas, es importante considerar que la superficie foliar total de una planta de banano varía mucho. En el momento de la floración, la planta presenta de 12 a 13 hojas funcionales. Una planta vigorosa del clon 'Gran Enano' tiene una superficie foliar 28 m² y una de 'Valery' 26 m² (Soto 1992). En una plantación comercial de banano las plantas llegan a la cosecha con un mínimo de ocho hojas, porque el resto se ha eliminado durante la deshoja. El área foliar final varía entre 15 y 20 m² dependiendo del clon. Por tanto, el rápido crecimiento del cultivo de banano produce gran cantidad de residuos de hojas, pseudotallos, pinzotes y banano de rechazo (Smith 1993, citado por Vargas y Flores 1995). Estos residuos no deben considerarse un problema sino un beneficio, porque contribuyen a mantener el contenido adecuado de materia orgánica, actúan como fertilizante de liberación lenta, regulan el pH, sirven como agente estabilizador, evitan la pérdida de suelo por erosión y escorrentía, lixiviación de los nutrientes, y utilizada como cobertura muerta impiden la proliferación de malezas dentro de la plantación (Vargas y Flores 1995). Delgado (1991) señala que la cobertura que se obtiene de la deshoja ofrece materia seca suficiente para cubrir más de la mitad del terreno.

El uso de estos residuos foliares constituyen una alternativa sostenible de control de malezas, reduce la aplicación de herbicida y los residuos de agroquímicos en las frutas, evita la contaminación ambiental, el desequilibrio del sistema, la erosión del suelo y aumenta las oportunidades de comercialización del producto.

Con base en lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar el uso de hojarasca de banano (*Musa spp.*) como cobertura muerta para el control de malezas en este cultivo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó entre mayo y setiembre de 1996, en la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), ubicada entre los 10° 11' y 10° 15' latitud norte y entre 83° 40' y 83° 55' longitud oeste; en la confluencia de los ríos Parismina y Destierro, en la zona Atlántica de Costa Rica, a una altitud entre 10 y 70 m.s.n.m. (Sancho *et al.* 1989).

Esta zona se clasifica como bosque muy húmedo premontano, transición a basal (Holdridge 1960). La precipitación promedio anual es de 3464 mm, la temperatura y la humedad relativa media anual de 25°C y 87% respectivamente.

La plantación de banano utilizada es de la variedad 'Valery', con 33 años de establecida y un promedio de 1875 plantas/ha, en un suelo clasificado como Clase II, según la metodología para la determinación de la aptitud de tierras para el cultivo (Vásquez 1979). En esta plantación se aplicaron de enero a setiembre de 1996 cinco ciclos de fertilizante al suelo de la fórmula 17.4-3-24-5.2, en dosis de 200 kg de producto comercial/ha/ciclo; tres ciclos de 18-3-24-3.6-5 en dosis de 200 kg/ha/ciclo y un ciclo de Urea 46% N (138 kg/ha); complementado con dos aplicaciones foliares de Eco-Hum DX (ácidos húmicos 12%, N 8%, P 6%, K 6%, Mg 0,5%, B 20 ppm) en dosis de 1,5 L/ha. Para el control de malezas se habían aplicado seis ciclos de paraquat en dosis de 1,20 L de producto comercial/ha/ciclo.

CUADRO 1. Tratamientos evaluados para el manejo de malezas en el cultivo de banano (EARTH, 1996).

No. tratamiento	Descripción
1	Testigo comercial. Aplicación de paraquat (1,20L/ha) y adherente NP-7 (alquil aril polimer) (0,23 L/ha) con bomba de mochila y boquilla TJ 8004
2	Distribución de hojarasca en la entrecalle y control químico en la rodaja. Distribución de las hojas obtenidas en la cosecha y deshoja en la entrecalle y aplicación de glufosinato de amonio (0,90 L/ha) en la rodaja, con bomba de mochila y boquilla TJ 8002
3	Glufosinato de amonio. Aplicación total de glufosinato de amonio (1,25 L/ha) con bomba de mochila y boquilla TJ 8002
4	Remoción total de hojas. Remoción del total de hojas producidas semanalmente y aplicación de paraquat (1,1 L/ha) y adherente NP-7 (alquil aril polimer) (0,22 L/ha) con bomba de mochila y boquilla TJ 8004
5	Testigo absoluto. Sin prácticas de control de malezas

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las parcelas tenían un tamaño de 15 m x 15 m (225 m²), y un área efectiva de 14 m x 14 m (196 m²). Los tratamientos evaluados en este estudio se describen en el Cuadro 1.

El tratamiento de remoción de hojas se incluyó con el fin de determinar el efecto de esta práctica, sobre la incidencia de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), porque se considera que esta enfermedad es favorecida por la presencia de cobertura de hojarasca y malezas sobre la superficie. Al respecto, Stover (s.f) señala que las ascosporas de la sigatoka pueden permanecer en el tejido de la hojarasca y en las hojas en proceso de descomposición y son expulsadas por la lluvia y transportadas por el viento hasta las hojas de otras plantas.

En todas las parcelas se realizaron evaluaciones semanales de cobertura de malezas y de hojarasca mediante el método de apreciación visual.

Durante la primera semana del estudio, en cada una de las parcelas se marcaron cinco «hijos» de tamaño similar, a los cuales se midió

mensualmente y durante todo el experimento el delta crecimiento de la circunferencia (a 25 cm del suelo) y la altura a la horqueta de hojas más joven.

Se registraron las horas invertidas en la distribución y remoción de las hojas para cada tratamiento. También se determinó la cantidad de herbicida utilizado en cada aplicación y tratamiento.

La aplicación de los herbicidas se realizó cuando la cobertura de malezas superaba el 30% de la parcela. Para el control de malezas con paraquat, en el tratamiento comercial, el de remoción de hojas, y el de glufosinato de amonio se realizaron dos aplicaciones. La primera se realizó en la novena semana después de iniciado el experimento y la segunda en la semana 19. En el tratamiento de distribución de hojarasca se realizó solo una aplicación de glufosinato de amonio en la rodaja en la semana 17.

Al final del experimento se evaluó el estado de infección de sigatoka negra (evolutivo) en dos hijos de cada repetición, de los tratamientos testigo absoluto, distribución de hojarasca y remoción de hojas, siguiendo el método de Stover modificado

(Marín y Romero 1980.), y que es utilizado en la finca para determinar el índice de infección de éste patógeno. Estos tratamientos ofrecen una situación contrastante. Por ello se consideró que podrían influir en la intensidad del inóculo.

Se realizaron análisis de varianza ($P=0,05$) y se utilizó la prueba de Duncan en las variables de altura de hijos, circunferencia de hijos y daño de sigatoka negra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Población de malezas. Al inicio de 1996, la plantación donde se realizó el experimento presentaba poca diversidad de malezas (Cuadro 2). El efecto del control químico es evidente en la selección de pocas especies de malezas que posiblemente escapan a los herbicidas usados con más frecuencia.

CUADRO 2. Lista de especies de malezas predominantes en la plantación experimental al inicio del experimento. Finca Comercial, EARTH, Guácimo, Costa Rica, 1996.

Especie	Nombre común
<i>Cyperus</i> spp.	Coyolillo
<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina
<i>Borreria</i> sp.	Chiquizá
<i>Paspalum paniculatum</i>	Zacate peludo
<i>Digitaria</i> sp.	Pangola

Al final del experimento el número de especies de malezas en el tratamiento testigo comercial se redujo aún más (Cuadro 3), lo cual podría indicar que posiblemente toleran este tipo de control.

En el tratamiento de distribución de hojarasca reaparece *Euphorbia* sp. una especie de maleza común en la zona pero que es muy susceptible al tratamiento comercial (Cuadro 3). La no aplicación de herbicida en la entrecalle posiblemente aumenta la diversidad de malezas y restablezca el equilibrio entre especies. En este tratamiento es posible que reaparezcan algunas especies que han

desaparecido por efecto del herbicida y que se eliminen otras que son susceptibles a la cobertura.

El tratamiento de glufosinato de amonio redujo la población de malezas, controlando especies que el testigo comercial no eliminó (Cuadro 3). Las especies que sobrevivieron mostraron una tendencia a ocupar el espacio de las eliminadas por el herbicida, reduciendo la diversidad, pero aumentando la población remanente.

La remoción de hojarasca más aplicación de paraquat, disminuyó el número de especies de malezas (Cuadro 3), pero aumentó considerablemente la densidad de unas pocas. Las especies presentes al final de experimento resultaron de la selección por el tipo de control; éstas al tener más espacio disponible dominaron el área descubierta de hojarasca.

El número de especies de malezas, para el testigo absoluto (Cuadro 3) fue mayor que para los otros tratamientos.

Control de malezas. El control ejercido por el testigo comercial en la primera aplicación (semana nueve del experimento) bajó la presión de malezas de 35% a 10% en dos semanas (Fig. 1). Sin embargo, en la semana 16 era evidente que se requería otra aplicación, para un intervalo de aplicación de siete semanas, lo que corresponde a siete ciclos por año, que es lo que usualmente se usa.

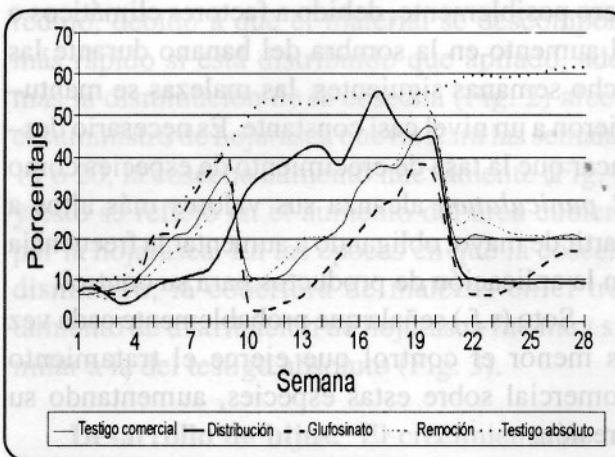


Fig. 1. Cobertura de malezas durante los meses del estudio (marzo - setiembre de 1996). Finca Comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica..

CUADRO 3. Malezas presentes en mayor porcentaje al final del experimento según tratamiento (setiembre de 1996), Guácimo, Costa Rica.

Tratamiento	Especie	Nombre común
Testigo comercial	<i>Borreria</i> sp.	Chiquizá
	<i>Cyperus</i> spp.	Coyolillo
	<i>P. paniculatum</i>	Zacate peludo
Cobertura con hojas	<i>Digitaria</i> sp.	Pangola
	<i>Borreria</i> sp.	Chiquizá
	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina
	<i>Cyperus</i> spp.	Coyolillo
	<i>Euphorbia</i> sp.	Lechosa
	<i>Paspalum paniculatum</i>	Zacate peludo
Glufosinato de amonio	<i>Digitaria</i> sp.	Pangola
	<i>Cyperus</i> spp.	coyolillo
Remoción de hojas más paraquat	<i>Borreria</i> sp.	Chiquizá
	<i>Cyperus</i> spp.	Coyolillo
	<i>P. paniculatum</i>	zacate peludo
Testigo absoluto	<i>Digitaria</i> sp.	Pangola
	<i>Eleusine indica</i>	pata de gallina
	<i>P. paniculatum</i>	zacate peludo
	<i>Borreria</i> sp.	chiquizá
	<i>Euphorbia</i> spp.	lechosa
	<i>Cyperus</i> spp.	coyolillo

La segunda aplicación (semana 19) redujo la presión de las malezas de 47% a 20% en dos semanas (Fig. 1). Algunas especies poco controladas fueron *Borreria* sp. y *P. paniculatum*, esta situación habría requerido otra aplicación en pocas semanas, pero posiblemente, debido a factores climáticos o al aumento en la sombra del banano durante las ocho semanas siguientes, las malezas se mantuvieron a un nivel casi constante. Es necesario destacar que la tasa de crecimiento de especies como *P. paniculatum* alcanza sus valores más altos a partir de mayo, obligando a aumentar la frecuencia en la aplicación de productos para su control.

Soto (s.f.) señala que probablemente cada vez es menor el control que ejerce el tratamiento comercial sobre estas especies, aumentando su presión.

En la semana 9 (inicio del mes de junio), la cobertura de maleza con el tratamiento de distribución de hojarasca fue de 20%, en los

restantes tratamientos la cobertura era mayor a 30% (Fig. 1). Sin embargo, una semana más tarde, la cobertura con el tratamiento de distribución de hojarasca aumentó a 33%, alargando en una semana la frecuencia de la práctica de control.

En el tratamiento con distribución de hojarasca, a partir de la semana 10, la presión de malezas aumentó considerablemente a pesar de la distribución de las hojas, debido a que la cosecha de racimos bajó (Fig. 2) y por consiguiente la hojarasca disponible para la distribución se redujo. La mayor población de malezas se presentó en el área de la rodaja, donde no había efecto de la hojarasca. Con este tratamiento, la cobertura máxima de malezas fue de 56% en la semana 17, descendiendo después, debido al aumento en la producción de hojarasca y a la aplicación de glufosinato en la rodaja durante esa misma semana. El resultado son ciclos de aplicación considerablemente más largos que los del testigo comercial.

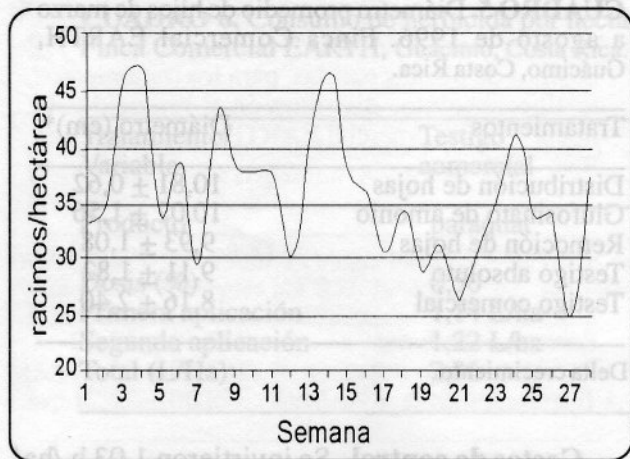


Fig. 2. Cosecha de racimos por hectárea, durante los meses del experimento (marzo-setiembre de 1996). Finca Comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica.

La aplicación de glufosinato de amonio en la rodaja debe realizarse antes de la semana 17, con el fin de mantenerla esta área libre de malezas. En casos extremos de presión de malezas, también podrían hacerse aplicaciones de herbicida en la entrecalle; pero con una densidad de plantación homogénea y un nivel de cosecha constante, se puede mejorar el manejo de las malezas. Para el tratamiento de distribución de hojarasca, la época del año es muy importante, porque además del mayor crecimiento de algunas malezas, pueden presentarse variaciones en la frecuencia de cosecha.

En el tratamiento anterior, la cobertura de malezas en la semana 17 llegó a 56%, mientras la cobertura para el testigo comercial fue 47% en la semana 20 (Fig. 1). La distribución de la hojarasca ahorró casi un ciclo de herbicida porque con el tratamiento comercial se habrían realizado dos aplicaciones para esta fecha.

El tratamiento de glufosinato de amonio presentó un comportamiento similar al testigo comercial (Fig. 1), pero ejerció mayor control de *Borreria*. También los ciclos de aplicación pueden ser más largos, porque las aplicaciones se realizan cuando el porcentaje de cobertura de malezas supera el 30%; el testigo comercial alcanzó ese nivel dos o tres semanas antes. Sin embargo, después de la segunda aplicación la cobertura de malezas se incrementó nuevamente, hasta alcanzar casi 20%, similar al del tratamiento comercial.

Las especies que se seleccionaron con el tratamiento de glufosinato fueron principalmente ciperáceas, posiblemente, porque estas especies presentan menor área foliar para el contacto a la aspersion.

Al inicio del experimento, el tratamiento de remoción de hojarasca mantuvo baja la población de malezas, inclusive, en la novena semana, fue el tratamiento con la menor cobertura; no obstante, después mostró niveles de malezas más altos (Fig. 1). Este comportamiento posiblemente se debió al efecto de un banco de semillas latente, que se activó cuando se removió la hojarasca, pero esto requiere un tiempo para ser notorio. En este tratamiento, la presión de malezas aumentó hasta alcanzar 55% en la semana 19 del experimento, la cual se redujo a 23% con la segunda aplicación de paraquat. Similar a lo observado para el testigo comercial y posiblemente debido a la selección ejercida por el paraquat, la maleza más importante fue *Borreria* sp.

El comportamiento del testigo absoluto fue normal, mostrando un aumento creciente en la población de malezas al inicio del experimento para luego estabilizarse, alcanzando 60% de cobertura.

Cobertura de hojarasca. El comportamiento de la cobertura de hojarasca en el tratamiento de redistribución fue normal, considerando que inicialmente la disponibilidad de hojarasca fue buena (Fig. 3). Posteriormente, la cobertura se redujo, debido a que el material se descompone más rápido si está distribuido que apilado, además la disminución de la cosecha (Fig. 2) afectó el suministro de hojarasca nueva. Para las semanas 19 o 20, la cosecha aumentó nuevamente (Fig. 2) y esto se reflejó en el aumento del área cubierta por la hojarasca. En las épocas en que la cosecha disminuyó, la cobertura de malezas en el tratamiento de distribución de hojarasca fue muy similar a la del testigo absoluto (Fig. 3).

Desarrollo de hijos. El crecimiento de los hijos es un indicador importante del probable efecto del herbicida y la competencia ejercido por las malezas sobre las plantas de banano. No se

observaron diferencias importantes en altura de los hijos (Cuadro 4); sin embargo, estas podrían significar un atraso de varias semanas en la cosecha, y por lo tanto menor producción anual y menores ingresos.

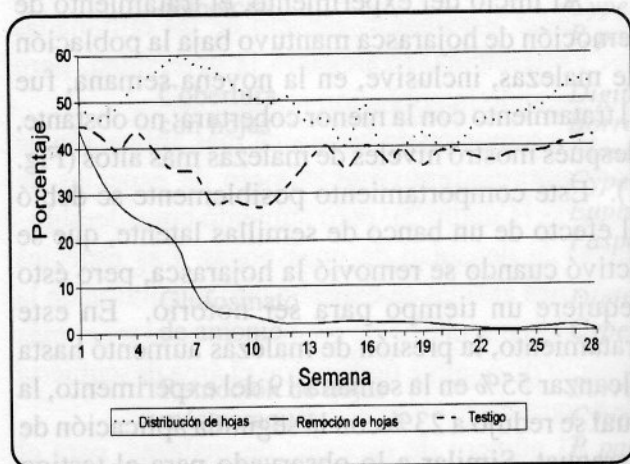


Fig. 3. Cobertura de hojarasca, durante los meses del estudio (marzo a setiembre de 1996). Finca Comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica.

CUADRO 4. Altura de hijos entre marzo-agosto de 1996. Finca Comercial EARTH.

Tratamiento	Altura (cm)*
Distribución de hojas	150,50 ± 7,75
Glufosinato de amonio	147,45 ± 17,21
Remoción de hojas	140,07 ± 16,88
Testigo absoluto	136,85 ± 30,58
Testigo comercial	129,95 ± 15,34

*Delta crecimiento

No hubo diferencias significativas entre tratamientos, aunque el tratamiento de cobertura de hojarasca podría tener un efecto positivo, mejorando el aprovechamiento de la humedad del suelo y la protección de las raíces.

Con respecto al diámetro de los hijos tampoco se observaron diferencias significativas entre tratamientos, aunque se apreció una desviación estándar menor y una tendencia de diámetro mayor con el tratamiento de distribución de hojas (Cuadro 5).

CUADRO 5. Diámetro promedio de hijos de marzo a agosto de 1996. Finca Comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica.

Tratamientos	Diámetro (cm)*
Distribución de hojas	10,81 ± 0,62
Glufosinato de amonio	10,07 ± 1,56
Remoción de hojas	9,93 ± 1,08
Testigo absoluto	9,11 ± 1,82
Testigo comercial	8,16 ± 2,40

*Delta crecimiento

Costos de control. Se invirtieron 1,03 h./ha/ semana para la distribución de las hojas, para un total de US\$74,36 anuales, calculado a US\$1,39/h. (US\$1=¢215) con 52% de cargas sociales incluidos. Esta cifra no es tan alta comparada a la invertida en mano de obra para las aplicaciones de herbicidas, la cual generalmente se realiza por contrato, y su costo es de US\$5,83 por ha. (cargas sociales incluidas). Algunas fincas realizan diez aplicaciones con un costo de mano de obra de US\$58,30.

El promedio de horas invertidas por semana para la remoción de hojas fue de US\$2,40/ha., para un total anual de US\$173,68, (US\$1,39/hora, con cargas sociales incluidas). Este costo incluye la remoción de las hojas a un lugar fuera del área experimental.

Al comparar la inversión en mano de obra y considerando los posibles riesgos de salud y de contaminación ambiental ocasionados por los herbicidas en los bananales, es posible que el control tradicional resulte más costoso que la distribución de hojarasca.

Este último tratamiento tuvo un efecto muy claro sobre el consumo de herbicida, reduciendo la frecuencia de los ciclos. En el tiempo, este es un factor económico muy importante (Cuadro 6) con el consiguiente beneficio ambiental.

Es evidente que con el tratamiento de distribución de hojarasca, la cobertura de malezas en la rodaja fue alta hasta la aplicación del herbicida (Fig. 1). Por tanto, en esta área debería adelantarse la aplicación del producto para bajar la presión de las malezas. En este caso, los ciclos serían más

CUADRO 6. Consumo de herbicida por hectárea según tratamientos en dos aplicaciones realizadas. Finca Comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica. 1996.

Tratamiento/ Variable	Testigo comercial	Distribución de hojas	Glufosinato de amonio	Remoción de hojas
Producto	paraquat	glufosinato de amonio	glufosinato de amonio	paraquat
Dosis (%)	0,50	1,00	1,00	0,50
Primera aplicación	1,14 L/ha	-	1,28 L/ha	0,89 L/ha
Segunda aplicación	1,22 L/ha	0,89 L/ha	1,22 L/ha	1,33 L/ha
Total (L/ha)	2,36	0,89	2,50	2,22

CUADRO 7. Comparación de costos de control de malezas por hectárea, de abril a setiembre de 1996. Finca comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica.

Tratamiento/ Rubro	Testigo comercial	Distribución de hojarasca	Glufosinato de amonio	Remoción de hojas
Herbicida	12,98	12,91	36,30	12,21
Aplicación herbicida	11,66	2,92	11,66	11,66
Distribución de hojarasca	0,00	28,21	0,00	0,00
Remoción de hojas	0,00	0,00	0,00	66,16
Costo (\$/ha)	24,64	44,04	47,96	90,03

Nota: el paraquat se calculó a US\$5,50/L y el glufosinato de amonio a \$14,50/L.

Las aplicaciones de herbicida se realizan por contrato (US\$5,83/ha con las cargas sociales incluidas) y la aplicación en el tratamiento de distribución de hojas se calculó únicamente el 50% del precio (US\$2,92) por ser únicamente en la rodaja.

El costo de distribución y remoción de hojarasca se calculó a US\$1,39/h incluyendo las cargas sociales (tipo de cambio ¢215,00/US\$).

cortos. Sin embargo, el consumo de herbicida se reduciría porque el porcentaje de malezas en el área sería menor, y únicamente se requerirían 3 aplicaciones de herbicida al año.

En estas condiciones y para el tratamiento de distribución de hojarasca, el consumo de herbicida sería de aproximadamente 3,0 L/ha/año, en contraste con los 12 o 15 L/ha/año que tradicionalmente se utilizan en las fincas bananeras.

En la alternativa de control de malezas mediante la distribución de hojarasca, el uso de químicos puede reducirse si las aplicaciones se realizan solamente en la sección de la rodaja donde

se encuentra el hijo y donde se aplica el fertilizante y nematicida. Esta práctica es más factible si las condiciones de la plantación (densidad, desarrollo del follaje y fertilización) son adecuadas.

El tratamiento de remoción de hojas mostró el comportamiento esperado, aumentando el consumo de herbicida, debido a la posible activación del banco de semillas, además de la persistencia de *Borreria* sp., que no fue controlada adecuadamente por el paraquat.

El tratamiento que presentó el menor costo económico fue el testigo comercial (Cuadro 7), razón por la cual muchas fincas mantienen este

tratamiento dentro de su paquete tecnológico, a pesar del control deficiente que ejerce sobre algunas malezas.

El bajo costo del paraquat es uno de los factores que estimulan su uso, especialmente, por las condiciones de la actividad bananera en la actualidad. Sin embargo, deben considerarse las intoxicaciones producidas por este producto, las que no están reflejadas en los costos de su uso.

La diferencia de 78,7% en el costo de control de malezas mediante cobertura de hojarasca, con respecto al testigo comercial, es justificable considerando el beneficio ambiental de esta práctica (Cuadro 7). Una alternativa para reducir los costos de esta práctica de control, es que la distribución de la hojarasca se realiza durante la cosecha, cuando se corta la planta.

El tratamiento con glufosinato es considerablemente más costoso porque su precio unitario es más del 100% mayor que el del paraquat y se requiere la misma cantidad de ciclos de aplicación al año (Cuadro 7). A pesar de las posibles ventajas para el ambiente del uso de glufosinato, su precio es una desventaja, porque actualmente los productores realizan esfuerzos para reducir los costos de producción.

El costo del tratamiento de remoción de hojas fue similar al del testigo comercial porque en ambos se utilizó el mismo producto (Cuadro 7). A este costo debe agregarse US\$66 de la remoción de hojas, que debe sumarse a los costo de control de sigatoka.

Evaluación de sigatoka. Después de 28 semanas de distribuir y remover las hojas, lo cual podrían haber constituido un foco importante de inóculo de sigatoka para la infección de plantas sanas, se encontró que las diferencias entre medias (Cuadro 8) no fueron suficientes para lograr una diferencia importante.

Las medias de cada tratamiento presentan diferencias mínimas, con tendencia a disminuir la presencia de la enfermedad en el tratamiento de remoción de hojas, de acuerdo a lo esperado. Es importante resaltar que el comportamiento de los tratamientos distribución de hojarasca y testigo

CUADRO 8. Evaluación del daño de sigatoka al final del estudio, tomada en las hojas 2, 3, 4 y 5 de hijos de plantas paridas, para los tratamientos testigo absoluto, distribución y remoción de hojas. Finca Comercial EARTH, Guácimo, Costa Rica. 1996.

Tratamientos	Daño por sigatoka (unidades)
Remoción de hojas	342,50 ± 12,82
Distribución de hojas	352,50 ± 15,12
Testigo absoluto	350,00 ± 21,21

absoluto fue muy similar, lo que indica que la distribución de la cobertura no aumentó la infección de la enfermedad. Sin embargo, debe considerarse un factor que podría explicar estas pequeñas diferencias entre tratamientos, como fue la proximidad entre parcelas, la cual probablemente debió ser mayor.

CONCLUSIONES

- La diversidad de especies de malezas aumentó en los tratamientos de distribución de hojarasca y testigo absoluto, mientras que se redujo en los otros tratamientos.
- El tratamiento de distribución de hojarasca redujo en forma aceptable la población de malezas presentes en la entrecalle y el uso de herbicidas, pero el costo de control fue mayor que el del testigo comercial.
- No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con relación al daño de sigatoka, así como altura y diámetro de hijos.

LITERATURA CITADA

CHAVERRI, F.; BLANCO, J. 1995. Informe final al proyecto MASICA/OPS: Importación, formulación y uso de plaguicidas en Costa Rica; período 1992-1993. Heredia, Costa Rica. Programa de plaguicidas: Desarrollo, salud y ambiente. Universidad Nacional. 40 p.

- COSTA RICA. MICIT; CEGESTI, 1995. Oportunidades para la aplicación de tecnologías limpias en Costa Rica. 75 p.
- DELGADO, G. 1991. Aspectos sobre el manejo de malezas en la finca de banano de la estación experimental Los Diamantes. Investigación Agrícola (Costa Rica) 4(1):23-24.
- HOLDRIDGE, L. 1960. Ecología basada en las zonas de vida. Trad. del inglés por S.H. Jiménez. 1 ed. San José, C.R. IICA. 216 p.
- MARIN, D.; ROMERO, R. 1980. El combate de la sigatoka negra. Boletín No. 4. CORBANA, Costa Rica. pag. 5-8.
- SALAZAR, R. 1994. Actividad bananera en Costa Rica. Análisis legal e institucional. San José, Costa Rica. Fundación Ambio. p. 34, 39, 59-63.
- SANCHO, F.; MATA, R.; MOLINA, E.; SALAS, R. 1989. Estudio de suelos Finca de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, Guácimo, Provincia de Limón. San José, Costa Rica. p. 2.
- SMITH, C. 1993. Composting banana wastes in Costa Rica: system design and performance. Project paper submitted in partial fulfillment of the Degree of Master of Engineering, Agricultural and Biological Engineering, Cornell University, USA. 35 p.
- SOTO, M. s.f. Desarrollo sostenible de la actividad bananera.
- SOTO, M. 1992. Bananos; cultivo y comercialización. 1 ed. San José, Costa Rica. LIL, 649 p.
- SOTO, M. 1995. Bananos; cultivo y comercialización. 2 ed. San José, Costa Rica. LIL, 649 p.
- STOVER, H. s.f. Diseminación del agente causal, epidemiología y control de la sigatoka negra.
- VARGAS, R.; FLORES, C. 1995. Retribución nutricional de los residuos de hojas, venas de hojas, pseudotallo y pinzote de banano (*Musa AAA*) en fincas de diferentes edades de cultivo. CORBANA (Costa Rica) 20(44):33-47.
- VASQUEZ, A. 1979. Estudio detallado de suelos y clasificación de tierras para banano. Limón, C.R.. ASBANA. p. 15-23.

RESULTADOS Y DISCUSION

INTRODUCCION

Los hongos de la familia *Entrophospora* son organismos que se encuentran en las raíces de las plantas, formando micorrizas. Estos hongos son importantes para el crecimiento de las plantas, ya que les ayudan a absorber nutrientes y agua del suelo. En el presente estudio se evaluó el efecto de la micorriza *Entrophospora colombiana* en el crecimiento de las plantas de banano.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la interacción de *Entrophospora colombiana* y *Gigaspora margarita* en el cultivo de banano. Para ello se realizaron experimentos en campo y en invernadero, evaluando el crecimiento de las plantas, el contenido de nutrientes y el rendimiento de la cosecha.

Los resultados mostraron que la micorriza *Entrophospora colombiana* tuvo un efecto positivo en el crecimiento de las plantas de banano, aumentando el contenido de nutrientes y el rendimiento de la cosecha. Por el contrario, la micorriza *Gigaspora margarita* no tuvo un efecto significativo en el crecimiento de las plantas.

Estos resultados sugieren que la micorriza *Entrophospora colombiana* es un organismo beneficioso para el cultivo de banano, y que debería ser utilizada como biofertilizante en las fincas bananeras. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar estos resultados y evaluar el efecto de otras micorrizas en el cultivo de banano.

INTERACCION DE HONGOS ENDOMICORRIZICOS CON *Meloidogyne exigua* EN CAFE

Gonzalo Galileo Rivas-Platero*
Jairo Cuervo Andrade**

RESUMEN

Se estudió la interacción entre dos hongos micorrizógenos, *Entrophospora colombiana* (ECLB) y *Gigaspora margarita* (GRMG) y el nematodo agallador *Meloidogyne exigua* sobre el crecimiento de plantas de café. La tasa de multiplicación de *M. exigua* fue disminuida en 88,5% por GRMG y en 56,1% por ECLB. Ambos hongos redujeron en 20% el índice de agallamiento, cuando se compararon con el nematodo solo. Las variables área foliar y peso seco fueron superiores con GRMG. La esporulación de los simbiontes fue estimulada por el nematodo. El contenido de fósforo no mostró diferencias entre tratamientos; sin embargo, los simbiontes mejoraron la absorción del calcio y potasio.

Palabras claves: *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, *Meloidogyne exigua*, Café, Hongos vesículo arbusculares, ECLB, GRMG.

ABSTRACT

INTERACTION OF MYCORRHIZAL FUNGI AND *Meloidogyne exigua* IN COFFEE. The interaction between two vesicular-arbuscular (VA) mycorrhizal fungi, *Entrophospora colombiana* (ECLB) and *Gigaspora margarita* (GMRG), and the root-knot nematode, *Meloidogyne exigua* (ME), and their effects on the growth of coffee plants, was studied. GMRG and ECLB reduced the multiplication rate of *M. exigua* by 88,5% and 56,1% respectively. Both fungi reduced the gall index by 20% compared to the nematode alone. Foliar area and dry weight were greater with GMRG. The nematode stimulated sporulation of the fungi. There were no differences in the phosphorus content between treatments, however the symbionts enhanced the absorption of calcium and potassium.

Key words: *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, *Meloidogyne exigua*, Coffee, Vesicular arbuscular fungus, ECLB, GRMG.

INTRODUCCION

Los nematodos fitoparásitos y los hongos micorrízicos coexisten en la rizosfera de muchas plantas. En el cultivo del café, nematodos como *Meloidogyne exigua* son importantes por el daño que ocasionan al sistema radicular de las plantas (Luc *et al.* 1990).

Los hongos vesículo arbusculares (MVA) son simbiontes obligados que colonizan intracelularmente las raíces de las plantas, coadyuvan el crecimiento y mejoran la nutrición de sus hospedantes (Sieverding 1991). Asimismo, pueden ejercer un efecto antagónico sobre otros microorganismos de la rizosfera. Las MVA pueden estimular el crecimiento de las plantas, mientras que los nematodos lo suprimen (Hussey y Roncadori 1982).

Recibido: 19/08/97. Aprobado: 28/09/98.

*Area de Agricultura Tropical Sostenible, CATIE 7170. Turrialba, Costa Rica. E-mail: grivas@computo.catie.ac.cr

**Fundación para el Desarrollo Rural Integral Comunitario. Cali, Colombia.

La diversidad de especies de malezas au...
Los efectos de hongos endomicorrízicos sobre el parasitismo de nematodos, como *M. exigua*, en café no ha sido documentado en la región centroamericana.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la interacción de *Entrophospora colombiana* y *Gigaspora margarita* sobre *Meloidogyne exigua* en plantas de café y determinar su respuesta en el crecimiento y desarrollo con la inoculación de hongos endomicorrízicos.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se desarrolló en el invernadero de micorrizas del Area de Agricultura Tropical Sostenible del CATIE en Turrialba, Costa Rica ubicada a 602 m.s.n.m. Las plantas de café (*Coffea arabica* var. Costa Rica 95) tenían 20 días de germinadas, y los hongos MVA utilizados fueron *E. colombiana* (ECLB), y *G. margarita* (GMRG) y el nematodo *M. exigua*.

Se utilizó suelo de la finca Florencia, aledaña al sitio donde se realizó el experimento; seleccionado por sus características de baja fertilidad, con pH de 4,7 y especialmente por mostrar deficiencia de P (8,8 mg/l), principal limitación para la producción en la mayoría de los suelos tropicales.

El suelo se esterilizó en un autoclave a 120°C y 15 libras de presión por 1 h. Posteriormente, se dejó una semana en aireación.

Macetas plásticas con capacidad de 2300 cc se llenaron con 2200 cc de suelo esterilizado. Estas se dispusieron en una mesa en casa de mallas, en un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones. Los tratamientos se describen en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Tratamientos utilizados. Turrialba, Costa Rica, 1997.

Tratamientos	Descripción	Código
1	Testigo	T
2	<i>M. exigua</i>	ME
3	<i>M. exigua</i> + <i>Entrophospora colombiana</i>	ME+ECLB
4	<i>M. exigua</i> + <i>Gigaspora margarita</i>	ME+GMRG
5	<i>E. colombiana</i>	ECLB*
6	<i>G. margarita</i>	GMRG**

*, ** Pérez y Schenck (1990).

Las plántulas de café se seleccionaron por homogeneidad en altura, desarrollo de hojas cotiledonales, color, sanidad, así como por la similitud en forma y longitud de la raíz.

El inóculo de los hongos MVA (suelo+raíces+esporas) provino del banco de Micorrizas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, Cali, Colombia). Se utilizaron 4 g/maceta de inóculo, los cuales se aplicaron al momento del trasplante. El inóculo de *M. exigua* (ME) provino de raíces de cafeto colonizadas por el nematodo y se utilizaron 3000 juveniles J2/maceta, los cuales se aplicaron 30 días después del trasplante (ddt).

A los 100 ddt se evaluó el índice de agallamiento (escala sugerida por Luc *et al.* 1990), la tasa de multiplicación del nematodo (población final/inicial (Pf/Pi)) (se consideraron solo J2 y se utilizó la transformación $\log_{10}(x+1)$ para el análisis estadístico), porcentaje de colonización de MVA en raíces, número de esporas de los hongos MVA, biomasa de las plantas (peso seco) y contenido de fósforo, nitrógeno, potasio, calcio y magnesio en hojas (%). El área foliar se evaluó a los 44,69 y 100 ddt.

Los nematodos fueron recuperados del suelo mediante los métodos descritos por Niblack y Hussey (1985). Las esporas de MVA se extrajeron y cuantificaron a partir de muestras de 50 g de suelo, utilizando la técnica del tamizado sugerida por Brundrett *et al.* (1994). El porcentaje de infección en raíces se estimó mediante la observación al microscopio (40X) de raíces clareadas con KOH al 10% y teñidas con azul de tripano al 0,05%, según la metodología sugerida por Koske y Gemma (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los índices de agallamiento inducidos por *M. exigua* en raíces de café fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,01$) entre los tratamientos ME, ME+ECLB y ME+GMRG. Los hongos MVA redujeron en 20% el índice de agallamiento (Fig. 1).

Se ha informado que *Glomus intraradices* afecta la reproducción de *M. incognita* en raíces micorrizadas; asimismo la multiplicación de este nematodo es menor al compararse con aquellas no micorrizadas (Smith *et al.* 1986). También *Glomus macrocarpum* redujo el número de agallas inducidas por *M. incognita* en raíces de soya (Shenck 1981). En este experimento, la razón Pf/Pi fue estadísticamente diferente (valor $T < 0,05$). La combinación ME+GMRG disminuyó en 88,5% la tasa de multiplicación del nematodo con respecto al tratamiento ME. Asimismo, el tratamiento ME+ECLB mostró una reducción del 56,1% para este parámetro (Fig. 2). Con base en estos resultados, es posible que *G. margarita* sea

más eficaz para el control de *M. exigua* en café, pero es necesario continuar su evaluación.

G. margarita ejerció un efecto positivo al suprimir el daño inducido por el nematodo; además afectó marcadamente la multiplicación de *M. exigua*. Resultados similares fueron señalados por Rivas-Platero *et al.* (1998) y Siddiqui y Mahmood (1998) cuando evaluaron *Glomus* spp. y *Glomus mosseae* contra *M. arabicida* y *M. javanica*, respectivamente, en tomate.



Fig. 1. Indice de agallamiento debido a *M. exigua* en plantas de café a los 100 días después del trasplante con y sin la aplicación de hongos MVA. Turrialba, Costa Rica. 1997.

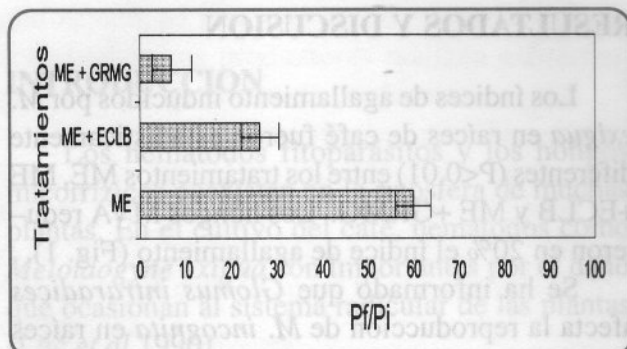


Fig. 2. Tasa de multiplicación de *M. exigua* en plantas de café a 100 días después de trasplantar con y sin hongos MVA. Turrialba, Costa Rica. 1997.

En términos generales, la reducción en la multiplicación de *M. exigua* inducida por *E. colombiana* y *G. margarita* fue satisfactoria. Los posibles mecanismos del modo de acción de estos hongos hacen pensar que son capaces de modificar la exudación radicular, transformando el patrón de atracción de la planta hacia el nematodo. En consecuencia, ciertos cambios fisiológicos, desconocidos por ahora, podrían afectar la colonización del nematodo y por consiguiente, su

desarrollo en la planta hospedante (Suresh *et al.* 1985, Linderman 1992). Estos factores estarán en función de la interacción hongo micorrízico-planta-nematodo-suelo.

Con respecto al área foliar, *G. margarita* y la combinación ME + GRMG registraron los mayores valores, superando al testigo ($P < 0,05$) (Fig. 3). Mientras que *M. exigua*, *E. colombiana* y ME + ECLB estuvieron por debajo de los 35 cm² (Fig. 4). Esto sugiere que *E. colombiana* no promovió el incremento de esta variable. Asimismo, existe la posibilidad de la ocurrencia de un efecto antagónico entre *M. exigua* y este hongo (Hussey y Roncadori 1982).

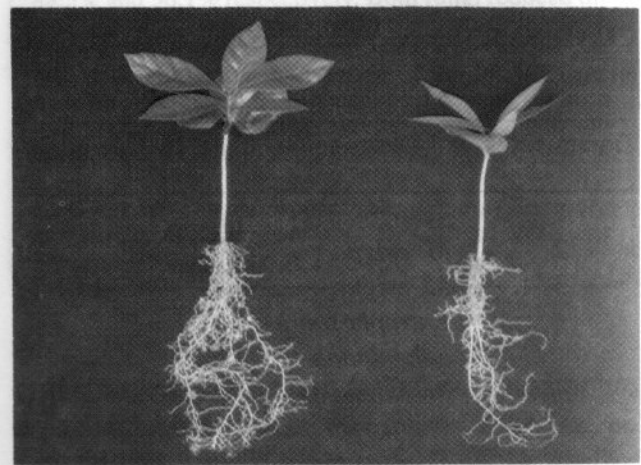


Fig. 3. Plántulas de café. a) Izquierda: micorrizada con *G. margarita* y b) Derecha: testigo. Turrialba, Costa Rica. 1997.

En cuanto al desarrollo de los hongos MVA, se estableció que las interacciones ME + ECLB y ME + GRMG registraron mayor esporulación, en relación a *E. colombiana* y *G. margarita* solos. Resultados similares fueron obtenidos por Bagyaraj *et al.* (1979), Kellan y Shenck (1980) y Rivas-Platero (1998) donde la presencia del nematodo hizo que el hongo MVA aumentara su esporulación. La colonización de los hongos MVA mostró diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$) en todos los casos fue superior a 90% (Fig. 5).

Los tratamientos que incluyeron el hongo *G. margarita* mostraron mayor peso seco. Esta variable fue estadísticamente diferente entre tratamientos ($P < 0,05$). Se observó que *M. exigua* redujo en 25% esta variable con respecto al testigo

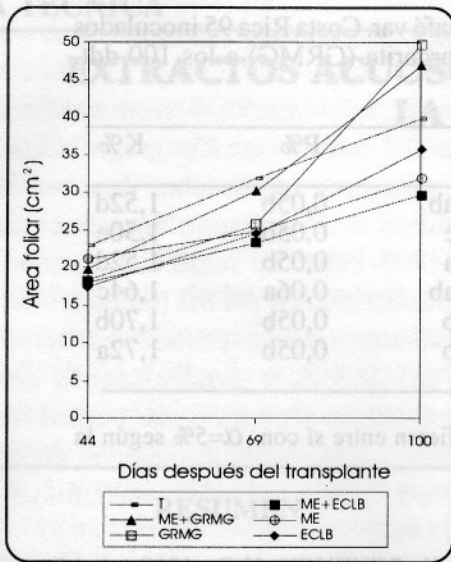


Fig. 4. Área foliar de plantas de café bajo la influencia de *M. exigua* y hongos MVA. Turrialba, Costa Rica. 1997.

(Fig. 6). Este resultado fue coincidente con el área foliar, y destaca que a mayor biomasa mejor condición nutricional de la planta para soportar el ataque de los nematodos (Bagyaraj *et al.* 1979).

El contenido de fósforo de las plantas mostró diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$); ME+GRMG registró 0,06% (Cuadro 2). Los niveles de P y Ca estuvieron por debajo del ámbito normal para este cultivo (Marschner 1986). Este resultado no correspondió a lo esperado y la tendencia observada no coincidió con lo observado por Rivas-Platero *et al.* (1998) cuando evaluaron esta variable en plantas de tomate micorrizadas con la presencia de *M. arabisida*. Los niveles de nitrógeno (N) fueron aceptables $> 3,5$ en las plantas micorrizadas y en el testigo, excepto en *M. exigua* solo. Lo mismo ocurrió para el calcio (Ca) que fue alto en presencia del hongo MVA.

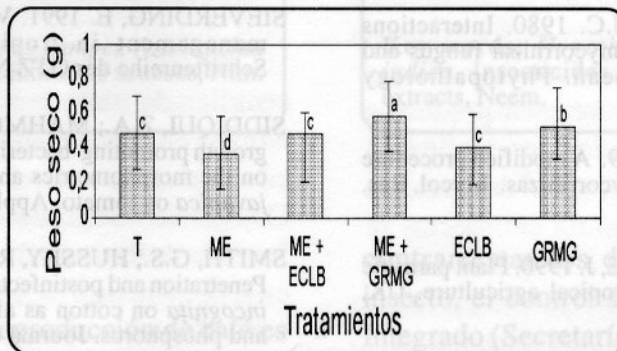


Fig. 6. Peso seco (g) de plantas de café según los tratamientos evaluados a los 100 ddt. Turrialba, Costa Rica. 1997.

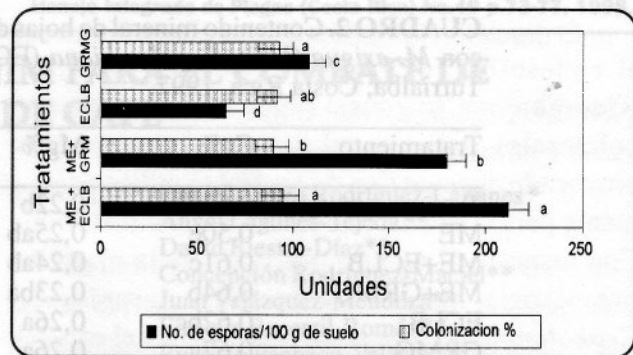


Fig. 5. Número de esporas por 100 g de suelo y su colonización radicular (%) en café a los 100 días después de trasplantar. Turrialba, Costa Rica. 1997.

Una situación semejante se presentó con el potasio (K), excepto en T, ME y ME+ECLB. El contenido de magnesio fue normal (Marschner 1986). La respuesta observada coincide con los resultados obtenidos por Pinochet *et al.* (1997) cuando evaluaron el efecto de *M. javanica* en plantas de banano micorrizadas con *Glomus intraradices*.

La información obtenida revela que los hongos micorrízicos muestran un potencial muy alto como opción al manejo integrado de nematodos y actúan como promotores del crecimiento de las plantas. En el futuro es importante continuar la evaluación de otras cepas de hongos MVA, principalmente nativos, que puedan ofrecer una opción no química para el manejo de los nematodos agalladores. La eficacia en la reducción de los parámetros de desarrollo de otros fitonematodos debe evaluarse.

La asociación ente las plantas de café y los hongos *E. colombiana* y *G. margarita* incrementó la tolerancia a *M. exigua*, compensando el daño causado por el nematodo.

CUADRO 2. Contenido mineral de hojas de plantas de café var. Costa Rica 95 inoculados con *M. exigua* (ME), *E. colombiana* (ECLB) y *G. margarita* (GRMG) a los 100 ddt. Turrialba, Costa Rica. 1997.

Tratamiento	Ca%	Mg%	N%	P%	K%
T	0,53d*	0,22b	3,92ab	0,05b	1,52d
ME	0,50e	0,25ab	3,50c	0,05b	1,50e
ME+ECLB	0,61c	0,24ab	3,95a	0,05b	1,52d
ME+GRMG	0,64b	0,23ba	3,92ab	0,06a	1,64c
ECLB	0,62bc	0,26a	3,90b	0,05b	1,70b
GRMG	0,67a	0,26a	3,90b	0,05b	1,72a

*Medias con la misma letra en una misma columna, no difieren entre sí con $\alpha=5\%$ según la Prueba Duncan.

LITERATURA CITADA

- BAGYARAJ, D.J.; MANJUNATH, A.; REDDY, D.D.R. 1979. Interaction of vesicular arbuscular mycorrhiza with root knot nematodes in tomato. *Plant and Soil* 51:397-409.
- BRUNDRETT, M.; MELVILLE, L.; PETERSON, L. (eds.). 1994. Practical methods in mycorrhiza research. Canada. Mycologue Publications. 161 p.
- DEHNE, H.W. 1982. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology* 72(8):1115-1119.
- HUSSEY, R.S.; RONCADORI, R.W. 1982. Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. *Plant Disease* 66(1):9-14.
- KELLAN, M.K.; SCHENCK, N.C. 1980. Interactions between a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and root-knot nematode on soybean. *Phytopathology* 70:293-296.
- KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. 1989. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res.* 92(4):486-488.
- LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. UK, CAB International. 629 p.
- LINDERMAN, R.G. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. In *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. American Society of Agronomy. ASA Special Publication No. 54 p.45-70.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. California, USA, Academic Press. 674 p.
- NIBLACK, T.L.; HUSSEY, R.S. 1985. Extracción de nematodos del suelo y de tejidos vegetales. In B.H. Zuckerman, W.F. Mai y M.B. Harrison (eds). Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 235-246.
- PEREZ, Y.; SCHENCK, N.C. 1990. A unique code for each species of VA mycorrhizal fungi. *Mycologia* 82(2):252-250.
- PINOCHET, J.; FERNANDEZ, C.; JAIZME, M. del C.; TENOURY, P. 1997. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javanica* responds to *Glomus intraradices* and phosphorus. *HortScience* 32(1):101-103.
- RIVAS PLATERO, G.G.; ROJAS MIRANDA, T.; CUERVO ANDRADE, J. 1998. Interacción del hongo vesículo arbuscular *Glomus* spp. con *Meloidogyne arabicida* en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 47:41-43.
- SCHENCK, N.C. 1981. Can mycorrhizae control root disease? *Plant Disease* 65(3):230-234.
- SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Germany Schriftenreihe der GTZ No. 224. 371 p.
- SIDDIQI, Z.A.; MAHMOOD, I. 1998. Effect of a plant growth promoting bacterium, an AM fungus and soil types on the morphometrics and reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato. *Applied Soil Ecology* 8(1-3):77-84.
- SMITH, G.S.; HUSSEY, R.S.; RONCADORI, R.W. 1986. Penetration and postinfection development of *Meloidogyne incognita* on cotton as affected by *Glomus intraradices* and phosphorus. *Journal of Nematology* 18(4):429-435.
- SURESH, C.K.; BAGYARAJ, D.J.; REDDY, D.D.R. 1985. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on survival, penetration and development of root-knot nematode in tomato. *Plant Soil* 87:305-308.

EXTRACTOS ACUOSOS DE NIM PARA EL COMBATE DE LA BROGA DE CAFE

Daniel Arturo Rodríguez-Lagunes *
 Angel Lagunes-Tejeda **
 David Riestra-Díaz **
 Concepción Rodríguez-Maciel **
 Juan Velázquez-Mendoza **
 Enrique Becerril-Román **
 Evaristo Pacheco-Velasco **

RESUMEN

En México para contrarrestar los daños ocasionados por la broca de café (*Hypothenemus hampei*), los esfuerzos se han enfocado en un programa de manejo integrado, combinando el control legal, químico y biológico; sin embargo, se carece de la infraestructura necesaria para implementarlos. Este estudio propone incorporar al Programa de Manejo Integrado de la Broca el uso de las semillas de Nim (*Azadirachta indica*), como insecticida vegetal. Se evaluó la estabilidad de los extractos acuosos a partir de semillas de *A. indica* y su eficiencia en la protección de los frutos de café bajo diferentes dosis. El análisis de los resultados muestran que los extractos acuosos de las semillas de nim elaborados 24 y 48 h. antes de la aplicación permanecen estables. De las dosis evaluadas, las concentraciones 2,5% y 5,0% fueron más efectivas con 73% y 75% de protección de los frutos de café, respectivamente, superando a la presentación comercial del insecticida.

Palabras claves: *Hypothenemus hampei*, *Azadirachta indica*, Insecticidas vegetales, Extractos acuosos, Nim.

ABSTRACT

AQUEOUS EXTRACTS OF NEEM FOR THE CONTROL OF COFFEE BERRY BORER. In Mexico, in order to avoid the damage caused by coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), control has been focused on a programme of integrated management, combining standard, chemical and biological control; however, there is a lack of the necessary infrastructure to implement these methods. This study suggests the inclusion into the programme, of neem (*Azadirachta indica*) seeds as a natural insecticide. The stability of aqueous extracts of *A. indica* seeds, and the ability of different doses to protect the coffee fruits were evaluated. Analysis of the results showed that aqueous extracts of neem seeds, prepared 24 and 48 hours before application, remain stable. Of the evaluated doses, concentrations of 2.0% and 5.0% were most effective with 73% and 75%, respectively, of the coffee fruits protected, exceeding the performance of the commercial insecticide.

Key words: *Hypothenemus hampei*, *Azadirachta indica*, Insecticides of botanical origin, Aqueous extracts, Neem.

INTRODUCCION

Una limitación para la producción de café es la broca del fruto (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Esta plaga se alimenta, reproduce y desarrolla directamente en el interior del grano, incluso un ataque mínimo a la almendra se considera como mancha, lo cual no permite alcanzar el nivel de calidad para exportación (Velasco 1995). Para

contrarrestar los daños ocasionados por este insecto, el control se ha enfocado en el Manejo Integrado (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural 1995). A partir de 1993, esta entidad implementó una Campaña Nacional de Manejo Integrado de Plagas; la cual incluye capacitación, divulgación, investigación, muestreo, control legal, químico y biológico (Gradilla 1995 e INIFAP 1994). El análisis de estas acciones revelan que a pesar de los esfuerzos de las instituciones involucradas, se carece de la infraestructura necesaria para desarrollar e implementar actividades que minimicen el daño ocasionado por este insecto.

Recibido: 11/02/97. Aprobado: 07/07/98.

*Estudiante del Programa de Postgrado en Agroecosistemas Tropicales-Campus Veracruz-IRN-Colegio de Postgraduados, México. Apdo. Postal 143, C.P. 94500, Córdoba, Veracruz, México.

**Personal Académico del Colegio de Postgraduados, México.

El descubrimiento de la resistencia de *H. hampei* al endosulfán, en Nueva Caledonia, Oceanía (Georghiou y Lagunes 1991) y los problemas colaterales del uso del control químico, han provocado que este tipo de control se utilice únicamente para combatir nuevos focos de infestación. Con respecto al control biológico de la plaga, la promisoriosa introducción del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* Betrem y el uso del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) (Vuill.) se encuentran en proceso de validación; sin embargo, el estado de Veracruz, no cuenta con la capacidad requerida para la producción masiva de estos organismos.

Por tanto, persiste la necesidad de continuar la búsqueda de alternativas de manejo de la plaga que sean compatibles con la estrategia de la campaña nacional, y que sean acordes a la idiosincrasia del productor cafetalero. En la búsqueda de estas alternativas se han estudiado muchas plantas con propiedades plaguicidas. En general, los extractos de algunas plantas pueden actuar como insecticidas, con cierto grado de selectividad para la fauna benéfica y ser utilizados como productos comerciales, sin causar perjuicios al equilibrio natural de los sistemas, contaminar el ambiente y afectar la salud humana.

El árbol de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) es una de las especies con propiedades insecticidas más estudiadas, del cual se obtienen productos competitivos en precio y calidad con los insecticidas sintéticos. En el mundo, el uso de extractos de semillas de nim para el control de insectos se ha incrementado debido a su efectividad contra diferentes plagas, a su escaso efecto sobre la fauna benéfica y animales domésticos, así como a su bajo costo y compatibilidad con los sistema de manejo integrado de plagas (Schmutterer 1994). Con base en lo anterior, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el uso de un extracto acuoso de las semillas del árbol de nim *A. indica*, como parte de un programa de manejo integrado de *H. hampei*, y determinar las dosis óptimas y la estabilidad del extracto en el tiempo.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en una finca cafetalera de 10 hectáreas, en Congregación de la Luz Palotal, municipio de Córdoba, Veracruz, México, a una altitud de 890 msnm, durante el ciclo del cultivo 1995-1996. El suelo es franco-arcilloso, con buena fertilidad y pH 8,2 (unidades de luvisol vértico, cambisol éutrico y rendzinas), temperatura media de 19,5°C, y precipitación anual de 2100 mm, siendo el período más húmedo de junio a diciembre, con sequía intraestival en agosto y setiembre y vientos ligeros en abril, mayo y junio (García 1981).

La plantación utilizada tiene 8 años de establecida, conformada por plantas de las variedades típica (porte alto), caturra rojo (porte bajo) y bourbon (porte alto), densidad de siembra de 2500 plantas por ha (marco real 2x2) y sistema productivo de policultivo comercial tecnificado, con sombra proporcionada por plátano vainillo (*Musa* sp), chalahuite (*Inga* sp.) cedro (*Cedrela odorata*), naranja (*Citrus sinensis*) e huizache (*Acacia pennatula*) y grado de infestación de *H. hampei* de 3%.

Preparación de los productos utilizados.

a) Recolección y procesamiento de las semillas de nim: Las semillas se obtuvieron de árboles en crecimiento libre, con cuatro años de edad, ubicados en el campo experimental del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Instituto de Recursos Naturales, Campus Veracruz, en setiembre de 1995. Esta localidad está ubicada a 29 msnm en condiciones de trópico subhúmedo.

Las semillas al 2,5% de humedad, contenían 40% de aceite (400 mg/g de semilla) 29,85% de extracto metanólico (298,5 mg/g de semilla), nueve compuestos de extracto hexánico y 12 en extracto metanólico. Estos constituyentes fueron detectados mediante cromatografía de capa fina; así como también la presencia de flavonoides en el insaponificable, con un contenido de azadirachtina en el extracto metanólico de 0,92 g/kg de semilla (Corona *et al.* 1995).

A los frutos cosechados se les retiró la pulpa manualmente; las semillas se secaron al aire libre bajo sombra durante 4 a 7 días. Posteriormente, se les retiró la cáscara y trituraron mecánicamente. Este producto se conservó en refrigeración (8-10°C) para su posterior utilización.

b) Elaboración de los extractos acuosos y presentación del insecticida comercial: Se pesaron 5, 15, 25 y 50 g de semillas molidas y se depositaron en recipientes que contenían 1 L de agua. A cada solución se agregó 2 ml de adherente comercial. Las soluciones se dejaron en reposo durante 24 y 48 h., y después se filtraron para eliminar los sólidos. El líquido se etiquetó como EASNIM, para ser utilizado en las pruebas biológicas.

El insecticida de origen botánico formulado comercialmente Neem-X (ingrediente activo, azadiractina 0,4%), se evaluó en dosis de 2 ml/L de agua, al cual se agregó 2 ml de un adherente comercial. Las aplicaciones se realizaron con atomizadores manuales de 250 ml de capacidad.

Diseño experimental: Los factores evaluados fueron el tiempo de formulación (24 y 48 h. antes de la aplicación) y la dosis (6 en total). Se usó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2x6. Los tratamientos fueron los siguientes: extracto de semillas al 0,5% (T1), al 1,5% (T2), al 2,5% (T3), al 5% (T4), Neem-X al 0,2% (T5) y adherente comercial al 0,2% (T6), estos últimos como tratamientos comparativo y testigo, respectivamente. La unidad experimental consistió de 2 ramas productivas y los frutos de café como unidad de muestra, a los cuales se les asperjó 10 ml de extracto acuoso con adherente comercial (2ml/L) para cada tratamiento:

El modelo que describe el diseño se enuncia a continuación:

$$\gamma_{ijk} = \mu + H_i + D_j + HD_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

γ_{ijk} = Variable de respuesta (frutos perforados).

μ = Efecto de la media general

H_i = Efecto del i-ésimo tiempo de formulación (24 y 48 h.)

D_j = Efecto del j-ésima dosis (0,5, 1,5, 2,5, 5,0%)

HD_{ij} = Interacción tiempo de formulación y dosis

ϵ_{ijk} = Error experimental K = 1,2,3.

Pruebas en campo: Con el objetivo de observar el fruto perforado y los daños ocasionados por el insecto se indujo infestación artificial. Para ésto se utilizaron mangas entomológicas, tipo CORDOBA-CP (tubo de malla metálica de 35 cm de largo/10 cm de diámetro, cubierta de tela de organza), las cuales contenían una rama productiva con 25 o más frutos verdes sanos, donde se colocaron 25 adultos de *H. hampei* por manga, 24 h. antes de la aplicación de los tratamientos. Esos insectos permanecieron en estas mangas 10 días a temperatura media de 21°C y humedad relativa de 74±2%.

Análisis de los resultados: De cada rama, se retiró una muestra al azar de 25 frutos y se cuantificó el número de frutos perforados. Se consideró que un tratamiento era efectivo cuando éste reflejaba un porcentaje igual o superior al 70% de frutos sanos, respecto al testigo. La eficiencia del tratamiento se calculó con la formula de Abbott (Abbott 1925):

$$E = \left(\frac{\%IT - \%ITr}{\%IT} \right) \times 100$$

donde:

E (Eficiencia), IT (Infestación en el testigo), ITr (Infestación en tratamiento).

Para analizar la estabilidad de los extractos elaborados 24 y 48 h. antes de la aplicación, se analiza el porcentaje de frutos dañados obtenido mediante el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System). El análisis de varianza se realizó transformando los porcentajes obtenidos mediante arco-seno-raíz cuadrada del porcentaje para cada uno de los tratamientos evaluados.

CUADRO 1. Análisis de varianza para el porcentaje de fruto dañado por la broca del fruto de café *H. hampei*. Córdoba, Veracruz, México. 1995/1996.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.C.	Pr>F
Tiempo	16,00	16,000	0,15	0,7036
Dosis	1557922	3115,84	28,8**	0,0001
Tiempo*Dosis	398,3530	7966	0,74	0,6021
R ² = 0,86			C.V.= 23,31	

**Existe diferencia significativa P<0,05

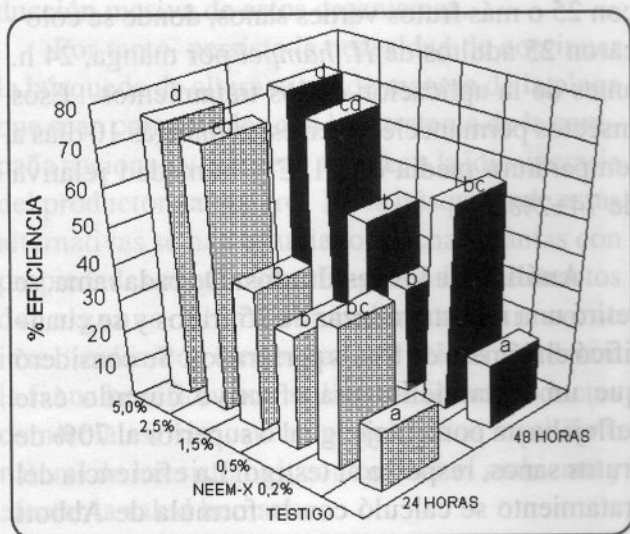


Fig. 1. Estabilidad de los tratamientos elaborados a las 24 y 48 horas antes de la aplicación, para la protección de frutos de café del ataque de *H. hampei*, Córdoba, Ver., México. 1995.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estabilidad de las formulaciones: No existen diferencias estadísticas ($P>0,05$) en el tiempo de elaboración (24 y 48 h.) en las diferentes dosis de los extractos acuosos de semillas de nim (Cuadro 1), por tanto, el producto se muestra estable al menos hasta 48 h. después de preparado. Sin embargo, los extractos al 0,5%, 2,5% y 5,0% preparados 24 h. antes de la aplicación presentaron mayor efectividad, con 33%, 74% y 76% de frutos de café sanos (Fig. 1). Los extractos al 1,5% y Neem-X evitaron mayor daño al presentar porcentajes de frutos dañados por la broca (46% y

58%, respectivamente), cuando se elaboró 48 h. antes de la aplicación.

Dosis efectivas: De acuerdo a la fórmula de Abbott, los tratamientos que presentaron un porcentaje igual o superior al 70% de eficiencia en la protección de los frutos de café, con respecto al testigo, fueron las dosis con 24 h. de elaboración de los extractos al 2,5% y 5,0% con un porcentaje de efectividad del 73% y 75%, respectivamente. Estos tratamientos mostraron mayor eficiencia que Neem-X (Fig. 2). Cuarenta y ocho horas después de la elaboración, los extractos de nim mostraron una ligera reducción en su efectividad cuando se utilizaron dosis altas; el porcentaje de eficiencia del tratamiento extracto

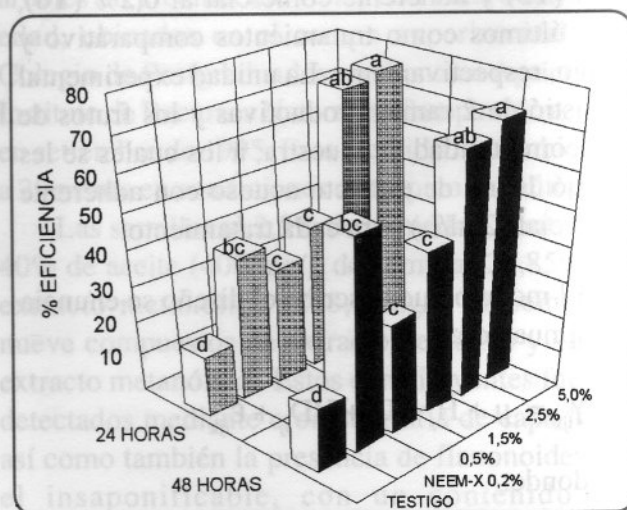


Fig. 2. Tratamientos y dosis efectivas para la protección de frutos de café del ataque de *H. hampei*, Córdoba, Ver., México. 1995.

al 5,0% se mantuvo en el rango de protección establecido (Fig. 2).

Si se consideran las bondades de un insecticida botánico aplicado en condiciones de campo, la semilla del árbol de nim puede representar una alternativa como insecticida para el control de *H. hampei*, debido a que su efectividad en dosis altas fue notoria, con porcentajes de frutos de café sanos superiores al 70%.

En todas las ramas productivas de café tratadas con extractos de semillas de nim, se observó principalmente un efecto de repelencia. En algunos casos el fruto atacado por la broca, sólo mostraba raspaduras superficiales.

CONCLUSIONES

En general, los extractos acuosos a partir de las semillas del árbol de nim mostraron estabilidad en su elaboración tanto a las 24 como 48 h. antes de la aplicación.

Los productos elaborados 24 h. antes de la aplicación, presentaron mayor porcentaje de efectividad en la protección del fruto de café.

Para fines estratégicos y como un elemento del manejo integrado de la broca, se recomienda la dosis mínima de 25 g de semilla sin cascara de nim /L de agua, cantidad de semilla que puede obtenerse de siete árboles jóvenes o de dos adultos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Martín Suazo Martínez, Presidente de la Junta Local de Sanidad Vegetal de Córdoba, México y a la Q.F.B. Judith Corona García y Q.A. Lino Debernardi Marini, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, por el apoyo brindado en la fase operativa y al Sr. Toribio Tress Croda, por facilitar su finca.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, por el financiamiento de los estudios de postgradó del primer autor.

LITERATURA CITADA

ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economy Entomology* 18:265-267.

CORONA, G.J.; DEBERNARDI, L.M.; RODRIGUEZ, D.A.L. 1995. Reporte del análisis químico de las semillas de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). México, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana y Campus Córdoba-IF-Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 5 p.

GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema climático de Köppen. 3 ed. México. s.p.

GEORGHIOU, G.P.; LAGUNES, T.A. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Rome, FAO. p. 68.

GRADILLA, M.A. 1995. Situación actual de la Campaña contra la Broca y Roya del Café. *In* Notas del Curso de Aprobación Fitosanitaria en la Campaña Nacional contra la Broca y Roya del Café. Banderillas, México. SAGAR-SEDAP-CRUO-UACH-INCA RURAL. s.p.

INIFAP. 1994. Tecnología para la producción de café en México. México. División Agrícola. Folleto Técnico Núm. 8. 89 p.

SCHMUTTERER, H. 1994. Actual status of research and use of Neem insecticides. *In* Memorias del Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros insecticidas vegetales. República Dominicana. p. 1.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL-NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-FITO-1995. Proyecto por la que establece la campaña contra la broca del café. *In* Diario Oficial de México, 22 de agosto de 1995.

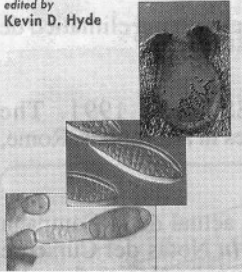
VELASCO, P.H. 1995. La broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr., su control efectivo aplicando manejo integrado. *In* Manual para técnicos y productores. Programa de Investigación y Desarrollo en Regiones Cafetaleras (PIDRCAFE). Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de Centros Regionales, Centro Regional Universitario de Oriente. 28 p.

SECCION INFORMATIVA

RESEÑAS DE PUBLICACIONES

BIODIVERSITY OF TROPICAL MICROFUNGI

edited by Kevin D. Hyde



HYDE, E.D. 1997. Biodiversity of Tropical Microfungi. Hong Kong, University Press. 421 p.

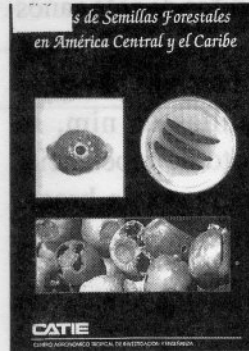
Por la novedad del tema, este libro constituye un gran aporte al tema. Los capítulos versan sobre a uno de los tópicos menos estudiados, la diversidad tropical de microhongos en diferentes hábitat del trópico. El énfasis

está en los Ascomicetos y Deuteromicetos. Los microhongos desempeñan un papel muy importante en los ecosistemas, participan en el reciclaje de nutrimentos, promueven el crecimiento de las plantas, son fuente de alimento y mejoran la calidad del aire contaminado. También son económicamente importantes como patógenos de plantas y animales; sin embargo, algunos poseen potencial en los ámbitos bioindustriales y farmacéuticos.

Se presenta un estado del arte que atañe a la diversidad de los microhongos tropicales. Comenta los aspectos sobre la medición y monitoreo de la biodiversidad de estos organismos y se discuten algunos criterios que pueden ser potencializados en la industria química-farmacéutica. En 19 capítulos se describe la biodiversidad de diferentes grupos de estos hongos en su correspondiente hábitat.

El libro está cuidadosamente estructurado e ilustrado, incluye fotografías a color y blanco y negro, mapas y cuadros que complementan armoniosamente la información presentada.

Cada uno de los autores hace un importante aporte a este microcosmo: los microhongos del trópico. Este texto se recomienda a quienes deseen incursionar o ampliar sus conocimientos sobre micología tropical. **(Reseñado por: M.Sc. Gonzalo Galileo Rivas Platero. CATIE, Area de Agricultura Tropical Sostenible).**



CATIE. 1997. Plagas de Semillas Forestales en América Central y el Caribe. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Manual Técnico No. 25. 113 p.

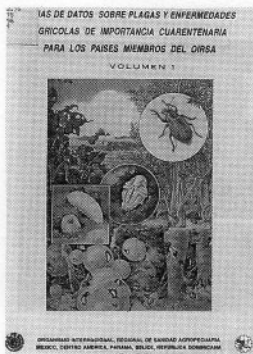
Las especies forestales, al igual que los cultivos agrícolas no escapan del ataque de organismos plaga. Las producción silvícola y forestal está consciente del

problema que ocasionan algunos organismos en las estructuras reproductivas, principalmente la semilla de los árboles. De la sanidad de la semilla dependerá el éxito de la producción forestal, ésta puede ser el vehículo de diseminación de patógenos, insectos, etc. que pueden afectar las etapas de germinación e incluso transportar a la plaga a otras regiones o países.

Lo anterior obliga al conocimiento de las principales plagas que atacan a las especies forestales y ésto se puede lograr mediante la consulta en textos, como el presente que enfoca de manera clara y sencilla aspectos relacionados con factores bióticos y abióticos que pueden afectar las estructuras reproductivas de los árboles, describe los daños, presenta descripciones de las plagas, esquemas y fotografías de daños y agentes causales. También, incluye recomendaciones para la prevención y manejo de problemas fitosanitarios en rodales semilleros durante los procesos de recolección transporte, almacenamiento y siembra de las semillas.

El libro es un valioso aporte para la forestería de la región, y la autora Marcela Arguedas del Instituto Tecnológico de Costa Rica hace una contribución muy valiosa.

(Reseñado por: M.Sc. Gonzalo Galileo Rivas Platero. CATIE, Area de Agricultura Tropical Sostenible).



OIRSA. 1994. Bases de datos sobre plagas y enfermedades agrícolas de importancia cuarentenaria para los países miembros del OIRSA. Vol. I, II, IV. San Salvador, El Salvador. v. I, II y IV.

Los tres volúmenes son un excelente aporte al conocimiento de las plagas cuarentenarias para los países

miembros de OIRSA. Incluyen información sobre identificación, ciclo de vida, biología, hábitos,

sintomatología, daños, hospedantes, distribución geográfica, importancia económica, medidas cuarentenarias y tácticas de manejo para cada una de las especies incluidas. Estos volúmenes contienen información sobre insectos, hongos, nematodos, malezas y ácaros.

Por tanto, esta obra posee información de gran utilidad no solo para el personal que labora en actividades cuarentenarias, sino también para estudiantes universitarios, investigadores y organismos relacionados con la sanidad agropecuaria en los países de la región centroamericana.

(Reseñado por: MSc. Daniel Coto. CATIE. Unidad de Fitoprotección).

NUEVA PUBLICACION CATIE

Próximamente estará a la venta la segunda edición del libro **Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios de América Central** de J. Saunders, D. Coto y A. King.

Esta incluye información sobre ciclo de vida, distribución, hospedantes, daños, identificación y alternativas de manejo de aproximadamente 450 plagas de importancia económica de los cultivos anuales más importantes de América Central, con más de 460 fotografías a color.

Además incluye una clave taxonómica de estas plagas por cultivo. La presente edición es una versión ampliada y actualizada con respecto a la primera.

El libro está dirigido a investigadores, extensionistas, profesores y estudiantes, de instituciones públicas, privadas y ONGs involucradas en la producción agrícola sostenible.



Mayor información:

CATIE
7170 Turrialba, Costa Rica
Tel. (506)556-0501, 556-1533
(506)556-1632. Fax: (506)5560606
EMail: bibliot@catie.ac.cr
cicmip@catie.ac.cr

Este obra estará también disponible en disco compacto.

FUTUROS EVENTOS

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 Simbiosis Micorrízica

Información:

Dr. Javier Farías Larios
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Apartado Postal 36
Carretera Colima - Manzanillo Km 4028100. Tecoman, Colima, México
Telefax: (332)4-4237 / 4-4642
EMail: jfarías@volcan.ucd.mx

4 - 6 Noviembre, 1998

Reunión Anual de la Sociedad Mexicana de Control Biológico.

Información:

J.S. Bernal
Laboratorio de Control Biológico
Texas A & M University College Station
TX 77843-2475, USA
Tel.: 1-409.862-8378
Fax: 2-409-845-7977
EMail: jsb7473@unix.tamu.edu

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

11 - 13 Noviembre, 1998

2 Congreso Nacional de Entomología de Chile

Información:

Universidad de Concepción
Casilla 2407
Concepción, Chile
Tel.: 56-41-204-157
Fax: 56-41-244-805
EMail: entomolo@udec.cl

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

1 - 4 Diciembre, 1998

Congreso Internacional de Producción Orgánica de Hortalizas en el Trópico

Información:

REDCAHOR
Apartado 6742-1000
San José, Costa Rica
Tel.: (506)229-0222
Fax: (506)2294689
EMail: jechever@iica.ac.cr

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

16 - 19 Marzo, 1999

Conferencia Internacional de Tízón Tardío: Una Amenaza para la Seguridad Alimentaria Mundial

Información:

GILB, CIP
Apartado 1558
Lima 12, Perú
Fax: 51-1-349-5638
EMail: m.kearl@cgnnet.com

18 - 19 Marzo, 1999

Symposium on Biological Control in the Tropics

Información:

National Council for Biological Control
MARDI
P.O. Box 12301, 50774 Kuala Lumpur, Malasia
Tel.: 60-03-948-7639
Fax: 60-03-943-7432
EMail: anwar@mardi.my

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 Agricultura 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:

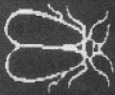
B.N. Rodrigues
EMail: sbcpd@cnpsa.embrapa.br ó noedi@pr.gov.br

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. 24

Setiembre, 1998



NOTA EDITORIAL

Como se anunció en **MBDía** previos, pronto se realizará el **VII Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus**, en Managua. Dicho Taller marca un hito en nuestro **Plan de Acción**, pues nos acerca más al eje estratégico del **Plan**, que es la validación y transferencia de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) para enfrentar el problema. Es por ello que, aprovechando la rica experiencia generada por Nicaragua al respecto en el último decenio, enfatizará **la capacitación para la transferencia de tecnología de MIP, mediante métodos participativos**. Sin duda, es una oportunidad única, que debemos aprovechar y capitalizar en el resto de los países, para beneficio de nuestros agricultores.

PRODUCCION DE TOMATE INDUSTRIAL EN LA REPUBLICA DOMINICANA (1987-1998)

Temporada	Area (ha)		Rendim. (kg/ha)	Procesado (t métricas)
	Cultivada	Cosechada		
1987-1988	8659,4	8659,4	21636,7	185025,5
1988-1989	8805,0	8805,0	21636,7	190863,6
1989-1990	8987,9	8538,5	20194,3	172788,0
1990-1991 ¹	9056,6	8150,9	20194,3	164945,5
1991-1992 ¹	7992,3	7992,3	21889,1	175311,4
1992-1993 ²	6855,3	3729,4	21030,9	78590,9
1993-1994 ²	9150,9	6603,8	11251,1	74443,4
1994-1995	3471,7	3471,7	25242,8	87818,2
1995-1996 ³	8086,5	6915,4	27853,7	193014,8
1996-1997 ⁴	9339,6	8939,7	27680,6	247954,5
1997-1998	9559,7	7298,2	25964,1	189775,5

Ataque leve (1) o severo (2); ataque leve y lluvias fuertes (3); semilleros destruidos por lluvias fuertes, altas infestaciones y *Phytophthora infestans* (4).

(Agradecemos esta información, aportada por el Sr. Jerry W. Dupuy, de Barceló Industrial, la cual fue presentada en el **2nd International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases**, realizado en Puerto Rico este año).

UN CASO ALECCIONADOR

En **MBDía No. 14** se informó acerca del virus TYLCV en la República Dominicana. Este es un caso muy aleccionador, no solamente por las pérdidas devastadoras para la industria tomatera entre 1992 y 1995, sino sobre todo por los esfuerzos sostenidos en las prácticas del MIP (combinación del combate legal, prácticas agrícolas, híbridos tolerantes y uso racional de insecticidas) para superar con eficacia tan grave crisis, en los años posteriores. Además, como se ilustra en el cuadro adjunto, se trata de un caso bien documentado desde el punto de vista económico, lo cual es inusitado en nuestros países.

Este tipo de registro tiene gran valor para fundamentar la importancia y necesidad de establecer programas de manejo, y conseguir así el apoyo de los sectores público y privado



PUBLICACIONES



- 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. Disponemos de una copia en el CATIE, la cual podemos fotocopiar a precio de costo.

- Con el tercer *addendum*, publicado en 1998, el cual contiene 359 nuevas referencias, se ha enriquecido el documento *Bibliography of Bemisia tabaci (Gennadius) and Bemisia argentifolii Bellows and Perring* (S.E. Naranjo, G.D. Butler y T.J. Henneberry). El documento completo se puede obtener por correo electrónico, en la siguiente dirección <http://pwa.ars.usda.gov/wcrl/>. Otra opción es que usted envíe un diskette en blanco y le será devuelto con el contenido del documento, gratuitamente. Para ello debe enviar su solicitud al Dr. Steve Naranjo: *Western Cotton Research Laboratory, 4135 E. Broadway, Phoenix, AZ 85040*. Fax 602-379-4509, snaranjo@asrr.arsusda.gov

Vallejos, 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. 120 p.

Villalba, V. 1997. Efecto de inoculaciones múltiples del geminivirus ToYMV-CR en plantas de tomate tratadas con dosis altas de fósforo. 54 p.



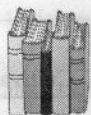
REUNIONES

- Del 31 de enero al 2 de febrero de 1999 se efectuará en Albuquerque, Nuevo México, la **Sétima Reunión Anual sobre el Plan Quinquenal de Moscas Blancas para los EE.UU.** Contacto: Ms. Lisa Arth, *CNAS Deans's Office, 311 College Building North, University of California, Riverside, CA, 92521*. Tel (909) 787-7292, Fax (909) 787-4190, E-mail: lisa.arth@ucr.edu

- Del 11 al 16 de abril de 1999 se realizará en Aguadulce (Almería, España), el **VII International Symposium of Plant Virus Epidemiology**. Contacto: Dr. Alberto Fereres. *CCMA-CSIC, C/Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid, España*. Tel 34-1-5627620, Fax 43-1-5640800, E-mail: ebvaf22@fresno.csic.es

- Del 25 al 30 de julio de 1999 se efectuará en Jerusalén, Israel, el **XIV International Plant Protection Congress (IPPC)**. Contacto: Dr. Jaacov Katan. *P.O. Box 50006, Tel Aviv 61500, Israel*. Tel 972-3-514-0000, Fax 972-3-514-0077 o 517-5674, E-mail: ippc@Kenes.com, Homepage: <http://www.kenes.co.il/IPPC>

TESIS



En años recientes, el CATIE ha tenido una participación importante en la investigación y en difusión de información referida a moscas blancas y geminivirus. Además de coordinar el *Plan de Acción para el Manejo de las Moscas Blancas y Geminivirus en América Latina y el Caribe* y publicar *MBDía*, ha editado dos libros, una bibliografía, varias hojas técnicas y numerosos artículos sobre el tema en la revista *Manejo Integrado de Plagas*. Asimismo, sus estudiantes realizan tesis de *Magister Scientiae*, algunas de las cuales no han recibido suficiente divulgación. Por tanto, a continuación se incluyen los títulos de aquellas realizadas entre 1995-1997, las cuales podemos fotocopiar a precio de costo.

Herrera, F. 1995. Uso de hongos entomopatógenos para el control microbiano de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). 69 p.

Jiménez, J.I. 1996. Evaluación de inductores de resistencia a geminivirus y promotores del crecimiento en el cultivo del tomate. 74 p.

Jovel, J.A. 1997. Movimiento diario de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, diseminación local del mosaico amarillo y fuentes de inóculo del ToYMV-CR en Guayabo, Costa Rica. 93 p.

Padilla, M.R. 1995. Reducción de la severidad del mosaico amarillo del tomate mediante fertilización al suelo. 88 p.

Pérez, O.E. 1996. Evaluación del potencial de adopción de dos tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP), aplicando tres técnicas de extensión con productores de tomate en Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. 144 p.

Suazo, P.E. 1995. Efecto de podas y fertilización foliar sobre la severidad del mosaico amarillo del tomate. 84 p.

Zamora, M.E. 1996. Identificación de plantas silvestres como reservorios de los virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y del mosaico enano del frijol (BDMV) en el valle de Pueblo Nuevo, Nicaragua. 83 p.



ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, EN LA SIGUIENTE DIRECCION:
<http://www.catie.ac.cr/80/~cicmip/>

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

Este boletín es copatrocinado por:

CATIE



BIOLOGIA Y MANEJO DEL DESCORTEZADOR DE PINOS, *Dendroctonus frontalis*

David Cibrián Tovar*

INTRODUCCION

Dendroctonus frontalis es una de las plagas forestales de mayor importancia en los bosques de coníferas que se encuentran a altitudes menores de 2000 msnm en México. También ocasiona graves problemas en bosques de Guatemala y Honduras. En México, entre 1992 y 1997, este descortezador causó la muerte de árboles en superficies mayores a 22 000 ha y obligó al control en más de 3000 ha. Los volúmenes afectados superaron a los 400 000 m³ por año, desafortunadamente una gran parte de este volumen no se aprovechó por estar en zonas inaccesibles. Muchas infestaciones se presentan en bosques de baja importancia comercial (áreas transicionales), en las cuales existen especies de pino de lento crecimiento, que no tienen buena conformación. Por ejemplo, los bosques de *Pinus oocarpa* y *P. pringlei* son muy atacados por los descortezadores. En estas áreas existe poco manejo de bosques, por lo que en muchas ocasiones, las infestaciones únicamente se deben a causas naturales y no a la acción del hombre. Las áreas que fueron infestadas pueden cambiar de uso del suelo, principalmente, para fines agrícolas o de pastoreo. Cuando las infestaciones se presentan en bosques sujetos a un plan de manejo, se tienen alteraciones de gran magnitud en los planes y calendarios de corta; sin embargo, en este tipo de bosques es factible realizar actividades de vigorización de la plantación.

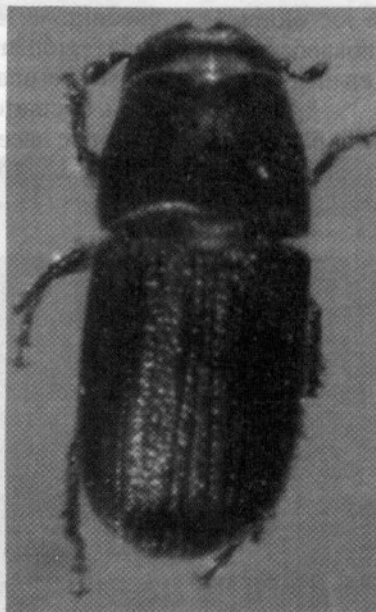


Fig. 1. Adultos de *Dendroctonus frontalis*.

BIOLOGIA Y ECOLOGIA

Hospedantes: *Pinus arizonica*, *P. durangensis*, *P. greggii*, *P. oocarpa*, *P. pringlei*, *P. tecunumanni*, *P. tenuifolia* y *P. teocote*.

Distribución: Chiapas, Durango, Estado de México, Guerrero, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, en México. Además se ha informado de su presencia en Guatemala, Honduras y el norte de Nicaragua.

Descripción: La longitud del cuerpo varía de 2,2 a 3,2 mm, con promedio de 2,8 mm. Los adultos son pardo oscuro, casi negro (Fig. 1); los preadultos son más claros. En la cabeza, la frente es convexa con dos elevaciones laterales en su porción media, abajo del nivel superior de los ojos, que están separados por un surco. En la parte superior de cada elevación y en los márgenes dorsales medios del surco, posee dos gránulos prominentes que algunas veces son de posición media dorsal. El pronoto tiene superficie lisa, con puntuaciones laterales poco abundantes y poco profundas. Declive elitral con pendiente moderada; setas abundantes de dos tamaños, las más pequeñas del ancho de una interestría.

Los huevos son ovalados, un poco elípticos, de consistencia suave y de coloración blanco-perla de 1,5 mm de largo y 1 mm de ancho.

La larva es subcilíndrica, ápoda, blanca-cremosa (Fig. 2). Tiene forma de C, la cabeza es esclerosada y posee un aparato bucal bien desarrollado. La larva madura mide de 5 - 7 mm de longitud. El insecto pasa por cuatro instares larvales. La pupa de 2,2 a 3,2 mm de longitud es blanco-cremosa y suave; presenta la

*Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. CP. 56230 México. EMail: dcibrian@taurus1.chapingo.mx

forma del adulto, pero con rudimentos alares, patas plegadas ventralmente y segmentos abdominales visibles dorsalmente.

Ciclo de vida y hábitos: El ciclo de vida es de 43 a 70 días, aunque puede variar según las estaciones del año o la altitud, por lo que el ciclo es más largo en el invierno que en el verano, con un total de 6 a 7 generaciones por año.

Este se inicia con la emergencia de los adultos de sus árboles hospedantes, saliendo de los árboles en que se desarrollaron, de los cuales vuelan a otros árboles. En ellos se ubican en el fuste, perforan la corteza e inician la construcción de la galería paterna en los tejidos del floema. Al inicio de la actividad de barrenación o un poco después, las hembras adultas liberan feromonas, las cuales, junto con los olores liberados por las perforaciones frescas del hospedante, estimulan a los adultos que se encuentran en el área, a llegar al fuste del árbol.

Por lo general, el ataque se inicia en la porción media del fuste y continúa en ambas direcciones, hacia arriba y hacia abajo. La duración del período de ataque varía, desde pocos días hasta varias semanas, dependiendo de las condiciones climatológicas. La hembra, después de seleccionar el hospedante, inicia la perforación de la corteza seguida del macho, quien le ayuda en la construcción de la galería paterna. Inmediatamente, se inicia la construcción de una cámara nupcial en el floema, en donde copulan. Cuando el flujo de resina es excesivo, construyen galerías adicionales para controlarlo.

Las galerías paternas son sinuosas, con fuertes ángulos, y gran parte de ellas son perpendiculares al eje principal del árbol (Fig. 3). Los machos sólo acumulan los residuos de la excavación en la parte posterior de la galería. En la medida en que la hembra alarga la galería, con cierta frecuencia, construyen pequeñas perforaciones de ventilación que la comunican con el exterior. Al proseguir la construcción

de la galería, estas perforaciones son taponadas. El número de perforaciones es variable, siendo de 8 a 15 por pareja. La hembra inicia la excavación de nichos de oviposición individuales en los lados de la galería materna. Los nichos se disponen en forma alterna, con un espaciamiento de 4-20 mm, donde la hembra deposita un huevo por nicho. Los nichos son tapados con material regurgitado por la hembra.

Después de una a tres semanas, dependiendo de la temperatura, los huevos eclosionan y las larvas emergen, las cuales construyen galerías delgadas, más o menos perpendiculares a la galería materna. Sus galerías son más pequeñas que las maternas y varían de 5 a 20 mm de longitud. Las galerías larvales (Fig. 4) nunca se entrecruzan entre sí, sino que se desvían poco antes de encontrarse. El primer y segundo instares se alimentan de la región interna del floema, mientras que el tercero construye una cámara de alimentación en la misma zona. El cuarto instar se dirige hacia la corteza externa en donde hace una cámara de empupamiento.

El desarrollo larval se completa en uno o dos meses dependiendo de la temperatura. La duración del período de pupa a adulto es de 15 a 30 días. El preadulto permanece en la cámara hasta que se presentan los procesos cuticulares de esclerosamiento y oscurecimiento. Durante este tiempo, el insecto cambia de amarillo a pardo rojizo y finalmente a negro. Cuando los adultos terminan su desarrollo en la cámara de empupamiento, inician la barrenación a través de la corteza externa, hasta hacer un orificio de emergencia al exterior.

El proceso final del ciclo de vida es la emergencia de los nuevos adultos, que ocurre diariamente en pequeñas porciones de la población, en un período que dura de 14 a 28 días. La emergencia se presenta durante el día. La densidad de adultos emergentes varía de 2 a 42 por 100 cm² de corteza, pero se ha informado de densidades hasta de 126 adultos por 100 cm² de corteza.

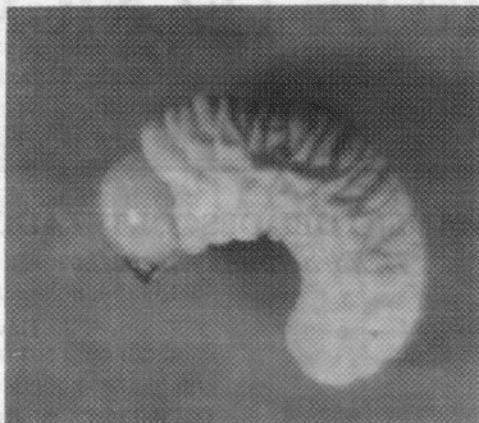


Fig. 2. Larvas de *Dendroctonus frontalis*.

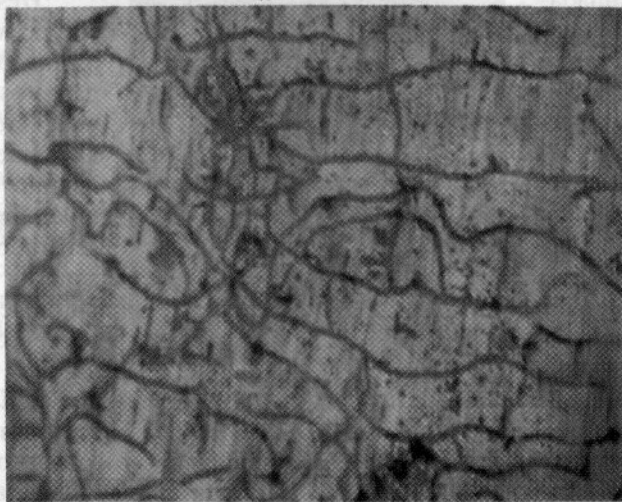


Fig. 3. Patrón de galerías; el eje del árbol es vertical.

El daño directo que ocasiona es la muerte de los árboles. Los insectos introducen hongos manchadores de la madera que contribuyen de manera importante en la muerte del árbol, la cual ocurre en pocos días. Esta plaga es capaz de matar árboles con diámetros desde 5 hasta 100 cm de diámetro a la altura del pecho (DDP, a 1,30 cm del suelo). Por su naturaleza de ciclo rápido, se tienen infestaciones en los árboles vecinos, por tanto, los reductos de árboles infestados pueden ser muy grandes, de más de 10 ha. Los árboles más susceptibles son los dañados por incendios y resinación excesiva, así como las plantaciones de alta densidad, en sitios de baja productividad o aquellos con edad sobremadura.

Existe relación entre el color del follaje de la copa del árbol infestado y los estados de desarrollo del insecto. Al inicio del ataque, el follaje del hospedante es verde y permanece así por una o dos semanas; simultáneamente, la población del descortezador se desarrolla en el interior de los árboles, la cual está constituida por los adultos padres y por huevos. Después el follaje cambia a verde claro o verde amarillento, fase en la que se encuentran larvas de diferentes estados de desarrollo. Cuando el follaje toma una coloración amarilla o pardo rojizo intenso (Fig. 5), la población constará de larvas maduras, pupas, preadultos y adultos emergentes. Cuando el follaje tiene una coloración pardo rojizo opaco, pardo o pardo grisáceo, se considera que los insectos ya abandonaron el árbol. Los árboles que presentan la copa con estas coloraciones no se deberán someter a tratamientos de control directo.

El manejo consiste en la aplicación de tácticas de **prevención** o de **supresión**.

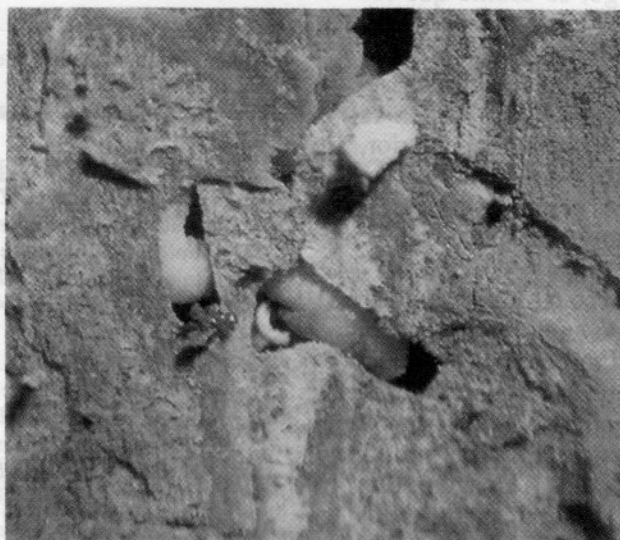


Fig. 4. Larvas y pupas de *Dendroctonus frontalis* en la corteza externa.



Fig. 5. Infestación activa.

Prevención: Se fundamenta en la aplicación de tratamientos silviculturales y se puede lograr a través de:

- Regulación de la densidad. Aclareos determinados por índices de densidad, que conduzcan a mejorar el vigor o la composición de especies.
- Reducción del turno de cosecha. Para reducir la proporción de árboles maduros y sobremaduros susceptibles al descortezador, sobre todo en bosques de *P. pringlei* y *P. oocarpa*.
- Reducción de prácticas que debilitan al bosque. La limitación de la frecuencia de incendios y regulación de las prácticas de resinación que con mucha frecuencia son dañinas para la salud de los árboles lesionados.

Supresión. Son varias tácticas, de las cuales las más comunes son:

- Derribo y abandono: Este método es recomendable para situaciones en las que los árboles derribados tienen dificultad para ser aprovechados. En este caso sólo se derriban los árboles infestados. Todos los árboles que se corten deben caer en dirección del centro del reducto. Este método de supresión es útil para reductos que incluyen menos de 100 árboles infestados. Requiere poco personal (equipos de dos o tres personas) únicamente se necesita motosierristas, porque todo el material se queda en el lugar.
- Derribo y descortezado: Esta alternativa es más costosa que las otras, porque involucra el descortezado de toda el área del fuste que fue

infestada por el insecto. La corteza que contiene la población de insectos puede quedarse sin tratamiento, aunque existe el riesgo de que la población de preadulto, puedan salir y volar hacia otros árboles. Sin embargo, se asume que los insectos que pueden emerger de la corteza son sólo una pequeña proporción del total de la población.

- Derribo, descortezado y quema de la corteza: Este procedimiento es muy eficiente para reducir la población de *D. frontalis*. Es similar al anterior, pero toda la corteza se apila y se quema con un lanzallamas. Sin embargo, es peligroso durante la temporada de sequía, porque el fuego puede salirse de control.
- Derribo, descortezado y aplicación de insecticidas: La diferencia con el método anterior consiste en que a la corteza apilada se le aplica un insecticida, al que se le adiciona un adherente. La aplicación del producto puede hacerse mediante una aspersora manual. En México, el insecticida deltametrina 2,5 CE (en dosis de 400 ml por 100 L de agua), está aceptado para el control del descortezador. Otras opciones son los productos clorpirifós 50 CE (170 cc por 100 L de agua) y carbaryl 50 CE (250 g en 100 L de agua). En ambos casos se puede adicionar un aceite mineral de bajo peso molecular (0,25 L por 100 L de agua).
- Derribo, aplicación de insecticidas y extracción: Si las trozas no se descortezan, se debe aplicar uno de los insecticidas mencionados a la corteza del fuste. El producto a utilizar debe tener persistencia moderada y baja toxicidad a vertebrados.

Los métodos anteriores pueden combinarse, según el tamaño de la infestación y la accesibilidad a la misma. La prevención de ataques en árboles de alto valor se puede obtener mediante la aplicación de insecticidas como deltametrina, la cual se debe aplicar disuelta en agua y mezclados con un adherente. En este caso deberá de aplicarse únicamente en el fuste, antes de que se presente el ataque del insecto.

LITERATURA CITADA

CIBRIAN, D.; MENDEZ, J.T.; CAMPOS, R.; YATES, H.O.; FLORES, J. 1995. Insectos forestales de México/Forest Insects of México. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, USDA, NRC, FAO. Publicación Especial. No. 6. 453 p.

CRUZ AVILES, J. 1997. Evaluación de deltametrina en el control del insecto descortezador *Dendroctonus frontalis* Zimm en Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis Ing. Ftal. Universidad Autónoma Chapingo. 74 p

FLORES LARA, J.E. 1977. Estudio de la fluctuación de poblaciones del complejo de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) en la Sierra Madre Oriental, N.L., en Monterrey. Tesis Profesional. México. Instituto Técnico Estudios Superiores de Monterrey. 109 p.

GOMEZ VALDEZ, L. 1982. Contribución al conocimiento de la dinámica de poblaciones y de la anatomía del aparato reproductor de *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Coleoptera : Scolytidae). Tesis Prof. México. Escuela Nacional Ciencias Biológicas IPN. 72 p.

GOMEZ VALDEZ, L.; RUIZ CRUZ. 1985. Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Coleoptera: Scolytidae). In Simposio Nacionales de Parasitología Forestal. (1985, México). Memoria II y III México. SARH. Pub Esp. 46:199-211.

HENDRICHIS NIERMAN, J.P. 1977. Distribución ecológica y geográfica de las especies primarias de escarabajos descortezadores de pino del género *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) en México. Tesis Prof. Instituto Técnico Estudios Superiores de Monterrey. México. 134 p.

ISLAS SALAS, F. 1980. El descortezador suriano de los pinos (*D. frontalis* Zimm.) y la lucha biológica. Ciencia Forestal 5(28):57-64.

LANIER, G. N.; HENDRICH, J.P.; FLORES LARA, J. 1988. Biosystematics of the *Dendroctonus frontalis* (Col: Scolytidae) complex. Ann. Entomol. Soc. Am. 81:403-418.

RODRIGUEZ LARA, R. 1966. El combate directo de *Dendroctonus frontalis* Zimm. por derribo, descortezamiento y quema de la corteza de los árboles infestados. Bosques 3(6):8-11.

THATCHER, R. C. 1960. Bark beetles affecting southern pines: a review of current knowledge. 25 p. U.S.D.A. For. Ser., Sout. For. Exp. Stn., Occas. Pap. 180. 25 p.

THATCHER, R. C. 1967. Winter broad development of the southern pine beetle in southeast Texas. Journal of Economy Entomology 60:599-600.

WOOD, S.L. 1980. Los Scolytidae en México. In Simposio Nacional de Parasitología Forestal. (1, 1980, México). Memoria. Soc. Mex. Entomol. p. 13-57.

WOOD, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central América (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic Monograph. Great Basin Naturalist Memoirs. N° 6. Brigham Young University, Provo, Utah. 1359 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. 83).



**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) 278-1881 - 573-7041
Nicaragua (505)311-6003
Panamá (507)269-0944
El Salvador (503)260-6152
Honduras (504)552-2508
México (73)21-31-31 al 37
Venezuela (031)948707*



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

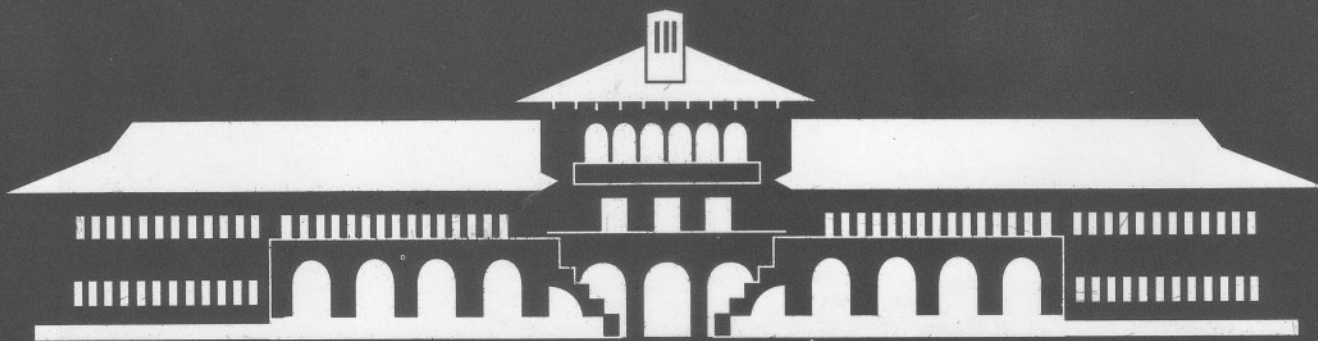
II. Sistemas Agroforestales Tropicales, con énfasis en:

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.
EMail: posgrado@catie.ac.cr Web-page: <http://www.catie.ac.cr>