

ISSN 1016-0469

Manejo Integrado de Plagas

Marzo 2001

No. 59



CATIE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre estos miembros se encuentran: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) Costa Rica, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico y PALMAVEN de Venezuela.

Director General

Pedro Ferreira Rossi

Programa de Enseñanza

Gilberto Páez Bogarín

Programa de Investigación

Markku Kanninen

Programa de Proyección Externa

Alan González

Planificación Estratégica y

Relaciones Externas

Tannia Ammour

Administración y Finanzas

Luis Enrique Ortiz

Portada: Las frutas tropicales constituyen una de las mayores ventajas competitivas en productos no tradicionales de exportación de América Latina y el Caribe (p. 2-9). Dada la importancia de estos cultivos es necesario el apoyo al desarrollo de programas de mejoramiento, fitoprotección y mercadeo. Entre los problemas de plagas de importancia económica de muchas de las frutas tropicales está la antracnosis y las moscas de la fruta para las cuales se requiere el desarrollo de tecnología que permita una producción sostenible. Al fondo se observa un árbol de carambola (*Averrhoa carambola*). En los insertos de izquierda a derecha se aprecia el pulasán (*Nephelium ramboutan-ake*), el zapote (*Pouteria sapota*) y naranjilla o lulo (*Solanum quitoense*).

Fotos: Antonio Mora (CATIE)

Comité Editorial Operativo

Elkin Bustamante, Presidente

Manuel Carballo

Daniel Coto

Eduardo Hidalgo

Luko Hilje

Wilberth Phillips M.

Galileo Rivas Platero

Joseph L. Saunders

Laura Rodríguez, Editora

Dirección Técnica

Elkin Bustamante

Coordinación y edición

Laura Rodríguez

Diseño y diagramación

Unidad de Comunicación CATIE

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

Tiraje y Distribución:

1150 ejemplares

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

Correspondencia

Revista Manejo Integrado de Plagas
CATIE. Unidad de Fitoprotección.

7170 Turrialba, Costa Rica

Tel. (506)556 1632/556 6784

Fax: (506)556 0606/556 6282

EMail: Irodrigu@catie.ac.cr ó

cicmip@catie.ac.cr

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

CONTENIDO

BIOGRAFIA

Ray F. Smith: padre del MIP	1
Joseph Saunder, Elkin Bustamante	

FORO

Desarrollo económico y agricultura en América Latina y el Caribe	2-9
Jorge Ardila	

INFORMES DE INVESTIGACION

Introducción de agentes de control biológico de <i>Rhizoctonia solani</i> en suelos solarizados o enclados en condiciones de invernadero	10-14
---	-------

C. Muñoz Ruiz, G. Virgen Calleros, A. Herrera Estrella, V. Olalde Portugal

Compatibilidad de agentes tensoactivos con <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i>	15-18
---	-------

Marcel Ricardo Tanzini, Sérgio Batista Alves, Adriana Setten, Nilson Toshi Augusto

Actividad insecticida e insectistática de la chilca (<i>Senecio salignus</i>) sobre <i>Zabrotes subfasciatus</i>	19-26
---	-------

Cesáreo Rodríguez Hernández, Ernesto López Pérez

Predisposición de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> al ataque de patógenos nativos en respuesta a factores de estrés	27-33
--	-------

Cristhian Zúñiga, Vera Sánchez Garita, Elkin Bustamante

Avances en el manejo integrado de <i>Bemisia tabaci</i> en tomate y chile en Oaxaca, México	34-40
--	-------

Jaime Ruiz V., J. Medina Z.

Supresión manual de adultos de <i>Phyllophaga</i> spp. y <i>Anomala</i> spp. en maíz en México	41-47
---	-------

Jorge A. Cruz-López, A.E. Castro Ramírez, C. Ramírez Salinas, B. Gómez y Gómez.

Captura de <i>Spodoptera frugiperda</i> en trampas con feromona	48-51
--	-------

Jorge Salas

Desinfección de semilla de papa infectada con <i>Nacobbus aberrans</i> mediante nematocidas blandos	52-57
--	-------

Gladys Main, J. Franco, Noel Ortuño

Actividad de cepas de bacterias quitinolíticas antagonistas a <i>Alternaria solani</i> in vitro	58-62
--	-------

Shuichi Okumoto, Elkin Bustamante, Arturo Gamboa

HOJA TECNICA

Opciones para el manejo del picudo negro del plátano	i-iv
---	------

Manuel Carballo

SECCION INFORMATIVA

Tesis de Posgrado	63-64
--------------------------------	-------

Futuros eventos	65
------------------------------	----

Mosca Blanca al Día	66-67
----------------------------------	-------

Plagas Forestales Neotropicales	68-69
--	-------

Agromedicina

En la búsqueda del plaguicida ideal	70-71
--	-------

Gloria Ruth Calderón

Publicaciones sobre Agromedicina	71-75
---	-------

Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos	76-77
--	-------

Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades

Noel Molina

Guía de autores	78
------------------------------	----

Manejo Integrado Plagas

- Esta Revista es un instrumento de comunicación, foro de discusión y medio de difusión de los resultados de investigación y experimentación sobre fitoprotección para la producción agrícola sostenible, la conservación de los recursos naturales y la protección de la salud de los agricultores y consumidores.
- Selecciona y difunde material de apoyo a la investigación, la enseñanza, la cooperación técnica y el desarrollo en Latinoamérica y el Caribe.
- Los trabajos son seleccionados y revisados por un grupo asesor editorial y evaluados por el Comité Editorial de la Revista.
- Las ideas y opiniones contenidas en los artículos publicados son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente las del CATIE o de los patrocinadores de la Revista. El contenido de la Revista puede ser citado o reproducido mencionando la fuente.
- Los costos de producción de la revista son cubiertos con aportes del presupuesto central del CATIE, de la Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI), de los suscriptores y patrocinadores comerciales o filantrópicos de la Revista e, indirectamente, por quienes apoyan el trabajo de los autores en las correspondientes instituciones y organizaciones de investigación, enseñanza y desarrollo.
- Los trabajos para publicación deben ser sometidos en versión impresa y electrónica

Fecha de iniciación y periodicidad:

No.1, setiembre, 1986.
Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre).

La suscripción anual es de:

US\$20 América Central.
US\$25.00 resto América Latina, el Caribe, Asia y Africa.
US\$35 Otros países Estudiantes
US\$12.00 (incluye costo de envío por impreso aéreo).
Versión Electrónica (INTERNET)
US\$10.00.

Esta Revista es indizada en Bases de Datos como: CAB, AGRIS y AGROAMBIENTE (CAB/NAL) y en foros electrónicos especializados.

COORDINADORES TECNICOS NACIONALES EN LOS PAISES Y OFICINAS DE IICA

(Para mayor información de CATIE, así como para suscribir la Revista puede contactar al Coordinador Técnico de su país)

BELICE

Marikis Alvarez
Apartado Postal #448,
Belmopán, Belice
Tel.: (00501-8) 20-222
Fax: (00501-8) 20-286
Email: iica@btl.net

COLOMBIA

Carlos Gustavo Cano
Representante IICA.
Carrera 30, Calle 45
Ciudad Universitaria Santa Fé de Bogotá, Colombia.
Tel.: (57-1) 368-0924
Fax: (57-1) 368-0920
Email: iicaco2@colomsat.net.co

COSTA RICA

Manfred Peters,
Ministerio de Agricultura.
Edificio Principal.
50m este de la Pops Sabana Sur, San José, Costa Rica
Telefax: (506) 232 0735
Email: manfred@catie.ac.cr

GUATEMALA

David Monterroso
Apartado 76-A,
15 calle y 1a. Ave.
Esquina Zona 10.
Edificio Céntrica
Plaza, 4 nivel, Of. 401.
Guatemala, Guatemala
Telefax: (502) 366-2650
366-2648/366-2643
Email: dmonterros@gua.gbm.net

EL SALVADOR

Luis Alonso Silva
Apartado 1-96. 1a. Calle Poniente y 61 Ave. Norte.
Edif. Bukele, Planta baja, San Salvador, El Salvador
Tel.: (503) 261-2036/2037
Fax: (503) 261-2039
Email: lsilva@navegante.com.sv

HONDURAS

María Eugenia Pineda
Apartado Postal #2088,
Secretaría de Recursos Naturales. 1ª Planta,
Edificio Principal,
Boulevard Miraflores Tegucigalpa, Honduras.
Tel.: (504) 235-6609
235-6773.
Fax: (504) 235-6610
Email: catiehon@gbm.hn

MEXICO

Miguel Caballero
Calzada del Ejército Nacional. 311 Primer Piso
Colonia El Tecolote
Tepic, Nayarit, México
Telfax: (52) 32 148850

NICARAGUA

Jorge Jiménez
Apdo #4830, Km 8 1/2
Carretera a Masaya.
Ministerio de Agricultura, Managua, Nicaragua
Tel.: (505) 276-1026/1109
Fax: (505) 276-1108
Email: catiecot@tmx.com.ni

PANAMA

Tomás Vásquez Ulloa
Edificio 95
Ciudad del Saber.
Apartado Postal 5388
Clayton, Panamá
Tel.: (507) 317-0197/
317-0198
Fax: (507) 317-0199
Email: catiepanama@cwpanama.net

REPUBLICA DOMINICANA

Rafael Marte
Fray Cipriano de Utrera.
Esquina Avenida República del Lbano
Centro de los Héroes, Santo Domingo, República Dominicana
Apartado Postal #711,
Tel.: (1 809) 533-7522
533-2797/ 533-9752
Fax: (1 809) 532-5312
E-mail: rmarte@codetel.net.do

VENEZUELA

Mariano Mujica
Asesor de Relaciones Externas del CATIE,
Universidad de Yacambú,
Calle 41 entre carreteras 15 y 16, Barquisimeto, Estado de Lara 3001, Venezuela
Telefax (5851) 464447
Email: marianopacz@icnet.com.ve

GRUPO ASESOR DE REVISION

Bayer

Arnoldo Merayo

Bioasesorías

Francisco Badilla

CATIE

Elkin Bustamante
Manuel Carballo
Daniel Coto
Eduardo Hidalgo
Luko Hilje
Vera Sánchez
Joseph Saunders

CATIE. Proyecto MIP,

Nicaragua

Falguny Guharay

CATIE. Representación

Guatemala

David Monterroso

CORBANA

Douglas Cubillo
Douglas Marín

EARTH

Ramiro de la Cruz

IICA

Carlos Reiche

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Tomás Rojas

Universidad de

Costa Rica

Ana Tapia
Alice Pérez



Ray F. Smith: padre del MIP

Joseph Saunder*
Elkin Bustamante**

El Dr. Ray F. Smith, entomólogo de profesión, es considerado el padre del manejo integrado de plagas (MIP). Su interés en resolver los problemas causados por el uso excesivo de plaguicidas y la forma irracional como se aplican estos productos lo llevó a diseñar junto a colegas norteamericanos de otras disciplinas, el sistema MIP.

Como él lo expresaba, muchos de los fundamentos de esta filosofía eran ya conocidos pero era necesario agruparlos para diseñar su componente conceptual, refiriéndose al MIP él señalaba *que era vino viejo en odres nuevos* debido a que la fase operativa hace uso de los procedimientos y técnicas modernas disponibles.

Su artículo *Fases en el desarrollo en el control biológico (1971)*, conocido mundialmente, sostiene que la explotación intensiva de un sistema de producción agrícola, basándose en el ejemplo del algodón, podría llevar a un nivel de crisis y desastre por el mal uso de plaguicidas, lo cual hace necesario volver a un manejo integrado.

Su apoyo a países latinoamericanos que enfrentaban problemas causados por el uso irracional de plaguicidas en el cultivo del algodón, son bien conocidas en América Central, Colombia y Perú. El Dr. Smith fue el cerebro del movimiento americano y mundial para hacer conocer el MIP y su enfoque. Incluyó el aspecto político, de investigación, con un fuerte énfasis de capacitación y organización de seminarios y talleres sobre el uso de plaguicidas y protección ambiental.

El grupo liderado por el Dr. Smith en el Proyecto AID/Universidad de California llevó en forma maes-

tra los conocimientos sobre los plaguicidas, acción, reglamentación y su impacto en la alimentación humana, a través de residuos en el ambiente.

El Dr. Smith, desde su base de operación en Berkeley, California tuvo una gran influencia en actividades de protección ambiental y MIP en instituciones como FAO y en el apoyo a proyectos financiados, especialmente por AID, como lo fue el Proyecto MIP/CATIE en América Central, el cual dio origen a la Revista MIP.

Además de las actividades anteriores, su desempeño profesional lo llevó a ocupar la presidencia de la Sociedad Americana de Entomología y a recibir una serie de distinciones internacionales, entre las cuales destaca el Premio Mundial de la Alimentación, concedido en 1997 por su trabajo en MIP que de acuerdo a esta Fundación, ha logrado reducir en los Estados Unidos el uso de insecticidas en las cosechas en un 50%. El Dr. Smith también recibió en 1982 la distinción como Profesor Emérito de Entomología en la Universidad de California. Igualmente fue el eje en la constitución del Consorcio Internacional de Cosechas (CICP) y en 1981 la Academia Nacional de Ciencias consideró un trabajo suyo sobre MIP como el artículo más importante en protección de cultivos en el siglo pasado, y además lo distinguió por su contribución a que el control de insectos basado en el uso de insecticidas cambiara, dando énfasis al control biológico, al desarrollo de cultivares resistentes e implementación de prácticas agronómicas.

El Dr. Smith murió en California en agosto de 1999 a la edad de 80 años.

* CATIE. Turrialba, Costa Rica.

FORO

Desarrollo económico y agricultura en América Latina y el Caribe

Jorge Ardila V¹.

RESUMEN. Se presenta una discusión sobre las contribuciones potenciales de la agricultura al desarrollo económico, así como sobre la importancia de la tecnología para el desarrollo agrícola, mostrando como aquellos países que tienen mayores inversiones en investigación y desarrollo, obtienen mayores tasas de crecimiento económico. Se discuten brevemente las trayectorias tecnológicas de la agricultura de América Latina y el Caribe, enfatizando la necesidad de otorgar mayor prioridad a los esfuerzos de innovación tecnológica en el agro para mantener e incrementar la competitividad. Plantea la necesidad de buscar salidas al relativo estancamiento tecnológico que se presenta en productos no tradicionales, como las frutas tropicales y las hortalizas. Se enuncia los cinco retos tecnológicos que debe acometer la agricultura regional en los próximos años: 1. Recuperar la competitividad en la producción de alimentos básicos, 2. Desarrollar ventajas competitivas en productos no tradicionales. 3. Desarrollar tecnología para agregación de valor económico en productos tropicales tradicionales 4. Desarrollar tecnología para la recuperación de ecosistemas degradados o bajo riesgo de degradación y para la producción en ecosistemas frágiles, y 5. Invertir en programas de prospección económica de nuevos productos con potencial comercial.

Palabras clave: Desarrollo económico, Agricultura, Investigación agrícola, América Latina.

ABSTRACT. Economic development and agriculture in Latin America and the Caribbean. A discussion is presented on the potential contributions from the agriculture to the economic development, as well as about the importance of the technology for the agricultural development, showing as that those countries that have bigger investments in investigation and development, obtain bigger rates of economic growth. They are discussed the technological trajectories of the agriculture of Latin America and the Caribbean shortly, emphasizing the necessity to grant bigger priority to the efforts of technological innovation in the agriculture to maintain and to increase the competitiveness. It outlines the necessity to look for exits to the relative technological stagnation that is presented in non traditional products as the tropical fruits and the vegetables. It is enunciated the five technological challenges that it should attack the regional agriculture in next years: 1. To recover the competitiveness in the production of basic foods 2. To develop competitive advantages in non traditional products. 3. To develop technology for aggregation of economic value in traditional tropical products 4. To develop technology for the recovery of degraded ecosystems or low degradation risk and for the production in fragile ecosystems, and 5. To invest in programs of economic prospecting of new products with commercial potential.

Key words: Economic development, Agriculture, Agricultural research, Latin America.

Introducción

Este foro tiene el propósito de fomentar la discusión acerca de la importancia real del sector agrícola para el desarrollo económico latinoamericano, haciendo énfasis en el tipo de argumentos que se derivan de diferentes teorías y enfoques de análisis sobre el tema.

Se busca también proponer una agenda mínima de acciones o retos para el conglomerado de instituciones y profesionales que laboran en este sector, con el objetivo de integrar sus esfuerzos en la búsqueda de un adecuado reposicionamiento de la agricultura, como

¹IICA. Area de Ciencia y Tecnología. San José, Costa Rica. Correo electrónico: jardila@iica.ac.cr

sector estratégico para el logro de mayor crecimiento económico y bienestar social de nuestras poblaciones.

1. La agricultura en las teorías de desarrollo económico

La percepción sobre el papel de la agricultura, y en general, sobre el complejo agroalimentario en el desarrollo económico de las naciones, ha sido bastante polémica en las últimas décadas, tanto en la región como en el mundo. El debate se alienta desde posiciones que le asignan al agro un papel marginal a largo plazo, hasta aquellos que lo consideran un pilar fundamental para el desarrollo económico y social de los países, teniendo en el medio a quienes defienden su importancia con base primordialmente en sus relaciones con el sector agroindustrial. ¿Dónde está la verdad? ¿Existen argumentos y evidencias empíricas suficientes para apoyar una u otra posición? Veamos algunos puntos de vista:

Desde los años 50 y 60, y aún antes, connotados especialistas en desarrollo económico consideraban al sector agropecuario poco importante y aún marginal a largo plazo, por la tendencia sostenida a disminuir su participación relativa en el valor del producto total. Sus argumentos (Kuznets 1966) se fundaban en esencia en a) la reducción, a través del tiempo, en los precios relativos de los productos agrícolas, derivada en gran parte de una baja elasticidad ingreso de la demanda por alimentos y otros productos agrícolas. Una baja elasticidad ingreso de la demanda por un bien implica un menor consumo relativo frente a un incremento en los ingresos². b) El menor crecimiento relativo en la productividad media del sector agrícola por unidad de recursos invertidos (capital y trabajo), en comparación con otros sectores, lo que paralelamente incrementaba su demanda en los sectores no agrícolas. Durante muchos años, se consideró que la productividad agrícola en muchos países se mantenía estancada, frente a crecimientos significativos de la misma en otros sectores, particularmente industria y servicios.

Esta concepción llevó a considerar las funciones de la agricultura, predominantemente, como poco atractivas, asociadas al aporte de mano de obra para el desarrollo de otros sectores, a la transferencia de capital vía precios relativos, y a la producción de alimentos baratos para el sector urbano, predominantemente interno, al menos antes de la llamada apertura económica. En estas condiciones, invertir en la agri-

cultura no sería en realidad una oportunidad brillante, dada una situación con precios en descenso, demandas relativas reducidas frente a otras oportunidades.

Con la llegada de la llamada Revolución Verde (Mellor 1966) se comenzaron a observar incrementos significativos y acelerados en la productividad, tanto de la fuerza física de trabajo como de otros factores productivos utilizados en la agricultura, por la introducción de un cambio tecnológico. Este cambio, a juicio de muchos, se ha manifestado hasta nuestros días con un sesgo promedio que ahorra fuerza de trabajo (libera para otros sectores), dada la intensidad de uso de maquinaria, fertilizantes y semillas mejoradas, y que al mismo tiempo puede producir una elevada rentabilidad por unidad de recurso invertido, representada en un importante excedente económico. Sin embargo, la velocidad de salida de la fuerza de trabajo del sector agrícola debido al cambio técnico; es algo crucial en países en desarrollo, donde las condiciones económicas muchas veces no permiten absorber toda la mano de obra liberada en la zona rural, fomentando de esta manera tasas crecientes de desempleo y subempleo urbano-rural, y en algunas oportunidades elevando también los costos sociales.

Sin embargo, este cambio en la productividad factorial total de la agricultura, superior en muchas oportunidades a otros sectores, refuerza sin duda el papel de la agricultura como factor estimulante para el desarrollo. Además, devuelve al sector agrícola la oportunidad de presentar excelentes oportunidades de inversión, como lo señala Timmer (1995) advirtiendo; sin embargo, que para que esta contribución se dé, la agricultura debe crecer significativamente, lo que equivale a tasas anuales de crecimiento de alrededor del 6,0 %. Aquí se presenta un cambio importante en relación a las teorías tradicionales, por cuanto el sector puede en realidad jugar un papel estratégico en la tarea del desarrollo económico, esta vez por la vía de la incorporación de cambio técnico.

Paralelamente al cambio en la productividad debido al cambio técnico, la apertura económica ha conllevado a la existencia de magníficas oportunidades de exportación para los productos agrícolas de la región, lo cual ha llevado al sector agrícola a convertirse en muchos países, en el principal generador de divisas externas. Entre 1987 y 1997, América Latina pasó a ocu-

² Esta situación, *ceteris paribus*, se refleja en reducciones más que proporcionales en los precios de estos bienes (alimentos en este caso) dado un incremento en su oferta. El cambio en el estatus provocado en la fuerza de trabajo que migra a la ciudad, y también la inducción hacia el consumo de bienes no agrícolas, como producto de cambios en los patrones de trabajo y cambios tecnológicos no agrícolas, asociados con un crecimiento económico moderno que diversifica la canasta de consumo a favor de los productos no alimenticios, es una realidad a medida que se logran mayores niveles de desarrollo económico.

par el segundo lugar a nivel mundial en exportaciones totales, y las exportaciones agrícolas, como porcentaje de las exportaciones totales mundiales, pasaron de 11,7% en 1980 a 14,7% en 1997. Este aspecto también es clave en relación con las teorías de desarrollo, que previenen sobre la necesidad de especializar la producción en aquellos rubros en los cuales existe una ventaja comparativa.

Otra relación importante entre agricultura y crecimiento económico se da en su interacción con la producción no agrícola, la cual parece incrementarse con el tiempo, a medida que el proceso de desarrollo incide en la transformación de la estructura económica de producción. Timmer (1995) en un estudio con 70 países en desarrollo, usando información del período entre 1960 y 1985, encontró una relación positiva y significativa entre el crecimiento de la agricultura y el crecimiento no agrícola. Para el caso de Colombia, por ejemplo, en una investigación realizada por Caballero y Crane (1991), se encontró que la elasticidad del PIB agrícola en relación al PIB total, cambió en un período de 40 años: 1945-1974 :0,636, 1975-1989: 0,791 y 1985-1989 : 0,946. De acuerdo a Pinstrup-Andersen *et al.* (1995), un dólar adicional producido en el sector agrícola puede llegar en promedio a generar cuatro dólares adicionales en la economía de un país. Gran parte de lo que se considera no agrícola puede incluir importantes componentes agroindustriales, que se financian con capital tanto rural como urbano, como sucede en los casos de los complejos aceiteros (soya, girasol, palma africana), en productos tropicales de gran importancia como caña de azúcar y café, o en complejos productivos de carne y derivados, entre otros.

De acuerdo a diversos autores como Martin y Warr (1993), la presencia de cambios técnicos en la agricultura, sumada a inversiones estratégicas en infraestructura y a la presencia de mercados dinámicos, han llevado incluso, en algunos casos, a revertir la tendencia de disminuir su participación en el PIB total, lo que parece haber ocurrido en Indonesia. Ello confirma lo señalado por Timmer (1995) sobre la necesidad de invertir en tecnología. Cuando el cambio técnico es importante en el sector, incluso el efecto de precios menores en la producción agrícola puede ser contrabalanceado. En América Latina se puede observar esta situación en sectores productivos específicos e incluso, en países, como parece ser el caso del Ecuador, en el cual para el período 1980 - 1993 la participación relativa de la agricultura se incrementó del 12% al 13,6% (Ardila 1997).

Otra consideración merecen los procesos de capitalización en el agro, medidos por variaciones en la relación capital- trabajo, los cuales, si bien pueden contribuir a la pérdida de competitividad y a la participación del sector, operan en la práctica como "generadores" de nuevas oportunidades fuera de la agricultura, muchas de las cuales pueden ocurrir en el reforzamiento de los complejos agroindustriales.

Estas demostraciones cambian sustancialmente el pesimista panorama teórico-aplicado de los años 60, y permiten mirar con optimismo el futuro. Sin embargo, son varias las condiciones para que la agricultura pueda desarrollar todo su potencial, una de ellas y de carácter estratégico, es el cambio tecnológico.

2. Tecnología y desarrollo agrícola

El cambio técnico ha venido ganando espacio a lo largo del tiempo, como variable clave para el logro de mayores niveles de desarrollo económico. Los nuevos teóricos del desarrollo como Nijkamp y Poot (1998) le asignan un papel estratégico. Esta afirmación permite también clasificar el cambio técnico como endógeno (generado localmente) o exógeno (generado externamente y adoptado), lo cual significa que existen situaciones frecuentes en las cuales se observan cambios técnicos importantes como resultado de procesos de copia, imitación o negociación de tecnologías desarrolladas en otros lugares.

A su vez, el cambio técnico puede ahora ser subdividido en varias fuentes con el propósito de medir en forma individual su efecto sobre el crecimiento, introduciendo mejoras sustanciales a los planteamientos iniciales hechos en los años 50 y 60 por connotados expertos como Solow (1956). El cambio técnico se considera actualmente como la acumulación de conocimiento bajo las formas de a) investigación, b) educación (medida por grado de escolaridad), c) aprender haciendo y d) entrenamiento para la adquisición de destrezas. De acuerdo con estos planteamientos, no solo la generación de nuevos conocimientos por la vía de investigación (básica o aplicada) puede producir crecimiento económico y mayor productividad, sino también la actuación de otras variables, como la educación o la experiencia continua en el trabajo. Sin embargo, parece existir coincidencia en que el impacto de los resultados de la investigación, en especial la básica, puede ser mayor en el crecimiento, como lo afirman Aghion y Howitt (1992).

En la práctica, y en especial en los países en desarrollo, el sector público y el privado asigna mayor proporción de recursos a la adaptación y validación de

conocimientos ya existentes, en comparación con los asignados a la generación de nuevos conocimientos, para lo cual la variable *imitación empresarial*³, es absolutamente clave. Sin embargo, si bien esta actividad es menos riesgosa que la generación de nuevos conocimientos, su rentabilidad es inferior, comoquiera que implica adoptar en segunda instancia.

En numerosos estudios realizados en América Latina y El Caribe se ha demostrado que las inversiones en investigación local (conocimiento nacional) están fuertemente asociadas con mayores ganancias en productividad, frente a otras alternativas, porque existen más fuentes de conocimiento endógeno. En el caso de la agricultura, este tipo de conocimiento es fundamental debido a que en muchas oportunidades las soluciones a problemas de eficiencia productiva, o a limitantes en la productividad no pueden ser importadas de otras regiones. Alston *et al.* (2000) presentan numerosos estudios para la región, en los cuales se analizan problemas específicos de investigación, con elevadas rentabilidades, tanto sociales como privadas.

Por ejemplo, Romano (1996) trabajando con modelos de PTF para el caso de Colombia, determinó que la contribución relativa de la productividad al crecimiento del producto agrícola agregado para el período 1980-1990 fue de 61,5%, y encontró un valor positivo para la elasticidad de la producción agregada agrícola en relación al gasto público en investigación y extensión para el período 1960-1982, indicando que, por cada peso adicional gastado en investigación y extensión, el valor del producto agrícola se incrementó en \$40,81 (Romano 1987). Al igual que este trabajo, se pueden encontrar otros para la región, demostrando en síntesis que el costo de activar la maquinaria de investigación y desarrollo tecnológico para América Latina y El Caribe, es sustancialmente inferior al beneficio esperado de tales inversiones. En otras palabras, los países que reducen sus inversiones en investigación y desarrollo tecnológico dejan de percibir importantes beneficios económicos, tomando en cuenta además que la rentabilidad de dichas inversiones en investigación y desarrollo, generalmente, es más elevada que las inversiones en otros campos y sectores.

Es claro entonces que aquellos países que invierten más en investigación y desarrollo crecen más rápido, y esta figura se refuerza a mayores niveles de desarrollo económico, creando un círculo virtuoso muy

importante, que vale la pena comentar: Se ha mencionado que a mayor grado de desarrollo económico menor participación de la agricultura en el valor de la producción total, aunque esto no significa menores valores absolutos. Lo importante es verificar que a medida que la agricultura pierde importancia relativa, las inversiones en investigación y desarrollo se incrementan, como porcentaje del PIB agrícola. Sin embargo, esto no es la regla en América Latina y El Caribe, donde podemos verificar que en promedio, a mayores niveles de desarrollo económico, se invierte menos en investigación y desarrollo agrícola, como porcentaje del PIBA. Tan solo tres países, Argentina, Brasil y Costa Rica, muestran a nivel de toda la economía mayores inversiones en actividades de investigación y desarrollo a medida que su ingreso per cápita se incrementa en el tiempo, de acuerdo a información de RICYT (1999).

3. Evolución de la agricultura y la tecnología en la región
¿Cómo ha respondido América Latina y El Caribe a los cambios en la economía internacional? ¿Qué papel ha jugado el cambio técnico en esta transformación?

En términos generales, la región ha aprovechado bien sus ventajas comparativas naturales para responder a las oportunidades que brinda el nuevo contexto internacional, creciendo en productos no tradicionales, especialmente frutas y hortalizas, y consolidando en el Cono Sur un formidable complejo agroindustrial basado en el desarrollo de producciones de carnes, leche y derivados, aceites (soya y girasol) y granos (especialmente trigo y maíz).

Sin embargo, este crecimiento en la producción agroalimentaria, que por primera vez muestra un crecimiento superior al crecimiento de la población, ha implicado en la práctica una gran ampliación en la frontera agrícola, representado en los últimos 20 años por la incorporación de cerca de 20 millones de nuevas hectáreas a la producción (especialmente 14 millones en soya y girasol, 2 millones en café, azúcar y dos millones en frutas tropicales). Si bien en el Cono Sur la expansión en la superficie cultivada ha estado acompañada de mayores niveles de productividad, no ocurre así en los cultivos tropicales, donde, con mucha frecuencia, los incrementos en producción no han representado mejoramientos en la eficiencia productiva, sino primordialmente expansión en las superficies cultivadas.

³ Esta variable está asociada a la palabra innovación, que parte de la incorporación efectiva de mejoramientos, en este caso de carácter tecnológico, a la producción. En la región algunos países tienen buena experiencia en la promoción de esta variable, como es el caso de Chile, mediante la asignación de recursos específicos que permitan a empresarios, en general, mejorar sus procesos de gestión.

Paralelamente, la producción per cápita de alimentos básicos ha mostrado una tendencia negativa, con importantes disminuciones promedio en yuca, papa, trigo, arroz y frijol, y adicionalmente, en sorgo y algodón, aunque en estos dos últimos productos la explicación no reside en el mercado. Aún así, el esfuerzo tecnológico desarrollado por la región en alimentos básicos en los últimos 20 años presentó un efecto importante en rendimientos, permitiendo, a pesar del estancamiento en la producción, un ahorro de casi 20 millones de hectáreas.

Esta información evidencia un cambio sustancial en la estructura productiva, que en general se explica por la aparición de un nuevo modelo de comportamiento económico, que reemplaza sistemáticamente al modelo previo de *industrialización por sustitución de importaciones* por uno de *apertura comercial en el contexto de globalización*. Bajo estas nuevas condiciones se presenta una modificación importante en la estructura agrícola, que pasa de un énfasis en la producción de bienes no transables (alimentos básicos en esencia, de importancia para el consumo interno), a una clara prioridad en la producción de bienes transables en el comercio internacional, como lo discute Thomas (1996).

Lo contrastaste de este cambio es que, el dinamismo mostrado en productos no tradicionales (especialmente en el trópico) es realizado con base en recursos naturales, simplemente expandiendo la frontera de producción, con un impacto casi nulo en rendimientos. Esto implica riesgos importantes de mercado a futuro, si las prioridades de investigación tradicionales, aún coincidentes en general con el modelo anterior.

Por otro lado, aparece una gran interrogante en el campo de los alimentos básicos, donde, a pesar del excelente esfuerzo realizado en investigación y desarrollo en las décadas anteriores, y aún en la actualidad, la región en forma sostenida, con excepción del Cono Sur, está perdiendo competitividad, frente a un grupo de países líderes que están introduciendo en forma permanente mejoras tecnológicas, a un ritmo bastante superior al de la región.

Este proceso de cambio está también acompañado, como lo menciona Piñeiro (1999), por un sustantivo proceso de especialización geográfica, que deberá acentuarse en los próximos años, especialmente en los países de la franja tropical (entre los trópicos de Cáncer y Capricornio) los que deberán otorgar prioridad a los esfuerzos de innovación tecnológica y al desarrollo de mercados, si no quieren perder el terre-

no ganado con base en la disponibilidad de ventajas naturales. Nuevos competidores están apareciendo para los países tropicales de América Latina y El Caribe, los cuales tienen una clara estrategia de innovación tecnológica y de inversiones en investigación, primordialmente públicas, como ocurre, entre otros con Vietnam, Tailandia e Indonesia.

Si bien es cierto que la apertura económica ha implicado correlativamente una nueva apertura tecnológica, no es totalmente cierto que la región pueda, en el mediano y largo plazo, acudir a otros continentes para gestionar e importar tecnologías, debido a que para numerosos problemas de producción no existe tecnología disponible que pudiera ser importada de otros países.

La región no puede descuidar su agenda tecnológica, y no puede continuar disminuyendo sus inversiones en investigación y desarrollo agrícola, so pena de perder gran parte del terreno ganado, y con el riesgo de no poder aprovechar en el futuro las nuevas oportunidades que le brindan tanto el mercado internacional, como su enorme biodiversidad. Para tener una idea de este argumento, examinemos brevemente y para los principales productos de importancia económica regional, la disparidad que existe en cuanto a la contribución de la superficie y los rendimientos en la producción, esta última como una aproximación a la incorporación de cambio técnico. De acuerdo a un estudio de Ardila (1999), para el período entre 1985-1997, en el caso de arroz, frijol, tomate, maíz y papa más del 80 % de las variaciones en producción se debieron a incrementos en rendimientos, mientras que para cítricos, aguacate, banano, espárragos, melón, papaya, piña, mango, café y caña, más del 70% de las variaciones en producción se debieron a incrementos en la superficie cultivada.

En parte esta situación obedece a la falta de ajuste en las capacidades institucionales de investigación a las nuevas demandas y prioridades en productos no tradicionales (previstas hace 10 o 15 años) y en parte también al deterioro creciente en los presupuestos de investigación, especialmente públicos, lo cual ha erosionado de manera importante la capacidad de producir resultados en muchas instituciones y programas nacionales de investigación agrícola en la región. Solamente cuatro países, (Argentina, Brasil, México y Uruguay) invierten un poco más del uno por ciento de su PIBA en investigación agrícola, contabilizando las inversiones públicas y privadas; para la mayoría de los otros países, el promedio se sitúa en 0,4%, con una

marcada tendencia a disminuir en un buen número de casos; cifra muy inferior al nivel requerido, dado el bajo grado de desarrollo económico observado.

4. Los retos pendientes en la agricultura regional

La región debe acometer en los próximos años varios retos tecnológicos fundamentales, para mejorar en el futuro sus posibilidades, tanto de incrementar el nivel de autoabastecimiento alimentario, como de aumentar su inserción en los nuevos mercados internacionales, y conservar la base de recursos naturales. Estos retos surgen del análisis de la situación actual de mercados y competitividad, y de la mayor presión que será ejercida sobre la tierra agrícola, actualmente en producción, y sobre la nueva frontera disponible.

Reto 1. Recuperar competitividad en producción de alimentos básicos.

Es claro que la región presenta una importante brecha tecnológica en alimentos básicos, con respecto a los países líderes a nivel mundial, posiblemente con excepción del arroz, en la cual los adelantos en investigación parecen distribuirse más ampliamente entre países, en comparación con otros productos. Existe optimismo por los nuevos adelantos tecnológicos a nivel internacional en este campo, pero, de igual manera, la región deberá hacer un esfuerzo especial para su recuperación, que incluye no solo el refortalecimiento de sus programas de investigación, en algunos casos con participación importante del sector privado, sino también por la necesidad de buscar nuevos mecanismos para estrechar aún más su relación con el sistema internacional y regional de investigación. En teoría, en la región, dado que la mayoría de los recursos de investigación aún se invierten en estos productos, el problema no sería tanto de financiamiento como de eficiencia en el gasto, lo que requeriría nuevos estudios de prioridades y estrategias adecuadas para su implementación.

Reto 2. Desarrollar ventajas competitivas en productos no tradicionales.

En promedio en la región, sólo 15% - 20% del total de gastos en investigación se dedican a productos no tradicionales como frutas y hortalizas. Los incrementos en producción en muchos de estos productos se realizan con base en incrementos en la superficie cultivada, con baja incorporación de tecnología. Por ello, es necesario desarrollar un programa especial de reforzamiento de las capacidades de investigación y gestión de tecnologías en estos campos, con el fin de mantener en el futuro la competitividad que hoy presentan estos rubros en el mercado internacional. Naturalmente, el mantenimiento o incremento de la competitividad re-

quiere de intervenciones en variables diferentes al cambio técnico, pero se estima que sin un mejoramiento sustancial en la eficiencia de la producción (técnica y económica), la región podrá perder en el futuro gran parte del camino recorrido en los mercados internacionales. Ya existen algunos ejemplos de cooperación entre países en estos campos, por ejemplo la Red Andina de Investigación en Frutas de Exportación, de PROCANDINO, pero su nivel de recursos es insuficiente para acometer la tarea.

Reto 3. Desarrollar tecnología para valor agregado en productos tropicales tradicionales.

Este es el caso de productos como el café, la caña de azúcar, el palmito, la palma africana y el cacao. Los mercados internacionales y regionales están exigiendo, en forma creciente productos con mayor grado de elaboración, y esto significa nuevas demandas por tecnología, no solamente de producción sino de poscosecha y transformación, para dar lugar a nuevos productos. En este sentido, la región tiene un bajo grado de preparación, aunque los esfuerzos por gestionar y adquirir tecnologías agroindustriales han presentado un avance importante. Para tener una idea de esta situación, para el caso de café, cuyo valor total de exportación para el período 1995-1997 alcanzó la suma de US\$ 7870 millones en toda la región, el porcentaje de café tostado y extractos pasó de 4,8% en el período 1985-1987 a 9,1%, lo cual representa un incremento de US\$357 millones. En el caso de azúcar, las exportaciones totales alcanzaron para el mismo período la cifra de US\$ 4310 millones, de los cuales US\$ 1118 millones, o 26% del total, estaban representadas por azúcar refinada y otros productos de uso industrial, en comparación con sólo 7,6% en el período 1985-1987, o US\$357 millones. En este campo, la participación del sector privado es muy importante, y es de esperar que se presente una aceleración en este tipo de inversiones, a partir de exitosos ejemplos que ya están funcionando en la región.

Reto 4. Desarrollar tecnología para la recuperación de ecosistemas degradados, o en riesgo de degradación y para la producción en ecosistemas frágiles.

Este reto incluye además del recurso suelo, el agua, tanto la conservación de las fuentes como una mayor eficiencia en su utilización. La situación en estos campos comienza a ser compleja, por cuanto la región posee cerca de 250 millones de hectáreas con problemas moderados o severos de degradación y erosión, y anualmente este número se incrementa en forma significativa. América Latina y El Caribe es la región del mundo

que más hectáreas inhabilita anualmente para la producción agrícola en el mundo. Pareciera que ahora debiéramos comenzar a considerar la tierra y el agua no como recursos abundantes, sino como factores de producción escasos, que deben ser cuidados para mantener la producción agrícola y agroindustrial en el futuro.

La presión sobre la tierra se está incrementando de una manera considerable en la región, y podemos esperar que nuevas tierras localizadas en ecosistemas frágiles sean utilizadas en los próximos años. Sin embargo, para estas nuevas fronteras, la tecnología disponible es más escasa aún, con notables excepciones, especialmente el caso de los Cerrados en Brasil, donde EMBRAPA, con un esfuerzo de más de 20 años, ha logrado niveles crecientes de producción y productividad para esta región, utilizando tecnología desarrollada específicamente para dichas condiciones. En otros casos, simplemente no existen antecedentes de investigación que permitan la utilización de reservas importantes, como sucede con las llamadas várzeas, o suelos periódicamente inundables en la cuenca Amazónica, cuyo total de acuerdo a información preliminar de PROCITROPICOS, puede alcanzar cerca de las 50 millones de hectáreas en todos los países que comparten la cuenca.

Reto 5. Invertir en programas de prospección económica de nuevos productos con potencial.

La región tiene una rica biodiversidad que podrá ser aprovechada para el desarrollo de lo que podemos llamar "la nueva agricultura", sustentada en productos no tradicionales como los llamados alimentos funcionales y productos nutraceuticos. De acuerdo a Mateo *et al.* (1999), estos productos podrían tener un mercado potencial a nivel mundial de 500 billones de dólares en el 2010. Sin embargo, llegar a resultados concretos requiere años de trabajo, e inversiones y recursos humanos especializados. Un buen ejemplo de estas iniciativas es el Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBIO) dedicado a programas de conservación, manejo sostenible y uso de la biodiversidad. Otros ejemplos existen en algunos países de la región, aunque no de la magnitud del INBIO.

5. Los recursos para el cambio

¿De dónde podrían salir los recursos para alimentar acciones tendientes a superar estos retos? No es una tarea fácil, más aún en una región en la que existen países con limitaciones económicas importantes, lo que podría impedirles realizar acciones en las direcciones anotadas. Sin embargo, como base de discusión podrían existir al menos las siguientes alternativas:

- a) Reorientación de recursos existentes de investigación hacia programas de mayor impacto potencial y prioridad nacional o regional, y mejoramiento en la eficiencia del gasto, introduciendo reformas adecuadas.
- b) Nuevos recursos del sector privado, en el entendido de que su aplicación se orientaría hacia productos de investigación y desarrollo de carácter apropiado, o sea con posibilidades de recuperar los costos de investigación y obtener un beneficio adicional, por su venta en el mercado.
- c) Recursos adicionales del sector público, por disminución de inversiones en áreas de menor rentabilidad social o privada (en sectores no agrícolas), lo que implica trabajar con proyectos altamente competitivos.

Algunos países de la región ya invierten sumas relativamente importantes en investigación y desarrollo, como fue mencionado para los casos de Brasil, Argentina, Uruguay y México. Para otros, la situación es bien diferente, ya que están en niveles de inversión demasiado bajos, aún para el grado de desarrollo que presentan en la actualidad. Una consideración para América Latina y El Caribe en este campo indicaría que, excluyendo los cuatro países mencionados, la región debería invertir cerca de US\$450 millones cada año en investigación y desarrollo, para llegar a 1,0% del PIB agrícola, lo que implica en la práctica doblar el financiamiento actual. Esta cifra no es imposible de lograr, más si se considera que en décadas anteriores estos países invertían casi un 30% más de lo que invierten actualmente (o sea alrededor de \$100 millones de dólares, para un total de US\$325 millones). Como información adicional, la región invierte en investigación y desarrollo alrededor de US\$1000 millones anuales, de los cuales cerca del 70% se localiza en Brasil, Argentina y México.

6. A manera de conclusión

Por encima de todas estas consideraciones, bien preliminares por cierto, y sujetas a comprobación y análisis por parte de los lectores, lo cierto es que a) invertir en tecnología es un buen negocio, y b) Las inversiones adicionales requeridas representarían tan solo una fracción de los beneficios potenciales. Entendemos que los recursos actuales y adicionales se invertirían bajo consideraciones de mayor eficiencia institucional y del gasto, y con una certera orientación hacia las prioridades de mayor relevancia para el futuro de nuestra agricultura, inmersa cada vez más en un concierto internacional altamente competitivo, que invierte más y más en investigación y desarrollo.

Literatura citada

- Aghion, P; Howit, P. 1992. A model of growth through creative destruction. *Econometrics* 60(2):323-351.
- Alston, M, J; Chan-Kang, C. *et al.* 2000. A meta analysis of Rates of Return to Agricultural R&D., Washington, USA, IFPRI. Research Report no. 113.
- Ardila V, J. 1997. Cambio técnico e inversión en investigación agrícola: la experiencia Latinoamericana. *In* Taller sobre métodos para medir la adopción de nuevas tecnologías, resumen de experiencias. San José, Costa Rica, CIMMYT/PASOLAC/IICA/PRM.
- Ardila V, J. 1999. Diagnóstico y perspectivas tecnológicas de la Agricultura latinoamericana. Consorcio Técnico, Area II, San José, Costa Rica., IICA.
- Caballero, C; Crane, C; Ocampo, JA. 1991. Apertura y crecimiento, el reto de los noventa. Bogotá, Colombia, FEDESARROLLO.
- Kuznets, S. 1966. Modern Economic Growth: Rate, Structure and Spread. Yale Univ. Press.
- Martin, W; Warr G, P. 1993. Explaining the relative decline of Agriculture: A Supply – Side Analysis for Indonesia. *The World Bank Economic Review*. vol. 7 no. 3.
- Mateo, N; Alarcón, E; Ardila, J; Moscardi, E. 1999. La Investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe y la paradoja de su financiamiento San José, Costa Rica, FORAGRO/FONTAGRO. p. 22- 23.
- Mellor, WJ. 1966. Economía del desarrollo agrícola . FCE.
- Nijkamp, P; Poot, J. 1998. Spatial perspectives on new theories of economic growth. *In* *Annals of Regional Science*. 32:7-37.
- Pinstrup-Andersen, Lundberg; Garrett. 1995. Foreign Assistance to Agriculture : A Win – Win Proposition: Food Policy Report,. Washington, D.C., IFPRI.
- Piñero, M. 1999. La Agricultura y el desarrollo económico en América Latina. Buenos Aires, Argentina.
- RICYT (Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). 1999. Buenos Aires, Argentina.
- Romano, L. 1987. Changes in the aggregate production function for the Colombian agricultural sector. OST, USA. p.114-1120.
- Romano, L. 1996. Evaluación agregada del cambio técnico. Bogotá, Colombia.
- Solow RM. 1956. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics* 70:65-94.
- Thomas, J. 1996. The new Economic Model and Labour Markets in Latin América. *In* *The new economic model in Latin América and its impact on Income distribution and Poverty*. Bulmer Thomas, V. Ed. Institute of Latin American Studies Series
- Timmer, CP. 1995. Agriculture and economic development revisited. *In* *Research in domestic and International Agribusiness management*. vol 11.

Introducción de agentes de control biológico de *Rhizoctonia solani* en suelos solarizados o encalados en condiciones de invernadero

C. Muñoz Ruiz*
G. Virgen Calleros**
A. Herrera Estrella***
V. Olalde Portugal****

RESUMEN. Se presentan los métodos de solarización y encalado como pre tratamientos de suelo para la introducción de agentes de control biológico de *Rhizoctonia solani* K. (AG-3). Los agentes de control evaluados fueron: una suspensión de *Bacillus* sp. 3×10^7 células/ml, *B. subtilis* GV-3 $1,4 \times 10^7$ células/ml, *B. subtilis* (Kodiak HB) 7×10^6 células/ml, *Trichoderma harzianum* IMI206040 4×10^8 esporas/ml y *T. harzianum* IMI206040 250 mg de micelio/ semilla de papa. Cada uno de estos microorganismos se aplicó a suelo previamente tratado: suelo solarizado, encalado, encalado-solarizado y un testigo absoluto. Los resultados mostraron que los mejores tratamientos fueron el encalado + *B. subtilis* GV-3 y el solarizado + *Bacillus* sp. con 100% de protección. El testigo absoluto tuvo una incidencia de 31,25%.

Palabras clave: *Rhizoctonia solani*, *Bacillus* sp., *Trichoderma harzianum*, Control biológico, Solarización, Encalado, Suelo.

ABSTRACT. Introduction of biological control agents of *Rhizoctonia solani* to solarized or limed soil in greenhouse conditions. Solarization and liming methods, as pre-treatments of soil for the introduction of biological control agents of *R. solani* K. (AG-3), are described. The control agents evaluated were: a suspension of 3×10^7 cells/ml of *Bacillus* sp, $1,4 \times 10^7$ cells/ml of *B. subtilis* GV-3, 7×10^6 cells/ml of *B. subtilis* (Kodiak HB), 4×10^8 spores/ml of *Trichoderma harzianum* IMI206040 and 250 mg of *T. harzianum* IMI206040 mycelia/potato seed. Each of these microorganisms was applied to soil previously treated: solarized, limed and lime-solarized soil and an absolute control. The results indicated that the best treatments were liming + *B. subtilis* GV-3 and solarization + *Bacillus* sp., with 100% protection. The incidence of *R. solani* AG-3 in the absolute control was 31.25%.

Keyword: *Rhizoctonia solani*, *Bacillus* sp., *Trichoderma harzianum*, Biological control, Solarization, Liming, Soil.

Introducción

La enfermedad conocida como costra negra de la papa, es causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn (teleomorfo: *Tanatephorus cucumeris* Frank & Donk). Este patógeno está presente en todas las áreas productoras de papa, provoca cáncer de tallo y estolón, así como costras sobre los tubérculos (Hooker 1986),

además reduce la emergencia de los brotes, el vigor de la planta y frecuentemente, los tubérculos infectados se agrietan o se deforman (Powelson *et al.* 1993). *P. solani* también puede causar lesiones en el tallo en más del 90% de las plantas y reducir significativamente el rendimiento hasta en un 31,5% (Carling *et al.*

Recibido: 25/08/2000. Aprobado: 23/02/2001.

* Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN. Jiquilpan, Mich. México

** Departamento de Producción Agrícola del CUCBA. Universidad de Guadalajara. A.Postal 129 C.P. 45110 Zapopan, Jal. México. Correo electrónico: gvirgen@maiz.cucba.udg.mx

*** Departamento de Ingeniería Genética de Plantas. CINVESTAV U. Irapuato A.P. 629. C.P. 36500. Irapuato, Gto. México.

****Departamento de Biotecnología y Bioquímica. CINVESTAV U. Irapuato A.P. 629. C.P. 36500. Irapuato, Gto. México.

1989) así como la gravedad específica de los tubérculos (Banville 1989).

Los aislamientos de *R. solani* en papa, generalmente se han identificado como miembros del grupo de anastomosis 3 (AG-3) (Bandy *et al.* 1988, Carling y Leiner 1986, Otrysko *et al.* 1985); sin embargo, otros grupos de anastomosis también se han aislado de diferentes partes de la planta, incluyendo tallos, estolones, raíces, esclerocios en tubérculos o en suelos donde recientemente se cultivó papa y quedaron éstos como inóculo (Carling *et al.* 1989). En algunas regiones productoras de papa de México (Saltillo, León y Toluca) se han aislado además del AG-3, el AG-2, AG-4, AG-5 y AG-7 (Alonso *et al.* 1994, Virgen *et al.* 1996a, Carling *et al.* 1998). En la mayoría de las regiones productoras de papa de México, el uso de fungicidas constituye la práctica más común para el control de este patógeno; sin embargo, los resultados han sido muy variables debido, posiblemente, a que los grupos de anastomosis de *R. solani* muestran diferente sensibilidad a fungicidas (Kataria *et al.* 1991).

También se han utilizado otras prácticas para el manejo de este patógeno, como son la selección de semilla, destrucción de los residuos, rotación de cultivos, manejo del agua y uso de fertilizantes (Lucas *et al.* 1985), así como el uso de cal (óxido de calcio) (El encalado de... 1966). Otros métodos, tales como el control biológico y la solarización del suelo fueron desarrollados a mediados de este siglo, y su finalidad también es la reducción de la incidencia de enfermedades del suelo. La solarización se ha usado como un método de desinfección de suelo para reducir poblaciones de patógenos, malezas y artrópodos (Katan *et al.* 1976). El proceso básico de la solarización involucra el calentamiento del suelo, usualmente entre 36 a 50°C en los primeros 30 cm de profundidad (Katan 1987). En años recientes, se han incrementado los estudios sobre control biológico de *R. solani*. Algunos de los micoparásitos que han mostrado eficiencia en la reducción de la incidencia de hongos son *Verticillium biguttatum* (Boogert y Velvis 1992), *Trichoderma harzianum*, *T. viridae*, *T. hamatum* y *Gliocadium virens* (Beagle-Ristaino y Papavizas 1985) Además *Bacillus subtilis* RB14 ha mostrado inhibición *in vitro* a *R. solani* en plántulas de tomate (Asaka y Shoda 1996). En papa, se ha evaluado también la eficacia de algunos agentes de control biológico de *R. solani* en condiciones de campo (Virgen *et al.* 1996a). Sin embargo, el empleo de la cal y la solarización, han sido poco estudiados como pre tratamiento de suelo

para la introducción de agentes de control biológico, la primera básicamente por modificación del pH. Se ha considerado que el pH favorable a *Rhizoctonia* y *Trichoderma* es en promedio de 5,5, mientras que para *Bacillus* es de 6,5 - 7,0 y la papa crece mejor en un pH ligeramente ácido (6,0 - 6,5).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del encalado del suelo y la solarización, así como la eficacia de algunos agentes de control biológico para la supresión de *R. solani* en condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

Características del suelo. El suelo utilizado en este estudio fue de tipo vertisol (pardo oscuro) con un pH de 6,5, densidad de 1,2 mg/L, contenido de materia orgánica de 1,75 mg/L, tomado de un campo cultivado con papa, donde la incidencia de *R. solani* era alta. El suelo se colocó en una bandeja de 3 x 2 x 0,2 m.

Incremento del inóculo del suelo. *R. solani* AG-3 se aisló de tallos y tubérculos de papa. Para el incremento del inóculo del suelo se usó la técnica descrita por Carling y Leiner (1990). La semilla-tubérculo de papa fue sembrada en la bandeja, con un espaciamiento de 20 cm entre semillas y una profundidad de 10 cm. Para cada planta, 15 días después de la siembra, se colocaron cerca de los brotes, 12 discos de 1 cm de diámetro, tomados de un medio de cultivo donde *R. solani* creció durante cuatro días, con la finalidad de inducir cáncer de tallo. Un mes después de la siembra, las plantas se cosecharon y se cuantificó el índice de la enfermedad en tallos (severidad) usando la escala propuesta por Carling y Leiner (1990); el tejido afectado de los tallos de papa se cortó y se colocó en la bandeja. Posteriormente, el suelo se homogenizó para mezclarlo con el inóculo presente en los tallos.

Testigos. En una bandeja el suelo fue dividido en cuatro secciones. Se adicionó cal Bertrán (hidróxido de calcio, la cual tiene un pH de 11,5 en solución) en una proporción de 30 t/ha en dos de las secciones. Una de estas secciones se cubrió con plástico transparente de 2 micras, de las dos secciones restantes también una de ellas se cubrió con plástico. Las secciones con plástico permanecieron cubiertas durante 35 días, período durante el cual se midió la temperatura cada cuatro días con un intervalo de 15 días entre la segunda y tercera medición. El pH se midió a diferentes intervalos de tiempo por un período de 35 días. Después de este período se retiró el plástico y se llenaron macetas de plástico con estos suelos (solarizado, encalado, encalado-solarizado y testigo absoluto).

Inoculación de los antagonistas. Los antagonistas a *R. solani* se inocularon cuando las semillas de papa fueron sembradas en las macetas. Se utilizaron tres aislamientos de *Bacillus*: *B. subtilis* GV-3, *Bacillus* sp. y *B. subtilis* (KodiakMR), así como *T. harzianum* IMI 206040 en forma de micelio y de esporas. Los aislamientos bacterianos y *T. harzianum* fueron inoculados a los tubérculos-semilla, por inmersión de éstas en una suspensión con diferentes concentraciones de los antagonistas. Posteriormente, los tubérculos se sembraron según los diferentes tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en la prueba de control de *R. solani*.

	Encalado y sin encalar	Concentración (cel/ml/semilla)
Suelo solarizado	<i>B. subtilis</i> (Kodiak ^{MR})	$7,0 \times 10^6$
	<i>B. subtilis</i> AG-3	$1,4 \times 10^7$
	<i>Bacillus</i> sp.	$3,0 \times 10^7$
	<i>T. harzianum</i> (esporas)	$4,0 \times 10^8$
	<i>T. harzianum</i> (micelio)	250 mg/semilla
	Testigo	—
Suelo no solarizado	<i>B. subtilis</i> (Kodiak ^{MR})	$7,0 \times 10^6$
	<i>B. subtilis</i> AG-3	$1,4 \times 10^7$
	<i>Bacillus</i> sp.	$3,0 \times 10^7$
	<i>T. harzianum</i> (esporas)	$4,0 \times 10^8$
	<i>T. harzianum</i> (micelio)	250 mg/semilla
	Testigo	—

Análisis de datos. Los datos se analizaron midiendo la magnitud de la incidencia de daño (severidad) en tallos (Carling y Leiner 1990). El experimento se realizó en condiciones de invernadero y un diseño completamente al azar, en arreglo factorial 4 x 6 con 10 repeticiones por tratamiento. La separación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey. Los datos se transformaron con una escala inversa al porcentaje de protección (100% de protección = 0% de daño).

Resultados

Incremento de temperatura y pH del suelo. La temperatura se incrementó en un promedio de 10 a 15 grados en el suelo cubierto con plástico (Fig. 1), la temperatura fue menor en los tratamientos en los cuales se

utilizó cal, tanto en suelo solarizado como no solarizado. Con respecto al pH del suelo, este se incrementó en los primeros días después de la aplicación de la cal; determinándose un comportamiento semejante entre el suelo solarizado y el no solarizado (Fig. 2). Se observó un incremento del pH hasta 11 en un día, debido a la fuente de cal (hidróxido de calcio) que tiene un pH de 11,5 que al aplicarse al suelo dió un valor de 11, pero como se aprecia aproximadamente 20 días después de encalado (tanto suelo solarizado y no solarizado) el pH tendió a ser constante; sin embargo, siempre fue mayor en el suelo donde se utilizó cal.

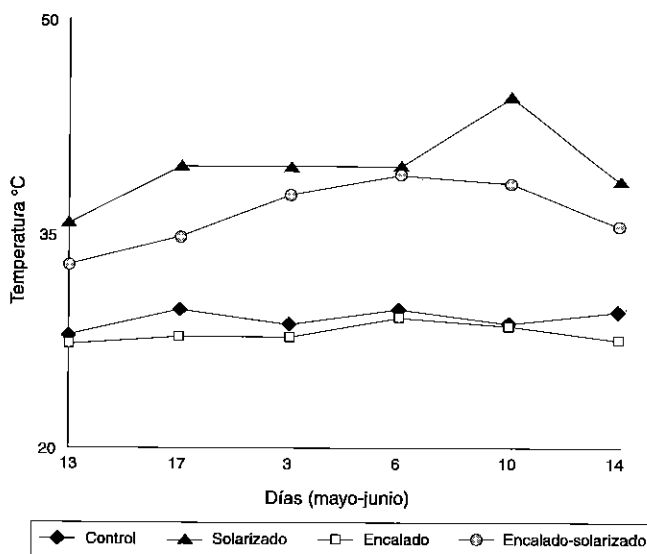


Figura 1. Temperatura del suelo durante 32 días (mayo 13 - junio 14) previos a la introducción de agentes de control biológico.

Testigo en condiciones de invernadero. El índice de daño (severidad) causado por *R. solani*, 45 días después de la siembra fue de 31,25% en el testigo, los antagonistas *B. subtilis* GV-3 junto con *Bacillus* sp. tuvieron un 100% de control sobre *R. solani*. *B. subtilis* GV-3 tuvo un mejor efecto en suelo encalado, mientras que *Bacillus* sp. fue mejor en suelo solarizado; no obstante, *B. subtilis* GV-3 alcanzó una protección de 97,9 en suelo solarizado. *T. harzianum* IMI206040 inoculado en forma de esporas dió una protección de 98,75% en suelo solarizado, no así donde se inoculó en suelo encalado (59,46% de protección). Se observa que la eficiencia de *T. harzianum* IMI206040 se reduce considerablemente en suelo encalado, tanto en esporas como micelio, siendo la protección menor que la del testigo. El efecto de los otros antagonistas en los diferentes tratamientos de suelo se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje (%) de protección contra *R. solani* (AG-3) por diferentes microorganismos de control biológico introducidos al suelo, después del encalado o la solarización del suelo.

Tratamiento	Encalado (%)	Solarización (%)	Encalado+Solarización (%)	Control
<i>B.subtilis</i> AG-3	100,00a*	97,91a	93,75ab	81,66abcd
<i>B.subtilis</i> Kodiak ^{MR}	87,41abc	92,5abc	95,00abc	97,50a
<i>B. subtilis</i> sp.	90,16abc	100,00a	82,83abcd	73,16bcde
<i>T. harzianum</i> (espora)	59,46de	98,75a	95,12ab	52,83e
<i>T. harzianum</i> (micelio)	17,95f	95,83ab	94,00ab	86,16abc
Suelo solo	87,25abc	92,50abc	95,00ab	68,75cde

* Tukey (p = 0, 05)

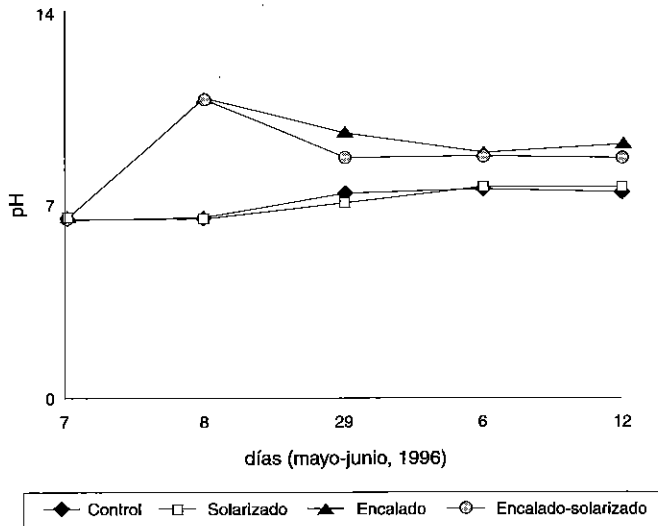


Figura 2. Cambios en el pH del suelo durante 35 días (mayo 7-junio 12) previos a la introducción de los agentes de control biológico.

Discusión

T. harzianum IMI206040, parece no establecerse eficientemente en suelo encalado, posiblemente por el efecto del incremento del pH en el suelo, lo cual puede afectar el desarrollo del hongo, debido a que se ha determinado que el pH bajo mejora la propagación de varias especies de *Trichoderma* (Chet 1987). Lo anterior, también coincide con lo informado por Chet y Baker (1981) quienes mencionan que, en un suelo de Colombia con pH de 5,1, encontraron una densidad de propágulos de *Trichoderma* de 8×10^5 /g de suelo, mientras que en Fort Collins en un suelo con pH de 8,1 la densidad fue de 10^2 /g de suelo. El género *Bacillus* muestra mayor capacidad de adaptación a valores altos de pH, dado que puede crecer hasta pH de 8,5, y mantenerse latente en forma de esporas en valores mayores (Holt *et al.* 1984). Además este mismo autor señala que este género tiene mejor adaptación a temperaturas altas, características que pueden permi-

tir una mejor adaptación y un mayor efecto en la protección contra *R. solani*, bajo esas condiciones. No obstante, *T. harzianum* IMI206040 mostró un excelente efecto cuando se inoculó en suelo solarizado, quizás debido a la reducción de microorganismos nativos y a una mayor oportunidad de colonizar rápidamente el suelo para ejercer un buen efecto de control. *B. subtilis* (Kodiak^{MR}) mostró un efecto aceptable en la protección de papa contra *R. solani* (97,5%); sin embargo, factores como la cal y la solarización afectaron en cierta medida su potencial de control. En condiciones de campo esta cepa ha mostrado un efecto intermedio de control sobre *R. solani* al compararse con otras alternativas (Virgen *et al.* 1996b).

B. subtilis GV-3 parece presentar una gran adaptación a los factores estudiados, que le favorecen considerablemente en el control sobre *R. solani*; estos resultados sugieren que existe una reducción de microorganismos nativos por efecto de la solarización, lo cual concuerda con los resultados de Katan (1987) en suelo húmedo, donde la solarización promueve la actividad biológica y mejora el control de los fitopatógenos. En esta investigación, permitió el rápido establecimiento de la cepa (*B. subtilis* GV-3), la cual puede considerarse como una buena alternativa de control de *R. solani* y con posibilidades de usarse en condiciones de campo. Estos tratamientos del suelo pueden permitir la introducción de microorganismos antagonicos a patógenos del suelo. Por otra parte, *Bacillus* sp. muestra un porcentaje considerable de control en los diferentes suelos, excepto en el suelo testigo, siendo estadísticamente diferente a *B. subtilis* (Kodiak^{MR}) y a *B. subtilis* GV-3.

Por otra parte se observa que la solarización y el encalado del suelo son tan efectivos como los microorganismos, tanto en tratamientos solos como combinados; sin embargo, el efecto de control se ve incrementado cuando se combinan estos tratamientos

de suelo con el uso de los microorganismos. Así mismo el testigo (31,25% de daño), *T. harzianum* (esporas) y *Bacillus* sp. son los tratamientos con mayor incidencia de *R. solani*.

Conclusiones

La modificación del pH (hasta 8,5) mejoró la acción de *Bacillus* y tuvo un efecto detrimento sobre *Trichoderma*.

La solarización potencia la acción de los organismos de control biológico por la reducción de los microorganismos nativos en el sustrato donde se aplican.

La solarización y encalado solo o combinados son tan efectivos como los microorganismos.

B. subtilis AG-3 tiene el mejor efecto de control en suelo encalado y solarizado

Literatura citada

- Alonso, Z; Hernández-Castillo, D; Sánchez-Arizpe, A. 1994. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* en Coahuila y Nuevo León. In Congreso Nacional de Fitopatología (21, 1994, Cuernavaca, México). p. 99.
- Asaka, O; Shoda, M. 1996. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. Appl. Environ. Microbiol. 62: 4081-4085.
- Bandy, BP; Leach, SS; Tavantzis, SM. 1988. Anastomosis group 3 is the major cause of *Rhizoctonia* disease of potato in Maine. Plant Dis. 72: 596-598.
- Banville, GJ. 1989. Yield losses damage to potato plant caused by *Rhizoctonia solani* Kühn. Am. Potato J. 66: 821-834.
- Beagle-Ristaino, JE; Papavizas, GC. 1985. Biological control of *Rhizoctonia* stem canker and black scurf of potato. Phytopathology 75: 560-564.
- Boogert, PHJF van den; Velvis, H. 1992. Population dynamics of the mycoparasite *Verticillium biguttatum* and its host, *Rhizoctonia solani*. Soil Biol. Biochem. 24: 157-164.
- Carling, DE; Leiner, RH. 1986. Isolation and characterization of *Rhizoctonia solani* and binucleate *R. solani*-like fungi from aerial stems and subterranean organs of potato plants. Phytopathology 76: 725-729.
- Carling, DE; Leiner, RH; Westphale, PC. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. Amer. Potato J. 66: 693-701.
- Carling, DE; Leiner, RH. 1990. Effect of temperature on virulence of *Rhizoctonia solani* and other *Rhizoctonia* on potato. Phytopathology 80: 930-934.
- Carling, DE; Brainard, K; Virgen-Calleros, G; Olalde-Portugal, V. 1998. First report of *Rhizoctonia solani* AG-7 on potato in Mexico. Plant Dis. 82: 127.
- Chet, I. 1987. *Trichoderma*: Application, mode of action, and potential as a biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi. In Chet, I. Ed. Innovative Approaches to Plant Disease Control. Wiley. p. 137-160.
- Chet, I; Baker, R. 1981. Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 71: 286-290.
- El encalado de los suelos. 1966. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. Ed. Libros de México. 35 p.
- Holt, JG; Krieg, NR; Sneath, PH; Staley JT; Williams, ST. 1994. Bergey's manual of determinative bacteriology. 9 ed. Williams & Wilkins.
- Hooker, WJ. 1986. Compendium of potato diseases. APS. 125 p.
- Katan, J; Greenberger, A; Alon, H; Grinstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soilborne pathogens. Phytopathology 76: 683-688.
- Katan, J. 1987. Soil solarization. In Chet, I. Ed. Innovative Approaches to Plant Disease Control. Wiley. p. 77-105.
- Kataria, HR; Verman, PR; Gisi, V. 1991. Variability in the sensitivity of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups to fungicides. J. Phytopathol. 133: 121-133.
- Lucas, GB; Campbell, CL; Lucas TL. 1985. Introduction to plant diseases. Identification and management. Westport Connecticut, Avi. 313 p.
- Otrysko, B; Banville, G; Asselin, A. 1985. Anastomosis group identification and pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia solani* obtained from tuberborne sclerotia. Phytoprotection 66: 17-23.
- Powelson, ML; Johnson, KB; Rowe, RC. 1993. Management of diseases caused by soilborne plant pathogens. In Rowe, RC. Ed. Potato health management. APS. p. 149-158.
- Virgen-Calleros, G; Olalde-Portugal, V; Rocha-Rodríguez, R. 1996a. Grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani* K. en Guanajuato, México. Fitopatología. 42:16.
- Virgen C, G; Olalde, PV; Rocha R, R. 1996b. Biological and chemical control of *Rhizoctonia solani* on potato in Guanajuato Mexico. Phytopathology 86 (11): S118.

Compatibilidad de agentes tensoactivos con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*

Marcel Ricardo Tanzini¹
Sérgio Batista Alves¹
Adriana Setten¹
Nilson Toschi Augusto²

RESUMEN. Con el objetivo de desarrollar formulaciones estables de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* se evaluó la compatibilidad de estos hongos con los tensoactivos Agrimul PW, Deydol KS 60, Surfion D-oxiteno, Sulfopon NSS, Sulpragil WP, Surfax 345, Surfion 950, Surfion PW, Texapon Zacd, Vixil-S y Vixilex. Los tensoactivos fueron agregados al medio de cultivo PDA en una concentración de 2%. Posteriormente, se inocularon los entomopatógenos en tres puntos de cada caja de Petri. Después de la inoculación las cajas se mantuvieron en una cámara climatizada a $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ HR y 12 horas de fotofase durante 8 días, para el crecimiento de las colonias y la reproducción de los hongos. Los tensoactivos Agrimul PW, Sulfopon NSS, Surfion 950, Surfion PW, Vixil-S y Vixilex fueron compatibles con los entomopatógenos; mientras que, Dehydol KS 60, Sulpragil WP, Surfax 345 y Texapon Zacd fueron muy tóxicos para los mismos.

Palabras clave: *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, Formulaciones, Adyuvantes, Hongos entomopatógenos.

ABSTRACT. *Compatibility of adjuvants with Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae.* With the aim of developing stable formulations of *M. anisopliae* and *B. bassiana*, the compatibility of these fungi with the adjuvants Agrimul PW, Deydol KS 60, Surfion D-oxiteno, Sulfopon NSS, Sulpragil WP, Surfax 345, Surfion 950, Surfion PW, Texapon Zacd, Vixil-S and Vixilex was evaluated. The adjuvants were mixed with culture medium PDA in a 2% concentration. Then the entomopathogens were inoculated on three points of each Petri dish. After inoculation, the plates were kept in an acclimatised camera at $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 10\%$ RH and 12 hours of photophase for 8 days, to allow growth of the colonies and reproduction of the fungi. The adjuvants Agrimul PW, Sulfopon NSS, Surfion 950, Surfion PW, Vixil-S and Vixilex were compatible with the entomopathogens; where as Dehydol KS 60, Sulpragil WP, Surfax 345 and Texapon Zacd were highly toxic to the fungi.

Key words: *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, Formulation, Adjuvants, Entomopathogens.

Introducción

En la naturaleza, los hongos entomopatógenos pueden eliminar o mantener las plagas en niveles que no ocasionan daños económicos a los cultivos. *Metarhizium anisopliae* Metsch. Sorok y *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. son los más estudiados y utilizados debido a la eficiencia y facilidad de multiplicación en laboratorio, constituyendo uno de los principales grupos de patógenos de insectos utilizados en el control microbiano (Azevedo y Melo 1998).

En condiciones de laboratorio es difícil mantener la viabilidad de esos hongos por mucho tiempo, como

lo demostraron Clerk & Madelin (1965), Wasltad *et al.* (1970), Abreu *et al.* (1983) y Alves *et al.* (1987). Los estudios de compatibilidad pueden ser realizados con formulaciones ya disponibles en el mercado, buscando el control asociado con productos compatibles con los entomopatógenos. Esos estudios también son importantes para los inertes y tensoactivos utilizados en el proceso de formulación de los productos microbianos. De esta manera, formular un entomopatógeno consiste en adicionarle determinados compuestos que mejoran su desempeño en el campo, facilitando su manejo

Recibido: 27/01/2000. Aprobado: 23/02/2001.

¹ Dep. de Entomología, Fitopatología y Zoología Agrícola, ESALQ/USP. Piracicaba, San Paulo, Brasil. Correo electrónico: sebalves@carpa.ciagri.usp.br

² Instituto Biológico, Estação Experimental de Campinas. Campinas, SP, Brasil. Correo electrónico: mrtanzin@carpa.ciagri.usp.br

y aplicación y, principalmente, permiten su almacenamiento en condiciones que disminuyen el costo, con una pérdida mínima de las cualidades del producto (Batista *et al.* 1998).

De acuerdo con las propiedades preponderantes, los surfactantes pueden ser clasificados como adherentes, dispersantes y emulsificantes (Arruda 1985). En los Estados Unidos existían registrados 262 productos adyuvantes, distribuidos en las clases de adherentes, penetrantes, extensores, anti-espumantes y controladores de deriva, entre otros. En Brasil se dispone de poca información, debido a que, generalmente, ésta es poco divulgada por las compañías que los desarrollan.

Zhang *et al.* (1992) evaluaron agentes mojantes y aditivos para su utilización con conidios puros de *B. bassiana* y seleccionaron dos formulaciones. Sin embargo, sus propiedades no fueron significativamente diferentes a aquellas obtenidas con los conidios puros en polvo.

Considerando que una buena formulación es la base para el éxito de un insecticida microbiano, la posibilidad de obtener productos adecuados depende de las propias características del microorganismo y su relación con los adyuvantes y el ambiente de almacenamiento. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos agentes tensoactivos disponibles, con el propósito de seleccionar los más compatibles a *B. bassiana* y *M. anisopliae*, para elaborar formulaciones adecuadas con estos entomopatógenos.

Materiales y métodos

Esta evaluación fue realizada en el Laboratorio de Patología y Control Microbiano de Insectos del Departamento de Entomología, Fitopatología y Zoología Agrícola de la Universidad de São Paulo, en el municipio de Piracicaba-SP, Brasil, entre junio y agosto de 1998.

Se utilizaron los hongos *B. bassiana* (cepa PL63), aislado de *Atta* sp., y *M. anisopliae* (cepa 1037), obtenido de *Solenopsis* sp., ambos almacenados en el Banco de Patógenos de este laboratorio.

Los tensoactivos evaluados fueron: Agrimul PM (sal de sodio condensado de ácido de naftaleno sulfónico), Dehydol PM (alquiloglicol éter absorbido en sílica), Sulfopon NSS (naftaleno sulfonato de sodio condensado con formol), Surfax 345 (asociación de copolímeros oxialquilados y sulfosuccinatos absorbidos en inertes), Surfion D-Oxiteno (formulación balanceada de tensoactivos y hidrocarbonetos sintéticos), Surfion 950 (nomil fenol etoxilado), Texapon

ZALD (laurilulfato de sodio amónico), Vixil S (lignosulfato de sodio), Vixilex (lignosulfonato desazucarado), Surfion PW (nomil fenol etoxilado) y Sulpragil WP (desconocido).

Cada tratamiento constó de 3 cajas de Petri de 9,0 x 1,5 cm con 98 ml de medio de cultivo PDA (200 g de papa, 15 g de dextrosa, 20 g de agar y 0,5 g de antibiótico estreptomina en 1 L de agua destilada) y 2 g de tensoactivo. Los entomopatógenos fueron inoculados en tres puntos equidistantes de la caja de Petri utilizando un Cabo de Kolle. Posteriormente, las cajas fueron mantenidas en cámaras climatizadas (BOD), durante ocho días, a 26±1°C de temperatura, 75%±10% H.R. y 12 horas de fotofase.

Para la verificación de la compatibilidad de los agentes tensoactivos con los hongos, se evaluaron cuatro colonias para cada agente tensoactivo, se midió el crecimiento radial, a través del diámetro de las colonias y el número de conidios producidos. Para el conteo de los conidios, las colonias fueron recortadas y colocadas en un tubo con 10 ml de agua destilada más adherente (Tween 20 al 0,1%). Posteriormente, se evaluó el número de conidios por colonia, para lo cual se usó una cámara de Neubauer en microscopio de fases.

Los valores referentes al crecimiento radial y al número de conidios fueron analizados mediante la prueba de homocedasticidad, utilizándose la prueba de Hartley (división de la varianza máxima entre la mínima, el valor obtenido se compara con el índice de Pearson y Hartley) y los datos fueron transformados por $\log x+3$. Se realizó un análisis de varianza mediante prueba F y las medias comparadas por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Para la clasificación de la toxicidad de los productos, los datos de crecimiento de colonias y número de conidios fueron utilizados para el cálculo de los valores de T, fórmula propuesta por Alves (1998)

$$T = \frac{20(CV) + 80(ESP)}{100}$$

- T: valor corregido del crecimiento vegetativo y esporulación para clasificación del producto;
CV: porcentaje de crecimiento vegetativo con relación al testigo;
ESP: porcentaje de esporulación con relación al testigo;

Los productos fueron clasificados de acuerdo con los siguientes límites de valores T: 0-30= muy tóxico; 31-45= tóxico; 46-60= moderadamente tóxico; > 60= compatible.

Resultados y discusión

La reproducción de *B. bassiana* en cajas de Petri conteniendo el producto Sulfofon NSS fue 8,7 veces mayor con relación al testigo, siendo también estadísticamente diferente a los medios que contengan los productos Dehydol KS 60, Sulpragil WP, y Texapon Zacd que tuvieron un crecimiento nulo. El crecimiento radial del hongo fue mayor en los tratamientos con los productos Agrimul PW, Surfon PW y Vixil-S, con diámetro 1,5 veces superior con respecto al testigo. Vixilex y los mismos productos que inhibieron la producción de conidios del hongo también impidieron su crecimiento (Cuadro 1).

La producción de conidios de *M. anisopliae* en medios de cultivo conteniendo Agrimul PW, Surfon

PW, Surfon D-oxiteno, Sulfofon NSS y Vixilex fue 8,7; 8,3; 7,2; 4,8 y 4,0 veces mayor que la del testigo, respectivamente. En cuanto al crecimiento de las colonias de *M. anisopliae*, los productos que presentaron diferencias significativas fueron Surfon D-oxiteno, Surfon PW, Vixil-S, Vixilex y Agrimul PW, siendo 1,6; 1,4; 1,2; 1,2 y 1,1 veces mayores, respectivamente que el crecimiento del tratamiento sólo con el hongo. Los productos Dehydol KS 60, Sulpragil WP, Surfax 345, Surfon 950 y Texapon Zacd fueron estadísticamente diferentes al testigo, con valores menores en las dos variables evaluadas. El Sulfofon NSS presentó el menor diámetro de colonias (Cuadro 2).

Según los valores determinados de "T" (Alves *et al.* 1998), los productos Agrimul PW, Sulfofon NSS,

Cuadro 1. Diámetro de colonias y número medio de conidios de *B. bassiana* en medios conteniendo diferentes agentes tensoactivos. Brasil, 1999.

Tratamientos	Nº conidios (n. x 10 ⁶)	% Esporulación*	Diámetro (cm)	% Crecimiento**
Testigo	0,12 ± 0,01ab	100	1,31 ± 0,68b	100
Agrimul PW	0,32 ± 0,08ab	267	1,97 ± 0,22a	150
Dehydol KS 60	0,00 ± 0,00b	0	0,00 ± 0,00e	0
Sulfofon NSS	1,05 ± 1,12a	875	1,05 ± 0,06bcd	80
Sulpragil WP	0,00 ± 0,00b	0	0,00 ± 0,00e	0
Surfax 345	0,00 ± 0,00b	0	0,64 ± 0,24d	49
Surfon D-oxiteno	0,05 ± 0,03ab	42	1,20 ± 0,18bc	92
Surfon 950	0,23 ± 0,10ab	192	0,67 ± 0,10cd	51
Surfon PW	0,67 ± 0,27ab	558	2,02 ± 0,21a	154
Texapon Zacd	0,00 ± 0,00b	0	0,00 ± 0,00e	0
Vixil- S	0,15 ± 0,06ab	125	2,02 ± 0,05a	154
Vixilex	0,59 ± 0,42ab	492	0,00 ± 0,13e	0

* Porcentaje de esporulación con relación al testigo.

** Porcentaje de crecimiento con relación al testigo.

Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí al nivel de 5% de probabilidad.

Cuadro 2. Número de conidios, porcentaje de esporulación, diámetro de colonias de *M. anisopliae* en medios con diferentes agentes tensoactivos. Brasil, 1999.

Tratamientos	Nº conidios (n. x 10 ⁷)	% Esporulación*	Diámetro (cm)	% Crecimiento**
Testigo	1,20 ± 0,20d	100	1,60 ± 0,56bcd	100
Agrimul PW	10,40 ± 2,95a	867	1,77 ± 0,31bc	111
Dehydol KS	0,00 ± 0,00d	0	1,21 ± 0,33cde	76
Sulfofon NSS	5,77 ± 0,40bc	481	1,05 ± 0,06de	66
Sulpragil WP	0,00 ± 0,50d	0	0,00 ± 0,00f	0
Surfax 345	0,44 ± 0,00d	37	0,85 ± 0,13e	53
Surfon D-oxiteno	8,63 ± 1,74ab	719	2,60 ± 0,18a	163
Surfon 950	0,00 ± 0,00d	0	0,80 ± 0,08e	50
Surfon PW	9,97 ± 1,74a	831	2,28 ± 0,51ab	143
Texapon Zacd	0,00 ± 0,00d	0	0,00 ± 0,00f	0
Vixil- S	3,10 ± 0,61cd	258	1,94 ± 0,24ab	121
Vixilex	4,77 ± 1,08c	398	1,90 ± 0,22ab	119

* Porcentaje de esporulación con relación al testigo.

** Porcentaje de crecimiento con relación al testigo.

Medias seguidas de la misma letra no difieren entre sí al nivel de 5% de probabilidad.

Surfon 950, Surfon PW, Vixil-S y Vixilex fueron compatibles con los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Dehydol KS 60, Sulpragil WP, Surfax 345 y Texapon Zacd resultaron muy tóxicos para ambos entomopatógenos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación toxicológica de los agentes tensoactivos evaluados para la formulación de *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Brasil, 1999.

Tratamientos	<i>B. bassiana</i>	<i>M. anisopliae</i>
Testigo	-	-
Agrimul PW	compatible	compatible
Dehydol KS 60	muy tóxico	muy tóxico
SulfoPON NSS	compatible	compatible
Sulpragil WP	muy tóxico	muy tóxico
Surfax 345	muy tóxico	muy tóxico
Sulfon D oxiteno	moder. tóxico	tóxico
Surfor 950	compatible	compatible
Surfon PW	compatible	compatible
Texapon Zacd	muy tóxico	muy tóxico
Vixil-S	compatible	compatible
Vixilex	compatible	compatible

Literatura citada

- Abreu, OC; Valarini, PJ; Cruz, RPB; Oliveira, DA; Gabriel, D. 1983. Viabilidade e patogenicidade do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em função do período e condições de armazenamento. Arquivos do Instituto Biológico (Brasil) 50 (1/4): 57-63.
- Alves, SB; Silveira Neto, S; Pereira, RM; Macedo, N. 1987. Estudo de formulações do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em diferentes condições de armazenamento. Ecosistema (Brasil) 12: 78-87.
- Alves, SB; Moino Júnior, A; Almeida, JEM, 1998. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In Alves, SB. Ed. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo, Brasil, FEALQ, cap. 8.
- Arruda, AC, 1995. Distribuição volumétrica dos bicos de pulverizadores. Pesquisa Agropecuária Brasileira 20(11): 1239-1244.
- Azevedo, JL; Melo, IS. 1998. Controle microbiano de insetos - pragas e seu melhoramento genético. Controle Biológico (Brasil)1:69-93.
- Batista Filho, A; Alves, SB; Alves, LFA; Pereira, RM; Augusto, NT. 1998. Formulação de entomopatógenos. In Alves, SB. Ed. Controle Microbiano de Insetos. São Paulo, Brasil, FEALQ, cap. 3.

Marques (1993) en un estudio similar sobre la compatibilidad de los hongos *M. anisopliae* y *B. bassiana* con agentes mojantes y emulsionantes, comprobó que Surfax 250 y Surfax 586 inhibieron *M. anisopliae* con 24 h de incubación, cuando fueron utilizados en una concentración de 2%, mientras que el efecto negativo de Surfax 250 fue observado hasta las 48 horas de incubación. Drewfax 550 y Unitol L30 fueron perjudiciales en las dos concentraciones evaluadas, tanto para *M. anisopliae* como para *B. bassiana*.

Conclusiones

Los tensoactivos Agrimul PW, SulfoPON NSS, Surfon 950, Surfon PW, Vixil-S y Vixilex son compatibles con *B. bassiana* y *M. anisopliae* y pueden ser utilizados para formulaciones con estos entomopatógenos.

Los productos Dehydol KS 60, Sulpragil WP, Surfax 345 y Texapon Zacd son considerados muy tóxicos para los hongos evaluados.

Agradecimiento

Los autores agradecen a Enrique Castiglioni por la traducción del artículo al español.

- Clerk, TC; Madelin, MF. 1965. The longevity of three insect-parasiting hyphomycetes. Transactions British Mycological Society 48(2):193-209.
- Marques, EJ. 1993. Efeitos de formulações na preservação de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sob diferentes condições de armazenamento. Tese de Doutorado. Piracicaba, Brasil, ESALQ/USP. 146 p.
- Walstad, JD; Anderson, RF; Stambaugh, WJ. 1970. Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungus (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*). Journal of Invertebrate Pathology 16:221-226.
- Zhang, AW; Liu, WZ; Deng, CS; Nong, XR; WU, ZK; Gno, WL; Jiang, B; Wang, SF; Song, LW; Chen, F. 1990. Field control of Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Lep., Pyralidae) with different preparations form of *Beauveria bassiana*. Chinese Journal of Biological Control 6(3):118-20. Apd Review of Agricultural Entomology 79(4):416.
- Zhang, AW; Liu, WZ; Nong, XQ; Deng, CS; Guo, WLM; Jang, B. 1992. A trial production of wattle powder of *Beauveria bassiana*. Chinese Journal of Biological Control 8(3):118-120.

Actividad insecticida e insectistática de la chilca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*

Cesáreo Rodríguez Hernández¹
Ernesto López Pérez²

RESUMEN. La chilca (*Senecio salignus*) se ha utilizado tradicionalmente en Chiapas, México para proteger granos almacenados del daño de insectos; sin embargo, su uso ha ido desapareciendo gradualmente. Con el propósito de rescatar el uso de extractos vegetales para el control de plagas se evaluó el polvo de hoja, tallo y raíz de esta planta para el control del gorgojo mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus*, comparándolo con polvos vegetales de raíz de cancerina (*Hippocratea excelsa*), semilla de nim (*Azadirachta indica*) y hojas de mumo (*Piper auritium*). En frascos de cristal se colocaron 100 g de frijol Flor de mayo que se impregnó con 1 g de polvo vegetal. Se añadieron 10 parejas de *Z. subfasciatus* de menos de 24 h de edad. La raíz de chilca eliminó la población, mientras la hoja de esta planta ocasionó entre 16% y 38% de mortalidad. La dosis de 5 kg de polvo de raíz de chilca por tonelada de frijol provoca 100% de mortalidad. La hoja de mumo, la semilla de nim y la raíz de cancerina provocaron 38, 17 y 11% de mortalidad, respectivamente, a los 6 días después del tratamiento. La emergencia registrada a los 51 días fue nula con la raíz de chilca y de 3,4% con la raíz de cancerina, con respecto al testigo (100%). En los demás tratamientos, la emergencia fue mayor al 33,8%. El daño ocasionado por la población sobreviviente, registrado a los 52 días después de la infestación de adultos, fue de 0%; 1,4% y 8,8% con raíz de chilca, cancerina y semilla de nim, respectivamente. En los demás tratamientos el daño fue superior a 10,3%, en comparación con el daño del testigo (26,1% del total del frijol). La raíz de chilca se evaluó posteriormente en dosis de 1; 0,5 y 0,1%, ocasionando 100, 100 y 91% de mortalidad, 0, 0 y 17,5% de emergencia y 0, 0 y 8,4% de daño. El TL_{50} de las dosis de 1%; 0,5% y 0,1% de la raíz de chilca fue de 1,2; 1,7 y 2,2 días. La raíz de esta especie afectó parcialmente a los huevos de *Z. subfasciatus*. Por tanto, la impregnación del frijol almacenado con el polvo de la raíz de chilca debe realizarse en forma preventiva o al observar los primeros adultos de la plaga.

Palabras clave: *Senecio salignus*, *Zabrotes subfasciatus*, *Azadirachta indica*, *Hippocratea excelsa*, *Piper auritium*, Insectistático, Insecticida, Extractos vegetales.

ABSTRACT. Insecticide and insectistatic activity of chilca (*Senecio salignus*) on *Zabrotes subfasciatus*. The chilca (*S. salignus*) has been traditionally used in Chiapas, Mexico to protect stored grain from insect damage; however it has been gradually disappearing. With the purpose of rescuing the use of vegetables extracts for the pest control were evaluated leaves, stems and roots, as powder, of this plant for the control of the Mexican bean weevil *Z. subfasciatus* and compared with plant powder of cancerina root (*Hippocratea excelsa*), neem seed (*Azadirachta indica*) and leaves of mumo. In glass bottles, 100 grams of May Flour were placed and mixed with 1 gram of plant powder. Ten *Z. subfasciatus* couples, of less than 24 hours of age, were added. The chilca root eliminated the population, while the leaf of this plant caused between 16% and 38% mortality. The dose 5 kg of chilca root powder per ton of bean causes 100% mortality. The leaves of mumo, neem seeds and roots of cancerina caused 38, 17 and 11% mortality, respectively, 6 days after treatment. The emergence recorded after 51 days was nil with chilca root and was 3.4% with the cancerina root, with respect to the control (100%). In the rest of the treatments, emergence was greater than 33.8%. The damage caused by the surviving population, recorded 52 days after adult infestation, was 0%; 1.4% and 8.8% with chilca root, cancerina and neem seed. In the other treatments the damage was greater than 10.3%, compared with damage in the control (26.1% of all the beans). The chilca root was evaluated subsequently at doses of 1, 0.5 and 0.1%, causing 100, 100 and 91% mortality, 0, 0 and 17.5% emergence and 0, 0, and 8.4% damage. The LT_{50} at 1, 0.5 and 0.1% dose rates of chilca root were 1.2, 1.7 and 2.2 days. The root of this species affected the eggs of *Z. subfasciatus*. Therefore incorporation of powdered chilca root into stored beans should be performed preventively or as soon as the first adults of the pest are observed.

Recibido: 22/02/2000. Aprobado: 23/02/2001.

¹ Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. Correo electrónico: crherman@colpos.colpos.mx
² Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México, México.

Key words: *Senecio salignus*, *Zabrotes subfasciatus*, *Azadirachta indica*, *Hippocratea excelsa*, *Piper auritum*, Insectistatic, Insecticides, Plant extracts.

Introducción

En los últimos 20 años, la búsqueda de métodos alternativos de manejo de plagas ha tenido como propósito fundamental encontrar técnicas que permitan manejar la resistencia desarrollada por las plagas a los plaguicidas órgano sintéticos así como estrategias que proporcionen una opción de control de plagas, que eviten la eliminación de los enemigos naturales, la contaminación del agua, del aire y del suelo, la intoxicación de los productores, y especialmente, la acumulación de sustancias tóxicas en los productos agrícolas alimenticios. Una de las técnicas utilizadas en el pasado y recuperadas es el uso de plantas con propiedades insecticidas. Posteriormente, con el desarrollo de la química, el uso de estas plantas se reemplazó por compuestos sintéticos, hasta convertirse estos productos en el principal método de control de plagas. No obstante, en los lugares donde no existían recursos económicos para la adquisición de plaguicidas sintéticos ni la asesoría básica para su uso se siguieron usando las plantas con propiedades insecticidas.

Una de las plagas más importantes del frijol almacenado es el gorgojo mexicano del frijol o gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*). Este insecto es originario de las regiones de Centro y Sur América, desde donde se ha distribuido a varias zonas cálidas del mundo en las cuales se cultiva frijol (Southgate 1979). Los daños ocasionados son difíciles de cuantificar y aunque varían según la región, se estiman pérdidas de aproximadamente 35% (Crispin 1977, CIAT 1988). Sin embargo, los daños son superiores en lugares con mayor pobreza debido a las pocas opciones de control que tienen los agricultores. El principal daño de esta plaga lo ocasiona la larva al alimentarse internamente del grano, perjudicando la viabilidad de la semilla y propiciando la entrada de patógenos (Ospina 1981) y oxidación de lípidos, lo cual le da un olor característico al grano.

No obstante, a que la mayoría de la investigación realizada en los últimos 20 años sobre plantas con propiedades insecticidas (Hill 1980, Rodríguez *et al.* 1982, Grainge y Ahmed 1987, Rodríguez y Lagunes 1992, Rodríguez y Vendramim 1998, Rodríguez 2000), ha sido sobre plagas de granos almacenados (Arcos 1989, Rodríguez y Lagunes 1990, Araya 1993, Leg-

rreta 1993, Luna *et al.* 1995), no se han validado las técnicas tradicionales ni se han comparado con los resultados generados en los últimos años.

Entre las plantas utilizadas para la protección de granos almacenados destaca el nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae), a la cual se le atribuye la mayor actividad insecticida e insectistática a nivel mundial (Rodríguez 1999), la cancerina (*Hippocratea excelsa*, Hippocrateaceae) que ha demostrado actividad tóxica para cuatro especies de insectos plaga en granos almacenados (Rodríguez 1990, Rodríguez y Lagunes 1992, Domínguez y Correa 1998), el mumo (*Piper auritum*, Piperaceae) que se ha utilizado tradicionalmente en la región Chatina de Oaxaca, México para proteger el grano almacenado de plagas y la chilca (*Senecio salignus*, Asteraceae) la cual se ha utilizado desde épocas remotas en los Altos de Chiapas, México para evitar las plagas en frijol almacenado (Miranda 1952).

El objetivo de esta investigación fue evaluar, en condiciones de laboratorio, la actividad insecticida e insectistática de chilca, comparándola con la del nim, el mumo y la cancerina para la protección de frijol almacenado del daño de *Z. subfasciatus*.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de julio de 1998 a noviembre de 1999 en el Laboratorio de Insecticidas Vegetales del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, México.

Obtención y procesamiento de plantas

Las especies vegetales evaluadas se obtuvieron o recolectaron en las siguientes localidades: la raíz de cancerina se adquirió en el mercado de plantas medicinales de Texcoco, México en 1991. La semilla de nim se cosechó en Tepetates, Veracruz, México, durante julio y agosto de 1997. La chilca y el mumo se recolectaron en el municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. En el caso de la chilca, la hoja se recolectó en tres fechas diferentes: 26 de julio y 18 de octubre de 1998 y 6 de enero de 1999 (denominándose hoja 1, hoja 2 y hoja 3 según la fecha cronológica de recolección); la raíz y el tallo de esta especie y la hoja de mumo, se recolectaron el 6 de enero de 1999.

La identificación de las plantas recolectadas fue realizada por la M.C. Beatriz Elena Madrigal Calle,

curadora del Herbario-Hortorio del C.P., excepto la identificación de la chilca, la cual fue realizada por el Sr. José García Pérez del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

La hoja, tallo y raíz de chilca y la hoja de mumo, recolectadas, aproximadamente 4 kg en fresco, se secaron a la sombra por 30 días. Una vez deshidratado este material todas las especies evaluadas en esta investigación se pulverizaron, utilizando un molino manual, hasta obtener un polvo fino menor a 40 mallas por pulgada cuadrada.

Cría de *Z. subfasciatus*

La cría del insecto se realizó en una cámara bioclimática a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ y $70 \pm 5\%$ HR con adultos obtenidos del laboratorio de Ecología de Insectos del CP en 1998.

La fuente de alimentación empleada fue frijol Flor de mayo cosechado y adquirido comercialmente. Este último se lavó y se sometió a temperatura de -5°C por 6 días para eliminar insectos.

En un frasco de 5 L de capacidad se colocó frijol hasta dos tercios de su volumen. Se añadieron los adultos que conformaron el inicio de la cría. Posteriormente, los adultos emergidos en la primera generación se trasladaron a otro frasco con grano y así sucesivamente hasta tener una población suficiente que permitiera disponer continuamente de adultos, de menos de 24 h de edad, para realizar las pruebas de evaluación.

Bioensayos

En los bioensayos se utilizaron frascos de vidrio con capacidad de 250 ml, en los cuales se colocaron 100 g de frijol y 1 g de polvo vegetal. En cada frasco se mezcló homogéneamente el frijol y el polvo vegetal, posteriormente se infestó con 10 gorgojos adultos machos (pardo uniforme) y 10 hembras (negro con cuatro manchas en los élitros); de menos de 24 h de edad. En el tratamiento testigo no se añadió ningún polvo vegetal.

Esta metodología permitió realizar varios experimentos: a) evaluar el efecto insecticida de las cuatro especies de plantas en dosis de 1,0%, b) evaluar la raíz de chilca en dosis de 0,1; 0,5 y 1,0%, añadiendo 0,1; 0,5 y 1,0 g de polvo en cada frasco, c) evaluar tiempos de infestación, incorporando el polvo de la raíz de chilca en dosis de 0,1; 0,5 y 1,0%, 6 días antes y 6 días después de la infestación con los adultos de *Z. subfasciatus*, y d) evaluar el polvo de la raíz de chilca en dosis de 0,1; 0,5 y 1,0% en frijol sometido por 24 h a la oviposición de adultos de la plaga, previa homogenización.

Evaluación de la mortalidad, la emergencia y daño de *Z. subfasciatus*

El registro de mortalidad de adultos se realizó a los 6 días después de la infestación con *Z. subfasciatus*. Se consideró como muertos a aquellos especímenes que después de ser perturbados no mostraron movimientos normales. Para la evaluación de las diferentes dosis de raíz de chilca se observó diariamente la mortalidad en cada unidad experimental, hasta los 6 días después de la infestación.

El registro de la emergencia de adultos de la primera generación, tanto de hembras como de machos, se inició desde el surgimiento del primero hasta el último adulto observado en los frascos durante todo el experimento (desde los 35 a los 51 días después de la infestación de *Z. subfasciatus*). En las evaluaciones con diferentes dosis de chilca en preinfestación y postinfestación, y de huevos, se registró el número de adultos emergidos en cada unidad experimental, sin separación de sexo, a los 51 días después de la infestación.

El daño, se evaluó pesando (g) los granos atacados, este se registró a los 52 días después de la infestación de la plaga en cada unidad experimental.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones en todos los tratamientos. Los ocho tratamientos evaluados fueron: a) hoja de chilca recolectada en julio de 1998, b) hoja de chilca recolectada en octubre de 1998, c) hoja de chilca recolectada en enero de 1999, d) tallo de chilca, e) raíz de chilca, f) hoja de mumo, g) raíz de cancerina, y h) semilla de nim en dosis de 1,0%, y tres dosis de raíz de chilca con tres fechas de infestación de *Z. subfasciatus*, además del efecto de tres dosis del polvo de raíz de chilca en huevos, con un respectivo testigo, sin ningún tipo de tratamiento.

A los datos obtenidos, a excepción de los resultados obtenidos con la raíz de chilca en aplicaciones en pre y postinfestación y TL_{50} y TL_{98} , se les realizó un análisis de varianza, así como la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para la comparación de medias en las variables donde hubo diferencia significativa. En lo que respecta a la correlación del tiempo con la mortalidad, provocada por las dosis de 0,1; 0,5 y 1% del polvo de la raíz de chilca en los adultos de *Z. subfasciatus* se realizó el análisis probit* (Infante 1994), para determinar el tiempo letal 50 y 98. En ambos casos se utilizó el paquete estadístico SAS.

* El análisis probit se utiliza para designar a un conjunto de procedimientos estadísticos que estiman los parámetros de una línea de regresión que relaciona datos transformados de dosis y porcentaje de respuesta corregida, así como sus límites fiduciales (Infante 1994).

Resultados y discusión

Mortalidad

Evaluación de polvo de especies vegetales. La mortalidad de adultos de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con polvo de la hoja, raíz y tallo de chilca, semilla de nim, raíz de cancerina y hoja de mumo, en dosis de 1,0% se presenta en el Cuadro 1. La raíz de chilca logró 100% de mortalidad, siendo diferente significativamente a los demás tratamientos. La hoja de esta misma especie recolectada en julio de 1998 y en enero de 1999 (hoja 1 y 3) y la hoja de mumo provocaron una mortalidad entre 38% y 24%, considerada baja. La semilla de nim, la hoja de chilca recolectada en octubre de 1998 (hoja 2), el tallo de chilca y la raíz de cancerina no fueron diferentes al testigo.

Cuadro 1. Mortalidad (%) de adultos de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con polvos vegetales al 1,0%. Montecillos, México.

Tratamientos	Mortalidad (%)
Chilca (raíz)	100a**
Chilca (hoja 3)*	38b
Mumo (hoja)	27bc
Chilca (hoja 1)*	24bc
Nim (semilla)	17cd
Chilca (hoja 2)*	16cd
Cancerina (raíz)	11cd
Chilca (tallo)	11cd
Testigo (sin polvo)	5d

* Hoja 1 recolectada en julio de 1998, hoja 2 recolectada en octubre de 1998 y hoja 3 recolectada en enero de 1999.

**Valores con la misma letra son iguales estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey con $\alpha=0,05$.

De estos resultados se infiere que la raíz de chilca es más tóxica que la hoja de la misma especie, la cual se ha utilizado tradicionalmente por los Tzeltales (grupo étnico) en los Altos de Chiapas como planta medicinal e insecticida (Miranda 1952). El tallo de chilca no mostró efectividad para el control de *Z. subfasciatus*; la flor y la semilla de esta especie no se evaluaron en esta investigación. En relación con el efecto de la hoja de esta planta, la mortalidad provocada por la recolectada en julio (hoja 1) y octubre (hoja 2) de 1998 y en enero de 1999 (hoja 3) varió de 16 a 38%, lo que indica que algunos factores no considerados durante la recolección, cosecha, procesamiento y almacenamiento de la planta y del almacenamiento del grano en esta investigación, pero sí practicados por los Tzeltales, hace de la hoja un buen método de protección de granos.

La raíz de chilca fue mejor que la semilla de nim y que la hoja de mumo al 1,0% para la protección del fri-

jol Flor de mayo, a pesar de que a ésta meliácea se le ha atribuido poder insecticida e insectistático (inhibición del crecimiento y de la alimentación, entre otros efectos) (Rodríguez 1999) y de la aplicabilidad práctica de mumo en los graneros del sureste de México, como en la región chatina de Oaxaca, aunque este último provocó una toxicidad similar a la informada por Rodríguez *et al.* (1992). La raíz de chilca también mostró mayor actividad que la raíz de cancerina, la cual no logró una protección significativa, como la informada por Rodríguez (1989) en adultos de esta plaga (17,6%) y la reportada (23,8%) por Ortega (1987) en el gorgojo pardo del frijol *Acanthoscelides obtectus*, pero discrepa del 100% de mortalidad señalado por Domínguez y Correa (1998).

La comparación de estos resultados con los obtenidos con otras especies vegetales no evaluadas indica que la toxicidad de la raíz de chilca es similar a la semilla de hilama (*Annona diversifolia*, Annonaceae) y a la hoja, flor y tallo de la jícama (*Pachyrhizus erosus*, Fabaceae) (Domínguez y Correa 1998), y a la hoja de epazote (*Chenopodium ambrosioides*, Chenopodiaceae) (Legorreta 1993) las cuales provocan mortalidad total de *Z. subfasciatus* en dosis de 1,0%. La chilca mostró mayor actividad que otras plantas prometedoras, como la semilla del chicalote (*Argemone mexicana*, Papaveraceae) (Cuevas *et al.* 1990), la higuera (*Ricinus communis*, Euphorbiaceae) (Cortez y Celaya 1992), la hoja de la pimienta (*Pimenta dioica*, Myrtaceae) (Rodríguez *et al.* 1992), la hoja, flor y semilla de chamol (*Caesalpinia pulcherrima*, Fabaceae) y la semilla de jícama (Domínguez y Correa 1998) para *Z. subfasciatus*, además de la hoja y tallo de carricillo (*Equisetum arvense*, Equisetaceae) y la hoja-tallo de té de castilla (*Lippia alba*, Verbenaceae) reportadas por Ortega (1987) como prometedoras en el control de *A. obtectus*, por provocar mortalidad del 50% al 98,8% en dosis de 1,0%.

Evaluación de dosis de raíz de chilca. La mortalidad de adultos de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con dosis de 0,1; 0,5 y 1,0% de raíz de chilca fue similar (Cuadro 2); sin embargo, en la interpretación biológica, el 9% de la población en frijol tratado con polvo al 0,1% no muere, lo que puede dar continuidad a la infestación hasta llegar a ocasionar daños graves, conforme avance el periodo de almacenamiento. En este sentido, se recomienda utilizar la dosis 0,5% que elimina al 100% de los adultos.

TL₅₀ y TL₉₈. El TL₅₀ de *Z. subfasciatus* osciló de 1,2 a 2,2 días, mientras que TL₉₈ fue de 3,2 a 7,4 días en fri-

Cuadro 2. Mortalidad (%) de adultos de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con polvo de la raíz de chilca a diferentes dosis, Montecillos, México.

Dosis (%)	Mortalidad (%)
Raíz de chilca 1,0	100a
Raíz de chilca 0,5	100a
Raíz de chilca 0,1	91a
Testigo	0b

*Valores con la misma letra son iguales estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey con $\alpha=0,05$.

jol tratado con las dosis del 1,0 al 0,1% (Cuadro 3). La chilca provocó más del 60% de esta mortalidad en el segundo día después del tratamiento, provocando entre el 83 y 100% de mortalidad de los adultos a los 4 días después de la impregnación del polvo, en el frijol, tiempo en el que según Golob y Kilminster (1982) las hembras depositan el mayor número de huevos.

La raíz de chilca al 1,0% eliminó el total de adultos un día antes, en comparación a la actividad de la dosis de 0,5%. No obstante, desde el punto de vista práctico no debe recomendarse la dosis de 1,0%, pues al proteger un día el grano y eliminar el 2% de la población se utiliza el doble de la dosis, lo cual no es recomendable para cuidar el recurso y mantener su eficacia como método biorracional el mayor tiempo posible. Para la dosis menor (0,5%) que logró la eliminación del total de la población, la TL_{50} fue de 1,7 días, y la TL_{98} de 3,7 días, provocando mortalidad total en los adultos de *Z. subfasciatus* a los 5 días después de mezclado el polvo de la raíz de chilca en dosis de 5 kg/t de frijol.

Cuadro 3. Tiempo letal 50 y 98 en días para adultos de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con polvo de la raíz de chilca, a diferentes dosis, Montecillos, México.

Dosis (%)	TL_{50}	TL_{98}
Raíz de chilca 1,0	1,2	3,2
Raíz de chilca 0,5	1,7	3,7
Raíz de chilca 0,1	2,2	7,4
Testigo	-	-

*Tiempo letal de acuerdo al análisis probit

Evaluación de raíz de chilca en pre y postinfestación.

La impregnación del polvo de la raíz de esta especie en frijol Flor de mayo, en dosis de 0,1; 0,5 y 1,0%, 6 días antes y 6 después de la infestación con adultos de *Z. subfasciatus* provocó 100% de mortalidad en todos los casos, a los 6 días después de haber completado cada tratamiento. Esto demuestra la actividad del polvo de la raíz de esta especie para el control de esta plaga,

como tratamiento preventivo y curativo. Por tanto, la impregnación del polvo al momento del almacenamiento del frijol eliminará a los todos los adultos que arriben posteriormente. En la impregnación posterior a la detección del problema en frijol, este producto eliminará la población de adultos de *Z. subfasciatus* en menos de 6 días después del tratamiento.

Emergencia

Evaluación de polvo de especies vegetales. La emergencia de adultos en la primera generación, descendiente de los sobrevivientes de los tratamientos con hoja, raíz y tallo de chilca, semilla de nim raíz de cancerina y hoja de mumo en frijol Flor de mayo en dosis de 1,0% se presenta en el Cuadro 4. La raíz de chilca y cancerina fueron significativamente diferentes en relación con el testigo. La semilla de nim no fue diferente del testigo; sin embargo, según Lagunes y Rodríguez (1989) y Rodríguez y Lagunes (1990) este tratamiento resulta prometedor en la protección del grano al permitir una emergencia menor del 50%, con respecto a la población registrada en el testigo, en las mismas condiciones experimentales.

Cuadro 4. Proporción de hembras y emergencia (%) de adultos de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con polvos vegetales al 1,0%, Montecillos, México.

Tratamientos	Proporción de hembras	Emergencia (%)
Chilca (raíz)	—	0,0 b
Cancerina (raíz)	75,0	3,4 b
Nim (semilla)	49,1	33,8 ab
Chilca (hoja 3)*	48,1	63,5 ab
Mumo (hoja)	49,4	65,3 ab
Chilca (hoja 2)*	47,8	84,4 ab
Testigo (sin polvo)	51,8	100,0 a
Chilca (hoja 1)*	50,8	107,4 a
Chilca (tallo)	45,8	111,1 a

* Hoja 1 recolectada en julio de 1998, hoja 2 recolectada en octubre de 1998 y hoja 3 recolectada en enero de 1999.

**Valores con la misma letra son iguales estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey con $\alpha=0,05$.

Por tanto, la raíz de chilca y la de cancerina son mejores que la semilla de nim y el mumo por inhibir el desarrollo de la plaga en la primera generación. La raíz de chilca inhibió totalmente el desarrollo de la población en la primera generación, a diferencia de la hoja y del tallo de la misma especie, los cuales no lograron evitar la emergencia. La raíz de cancerina, aunque estadísticamente igual a la raíz de chilca, permite el 3,4% de desarrollo de la población en comparación

con el testigo, cuantificado como 100% por su desarrollo normal. No obstante, con esta planta se ha informado una emergencia nula de *A. obtectus* (Ortega 1987), y de 41,8% de *Z. subfasciatus* (Rodríguez 1989), lo que denota que cancerina inhibe el desarrollo de los gorgojos del frijol en diferentes grados de eficacia, pero siempre alcanzó una emergencia menor o igual al 50%, con respecto al desarrollo normal del testigo (Rodríguez 1990). La semilla de nim es moderadamente eficaz, al permitir el desarrollo de la población en 33,8% en su primera generación, en relación con el testigo; no obstante, sería mejor que la hoja y el tallo de chilca y la hoja de mumo desde el punto de vista práctico.

La actividad de chilca, de inhibir totalmente el desarrollo de *Z. subfasciatus*, posiblemente se deba a que inhibe la oviposición, evita el desarrollo y la eclosión de los huevos, elimina a las larvas, pupas o preadultos, induce formas intermedias entre larva y pupa, entre pupa y preadulto, o deformaciones en preadultos que impidan su desarrollo, entre otras evidencias de toxicidad.

La comparación de los resultados obtenidos para chilca, con las de evaluaciones de otras especies de plantas usadas para el control de otras especies de gorgojos del frijol muestran que la inhibición total de la emergencia de adultos también se ha informado con la semilla de chicalote para *Z. subfasciatus* (Cuevas *et al.* 1990) y con la raíz de cancerina para *A. obtectus* (Ortega 1987). Por tanto, la raíz de chilca es mejor que la de cancerina y la hoja y flor de flor de muerto (*Tagetes foetidissima* Asteraceae) (Rodríguez 1989) y la hoja de epazote (Legorreta 1993) para el control de *Z. subfasciatus*, además de la jicama y la hoja de flor de muerto para *A. obtectus* (Ortega 1987), las cuales inhiben parcialmente la emergencia de adultos (24-50%) a la dosis del 1,0%.

Efecto de especies vegetales en la proporción de sexos de *Z. subfasciatus*. La emergencia de adultos de la plaga en frijol tratado con chilca, nim, cancerina y mumo, en dosis de 1,0% fue diferente tanto en machos como en hembras.

La raíz de chilca eliminó la población total (Cuadro 4), mientras que la raíz de cancerina permitió una población de 16 especímenes que corresponde a 3,4% de la población del testigo; siendo el 75% hembras, lo que podría indicar que éste favorece el desarrollo de hembras, en contraste con el 25% de machos en la primera generación. La semilla de nim favorece levemente la emergencia de machos, pues representan el 41,8% de la descendencia en la primera generación (machos).

La mayor proporción de hembras se determinó en frijol tratado con la raíz de cancerina y la hoja de chilca recolectada en julio de 1998 (hoja 1) con 75,0 y 50,8%, respectivamente de la población total de adultos emergidos en la primera generación, lo cual indica que habrá mayor cantidad de huevos, mayor daño por larvas y proporcionalmente, mayor población en la descendencia, y por lo tanto, menor tiempo de protección del grano almacenado en comparación con los tratamientos con las hojas 2 y 3 (recolectadas en octubre de 1998 y enero de 1999) y el tallo de chilca con 52,2; 51,9 y 54,2%, de machos emergidos, respectivamente, de la población total de adultos registrados en la primera generación.

Evaluación de especies vegetales en el desarrollo de la primera generación de *Z. subfasciatus*. En relación con el tiempo transcurrido desde la infestación del frijol Flor de mayo con los adultos de *Z. subfasciatus* hasta el tiempo promedio de emergencia de adultos de la primera generación, éste osciló de 39,2 días en el testigo hasta 40,8 días con el tratamiento con la hoja de chilca, recolectada en octubre de 1998, sin determinarse diferencias significativas para ningún tratamiento.

Evaluación de dosis de raíz de chilca. La emergencia de adultos de la primera generación descendientes de los adultos obtenidos de frijol tratado con raíz de chilca en dosis de 0,5% y 1,0% en frijol Flor de mayo fue nula (Significancia *c*, Tukey $\alpha=0,05$). La dosis del 0,1% registró un 17,5% de emergencia de adultos, con respecto a la emergencia del testigo (100%, Significancia *a*, Tukey $\alpha=0,05$).

No obstante, la dosis de 0,1 es una buena alternativa para la protección de granos por inhibir la emergencia a menos del 50%, con respecto al testigo de acuerdo con los parámetros de Lagunes y Rodríguez (1989) y Rodríguez y Lagunes (1990).

En lo referente a la actividad en la segunda generación de *Z. subfasciatus* en frijol tratado con raíz de chilca en dosis de 0,1; 0,5 y 1,0% no hubo descendencia con ninguna de las dosis en comparación con la gran población del testigo (no registrada). La dosis del 0,1% inhibe parcialmente el desarrollo de la plaga en la primera generación pero logra la inhibición total en la segunda generación.

Evaluación de raíz de chilca en pre y postinfestación. La incorporación del polvo de raíz de esta especie en frijol Flor de mayo, 6 días antes de la infestación inhibió totalmente la emergencia de adultos de *Z. subfasciatus* en la primera generación, con todas las dosis (0,1%; 0,5% y 1,0%). En contraste, cuando el polvo se añadió

a los 6 días después de la infestación, la emergencia en la primera generación fue similar a la del testigo con todas las dosis. Esto indica que este polvo vegetal en postinfestación no afecta el desarrollo de huevos, larvas y pupas, ni altera la emergencia de adultos. Por tanto, para evitar la proliferación de la plaga, la raíz de esta planta debe aplicarse al frijol antes o durante el tiempo de infestación de la plaga.

Evaluación de raíz de chilca sobre el desarrollo de huevos de *Z. subfasciatus*. Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos, con respecto al testigo (Cuadro 5). Ninguna de las dosis de raíz de chilca aplicado al frijol mostró un efecto total en el desarrollo de huevos de la plaga ni evitó totalmente su eclosión. No obstante, finalmente inhibió en forma parcial el desarrollo de la plaga.

Cuadro 5. Efecto sobre huevos de *Z. subfasciatus* aplicado del polvo de raíz de chilca, aplicado en tres dosis en frijol Flor de mayo, Montecillos, México

Dosis (%)	Emergencia de adultos (%)
Raíz de chilca 1,0	9,7b
Raíz de chilca 0,5	14,9b
Raíz de chilca 0,1	14,5b
Testigo	100,0a

*Valores con la misma letra son iguales estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey con $\alpha=0,05$.

Daño

Evaluación de polvo de especies vegetales. El daño provocado por la plaga en frijol Flor de mayo tratado con polvo de hoja, tallo, y raíz de chilca, semilla de nim, raíz de cancerina y hoja de mumo en dosis de 1,0% mostró diferencias significativas (Cuadro 6). El daño en el frijol protegido con polvo de raíz de chilca fue nulo. La raíz de cancerina y semilla de nim lograron reducir el daño en 5,4 y 33,7%, con respecto al testigo. El tallo y la hoja 2 y 3 de chilca (recolectada en octubre de 1998 y en enero de 1999), así como la hoja de mumo resultaron medianamente prometedoras, siendo diferentes significativamente al testigo. Finalmente, el frijol tratado con polvo de hoja de chilca recolectada en julio de 1998 (hoja 1) resultó con un daño similar al testigo.

Estos resultados permiten inferir que la raíz de chilca mantendrá al frijol sin daño por al menos 50 días después de la impregnación del polvo, mientras que con la raíz de cancerina y semilla de nim el daño total del grano almacenado sería de 1,4 y 8,8%, respectivamente en la primera generación de *Z. subfasciatus*, en

Cuadro 6. Daño (%) de la primera generación de *Z. subfasciatus* en frijol Flor de mayo tratado con polvos de cinco especies vegetales al 1,0%. Montecillos, México.

Tratamientos	Daño (%)
Chilca (raíz)	0,0e
Cancerina (raíz)	1,4de
Nim (semilla)	8,8cd
Chilca (hoja 3)*	10,3bc
Mumo (hoja)	11,3bc
Chilca (hoja 2)*	16,6bc
Chilca (tallo)	17,2b
Chilca (hoja 1)*	17,9ab
Testigo (sin polvo)	26,1a

*Hoja 1 recolectada en julio de 1998, hoja 2 recolectada en octubre de 1998 y hoja 3 recolectada en enero de 1999.

**Valores con la misma letra son iguales estadísticamente, de acuerdo a la prueba de Tukey con $\alpha=0,05$.

comparación con 26,1% de daño en el frijol almacenado sin tratamiento. En estas condiciones de almacenamiento, el grano tratado con la raíz de chilca tendría el mejor precio de mercado por su calidad.

La protección total del grano del ataque de *Z. subfasciatus*, lograda con la raíz de chilca es comparable con la informada por Cuevas *et al.* (1990) con semilla de chicalote (*Argemone mexicana*, Papvaraceae).

Evaluación de dosis de raíz de chilca. La protección de la chilca en dosis de 1,0% y 0,5% fue total, evitando daños en el frijol. La dosis de 0,1% fue de 8,4% (significancia a, Tukey a = 0,05) en comparación al 27,2% de daño con el testigo.

Conclusiones

- La raíz de chilca fue mejor que la hoja y el tallo de la misma especie para el control de *Z. subfasciatus* en frijol almacenado.
- La raíz de chilca fue más eficaz que la semilla de chilca, la raíz de cancerina y la hoja de mumo para el control de la plaga.
- La dosis mínima eficaz de polvo de raíz de chilca para eliminar la población total de *Z. subfasciatus* fue equivalente a 5 kg de polvo por tonelada de frijol almacenado. Las dosis mínima tienen efecto insectistático.
- El tiempo necesario para eliminar a la mitad de la población de adultos de *Z. subfasciatus*, con la dosis de 0,5% de la raíz de chilca fue de 1,7 días.
- El tratamiento del frijol almacenado con el polvo de la raíz de chilca debe de realizarse en forma preventiva o al momento de observar los primeros adultos de *Z. subfasciatus*.

Agradecimientos: Al Sr. Dionisio Cortés Morales, del Colegio de Postgraduados, por proporcionar la población inicial de *Z. subfasciatus*. Al Sr. Julián López Marín, de la Universidad Autónoma Chapingo, por frijol para el inicio de la cría del gorgojo. Al M.C. Luis Antonio Ramírez Moreno, estudiante de El Colegio de la Frontera Sur, México, por la recolección y el envío del último material de raíz de chilca utilizado en esta investigación. A la M.C. Beatriz Elena Madrigal Calle, del Colegio de Postgraduados, y al Sr. José García Pérez del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México, por la identificación de las plantas utilizadas en esta investigación. Al Dr. Roberto Reyna Robles, del Colegio de Postgraduados, por permitir el uso de la cámara bioclimática donde se realizó la investigación.

Literatura citada

- Araya G, JA. 1993. Evaluación de polvos minerales y vegetales contra plagas de maíz y frijol almacenado, en los estados de Zacatecas y Guerrero. Tesis de Maestría, Montecillos, México, Colegio de Postgraduados. 81 p.
- Arcos C, G. 1989. Métodos para evitar el ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) en frijol almacenado en San Andrés Tuxtla, Veracruz. In Congreso Nacional de Entomología (24, 1989, Oaxtepec, Morelos, México). Memorias. p. 306.
- CIAT. 1988. Frijoles silvestres; fuente de resistencia a brúquidos. Resúmenes de frijol. 7(1):6.8.
- Cortez R, MO; Celaya G, JL. 1992. Utilización de polvos vegetales como alternativa para control del gorgojo del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). In Congreso Nacional de Entomología (27, 1992, San Luis Potosí, México). Resúmenes. p. 449-500.
- Crispín, MA. 1977. Frijol, su cultivo en México. Folleto de divulgación no. 53. México, INIA-SAHR. 8 p.
- Cuevas S, MI; Romero N, CA; García M, JC. 1990. Utilización del chicalote *Argemone mexicana* (Papaveraceae) como alternativa para el control del gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Bohn.) (Coleoptera: Bruchidae). In Simposio Nacional Sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas (2, 1990, Oaxaca, México). p. 3-10.
- Domínguez M, VM; Correa L, AJ. 1998. Uso de plantas silvestres para el control del "gorgojo del maíz" *Sitophilus zeamais* Mots. y el "gorgojo pinto del frijol" *Zabrotes subfasciatus* Boheman. In Simposio Internacional y IV Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas. C. Rodríguez H. Ed (1, 1998, Acapulco, México). Memorias. p. 91-7.
- Golob, P; Kilminster, A. 1982. The biology and control of *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res. 18(3):95-101.
- Grainge M; Ahmed, S. 1987. Handbook of plants with pest-control properties. Wiley. 470 p.
- Hill, J. 1980. El uso de aceites vegetales como insecticida. Instituto de Agricultura y Ciencias Alimenticias. Ezra Tatt Benson, USA. 4 p.
- Infante G, S. 1994. Manual de análisis probit. Centro de Estadística y Cálculo. Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. 107 p.
- Lagunes T, A; Rodríguez H, C. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. Chapingo, México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Colegio de Postgraduados. 150 p.
- Legorreta M, D. 1993. Control de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) con tres plantas insecticidas en frijol almacenado. Tesis de Lic. Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 56 p.
- Luna L, C; Pérez S, S; Domínguez M, VM; Catalán H, C. 1995. Dosificación de polvos vegetales contra el "gorgojo pinto del frijol" *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) en Iguala, Guerrero. In Congreso Nacional de Entomología (20, 1995, Chapingo, México). Memorias. p. 212.
- Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Chiapas, México. p. 319.
- Ortega A, LD. 1987. Evaluación de polvos vegetales y minerales para el combate del gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus* Say) (Coleoptera: Bruchidae) en frijol almacenado. Tesis Lic. Iztacala, México, UNAM. 74 p.
- Ospina O, H. 1981. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado. Cali, Colombia, CIAT. 29 p.
- Rodríguez H, C. 1990. Actividad insecticida de (*Hippocratea excelsa*; Hippocrateaceae) en siete especies de insectos de importancia económica. In Simposio Nacional Sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas (2, 1990, Oaxaca, México). Memoria. C. Rodríguez H. Ed. Oaxaca, p. 37-47.
- Rodríguez H, C. 1999. Recetas de nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) contra plagas. In Simposio Nacional Sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas (5, 1999, Aguascalientes, México). Memorias. C. Rodríguez H. Ed. p. 39-59.
- Rodríguez H, C. 2000. Plantas contra plagas; potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAPAM, RAAA Y Fundación Ho'Oli. Editorial Futura. Texcoco, Estado de México, México. 133 p.
- Rodríguez H, C; Lagunes T, A. 1990. Polvos vegetales y minerales; una opción de combate de insectos plaga en el almacenamiento rústico. "Perspectivas de la investigación en México". In Simposio Nacional, Entomología de Productos Almacenados (2, 1990, Oaxaca, México). Memorias. p. 14-28.
- Rodríguez H, C; Lagunes T, A. 1992. Plantas con propiedades insecticidas; resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. Revista Agroproductividad (México) 1:17-25.
- Rodríguez H, C; Vendramim, JD. 1998. Uso de índices nutricionales para medir el efecto insecticida de extractos de meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 48:11-18.
- Rodríguez H, C; Lagunes T, A; Domínguez R, R; Bermúdez V, L. 1982. Búsqueda de plantas nativas del estado de México con propiedades tóxicas contra el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, y mosquito casero, *Culex quinquefasciatus* Say. Revista Chapingo (México) 7(37-8):35-9.
- Rodríguez L, DA; Sánchez S, S; Arenas L, V. 1992. Evaluación de las actividades tóxicas de plantas silvestres del estado de Tabasco, sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) "gorgojo mexicano del frijol" (Coleoptera: Bruchidae) y de *Sitophilus zeamais* L. "gorgojo del maíz" (Coleoptera: Curculionidae), en frijol y maíz almacenado bajo condiciones de laboratorio. In Congreso Nacional de Entomología (27, 1992, San Luis Potosí, México). Memorias. p. 207-8.
- Rodríguez R, FH. 1989. Evaluación de la actividad tóxica de polvos vegetales y minerales sobre el gorgojo mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) en frijol almacenado bajo condiciones de laboratorio. Tesis Lic. Chapingo, México, UACH. 135 p.
- Southgate, JB. 1979. Biology of the bruchidae. Ann Rev. Entomol. 24:449-473.

Predisposición de *Rottboellia cochinchinensis* al ataque de patógenos nativos en respuesta a factores de estrés

Cristhian Zúñiga*
Vera Sánchez Garita**
Elkin Bustamante**

RESUMEN. Se evaluaron factores de estrés como agentes de predisposición de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* al ataque de los patógenos nativos: *Curvularia* (cepa 2), *Dreschlera* (cepas 130, 105 y 99), *Fusarium* (cepas 127 y 69). En plantas de *R. cochinchinensis*, cultivadas en macetas y mantenidas en invernadero se evaluó el efecto de la sombra (60%), saturación del suelo con agua y se realizaron pruebas con sub-dosis de cinco herbicidas. Se establecieron experimentos en el campo (Guanacaste, Costa Rica) con maíz criollo (*Zea mays*), donde se evaluó el efecto de tres sub-dosis de haloxifop metil, sobre la severidad del ataque de los patógenos *Fusarium* (cepas 127 y 69). En las pruebas realizadas en invernadero se determinó que únicamente el haloxifop metil produjo un efecto de predisposición de las plantas al ataque de los patógenos. El mejor efecto se logró con *Fusarium* (cepas 69 y 127) previamente asperjadas con 2 ml pc/L de haloxifop metil. En condiciones de campo, los mejores resultados se obtuvieron con las mismas cepas pero a una subdosis de 1 ml pc/L (40%) de haloxifop metil. No se observó efecto sobre la formulación de los patógenos, ni de la cobertura (mucuna) sobre la población de la maleza.

Palabras clave: *Rottboellia cochinchinensis*, Control biológico, Malezas, Factores de estrés.

ABSTRACT. Predisposition in response to stress factors of *Rottboellia cochinchinensis* to attack by native pathogens. Stress factors as agents predisposing the weed *R. cochinchinensis* to attack by the native pathogens: *Curvularia* (strain 2), *Dreschlera* (strains 130, 105 and 99), *Fusarium* (strains 127 and 69) were evaluated. The effect of shade (60%), saturation of the soil with water and sub-doses of five herbicides was evaluated on plants of *R. cochinchinensis*, grown in pots and maintained in the greenhouse. Field experiments were established (Guanacaste, Costa Rica) with native maize (*Zea mays*), and the effect of three sub-doses of haloxifop methyl, on the severity of attack by the *Fusarium* (strains 127 and 69) pathogens was evaluated. In the trials performed in the greenhouse it was determined that only haloxifop methyl caused a predisposition effect on the plants to attack by the pathogens. The greatest effect was achieved with *Fusarium* (strains 127 and 69) previously sprayed with 2 ml pc/L of haloxifop methyl. Under field conditions, the best results were obtained with the same strains but a sub-dose of 1 ml pc/L (40%) of haloxifop methyl. There was no effect of the formulation of the pathogens, nor of the cover crop (mucuna) on the weed population.

Key words: *Rottboellia cochinchinensis*, Biological control, Weeds, Stress factors.

Introducción

Las malezas son económicamente plagas muy importantes de los cultivos y para su control se recurre al uso de herbicidas, los cuales representaron aproximadamente el 50% del mercado mundial de plaguicidas en 1990 (World Crop Pesticides Sales Fall 1991). La utilización excesiva de estos productos, principalmente, por los productores agrícolas más tecnificados, han

provocado importantes modificaciones en los agroecosistemas, además de sus efectos contaminantes que incluyen no sólo cambios en la composición florística, sino en la evolución de la resistencia en algunas poblaciones de malezas (Chávez 1996).

A pesar del efecto de los herbicidas en el ambiente, los costos de producción de nuevos herbicidas (Duke *et al.* 1993), las tendencias mundiales en torno a la

Recibido: 15/01/2000. Aprobado: 23/02/2001.

* CATIE. Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: czuniga@catie.ac.cr

** CATIE. Área de Agricultura Tropical. Turrialba, Costa Rica.

producción de alimentos más seguros, se debe considerar que actualmente el control de algunas malezas está basado en el uso de herbicidas. Por lo tanto, es importante investigar otras alternativas de manejo como el control biológico.

La mayoría de los herbicidas por su mecanismo de acción tienen la capacidad de romper las defensas naturales de las plantas, por lo cual se consideran el primer recurso en la búsqueda de factores de estrés que predispongan las malezas al ataque de patógenos nativos, logrando así un efecto sinérgico que pueda causar mayor daño a estas plantas. Algunos herbicidas pueden alterar básicamente los niveles de actividad de la PAL (Phenylalanina Amonio Lyasa) en plantas, dado que esta es una enzima clave del metabolismo secundario de las mismas; su inhibición ha sido sugerida como un objetivo para la acción de herbicidas (Jangaard 1974). Según Lydon y Duke (1993) los herbicidas producen efectos importantes en los niveles de varios compuestos secundarios, estos compuestos pueden influenciar susceptibilidad o resistencia de las plantas lo cual puede ser particularmente cierto en plantas que reciben dosis subletales. Un ejemplo es el glifosato que altera directamente la síntesis de compuestos secundarios al bloquear la vía del Shikimato (Lydon y Duke 1989). De ahí que la combinación de dosis bajas de herbicidas con patógenos haya sido estudiada por Hoagland (1996), el cual determinó que herbicidas tales como acifluorfen y bentazon favorecen la infección de *Aeschynomene virginica* con *Colletotrichum coccoides*, *Sesbania exaltata* con *C. truncatum* y *Desmodium tortuosum* con *Fusarium lateritium*. Estos ejemplos muestran que herbicidas con modos de acción y composición química diferentes pueden actuar sinérgicamente con microorganismos para mejorar el control de las malezas.

Rottboellia cochinchinensis (Lour) W.D. Clayton es una maleza originaria de la India y está asociada a 18 cultivos en 28 países (Holm *et al.* 1991). En Costa Rica se ha determinado que es un problema en muchos cultivos, especialmente en gramíneas. Actualmente, no se cuenta con un control químico que garantice especificidad sobre esta maleza, a pesar de que los productores deben realizar numerosas aplicaciones de herbicidas para disminuir su efecto sobre los cultivos. Por tanto, el uso de patógenos como agentes control biológico de esta maleza surge como una alternativa de manejo que al integrarse a otras tácticas puede brindar alto grado de eficacia sin causar desequilibrios o daños al ambiente.

En investigaciones anteriores se estableció la presencia de patógenos nativos asociados a *R. cochinchinensis* con potencial como agentes de control biológico. Se observó que la severidad de los patógenos no es suficiente para causar la muerte de la planta y la maleza logra recuperarse (Fuentes *et al.* 1993, Zúñiga *et al.* 2000). El objetivo de esta investigación fue identificar factores de estrés que predispongan a *R. cochinchinensis* al ataque de patógenos nativos, previamente seleccionados, para lograr una severidad que cause su muerte.

Materiales y métodos

Localización del trabajo

El trabajo consistió de dos etapas, una inicial en condiciones de invernadero y otra en condiciones de campo. La fase de invernadero se realizó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en Turrialba, Costa Rica a 9° 53' N y 83° 38' O, a 602 msnm, con una temperatura promedio anual de 21,7°C y una humedad relativa del 87,8% (CATIE 1995). Los experimentos de campo se realizaron en la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica ubicada en Santa Cruz, Guanacaste, 10° 16' N y 85° 37' O, a 54 msnm, con temperatura promedio de 27,6°C y una precipitación anual promedio de 881,8 mm (UCR 1998)

Evaluación de factores de estrés como agentes de predisposición al ataque de los patógenos nativos.

La evaluación de varios factores de estrés se realizó bajo condiciones controladas. Las plantas de *R. cochinchinensis* se sembraron en macetas de 0,5 kg con suelo esterilizado a 200 °C, por 24 horas. Se usaron plantas de 22 días de germinación, a partir de semilla procedente de Cañas, Guanacaste.

Con el propósito de predisponer la maleza al ataque de los patógenos seleccionados, se evaluaron subdosis de las herbicidas con distintos modos de acción, saturación del suelo con agua y sombra. La saturación con agua se evaluó como una opción para aprovechar las condiciones de inundación temporal en diferentes áreas del país, lo cual produce estrés natural en plantas de caminadora. Este mismo criterio se usó para seleccionar la sombra, debido a que en algunas zonas del país se dan condiciones climáticas de baja luminosidad que pueden favorecer el ataque de patógenos. Para obtener una condición de saturación del suelo con agua, las macetas con las plantas de *R. cochinchinensis* se introdujeron en un recipiente conteniendo agua hasta 2 cm por encima del nivel del suelo.

Para evaluar el efecto de la sombra, las plantas se colocaron bajo una cubierta de sarán, para lograr un 60% de luz con respecto a la luminosidad en el exterior, para el tratamiento sin sombra, las plantas permanecieron sin la cubierta de sarán.

Aplicación de subdosis de herbicidas. Los herbicidas evaluados fueron pendimetalina (Prowl), propanil (Stam-M48), atrazina (Gesaprim), haloxifop metil, mezcla racémica (posee dos isómeros, cada uno aporta el 50% de la concentración) 24 % (Galant), paraquat (Gramoxone) y nicosulfuron (Accent). Se evaluaron subdosis entre 6 y 40 % de la dosis recomendada comercialmente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dosis subletales de herbicidas evaluados como factores de estrés en plantas de *R. cochinchinensis*, cultivadas en macetas en invernadero.

Producto y dosis recomendada comercialmente	Dosis sub-letal			
	kg ia/ha	L pc/ha	g ia/L	ml pc/L
Stam M4, 3,84 kg. ia/ha (480 g ia /L, 8L p.c./ha)	0,36	0,75	1,80	3,75
	0,39	0,80	1,90	4,00
	0,48	1,00	2,40	5,00
	0,58	1,20	2,90	6,00
	1,00	2,08	5,00	10,40
Galant1, 0,24 kg ia/ha, (240 g ia /L)	1,50	3,12	7,50	15,63
	0,015	0,06	0,072	0,30
	0,019	0,08	0,096	0,40
	0,048	0,20	0,24	1,00
	0,072	0,30	0,36	1,50
Gesaprim, 2 kg ia/ha, (500 g ia /L)	0,096	0,40	0,48	2,00
	0,06	0,25	0,30	1,25
	0,12	0,5	0,60	2,50
	0,30	0,6	1,50	3,00
	0,50	1,00	2,50	5,00
Gramoxone, 0,41 kg/ha, (276 g ia/L)	0,70	1,40	3,50	7,00
	0,01	0,05	0,05	0,25
	0,015	0,075	0,075	0,375
	0,50	1,00	2,50	5,00
	0,25	0,50	1,25	2,50
Prowl, 1 kg ia/ha, (500 g ia/L)	0,125	0,25	0,625	1,25
	0,0625	0,125	0,3125	0,625

1 = mezcla racémica 24% kg, ia = ingrediente activo, pc = producto comercial

Se realizó una calibración exacta de cada subdosis de herbicida. Se usó un aspersor a presión constante (bomba de CO₂) con una boquilla 8002 en 30 segundos, para una aplicación de 200 L de mezcla/ha. Las aspersiones de herbicidas se realizaron 24 horas antes de inoculación con los patógenos.

Inoculación de patógenos. Se evaluaron cinco cepas previamente seleccionadas por su alta severidad: *Curvularia* (cepa 2), *Dreschlera* (cepa 130, 105, 99

Fusarium (cepa 127 y 69). Las plántulas se inocularon con una suspensión 1x10⁷ estructuras reproductivas/ml. La inoculación con los patógenos se realizó 24 h después de la aplicación de las subdosis de herbicidas (Cuadro 1). Después de la inoculación con los patógenos, las plantas se expusieron a condiciones de rocío durante 12 h para mantener la humedad en la fillosfera, favoreciendo el proceso de infección.

En todos los experimentos, la severidad de la enfermedad se evaluó cada 4 días, como porcentaje de área foliar afectada, de acuerdo a la siguiente escala: 0 = sana, 1 = 1 - 15% de área afectada, 2 = 15 - 50% de área afectada, 3 = más del 50% de área afectada y 4 = planta muerta. Se realizaron análisis de varianza de los datos, regresiones y los datos se agruparon según Tukey al 5%.

Evaluación de patógenos nativos y subdosis de herbicida en condiciones campo.

Con base en los resultados obtenidos en las evaluaciones en invernadero, se establecieron tres experimentos en condiciones de campo en Guanacaste, Costa Rica. Se sembraron parcelas con maíz local (criollo) en áreas con alta infestación de *R. cochinchinensis* y se estableció cobertura viva con mucuna (*Stizolobium deeringianum*, *Mucuna deeringiana*). Esta cobertura se seleccionó porque en investigaciones anteriores se había determinado su potencial como alternativa de manejo de esta maleza (Merayo *et al.* 1999). De acuerdo al diseño, la cobertura se sembró en la mitad del área. Se inocularon los patógenos nativos *Fusarium* (cepas 69 y 127) y la mezcla de las mismas 24 h después de la aspersión con el herbicida. En el primer experimento se evaluó la mejor dosis de haloxifop metil obtenida en las pruebas de invernadero (2 ml pc/L) y en los siguientes dos las sub-dosis menores: 1; 1,5 y 2 ml /L (Cuadro 2).

Cuadro 2. Subdosis de haloxifop metil (Galant 1) evaluadas en plantas de *R. cochinchinensis* en condiciones de campo.

Subdosis	kg ia/ha	g ia /L	L pc /ha	ml pc /L
1	0,048	0,24	0,2	1,0
2	0,072	0,36	0,3	1,5
3	0,096	0,48	0,4	2,0*

1 = mezcla racémica 24 %

kg ia = ingrediente activo, pc = producto comercial

* Mejor dosis en macetas bajo techo

El maíz y la mucuna se sembraron simultáneamente. Los patógenos se aplicaron en agua, a una concentración de 10⁵ estructuras reproductivas o formu-

lados. Como formulación se evaluó una proporción de 1:9 de aceite de girasol y la suspensión de esporas en agua, más el dispersante "tween" 40 (0,1%).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, donde la parcela grande fue la cobertura y la subparcela el herbicida. Dentro de las subparcelas se ubicaron parcelas pequeñas con los patógenos en arreglo factorial de 3 (dos patógenos y su mezcla) x2 (formulados o sin formular). En todos los experimentos, la severidad de la enfermedad se evaluó cada dos semanas, como porcentaje de área foliar afectada, de acuerdo a la escala ya descrita. Se realizaron análisis de varianza de los datos, regresiones y separación de medias mediante Tukey al 5%.

Resultados y discusión

Evaluación de factores de estrés como agentes de predisposición al ataque de patógenos nativos.

Subdosis de herbicidas. El haloxifop metil, fue el único herbicida que produjo predisposición de la maleza. Dado que los herbicidas evaluados tienen diferentes mecanismos de acción, estos resultados no explican porque no se observó efecto sinérgico con los patógenos; sin embargo, en términos generales se puede concluir que la mayoría de los herbicidas no lograron romper los mecanismos de defensa de la maleza y debilitarla, pero sin causar su muerte. Por ejemplo, en los experimentos con paraquat (Gramoxone), herbicida de contacto con acción quemante, se observó que el daño de las plantas se debió únicamente al herbicida. No obstante, este herbicida, a dosis bajas, no dañó severamente la planta (2,5 en la escala), no se determinaron diferencias significativas entre el efecto del herbicida y el efecto de su combinación con los patógenos (Fig. 1).

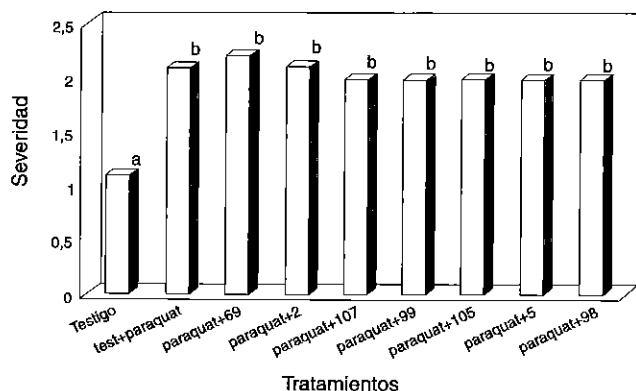


Figura 1. Efecto de paraquat, en dosis de 0,37 ml pc/L, sobre la severidad de la enfermedad causada por los patógenos nativos, en plantas de *R. cochinchinensis*.

Efecto de haloxifop metil. Inicialmente se realizaron pruebas con haloxifop metil en tres dosis 0,3, 0,4 y 2 ml pc/L (Cuadro 1). Las dos dosis menores presentaron un efecto muy lento y el daño causado a la planta no fue suficiente para debilitarla y favorecer el ataque de los patógenos. Mientras que la dosis más alta, (2 ml pc/L) no obstante a que causó mayor daño a las plantas, su interacción con los patógenos no fue significativa, por lo que se consideró que el efecto en la planta se debió principalmente al herbicida (Fig. 2). Este tratamiento aunque favoreció el crecimiento micelial de *Fusarium* sp. (cepas 69 y 127), observándose signos del patógeno, principalmente, en zonas de crecimiento activo de la maleza, tales como los entrenudos no fue estadísticamente diferente ($P>0,05$). Esta observación es importante pues el modo de acción del haloxifop metil es la inhibición de la síntesis de ácidos grasos a nivel de la membrana celular, principalmente en puntos de crecimiento de la maleza, lo que puede ser aprovechado por *Fusarium* sp. Por tanto, este resultado hace suponer que el herbicida favoreció el desarrollo de estos patógenos.

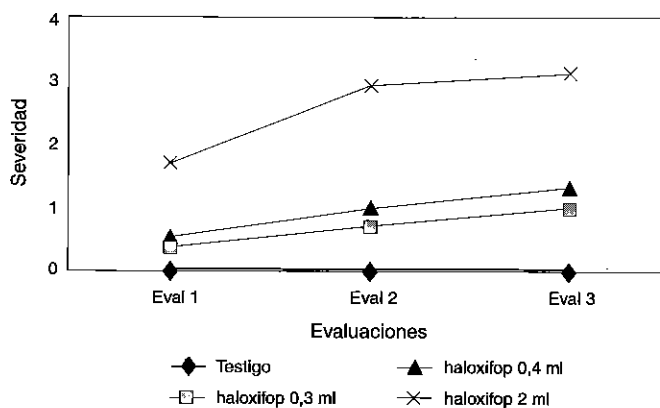


Figura 2. Curvas de severidad causadas por haloxifop metil en dosis de 0,3 ml pc/L, 0,4 ml pc/L y 2 ml pc/L, respectivamente, en plantas de *R. cochinchinensis*.

Con base en los resultados anteriores se realizaron pruebas con dos dosis intermedias de haloxifop metil: 1 y 1,5 ml pc. La dosis de 1 ml pc/L, presentó los mejores resultados y un efecto sinérgico con los patógenos. Se observó que al aplicar esta subdosis de herbicida, en plantas cultivadas en invernadero, éstas no perdían más de un 20 % de su peso, mientras que al aplicar el herbicida en combinación con los patógenos *Fusarium* (cepas 69 y 127), había un aumento en los niveles de severidad siendo superiores a los presentados por los patógenos y el herbicida aplicado individualmente (Fig. 3).

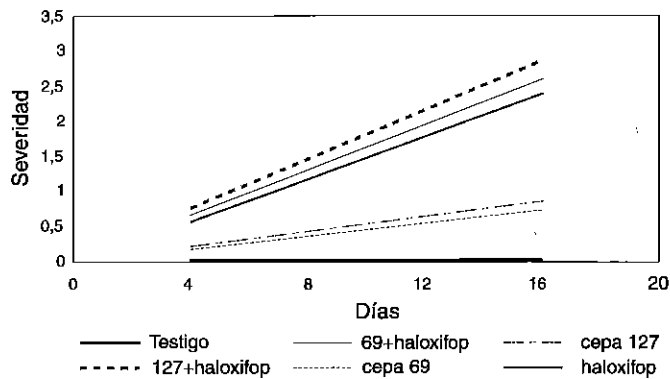


Figura 3. Efecto de *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 69), solos y aplicados después de haloxifop metil 1 ml Pc /L (0,048 kg ia/ha)

Efecto de otros factores de estrés.

Efecto de la sombra. Los patógenos *Dreschlera* sp. (cepa 130) y *Fusarium* sp. (cepa 127), presentaron un aumento significativo de severidad bajo condiciones de 60 % de sombra (Fig. 4). El patógeno que presentó el mayor nivel de severidad fue *Fusarium* sp. (cepa 127) que alcanzó 3,5 en la escala, que indica que las plantas tuvieron más del 50 % del área foliar afectada. Sin embargo, la diferencia se mantuvo únicamente hasta los 12 días; posteriormente, las plantas iniciaron un proceso de recuperación. Esta disminución puede indicar el momento oportuno para realizar una segunda aplicación con el propósito de lograr nuevas infecciones y causar un daño completo a la planta.

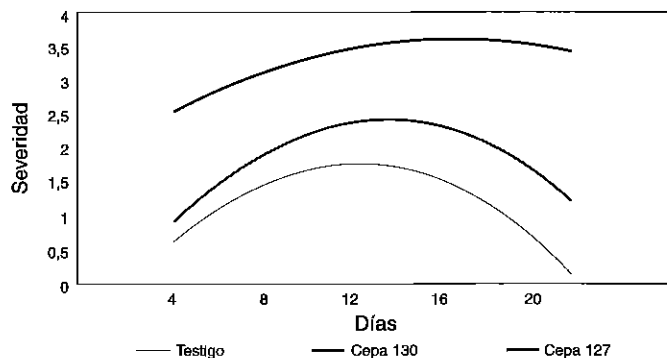


Figura 4. Efecto de la sombra (60%) en plantas de *R. cochinchinensis* inoculadas con *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 130)

Saturación de humedad del suelo. No obstante, a que las semillas de *R. cochinchinensis* son muy susceptibles a condiciones de inundación, no se observó un aumento de severidad de los patógenos que fueron inoculados en plantas bajo saturación de agua en el suelo, excepto con *Fusarium* (cepa 69), que alcanzó el valor de 2,6 en la escala de severidad; sin embargo, esta di-

ferencia no fue significativa con respecto al testigo y disminuyó a partir de los 12 días (Fig. 5). Estos resultados indican que el estrés provocado por la saturación del suelo, aunque afecta el desarrollo de la planta no la debilita lo suficiente para que los patógenos logren provocar su muerte.

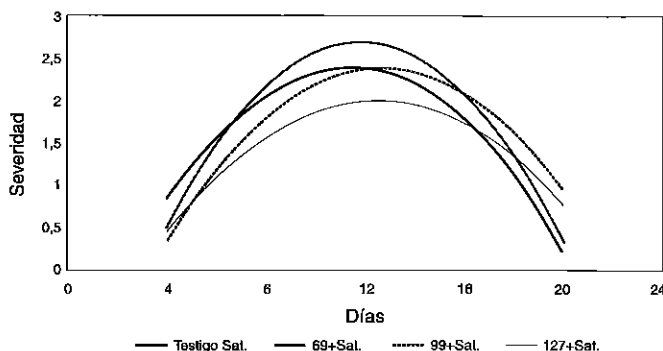


Figura 5. Efecto de *Fusarium* (cepas 69 y 127) y *Dreschlera* (cepa 99) en plantas de *R. cochinchinensis* condiciones de saturación del suelo.

Efecto de sombra y saturación del suelo. La inoculación de los patógenos en plantas de la maleza, cultivadas bajo condiciones de 60% de sombra y con saturación de agua en el suelo, presentaron un aumento de la severidad; no obstante, los efectos no fueron significativos, por lo que se considera que los factores de estrés no favorecieron el ataque de los patógenos.

Efecto de la sombra en combinación con subdosis de herbicida. En los tratamientos con haloxifop metil (1 ml pc/L) tanto con 60% de sombra como sin ella se determinaron diferencias, pues el tratamiento donde sólo se aplicó el herbicida o los hongos, no supera valores de 1,6 en la escala (Fig. 6). Por el contrario, en aquellos donde se combinó el efecto del herbicida con el efecto de *Fusarium* (cepas 69 y 127) se logró un in-

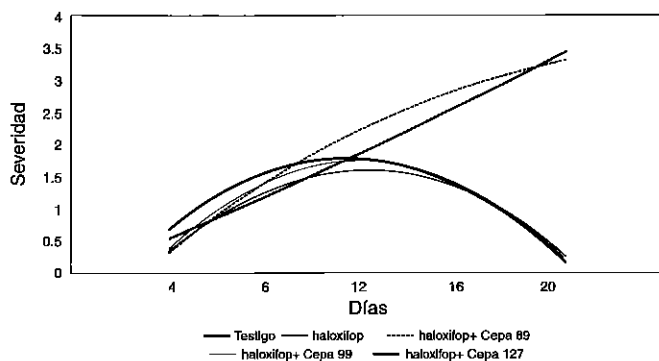


Figura 6. Efecto de la sombra (60%) y haloxifop metil 1 ml pc/L (0,048 kg ia/ha) en plantas de *R. cochinchinensis*, inoculadas con *Fusarium* (cepas 69 y 127) y *Dreschlera* (cepa 99).

cremento en el índice de severidad, lo cual sugiere un efecto sinérgico (Fig. 6). El mejor tratamiento fue *Fusarium* (cepa 127) con un aumento de la severidad a través del tiempo. La cepa 69 de este mismo patógeno, también presentó una severidad alta (3,4 en la escala), pero con una leve tendencia a disminuir a los 20 días después de la inoculación del patógeno, en este caso sería importante considerar una segunda aplicación del patógeno con el objetivo de asegurar la muerte de la planta (Fig. 6).

Efecto de la combinación de sombra, saturación del suelo y subdosis del herbicida. En las pruebas con los tres factores de estrés se determinó que el testigo absoluto con saturación de humedad mostró menor área afectada que el testigo con herbicida en esa misma condición. Ambos disminuyen la severidad hasta alcanzar un valor menor de 0,5 en la escala (Fig. 7). El haloxifop metil en condiciones de poca luminosidad posiblemente se transloca más lentamente, por lo cual su efecto es menor sobre la severidad, lo que indica que la planta sobrepasó cualquier efecto contrario a su crecimiento y continuó con su ciclo de vida. *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 130) a un 60 % de sombra, con saturación del suelo y la subdosis de herbicida (0,048 kg ia/ha), interactuaron en forma positiva, induciendo la muerte de la planta

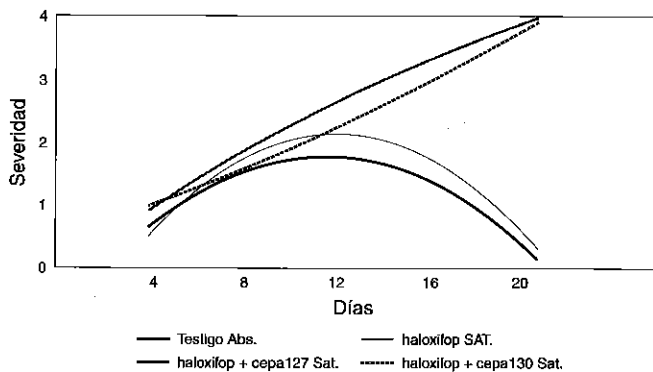


Figura 7. Efecto de la sombra (60%), saturación del suelo y haloxifop metil 1 ml pc/L (0,048 Kg ia/ha) en plantas de *R. cochinchinensis* inoculadas con *Fusarium* (cepa 127) y *Dreschlera* (cepa 130).

El mejor tratamiento fue *Fusarium* (cepa 127) que provocó la muerte de las plantas a partir de la quinta evaluación, según el análisis de regresión (Fig. 7).

Evaluación de patógenos nativos y subdosis de herbicida en condiciones campo.

Efecto de la cobertura con mucuna. Las poblaciones de *R. cochinchinensis* no se afectaron por la presencia de la cobertura viva de mucuna. Sin embargo, se considera que el período de evaluación fue muy corto pa-

ra observar el control de esta cobertura sobre la maleza (Merayo *et al.* 1999). Por tanto, se debe sembrar la cobertura mucho antes que el cultivo, para que esta tenga mayor oportunidad de establecerse y cubrir el suelo antes que la maleza y de esta forma lograr alguna interacción entre los patógenos, el herbicida y las malezas en las plantas de *R. cochinchinensis* que superen la cobertura.

Efecto de la formulación sobre la severidad de los patógenos nativos.

No se observó ninguna diferencia cuando los patógenos se aplicaron en aguas y formulados con aceite de girasol. Por lo tanto, se considera necesario probar otras formulaciones.

Efecto de haloxifop metil.

El tratamiento con 1,5 ml pc/L (0,072 kg ia/ ha) no obstante a que produjo un daño alto (2,5 en la escala), este tuvo un efecto mayor cuando se combinó con los patógenos. *Fusarium* (cepa 127) mostró una leve diferencia con respecto a la cepa 69 de ese mismo patógeno (Fig. 8).

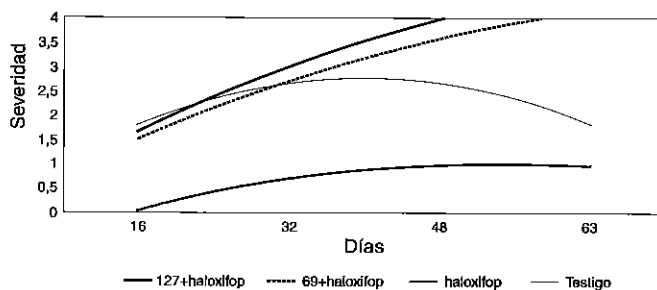


Figura 8. Efecto de *Fusarium* (cepas 69, 127) en combinación con haloxifop metil 1,5 ml /L (0,072 kg ia/ha), en plantas de *R. cochinchinensis*.

De acuerdo a los resultados anteriores, se evaluó el efecto de una dosis más baja 1 ml pc/L (0,048 Kg ia/ ha) con las mismas cepas evaluadas anteriormente. Se observaron diferencias significativas en los tratamiento que incluyeron la subdosis de herbicida y los dos patógenos, donde se alcanzó la máxima severidad (4 = muerte de la planta) (Fig. 9). También se observó como el tratamiento únicamente con herbicida presentó un nivel de daño muy bajo, (1 = 1-15% de área afectada).

No obstante, se observaron diferencias significativas en el efecto de las dos subdosis más bajas de haloxifop metil y los patógenos a través del tiempo. (Figs. 8 y 9). Se considera que bajo las condiciones del experimento la mejor subdosis fue 1 ml/L (0,048 kg ia/ ha.).

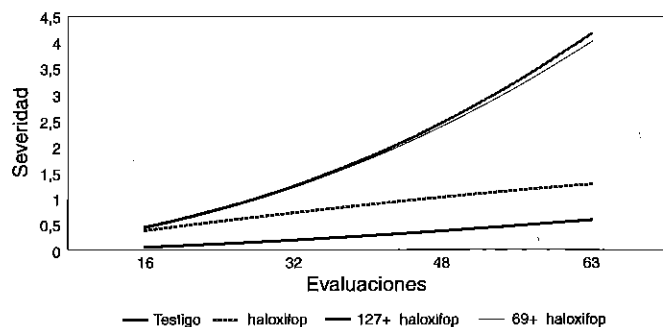


Figura 9. Efecto de *Fusarium* (cepas 69,127) en combinación con haloxifop metil (0,048 kg ia/ha, 1 ml Pc/l), en plantas de *R. cochinchinensis*.

La sombra y la saturación de humedad del suelo no presentan una alternativa para incrementar la severidad de los patógenos.

El factor de estrés que logró mayor predisposición de *R. cochinchinensis* a los patógenos fue el herbicida haloxifop metil, posiblemente a causa de su modo de acción. La subdosis que presentó mejor efecto en invernadero fue 2 ml pc/L (0096 kg ia /ha) el doble de la que logró el mejor efecto en condiciones de campo (1 ml pc/L o 0,048 Kg ia /ha). Por lo tanto, se puede suponer que la dosis subletal pueda va-

Literatura citada

- CATIE. Programa de manejo integrado de recursos naturales. 1995. Resumen acumulado de datos meteorológicos hasta 1995. Estación CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Chávez, L. 1996. *Echinochloa colona* Link en arroz de secano: longevidad de la semilla en el suelo e integración de tácticas para su combate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Duke, SO; Menn, JJ; Plimmer, JR. 1993. Challenges of pest control with enhanced toxicological and environmental safety: An overview. In Pest Control with Enhanced Environmental Safety. Duke, SO; Menn, JJ; Plimer, JR. Eds. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. No 524. ACS Books, Washington, D.C. p.1-13
- Fuentes, G; Sánchez, V; Bustamante, E. 1993. Aislamiento e identificación de patógenos que afectan a *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton en Costa Rica. Resumen Semana Científica CATIE. p.129-130.
- Hoagland, RE. 1996. Chemical interaction with bioherbicides to improve efficacy. Weed Technology 10: 651-674
- Holm, L; Herberger, J; Plucknett, D; Pancho, J. 1991. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Krieger Publishing Company Malabar, Florida. 139-144.

riar dependiendo de las condiciones de clima donde se aplique.

Tanto en invernadero como en condiciones de campo los patógenos nativos más virulentos fueron *Fusarium* spp. (cepas 69 y 127). No obstante, es necesario probar otras formulaciones y evaluar la estabilidad de la virulencia de estos patógenos a través del tiempo.

Los resultados de esta investigación aunque muy satisfactorios, de acuerdo a los objetivos propuestos por el Proyecto del DFID No. 2°0062, necesitan una etapa de validación en diferentes áreas y a través del tiempo.

Agradecimiento

Se le agradece al Departamento de Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido, en beneficio de los países en vías de desarrollo, por el financiamiento del proyecto, ZA0052: The development of an integrated management strategy for *Rottboellia cochinchinensis* (itchgrass) in maize-based cropping systems in selected areas of Latin America, producto del cual se lograron los resultados incluidos en esta publicación. Las opiniones manifestadas no son necesariamente del DFID.

- Jaangard, NO. 1974. The effect of herbicides, plant growth regulators and other compounds on phenylalanine ammonia lyase activity. Phytochemistry 13: 1769-1775.
- Lydon, J; Duke, O. 1989. Pesticide effects on secondary metabolism on higher plants. Pesticide Science 25: 361-373.
- Lydon, J; Duke, O. 1993. The role of pesticides on host allelopathy and their effects on allelopathic compounds. In Altam Ed. Pesticide Interaction in crop production. Beneficial and Deleterious Effects. Florida, CRC. p. 37-56
- Merayo, A; Fonseca, JF; Valverde, BE. 1999. Avances en el manejo de *Rottboellia cochinchinensis* en maíz. In Control biológico de *Rottboellia cochinchinensis*. Sánchez Garita, V. Ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 218 p
- Universidad de Costa Rica. 1998. Datos climatológicos registrados en la Estación Experimental de la Universidad en Santa Cruz, Guanacaste.
- World pesticide sales fall in 1990. Says IVA. Asgrow World Crop Protection. News 135:18
- Zúñiga, C; Sánchez, V; Bustamante, E. 2000. Selección de patógenos nativos de Costa Rica para el control biológico de *Rottboellia cochinchinensis*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 57:49-53.

Avances en el manejo integrado de *Bemisia tabaci* en tomate y chile en Oaxaca, México¹

Jaime Ruiz V.²
J. Medina Z.³

RESUMEN. Se evaluó la eficacia individual y combinada de dos hongos entomopatógenos (*Paecilomyces farinosus* y *P. javanicus*), un agente entomófago (*Chrysopa carnea*) y una barrera viva (*Zea mays*), y el insecticida sintético imidacloprid (Confidor) en el control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en chile y tomate. Durante 1997 y 1998 se establecieron cuatro experimentos de campo en tomate y chile. En chile, los mayores rendimientos se obtuvieron, en ambos años, con el tratamiento de barrera de maíz + *P. farinosus*, asociándose los mayores rendimientos de fruta con un mayor porcentaje de control a los 60 días del trasplante o con un menor porcentaje de plantas con virus. En 1998, el imidacloprid, sólo o en combinación con crisopa, produjo rendimientos similares de tomate, pero el mayor ingreso neto se obtuvo con la combinación crisopa + imidacloprid. La interacción entre los tres factores evaluados resultó significativa para el rendimiento de chile en 1997 y tomate en 1998. En 1999, solamente la interacción entre crisopa y el método de control fue significativa para tomate, siendo los mayores rendimientos y porcentaje de plantas con virosis moderada con las combinaciones crisopa + *P. javanicus* y crisopa + imidacloprid. Dadas las fechas de trasplante, el chile se desarrolló bajo densidades de mosca blanca relativamente bajas, mientras que el tomate se vio expuesto a altas densidades del insecto. El insecticida sintético puede considerarse una buena opción para la parte más seca del año (febrero-mayo), donde la alta incidencia de mosca blanca y las temperaturas extremas disminuyen la efectividad de los hongos entomopatógenos. Los agricultores con menor disponibilidad de recursos podrían utilizar las barreras de maíz combinada con los hongos entomopatógenos para períodos de trasplante con baja densidad de moscas blanca (setiembre-octubre).

Palabras clave: Hongos entomopatógenos, *Chrysopa* spp., Barreras vivas, *Bemisia tabaci*, Tomate, Chile.

ABSTRACT. Advances in the integrated management of *Bemisia tabaci* on tomato and pepper in Oaxaca, Mexico. The single and combined efficacy of two entomopathogenic fungi (*Paecilomyces farinosus* and *P. javanicus*), an entomophagous agent (*Chrysopa carnea*), and a live barrier (*Zea mays*), and the synthetic insecticide imidachloprid (Confidor) on the control of *B. tabaci* (Gennadius) on pepper and tomato, was evaluated. Four field experiments were established during 1997 and 1998 in tomato and pepper. In peppers, the highest crop yields were obtained, in both years, with the treatment maize barrier + *P. farinosus*, associating greatest fruit yields with a greater percentage of control 60 days after transplant or with the lowest percentage of plants with virus. In 1998, imidachloprid, alone or in combination with *Chrysopa*, gave similar yields of tomato but the best economic return was obtained with the *Chrysopa* + imidachloprid combination. The interactions between the three factors evaluated were significant for yields of pepper in 1997 and tomato in 1998. In 1999, only the interaction between *Chrysopa* and the control method was significant for tomato, with the combinations of *Chrysopa* + *P. javanicus* and *Chrysopa* + imidachloprid, yields were greatest and the percentage of plants with virus was moderate. Given the transplant dates, the pepper grew under relatively low densities of white flies, while the tomatoes were exposed to high densities of the insect. The synthetic insecticide may be considered a good option for the driest part of the year (February-May), when extreme temperatures and high densities of white flies lower the effectiveness of the entomopathogenic fungi. The farmers with least resources available could use the maize barriers combined with the entomopathogenic fungi for transplant periods with low densities of white fly (September-October).

Key words: Entomopathogenic fungi, *Chrysopa* spp., Live barriers, *Bemisia tabaci*, Tomato, Pepper.

Recibido: 27/01/2000. Aprobado: 23/02/2001.

1 Proyecto DEPI-IPN No. 978003 y SIBEF-CONACYT No. A-030

2 Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional (CIIDIR). Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. México Correo electrónico: jvega@redipn.ipn.mx

3 Instituto Tecnológico Agropecuario No., México 23

Introducción

En el estado de Oaxaca, México se siembran diversos cultivos en los cuales la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gemadius) causa daños de importancia económica. Un alto porcentaje de las parcelas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y chile (*Capsicum annuum*) son afectadas por virus transmitidos por esta plaga. En Chile, las pérdidas de producción pueden alcanzar hasta el 90% (López 1997).

De acuerdo a Marer (1988), el incremento acelerado en el uso de insecticidas y la resistencia cruzada de los nuevos plaguicidas con los antiguos, han exacerbado el problema de la resistencia inducida. En Oaxaca, existen las condiciones para la aparición de resistencia por parte del insecto a los insecticidas disponibles en el mercado (Martínez 1999). Los productores de tomate en los Valles Centrales de Oaxaca realizan de 21-31 aplicaciones de insecticidas para el combate de *B. tabaci* en un período de 19 semanas, (1 ó 2 aplicaciones por semanas). Los insecticidas más empleados son metamidofós, endosulfán y clorpirifos. Omer *et al.* (1993) encontraron que la resistencia a insecticidas en *B. tabaci* se desarrolló más rápido con aplicaciones más frecuentes de insecticidas. Por otra parte, Ortega (1998) reportó que los insecticidas mencionados han ocasionado resistencia en México y otras partes del mundo. Para esto se requiere de métodos de manejo alternativo que sean de bajo impacto ambiental y bajo costo (Pérez *et al.* 1995, Ruiz *et al.* 1998). Una opción viable son los hongos entomopatógenos (Quinlan 1988, Ruiz *et al.* 1996) utilizados en combinación con otros métodos (Pozo 1994, Pozo y Avila 1989).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia individual y combinada de dos hongos entomopatógenos, un agente entomófago y una barrera viva para el control de *B. tabaci* en tomate y chile.

Materiales y métodos

Área de estudio

Los experimentos se establecieron en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, México ubicada 1550-1750 msnm, 96-97°O y 16,5-17,5° N. La temperatura media anual es de 18-21 °C, con promedios de máximas de 32,8 °C y de mínimas de 8,6 °C. La precipitación media anual es de 600 mm, distribuida de mayo a octubre. La humedad relativa (HR) mínima promedio para el periodo lluvioso es del 33,7%, y para el periodo seco de 24,4%.

Manejo y variables evaluadas

Se realizaron dos experimentos en chile y dos en to-

mate. En estos se evaluó el efecto conjunto de barreras vivas de maíz, crisopa (*Chrysopa carnea*), y tres métodos de control. Los experimentos en Chile se establecieron en San Bernardo Mixtepec, (setiembre 1997) y Santa Cruz Xoxocotlán (mayo, 1998). Los de tomate se establecieron en Nazareno Xoxocotlán (mayo 1998), y Santa Cruz Xoxocotlán (marzo 1999). La variedad de Chile utilizada se conoce como "Chile de Agua", una semilla criolla con alta aceptación local, la de tomate fue la variedad de mesa "Gala" (Harris-Moran Seed Co.).

Para establecer la barrera física se sembraron dos surcos de maíz alrededor de las parcelas medianas, un mes antes del trasplante de los cultivos. No obstante, el trasplante del tomate se pospuso hasta dos meses después de la siembra de la barrera por causas imprevistas. El maíz empleado fue la variedad H-311, sembrando una semilla cada 20 cm, para obtener una barrera densa que dificultara el movimiento de insectos entre parcelas grandes. El riego se aplicó, en promedio, una vez por semana.

La crisopa fue proporcionada por el Centro Regional de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB) Oaxaca, México, donde los productores pueden adquirir este depredador. Se realizaron cuatro liberaciones, una al momento del trasplante y las otras a intervalos de 15 días. En cada liberación se utilizaron 10000 huevos de crisopa/ha. Para evitar el movimiento de larvas de crisopa entre parcelas, se circundaron las parcelas grandes con una barrera de plástico de 60 cm de altura. Se cuantificó la presencia de huevos y adultos de crisopa en dos ocasiones durante el ciclo de cultivo. Las principales variables fueron: número de moscas blancas, porcentaje de control, y rendimiento de frutos.

Los entomopatógenos utilizados fueron preparaciones de esporas de *Paecilomyces farinosus* (1×10^7 esporas/ml) y *P. javanicus* en la misma dosis; aplicados, sin dispersante, en las tardes para evitar su inactivación por la luz solar. Ambos hongos se reprodujeron en medio de arroz. Para la obtención de las esporas el arroz se enjuagó en un recipiente, el contenido se vertió a una mochila aspersora manual para su aplicación a alto volumen (300 L/ha). El insecticida sintético utilizado fue el imidacloprid, a una dosis de 1 L/ha, aplicado a la base del tallo, una semana después del trasplante y a los 40 días después, según la recomendación comercial.

Durante el desarrollo del cultivo se registraron semanalmente las siguientes variables: altura de la ba-

rera y del cultivo, etapa fenológica del cultivo y de la barrera, y número de plantas con síntomas leves y severos de virus. Se consideró virosis leve cuando menos del 50% del follaje está afectado y virosis severa si el 50% o más del follaje estaba enfermo. Se realizaron conteos de adultos de mosca blanca dos veces antes de la aplicación de los hongos entomopatógenos y tres días después de los mismos, para calcular el porcentaje de control. Este se estimó a partir de la disminución de adultos entre conteos. Estos conteos se realizaron mediante una estimación rápida de los especímenes que volaban al agitar las plantas del surco central.

Las temperaturas máximas y mínimas y humedad relativa se registraron mediante un mini-higrotermógrafo (Oakton, USA); la precipitación pluvial también se registró. La humedad relativa dentro de las barreras se registró solamente en tres ocasiones, utilizando un higrómetro tipo onda (CENCO, USA).

Al momento de la cosecha, se obtuvo el rendimiento de los cultivos, cosechando solamente los surcos de la parcela útil.

Diseño experimental

Los tratamientos se evaluaron mediante un diseño factorial con parcelas subsubdivididas (Cuadro 1). Se hicieron cuatro repeticiones para un total de 12 tratamientos. Las parcelas grandes correspondieron a la presencia o no de crisopa, en las medianas la presencia o ausencia de barreras de maíz y en las pequeñas tres métodos de control; incluyendo dos entomopatógenos y un insecticida sintético. Los factores barreras y crisopa se ubicaron en franjas con orientación transversal y longitudinal, respectivamente. El tamaño de las parcelas pequeñas fue de cinco surcos de 8 m de largo, la distancia entre surcos fue de 0,60 m para chi-

le y de 1,20 m para tomate. La parcela útil fue de 3 surcos de 7 m de largo.

Análisis estadístico

Los rendimientos por hectárea, así como las demás variables fueron sometidas a una análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (MSTAT 1986).

Resultados y discusión

Abundancia de la mosca blanca

La baja densidad de población de la mosca blanca en Chile en 1997 se debió al efecto de la lluvia (Fig. 1). La gráfica muestra solo las dos únicas lluvias de octubre, pero en el mes anterior la precipitación fue de 306 mm. Por el contrario, en el verano de 1998 en tomate, la densidad de moscas blancas fue excesivamente alta (Fig. 2). El número de moscas blancas por planta se incrementó rápidamente a partir del cuarto muestreo (a finales de mayo), hasta alcanzar un máximo el 8 de junio. Se observaron disminuciones drásticas en el número de moscas blancas, asociado

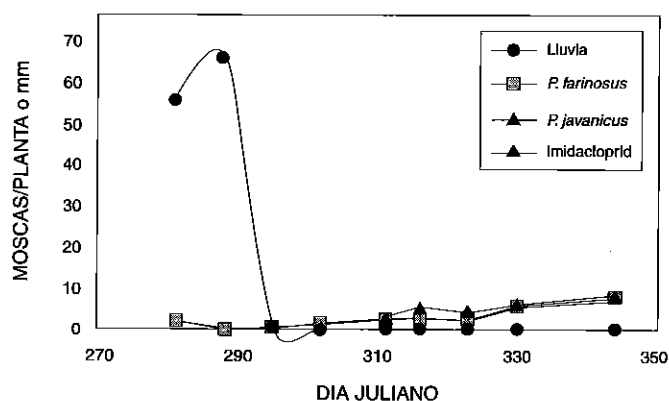


Figura 1. Dinámica poblacional de mosca blanca en Chile, 1997.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales evaluados en tomate y Chile para el manejo integrado de mosca blanca. Oaxaca, México, 1997-1998.

Tratamiento	Parcela grande	Parcela mediana	Parcela pequeña
1	Con crisopa	Con barrera	<i>P. farinosus</i>
2	Con crisopa	Con barrera	<i>P. javanicus</i>
3	Con crisopa	Con barrera	Imidacloprid
4	Con crisopa	Sin barrera	<i>P. farinosus</i>
5	Con crisopa	Sin barrera	<i>P. javanicus</i>
6	Con crisopa	Sin barrera	Imidacloprid
7	Sin crisopa	Con barrera	<i>P. farinosus</i>
8	Sin crisopa	Con barrera	<i>P. javanicus</i>
9	Sin crisopa	Con barrera	Imidacloprid
10	Sin crisopa	Sin barrera	<i>P. farinosus</i>
11	Sin crisopa	Sin barrera	<i>P. javanicus</i>
12	Sin crisopa	Sin barrera	Imidacloprid

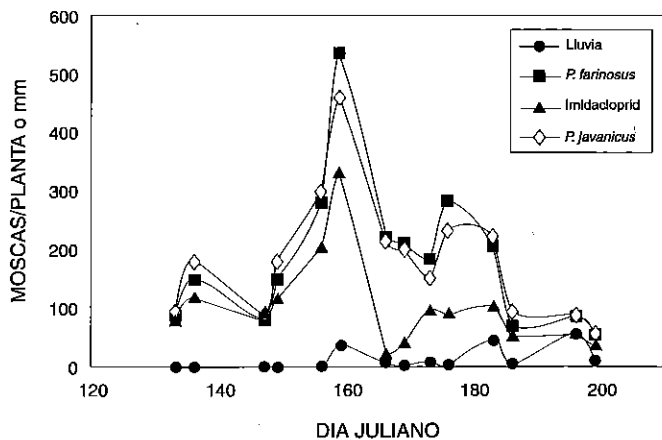


Figura 2. Dinámica poblacional de mosca blanca en tomate, 1998.

con las lluvias (el 15 junio y 5 de julio). La disminución observada en el tercer muestreo (27 de mayo), se relacionó con la baja temperatura registrada durante dos días (mínimas 10 y 11° C). De acuerdo a Zalom y Natwick (1987), la mosca blanca es altamente susceptible a las bajas temperaturas, por ser de adaptación tropical y subtropical. El efecto regulador de la precipitación sobre las poblaciones de mosca blanca, la cual se relaciona con la fecha de siembra, está bien documentado (Pozo 1994, Ruiz y Aquino 1999, Hilje *et al.* 2000).

Rendimiento

Los rendimientos de chile, de solo dos cosechas, (lo usual son tres ó cuatro cosechas) se presentan en el Cuadro 2. El reducido número de cosechas se debió a la presencia de pudriciones radiculares (*Rhizoctonia solani*), ocasionadas por lluvias excesivas durante se-

tiembre y parte de octubre, las cuales disminuyeron rápidamente la densidad de plantas después de la segunda cosecha. Los rendimientos fueron mayores ($P < 0,05$) en las parcelas con barrera de maíz. En estas parcelas la tendencia fue a un menor porcentaje de plantas virosas y mayor eficiencia en el control de mosca blanca, aunque sin ser diferentes estadísticamente a los otros tratamientos.

El efecto de la liberación de crisopa no fue significativo per se, debido probablemente a que se utilizaron como huevo y a la presencia constante de lluvia, la cual disminuyó la abundancia de presas. Esto indica que el manejo de este depredador es complicado, porque debe aplicarse antes del inicio la eclosión y en un cultivo donde existan insectos de los cuales la larva pueda alimentarse (Flint y Dreistadt 1998). Durante los muestreos no se detectaron ninfas de mosca blanca en el cultivo, ya que la mosca prefirió ovipositar en otras plantas, principalmente malezas de hoja ancha. Nentwing (1998) ha señalado que este insecto abunda sobre hojas vellosas y grandes. Ocasionalmente se encontraron algunos pulgones (*Aphis* spp.).

El efecto de los métodos de control no fue significativo (Cuadro 3). La interacción entre los factores evaluados resultó significativa para la variable rendimiento de frutos. Los mayores rendimientos se obtuvieron con el tratamiento de barrera + crisopa + *P. farinosus* y barrera + imidacloprid (Cuadro 4). En ambos casos, existió relación entre los porcentajes de virosis y de control observados, especialmente para el primer tratamiento, donde se observó el menor porcentaje de virosis y porcentajes de control altos. Sin

Cuadro 2. Rendimientos de chile (promedio de dos cosechas) con y sin barrera, porcentaje de plantas virosas y de control a los 30 y 60 días después del trasplante (DDT). Oaxaca, México, 1997.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Plantas virosas (%)	Control	
			30DDT (%)	60DDT(%)
Con barrera	2729 a*	5,7 a	64,0 a	60,3 a
Sin barrera	2016 b	6,2 a	63,7 a	35,5 b

*Tukey al 0,05

Cuadro 3. Rendimientos de chile, porcentaje de plantas virosas y de control a los 30 y 60 días después del trasplante (DDT), con tres métodos de control. Oaxaca, México 1997.

Método de control	Rendimiento (kg/ha)	Plantas virosas (%)	Control	
			30DDT (%)	60DDT(%)
<i>P. javanicus</i>	2048 a*	5,3 a	77,9 a+	43,9 a
<i>P. farinosus</i>	2405 a	6,4 a	49,7 b	48,5 a
Imidacloprid	2663 a	6,2 a	64,2 a	51,2 a

Tukey al =0,05

+ Tukey al 0,10

Cuadro 4. Rendimientos de chile porcentaje de plantas moderadamente virosas de control a los 60 días después del trasplante al combinar tres métodos de control. Oaxaca, México, 1997.

Barrera	Crisopa	Método control	Rendimiento (kg/ha)	Plantas virosas (%)	Control 60DDT (%)
Sí	Sí	<i>P.javanicus</i>	2307 ab*	5,2	58,8
Sí	Sí	<i>P.farinosus</i>	3555 ab	3,6	58,3
Sí	Sí	Imidacloprid	1903 ab	5,8	77,0
Sí	No	<i>P.javanicus</i>	1862 b	4,3	54,3
Sí	No	<i>P.farinosus</i>	2357 ab	5,0	54,3
Sí	No	Imidacloprid	4390 a	5,0	59,0
No	Sí	<i>P.javanicus</i>	1562 b	4,3	18,7
No	Sí	<i>P.farinosus</i>	1845 b	4,8	62,5
No	Sí	Imidacloprid	1902 ab	7,8	40,8
No	No	<i>P.javanicus</i>	2463 ab	7,3	44,0
No	No	<i>P.farinosus</i>	1866 b	7,0	19,0
No	No	Imidacloprid	2460 ab	6,5	28,3

* Prueba de Tukey al 0,05

embargo, no se determinaron diferencias significativas para estas dos variables.

En el experimento de chile establecido durante 1998, solamente el factor barreras resultó estadísticamente significativo (Cuadro 5). Los rendimientos de chile fueron influidos positivamente por la presencia de las barreras, lo cual también se reflejó en un menor porcentaje de plantas virosas. Aún cuando el promedio de control fue mayor al utilizar barreras, no fueron diferentes significativamente a los 30 días. Tanto la incidencia de virosis, como la presencia de mosca blanca fue muy baja para esta fecha de siembra, debido a la lluvia y temperaturas más bajas. El rendimiento fue mayor cuando se aplicó crisopa, pero no se encontró una correspondencia con el porcentaje de control o porcentaje de plantas virosas.

Cuadro 5. Rendimientos de chile porcentaje de plantas virosas y de control al utilizar barreras vivas. Oaxaca, México, 1998.

Barrera	Rendimiento (kg/ha)	Plantas virosas (%)	Promedio control (%)
Si	5707 a*	0,3 b	26,2 a
No	4892 b	1,3 a	22,3 a

Prueba de Tukey al 0,05

En el experimento de tomate establecido en 1998 se realizaron cosechas el 20 de julio, 6 de agosto y 14 agosto. En el Cuadro 6 se presentan los rendimientos para los tratamientos con y sin crisopa, así como el porcentaje de virosis durante la fase vegetativa del cultivo.

El efecto de las barreras fue significativo para el rendimiento, pero su efecto fue negativo. Este efecto difiere de los informados por Ruiz *et al.* (1998) y Ruiz *et al.* (1999). Una explicación podría ser el desarrollo de las barreras al momento del trasplante, las cuales sobrepasaban 1 m de altura. Sin embargo, las interacciones entre barreras y método de control resultó altamente significativo. En particular, el tratamiento con *P. farinosus* mostró mayor rendimiento con presencia de barrera, mientras que en el tratamiento con imidacloprid el rendimiento fue mayor sin barrera. El porcentaje de plantas con virosis severa tendió a ser menor con el tratamiento de *P. farinosus* + barrera.

Cuadro 6. Rendimientos de tomate y porcentaje de plantas con virosis moderada, asociados a los tratamientos de crisopa. Oaxaca, México 1998.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Plantas virosas (%)
Con crisopa	11 130 *a	49,4 a
Sin crisopa	9 642 b	54,8 a

* Prueba de F al 0,23

De acuerdo a Pozo y Avila (1989), la altura mínima para que la barrera tenga efecto es de 40 cm; sin embargo, no hay información con respecto a la altura máxima permisible.

La interacción entre crisopa y métodos de control fue altamente significativa; los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se aplicó el insecticida sintético, lo cual indica la compatibilidad entre estos agentes de control para un manejo integrado de la plaga. En combinación con crisopa, el imidacloprid produjo 5358 kg/ha

más con relación al tratamiento con solo el insecticida, mientras que los hongos entomopatógenos solo produjeron 3084 kg/ha más al combinarlos con crisopa.

El efecto sinérgico del imidacloprid con la crisopa puede explicarse porque el insecticida se aplica al suelo, actuando sistémicamente después de ser absorbido por la raíz, lo cual minimiza el daño a la crisopa, al no estar expuesta al contacto directo con el insecticida. El imidacloprid es uno de los pocos insecticidas sintéticos que se considera no perjudicial para la fauna benéfica (Flint y Dreistadt 1998).

En cuanto a la efectividad de los métodos de control, se determinaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en los rendimientos, los cuales están relacionados en general con el porcentaje de plantas con virosis moderada durante la última parte de la fase reproductiva (Cuadro 7). Este efecto se explica por la menor productividad asociada a las plantas con virosis severa. Medina (1999), encontró una $r = -0,85$ entre porcentaje de virosis severa y rendimientos de tomate.

Cuadro 7. Rendimientos de tomate y porcentaje de plantas con virosis moderada según los tratamientos de control aplicados. Oaxaca, México 1998.

Método de control	Rendimiento (kg/ha)	Plantas virosas (%)
<i>P. farinosus</i>	6 651 b*	52 b*
<i>P. javanicus</i>	7 461	b 55 b
Imidacloprid	15 060 a	70 a

* Prueba de Tukey al 0,01

La interacción entre los tres factores resultó también altamente significativa, obteniéndose los mayores rendimientos con el tratamiento de imidacloprid + crisopa sin barrera, seguidos por los tratamientos de hongos entomopatógenos + crisopa + barrera y imidacloprid + crisopa + barrera (Cuadro 8). Los datos de virosis severa, correspondientes a la madurez de cosecha, se asociaron inversamente con los rendimientos.

Las barreras de maíz tendieron a crear un ambiente más húmedo en este experimento, ya que en promedio, de 15:45-16:30 h, la humedad relativa fue 12% más alta en las parcelas con barrera, las cuales ya

Cuadro 9. Porcentaje de humedad relativa en parcelas de tomate con barrera y sin barrera de maíz, Oaxaca, México, 1998.

Barrera de maíz	Fecha y hora de medición			Valor promedio
	Junio 19, 16:30 h	Julio 8, 15:45 h	Julio 12, 9:00 h	
Si	36	36	90	54,4 a*
No	24	24	85	44,3 b

*Tukey al 0,05

Cuadro 8. Rendimientos de tomate e incidencia de virosis durante la madurez de cosecha. Oaxaca, México, 1998.

Barrera	Crisopa	Método control	Rendimiento (kg/ha)	Virosis severa (%)
Sí	Sí	<i>P. farinosus</i>	9285 cdef*	65,5 b
Sí	Sí	<i>P. javanicus</i>	10654 bcde	63,3 b
Sí	Sí	Imidacloprid	16011 ab	29,3 a
Sí	No	<i>P. farinosus</i>	6547 def	51,0 b
Sí	No	<i>P. javanicus</i>	3511 f	51,5 b
Sí	No	Imidacloprid	10892 bcd	35,5 a
No	Sí	<i>P. farinosus</i>	5773 def	60,5 b
No	Sí	<i>P. javanicus</i>	5595 def	64,8 b
No	Sí	Imidacloprid	19464 a	19,0 a
No	No	<i>P. farinosus</i>	5000 ef	60,0 b
No	No	<i>P. javanicus</i>	10083 cde	58,5 b
No	No	Imidacloprid	13869 abc	35,3 a

* Prueba de Tukey al 0,05

habían alcanzado su altura máxima (1,70 m) para las fechas de medición (Cuadro 9). Este período del día es normalmente el más seco, presentándose la temperatura máxima. Se sabe que el efecto de la barrera se debe a la reducción del movimiento de aire, lo cual permite la acumulación del vapor de agua dentro del área circundada (Brown y Rosenberg 1972).

En 1999, solamente la interacción crisopa x método de control fue significativa, los mayores rendimientos se obtuvieron con las combinaciones crisopa + *P. javanicus* y crisopa + imidacloprid (Cuadro 10). El promedio de control observado en estos tratamientos fue el más alto, además de que estos tratamientos mostraron el menor número de moscas blancas en promedio antes de aplicar el tratamiento. También en este caso, se observó un menor rendimiento del tomate con los tratamientos con barrera pero sin ser diferente estadísticamente. También se obtuvo un porcentaje de control mayor, pero sin significancia (Cuadro 11). En este experimento, también el tomate se trasplantó tarde, alcanzando las barreras una altura promedio de 1,5 m al momento del trasplante. Otro inconveniente de retrasar mucho el trasplante es que la vida útil de la barrera se reduce porque los insectos no serían atraídos por ella (Pozo 1994).

Cuadro 10. Rendimientos de tomate en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México 1999.

Crisopa	Método control	Rendimiento (kg/ha)	Control (%)	Moscas/planta
Si	<i>P. javanicus</i>	7464 a*	10,3 a	8,6 a
Si	<i>P. farinosus</i>	5250 b	8,5 a	10,0 a
Si	Imidacloprid	7062 ab	11,1 a	7,6 a
No	<i>P. javanicus</i>	5830 ab	9,0 a	14,3 a
No	<i>P. farinosus</i>	6920 ab	8,5 a	13,4 a
No	Imidacloprid	5098 b	9,7 a	11,3 a

*Tukey al 0,05

Conclusiones

La interacción entre los factores evaluados resultó significativa para los rendimientos de chile y tomate, lo cual indica la posibilidad de utilizarlos en el manejo integrado de mosca blanca.

En el experimento de tomate la crisopa se estableció bien, posiblemente debido a la abundancia de moscas y a la falta de precipitación pluvial, por tanto, este depredador debe liberarse cuando existan dichas condiciones.

Literatura citada

- Brown, KW; Rosenberg, NJ. 1972. Shelter effects on microclimate, growth and water use by irrigated sugar beets. *Agric. Meteorol.* 9: 241-263.
- Bugg, RL; Pickett, CH. 1998. Enhancing biological control-habitat management to promote natural enemies of agricultural pests. In Pickett; CH; Bugg, RL. Eds. *Enhancing Biological Control*. Berkeley, University of California Press. p 1-23.
- Hilje, L; Costa, H; Stansly, PA. 2000. Cultural practices for managing whiteflies. In *Congreso Internacional de Entomología (21, 2000, Iguazú, Brasil)*. Abstracts. Iguazú, Brasil. p. 647.
- López, P. 1997. Chile de agua. Tecnología disponible, ciclo otoño-invierno 1996/1997. Oaxaca, México. Fundación Produce. p. 44-47.
- MSTAT. 1986. Mathematical Statistics program ver. 4.00/EM. Michigan State University.
- Marer, PJ. 1988. The safe and effective use of pesticides. *Pesticide Application Compendium No. 1*. University of California.
- Martínez L, A. 1998. Reducción de plaguicidas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) mediante adopción del agríbon en Valles Centrales de Oaxaca. Tesis de Maestro en Ciencias. Oax., México. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23. 92 p.
- Medina Z, J. 1999. Control biológico integrado de mosquita blanca en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca. Tesis. Oaxaca, México. ITA no. 23.
- Netwig, W. 1998. Weedy plant species and their beneficial arthropods: Potential for manipulating in field crops. In Pickett, Ch; Bugg, RL. Eds. *Enhancing Biological Control*. University of California. p. 49-67.
- Omer, AD; Tabashnik, BE; Johanson, MW; Costa, HS; Ullman,

Cuadro 11. Rendimientos de tomate con y sin barrera de maíz. Oaxaca, México. 1999.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Altura tomate (cm)	Control (%)
Con barrera	5295 a*	45,5 a	9,9 a
Sin barrera	7247 a	43,9 a	9,1 a

*Tukey al 0,05

En tomate, el desarrollo excesivo de la barrera al momento del trasplante afectó adversamente los rendimientos, por lo que las barreras no deben sobrepasar 1 m al realizar el trasplante.

La combinación crisopa + imidacloprid o barrera de maíz + crisopa + *P. javanicus*, pueden considerarse una buena opción para siembras en la época del año con mayor incidencia de mosca blanca (marzo-mayo), mientras que para épocas con baja incidencia de la plaga (menos de 10 moscas por cada 10 plantas), como el período de setiembre a noviembre, se puede utilizar la combinación barreras de maíz + hongos entomopatógenos.

- DE. 1993. Sweetpotato whitefly resistance to insecticides in Hawaii: intra-island variation is related to insecticide use. *Entomol. Exp. et Applicata* 67:173-182.
- Ortega A, LD. 1998. Resistencia de *Bemisia argentifolia* a insecticidas: implicaciones y estrategias de manejo en México. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 49:10-25.
- Ortega A, LD; Rodríguez M, JC. 1995. Detección y manejo de la resistencia a insecticidas: una estrategia para el control de la mosquita blanca en hortalizas. *Fitófilo (México)* 88:113-125.
- Pérez P, R; Ruiz V, J; Flores A, G; Rodríguez, AI. 1995. Extractos vegetales y cubiertas de polipropileno para el control del encharcamiento del jitomate en Oaxaca. *Revista Mexicana de Fitopatología* (13): 159.
- Pozo C, O. 1994. El tratamiento integrado de virosis en el cultivo de chile. *Rev. Univ. Cristóbal Colón* 11: 65-91.
- Pozo C, O; Avila, V, J. 1989. Aplicación del control integrado de virosis en chile. *Agromundo* 2 (7): 20-23.
- Quinlan, RJ. 1988. Use of Fungi to Control Insects in Glasshouses. In Burge, M.N. Ed. *Fungi in Biological Control Systems*. New York. Manchester University Press. p. 19-36.
- Ruiz V, J; Aquino B, T. 1999. Manejo de *Bemisia tabaci* mediante barreras vivas y *Paecilomyces* en Oaxaca, México. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 52: 80-88.
- Ruiz V, J; Ibarra J, E; Pérez P, R. 1996. Bioensayos con hongos entomopatógenos en ninfas de mosquita blanca. *Horticultura Mexicana* 4(2): 92-97.
- Ruiz V, J; Aquino B, T; Ibarra R, J; Arce G, F; García G, J. 1998. Barreras de maíz envenenadas y hongos entomopatógenos para el control de mosca blanca. *Horticultura Mexicana* 6(1): 8-14.
- Zalom, FG; Natwick, ET. 1987. Development time of sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in small field cages on cotton plants. *Florida Entomologist* 70(4): 427-430.

Hoja TECNICA

No. 36

CATIE



Opciones para el manejo del picudo negro del plátano

Manuel Carballo¹

Introducción

El picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) es el insecto plaga más limitante del plátano y el banano a nivel mundial (Sirjusingh *et al.* 1992, Trejo 1971). Hay informes de la presencia de este insecto en prácticamente todos los países productores de plátano del mundo en regiones tropicales y subtropicales. Su diseminación se debe principalmente al hombre, dado que su capacidad de dispersión es muy limitada (Vilardebo 1960).

Los huevos de este insecto son blancos, de forma cilíndrica y su tamaño es de aproximadamente 1,8 x 0,7 mm; su periodo de incubación es de 3-12 días (Cárdenas 1983). La larva es blanca, apoda y ovalada con la parte abdominal ensanchada, cabeza amarillenta y mandíbulas fuertes. El ciclo de vida de la larva varía entre 10 y 165 días, con un promedio de 70 días para América Central (Montellano 1954). La pupa joven es blanca y presenta todas las características externas del adulto (Lara 1970); este estado dura de 4 a 22 días. Al emerger el adulto presenta una coloración rojiza que se torna pardo oscuro o negro (Fig. 1), su tamaño varía pero se estima que es de 11-14 mm de largo y 4 mm de ancho en la base de los élitros (Trejo 1971). Este autor afirma que el picudo negro es de hábitos nocturnos y de movimientos lentos, rehuye a la luz y es muy

sensible a los cambios de temperatura, siendo inactivo a temperaturas menores a 18° y mayores a 40° C; el picudo es favorecido por la humedad.

El daño es ocasionado por la larva, que al alimentarse dentro del rizoma, produce perforaciones que destruyen el sistema radical de la planta (Fig. 2), debilitándola de tal manera que puede volcarse fácilmente (Segura 1975). Los túneles producidos en el rizoma, permiten la entrada de microorganismos que causan pudriciones, acelerando la destrucción de la planta. Así mismo, el daño al cormo causado por la larva, impide que las yemas vegetativas se desarrollen y por lo tanto, no hay emisión de brotes, lo que ocasiona que el período de vida de los cultivos sea menor. En la región del Caribe, incluyendo Florida y América Central, las pérdidas que ocasiona esta plaga en los cultivos son del 30 al 90% en áreas excesivamente infestadas (Arleu y Neto 1984, Peña *et al.* 1990).

El control de esta plaga se basa, principalmente, en el uso intensivo de insecticidas, lo cual causa efectos negativos, como inducción de resistencia, emergencia de plagas secundarias, reducción de las poblaciones de insectos benéficos, así como problemas ambientales y de salud humana, lo que aunado al incremento en los costos de desarrollo de nuevos pla-

¹Unidad de Fitoprotección. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: mcarball@computo.catie.ac.cr

guicidas, hace que los países busquen alternativas de manejo del picudo como el control biológico.

Opciones para el manejo del picudo

Prácticas culturales

El control de esta plaga mediante prácticas culturales incluye el uso de semilla sana. El material de siembra debe estar pelado para remover los nematodos, los huevos de picudos y exponer los túneles cavados por la plaga. El tratamiento de la semilla con agua a 55 °C por 20 minutos da buenos resultados.

Las plantaciones nuevas deben iniciarse en sitios libres de residuos del cultivo (plátano o banano). Si se va a sembrar en un área donde existía una plantación, es necesario desenterrar los rebrotes y cortar los rizomas en piezas y distribuirlos sobre el suelo para secarlos; no obstante, debe esperarse al menos un año para establecer la nueva plantación. Otra práctica recomendada es la siembra profunda de la semilla, se recomienda a 30 cm.

También se han usado diversos tipos de trampas, como un método eficaz para la captura de la plaga (Castaño-Parra 1989). Algunas trampas probadas son: a) semicilíndrica la cual consta de un trozo deseudotallo de unos 40 cm de longitud dividido en dos partes longitudinales que se colocan en el suelo, cerca a la planta y con el lado de corte hacia abajo. b) "sandwich", consta de dos rodajas o secciones deseudotallo de unos 15 cm de longitud cada una, colocadas una encima de la otra, previa limpieza del suelo. c) disco de cepa (Fig. 3), a una planta cosechada anclada en el suelo se le hace un corte transversal u oblicuo a 20-30 cm del suelo y sobre el corte se coloca una rodaja deseudotallo de 10 a 15 cm de longitud y d) disco de cepa modificado (Fig. 4), similar a la anterior pero en lugar del corte transversal u oblicuo, se hacen dos cortes inclinados o en bisel hacia adentro y encima se coloca un trozo deseudotallo con la misma forma.

Control biológico

Depredadores: Las hormigas depredadoras como *Pheidole megacephala* y *Tetramorium guineense* han sido utilizadas para el control de esta plaga en Cuba (Castañeiras *et al.* 1990). El uso de nueve colonias de *P. megacephala*/ha reduce la población del picudo en 55%, y el daño de los cormos en un 65 %, permitiendo un incremento de 25 % en el rendimiento del cultivo, con respecto a plantaciones sin control. Este porcentaje de control es similar al alcanzado con el control químico (59-64%). Además de su capacidad

depredadora de larvas de picudo, *T. guineense* alcanza una colonización rápida en bananales provocando una mortalidad de 83% de la plaga en plantaciones con baja infestación y 67 % en las muy infestadas (Roche y Abreu 1983). Varias especies de hormigas depredadoras generalistas como *Azteca* sp., *Solenopsis geminata*, *Wasmannia auropunctata* y *Pheidole fallax* también pueden contribuir al control natural del picudo negro. **Nematodos entomófagos:** Se han probado razas locales y exóticas de nematodos de las familias Heterorhabditidae y Steinernematidae para el control de adultos y larvas del picudo (Figueroa 1990, Peña *et al.* 1991, Sirjusingh *et al.* 1992). Estos nematodos han resultado muy efectivos contra los estados larvales, pero menos efectivos contra los adultos, que son el foco de infestación.

Hongos entomopatógenos: Actualmente éstos son los agentes de control biológico más promisorios para el control de las larvas y adultos de *C. sordidus*. En Cuba se ha alcanzado una mortalidad de 61% y 85 % con una concentración de 10⁵ conidios/cm² de suelo de razas locales de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Castañeiras *et al.* 1990). En Brasil también se han logrado resultados exitosos (85 y 95 % de mortalidad) usando *B. bassiana* (Fig. 5) y *M. anisopliae* preparados sobre arroz o frijol, permitiendo que los insectos caminaran sobre los cultivos del hongo o mediante trozos deseudotallo tratados directamente, para que los picudos se infectaran durante la colonización (Batista Filho *et al.* 1989). En Martinica se logró una mortalidad más alta con razas de *B. bassiana* locales aisladas de *C. sordidus*, que con razas exóticas aisladas de *Leptinotarsa decemlineata* (Sirjusingh *et al.* 1992).

Aislamientos promisorios de *B. bassiana*. Se han identificado varios aislamientos promisorios para el control biológico de esta plaga, los cuales causan una mortalidad de adultos que va desde 100 hasta 72,5 % (Brenes y Carballo 1994). El TL₅₀ de esos aislamientos es de aproximadamente siete días mientras que la CL₅₀ es de 7,9 x 10⁷ conidios/ml y la CL₉₀ de 2,7 x 10⁹ conidios/ml. Otros aislamientos de este hongo también han sido seleccionados porque causan mortalidades entre 95,0 y 65,5 % con un TL₅₀ entre 2,4 y 8,0 días, respectivamente (Contreras 1996).

Formulaciones en aceite. El aceite de soya ha probado ser eficaz para la formulación de *B. bassiana*. Una proporción de 10, 15 y 20% de aceite de soya usando una concentración de 5 x 10⁸ conidios/ml de *B. bassiana* causa 100% de mortalidad.

Aplicación de *B. bassiana* mediante trampas de seudotallo. El uso de trampas es un mecanismo eficaz para la aplicación del entomopatógeno en condiciones de campo. Se obtiene mayor mortalidad (63%) del picudo cuando se utilizan trampas tipo disco de cepa con una formulación de $5,8 \times 10^{10}$ conidios por trampa en sustrato de arroz (21 g de arroz con el hongo/trampa). Otra posibilidad para la dispersión del hongo en plantaciones de banano y plátano es mediante el uso de *Metamasius hemipterus*, el cual es más susceptible al hongo y posee mayor capacidad de desplazamiento que el picudo negro.

La trampa tipo disco de cepa ha mostrado mayor capacidad de atracción de adultos de picudo negro que la trampa longitudinal, siendo la captura consistente mayor en el tiempo. La eficacia de las trampas como dispositivo para la aplicación de *B. bassiana* varía. El día de la aplicación se logra mayor mortalidad del picudo usando una formulación sólida en arroz conteniendo $2,75 \times 10^9$ conidios/g de arroz, aplicando 20 g por trampa. Mientras que a los ocho días después de la aplicación la mortalidad es mayor utilizando una emulsión a una concentración de 5×10^8 conidios/ml

en agua + 15% de aceite y Twen 20 aplicado en aspersión, usando 10 ml de la solución por trampa. Es importante considerar que al momento de la aplicación, el hongo en emulsión hace mayor contacto con el insecto con respecto al sustrato de arroz, debido al efecto del aceite, el cual funciona como adherente y al efecto del agua contenida en la formulación, que favorece al hongo en el proceso de germinación; mientras que en la formulación seca, la germinación del hongo depende de las condiciones de humedad del ambiente. No obstante, aunque el aceite mejora el contacto con el insecto y por ende su eficacia, ésta se va reduciendo con el tiempo por la pérdida de viabilidad, además las esporas que permanecen en las trampas no pueden crecer y multiplicarse por la ausencia de un sustrato para crecer. Cuando el hongo se aplica en arroz los insectos tienen que caminar sobre el hongo para que éste tenga efecto y esto ocurre después de algunos días, por lo tanto, la efectividad es mayor a los ocho días después de aplicado. En la formulación con arroz el hongo mantiene su esporulación por un período aproximado de 15 días, lo que lo hace más persistente en el campo y favorece también la dispersión



Figura 1. Adulto de picudo negro del plátano.



Figura 2. Daño producido por el picudo negro del plátano.



Figura 5. Adulto de picudo negro del plátano infectado con el hongo *B. bassiana*.



Figura 3. Trampa disco de cepa.

Figura 4. Trampa disco de cepa modificada.



Foto: CORPOICA

Foto: Univ. de Hawaii

Foto: CORPOICA

del hongo, como ocurre con insectos muertos y esporulados, los cuales constituyen una fuente de inóculo.

Alves y Lecuona (1996) recomiendan colocar en la base de las plantas 50 trampas/ha, cada una de las cuales deben tener una suspensión de 1 kg de hongo/10 L de agua, sustituir las trampas cada 15 días y el tratamiento debe continuar hasta que se capturen menos de cinco insectos por trampa.

Conclusiones y recomendaciones

- Existen varias prácticas de control cultural para el combate del picudo del plátano, siendo los principales, el uso de trampas de seudotallo y el uso de semilla sana.
- Hay una gran variedad de agentes para el control biológico de picudo como los depredadores, nematodos y hongos entomopatógenos, siendo estos últimos los de mayor potencial.
- Diferentes aislamientos de *B. bassiana* han demostrado un alto potencial, en condiciones de labora-

torio, para el control microbiano del picudo del plátano.

- El uso de *B. bassiana* en emulsión con aceite, en una proporción de 15 %, presenta gran efectividad para el control de adultos de la plaga.
- Las trampas tipo disco de cepa son las más adecuadas para atraer adultos del picudo y constituyen un mecanismo eficaz para aplicar *B. bassiana*.
- A pesar de que la formulación del hongo en arroz afecta negativamente la captura de adultos de picudo, ésta puede usarse haciendo la aplicación desde uno y hasta ocho días después de construídas las trampas, cuando ésta ya ha atraído la mayor cantidad de adultos.
- La formulación en emulsión debe ser aplicada en trampas tipo disco de cepa ocho días después de construir las trampas en el campo, con el propósito de lograr mayor contacto del hongo con la cantidad máxima de insectos capturados, lo cual ocurre una semana después de colocar las trampas.

Literatura citada

- Alves, SB; Lecuona, RE. 1996. Utilización de hongos entomopatógenos. In Lecuona, RE. Ed. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. p. 241-254.
- Arleu, RJ; Neto, SS. 1984. Broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae). Turrialba (Costa Rica) 34(3): 359-367.
- Batista Filho, A; Paiva, LM; Myazaki, Y; Bastos, BC; Oliveira, D. 1987. Control biológico do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) pelo uso de fungos entomopatógenos no laboratorio. Biologico (Brasil) 53(1/6): 1-6.
- Brenes, S; Carballo V, M. 1994. Evaluación de *Beauveria bassiana* (Bals) para el control biológico del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 31: 17-21.
- Carballo, M. 1996. Evaluación de la mortalidad de *C. sordidus* (Germar) por efecto de diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals.). In Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas y V Taller Latinoamericano sobre moscas blancas y geminivirus (6, 1996, Acapulco, México). p. 148.
- Cárdenas, R. 1983. Dos plagas del plátano en el Quindío, picudo negro, *Cosmopolites sordidus* (Germar). In Seminario Internacional de plátano (1, 1983, Manizales, Colombia). CENICAFE. p. 27-32.
- Castaño-Parra, O. 1989. Manejo de problemas entomológicos en los cultivos de plátano y banano. In Manual sobre el cultivo de plátano. Colombia, CENICAFE. p. 100-126.
- Castiñeiras, A; López, M; Calderón, A; Cabrera, T; Luján, M. 1990. Virulencia de 17 aislamientos de *Beauveria bassiana* y 11 de *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de *Cosmopolites sordidus*. Ciencias y Técnicas en la Agricultura (Cuba) 13(3): 45-51.
- Contreras R, T. 1996. Evaluación de trampas de pseudotallo y formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals) en el combate del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar) en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- Figueroa, W. 1990. Biocontrol of the banana root borer weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar), with Steinernematid nematodes. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 74(1): 15-19.
- Lara, EF. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la zona Atlántica de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, IICA. 278 p.
- Montellano, C. 1954. Estudios biológicos del *Cosmopolites sordidus*, que infesta al rizoma de abacá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 71 p.
- Peña, JE; Duncan, R; Martin, R. 1991. Biological control of *Cosmopolites sordidus* in Florida. In Gold, CS; Genmill, B. Ed. Biological and integrated control of highland banana and plantain pest and diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting. Ibadan, Nigeria, IITA. p. 124-139.
- Roche, R; Abreu, S. 1983. Control biológico del picudo negro. Ciencias de la Agricultura (Cuba) 17: 41-49.
- Segura, RL. 1975. Evaluación de modelos de trampas y control químico del picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germar, en Pococí, Limón, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, UCR. 58 p.
- Sirjusingh, C; Kermarrec, A; Mauleon, H; Lavis, C; Etienne, J. 1992. Biological control of weevils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean. Florida Entomologist 75(4): 548-562.
- Trejo, JA. 1971. Biología del picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* Germar y su distribución. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 66 p.
- Vilardebo, A. 1960. Le coefficient d'infestation, critere d'évaluation du degré d'attaques des bananiers par *Cosmopolites sordidus* (GERMAR) le characon noir du bananier. Fruits 28(6):217-226.

Supresión manual de adultos de *Phyllophaga* spp. y *Anomala* spp. en maíz en México

Jorge A Cruz-López *
A.E. Castro Ramírez*
C. Ramírez Salinas*
B. Gómez y Gómez.*

RESUMEN. Se eliminaron manualmente adultos de *Phyllophaga* spp. y *Anomala* spp. en parcelas de maíz en El Madronal, Amatenango del Valle, Chiapas, México entre abril y mayo de 1997. Para evaluar el efecto de la supresión sobre las larvas se realizaron 29 muestreos en plantas de maíz, durante setiembre en El Madronal y San Francisco (parcela de comparación). Se recolectaron 40995 adultos, de las especies: *Phyllophaga ravidata*, *P. obsoleta*, *P. tenuipilis*, *P. testaceipennis*, *P. menetriesi*, *P. tumulosa*, y dos especies de *Anomala*. Las especies mejor representadas durante las semanas de recolección fueron *P. menetriesi* y *P. tenuipilis*. El mayor promedio de huevos por hembra se determinó para *P. tenuipilis* y *P. testaceipennis*. Las especies dominantes en San Francisco fueron *P. menetriesi* y *P. tenuipilis* (con densidades de 17,24 y 13 larvas/m², respectivamente), en El Madronal sólo se encontraron larvas de *P. tumulosa*, *P. ravidata* y *Anomala* spp. con densidades relativamente bajas (1,5 larvas/m²), lo cual indica que la supresión de adultos disminuye la densidad larval. La supresión de adultos podría ser una alternativa de manejo de la plaga económica, sencilla y segura para la zona de temporal que requiere del trabajo colectivo de la población.

Palabras Clave: *Phyllophaga* spp., *Anomala*, spp., Insectos, Maíz, Captura, Plagas del suelo.

ABSTRACT. Manual suppression of adults of *Phyllophaga* spp. and *Anomala* spp. on maize in Mexico. Adults of *Phyllophaga* spp. and *Anomala* spp. were eliminated manually in maize plots in El Madronal, Amatenango del Valle, Chiapas, Mexico between April and May of 1997. In order to evaluate the effect of suppression on the larvae, twenty-nine samples were taken by maize plants in El Madronal and San Francisco (comparison plot). In total, 40995 adults of the species: *Phyllophaga ravidata*, *P. obsoleta*, *P. tenuipilis*, *P. testaceipennis*, *P. menetriesi*, *P. tumulosa* and two *Anomala* species, were collected. The species best represented during the collection period were *P. menetriesi* and *P. tenuipilis*. The greatest average of eggs per female was found for *P. tenuipilis* and *P. testaceipennis*. The dominant species in San Francisco were *P. menetriesi* and *P. tenuipilis* (with densities of 17.24 and 13 larvae/m², respectively). In El Madronal, only *P. tumulosa*, *P. ravidata* and *Anomala* spp. larvae were collected, with relatively low densities (1.5 larvae/m²), indicating that suppression of adults decreased larval density. The suppression of adults could be an economic, simple, and safe alternative for management of the pest for the temporal zone and would require collective work by the population.

Key words: *Phyllophaga* spp., *Anomala* spp., Insects, Maize, Capture, Soil pests.

Introducción

En el cultivo del maíz los insectos plagas son muy importantes; no obstante, el porcentaje de pérdidas causadas por ellas no puede uniformizarse, debido a la heterogeneidad de daños, especies involucradas y con-

diciones ambientales de cada región. En condiciones de campo, las pérdidas fluctúan entre el 20-30% de la producción (Lagunes *et al.* 1985). Las plagas del suelo son las que, en muchas ocasiones, dañan las plantas,

Recibido: 14/03/2000. Aprobado: 23/02/2001.

* El Colegio de la Frontera Sur. División de Sistemas de Producción Alternativos. Apdo. Postal 63. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Correo electrónico: acruz@scel.ecosur.mx

tanto las semillas, las plántulas como las plantas adultas, atacando las raíces o el cuello de la raíz. Estos insectos son inconspicuos, ya que el estado biológico que causa el daño está dentro del suelo y el agricultor raramente lo relaciona con la fase adulta, que es de vida libre (Lagunes *et al.* 1985). En México, el nombre gallina ciega, comprende a los géneros *Phyllophaga*, *Anomala*, *Dyscinetus*, *Strategus*, *Eutheola*, *Orizabus*, *Ligyris*, *Euphoria* y *Cotinis*, agrupando 560 especies que tienen larvas edafícolas, de las cuales 230 de ellas se encuentran incluidas en el género *Phyllophaga* (Morón 1984, Deloya 1993).

La presencia de plagas en Los Altos de Chiapas, es una de las causas principales de los bajos rendimientos en los cultivos. Los productores denominan como "gallina ciega" o "k'olom" (tzeltal), a las larvas de melolontidos causantes de las principales pérdidas en gramíneas, hortalizas, frutales y florales (Ramírez *et al.* 1999). La gallina ciega está causando daños semejantes a los que se han registrado en otras regiones del país y de Centro América (Quezada 1980, Ríos-Rosillo y Romero-Parra 1982, Morón 1983).

La recolección manual es una práctica antigua, utilizada comúnmente en países en desarrollo para la obtención de masas de huevos, larvas y adultos de diferentes especies de insectos plaga (Hernández 1994). Para determinar su eficacia y práctica, en el caso de adultos de gallina ciega ó ronrones, influyen la disponibilidad y abundancia de mano de obra, la disponibilidad de trabajo nocturno y el tiempo de captura.

Durante el período de 1990 a 1993 fueron recolectados más de 36 millones de ronrones, en varios departamentos de Guatemala, a través de una campaña masiva; sin embargo, no se registraron datos sobre el impacto de esta actividad sobre la densidad larval de la plaga (Hernández 1994).

La escasez de información o experiencias prácticas para el manejo de altas infestaciones de gallina ciega en maíz en México, y particularmente en Chiapas, motivó en 1997 el inicio de una campaña con escolares para la supresión de adultos de la plaga, en El Madronal, Chiapas y la evaluación del efecto de esta práctica sobre la densidad larval durante el ciclo agrícola de ese año.

Materiales y métodos

Zona de estudio. La comunidad El Madronal pertenece al municipio de Amatenango del Valle, Chiapas. La comunidad se localiza a los 16°30'N y 92°26' O y a una altitud de 1860 msnm. (Fig. 1) (ECOSUR 1995).

El clima es templado, subhúmedo con lluvias en verano C(w₂) (w). La temperatura media anual es de 16,8°C, precipitación anual de 1316 mm (CNA. s/a.). Tiene una oscilación anual de 5,6°C y el promedio de lluvias es de seis meses (García 1987).

Los tipos de suelo predominantes son: luvisol (contienen acumulación de arcilla en el subsuelo y es característico en zonas templadas o tropicales lluviosas, son rojos o claros y moderadamente ácidos; con moderada a alta susceptibilidad a la erosión), y acrisol

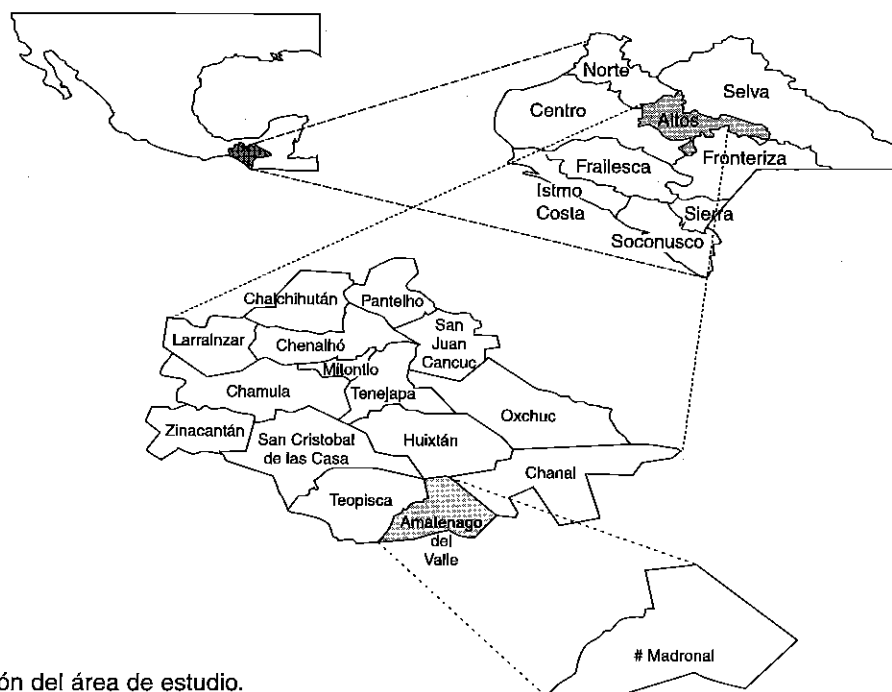


Figura 1. Localización del área de estudio.

(acumulación de arcilla en el subsuelo, es ácido o muy pobre en nutrientes, de zonas tropicales a templadas muy lluviosas, susceptibles a la erosión). Su uso es principalmente agrícola y pecuario, con gran parte de bosque, correspondiendo la tercera parte a terrenos de propiedad ejidal, el resto a propiedades comunales, privadas y públicas (Gobierno del Estado 1988). Ramírez y Castro (1998), señalaron que los suelos de la comunidad El Madronal presentan textura arcillosa (color pardo oscuro), con pH neutro o moderadamente alcalino, y alto porcentaje de materia orgánica. Los agricultores son tzeltales (grupo étnico) dedicados a la agricultura de maíz y alfarería, poseen parcelas de riego y temporal con el mismo tipo de suelo, generalmente siembran maíz en monocultivo, rara vez asociado con frijol trepador.

La vegetación de Amatenango del Valle, se compone de bosque de pino-encino o bosque de pino; y en los valles hay pastizales inducidos o introducidos, cultivos anuales de clima templado y frutales caducifolios (Mera y Parra 1989).

Recolección y conteo. La supresión de adultos de gallina ciega se realizó mediante la recolección manual por parte de los 83 alumnos de la escuela primaria de la comunidad. Antes de iniciar la recolección masiva, a los alumnos se les explicó la biología de la plaga mediante carteles ilustrativos y material biológico (ejemplares entomológicos), con la finalidad de que diferenciaron los insectos plaga de los benéficos o inócuos, para evitar su captura.

Esta estrategia preventiva, de recolección manual y eliminación de los adultos se realizó durante cuatro semanas (abril - mayo). Semanalmente, los niños entregaron los adultos recolectados, en recipientes plásticos. Ellos además brindaron información sobre la conducta de estos insectos y sus hospedantes. Para la recolección de los insectos, los niños sacudieron las ramas de los árboles hospedantes, realizaron recorridos por las parcelas para capturar aquellos que emergían del suelo o intentaban enterrarse, así como los que eran atraídos por las fuentes luminosas (eléctricas o el fogón).

La recolección se realizó entre las 7:30 y 9:00 pm, principalmente en el área cercana a las casas, que corresponde al sistema de cultivo de temporal, el cual abarca un área de 27 ha. La superficie se calculó al crear un polígono con cuatro puntos georeferenciados.

El material capturado cada semana se separó con base en algunos caracteres de la morfología externa, formando grupos bien diferenciados. Debido a la gran

cantidad de especímenes recolectados, se conservó una medida estándar de cada grupo (un 25% del peso total), para posteriormente con ella obtener las proporciones de cada especie, por semana y de sexos por especie. Debido a la similitud morfológica que presentaron tres especies, los primeros resultados se presentaron de manera agrupada (como mezcla); posteriormente, fue posible separar las hembras de esas especies.

También se recolectaron muestras botánicas de los árboles hospedantes y se determinaron taxonómicamente en el herbario de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

La determinación de las larvas fue realizada por personal técnico con base en una clave dicotómica (Ramírez y Castro 1998). En el caso de adultos, debido a la similitud morfológica que presentaban las especies recolectadas, se envió el material a taxónomos expertos (Miguel A. Morón y Leonardo Delgado).

Se registró la proporción de sexos para cada especie (N=100) (Morón 1986). Semanalmente, se tomaron veinte hembras de cada especie y se le extrajeron los huevos de manera manual (disección), se registró la cantidad, largo y ancho (datos merísticos) de los huevos. Estas últimas evaluaciones no se realizaron con las especies *P. obsoleta* y *P. ravidia*, debido a que cuando se diferenciaron las hembras, ya tenían meses conservadas en alcohol, lo cual afectó las dimensiones de los huevos.

El material biológico se encuentra depositado en la colección del proyecto Diversidad en Sistemas de Cultivos, de El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

Evaluación del efecto de la supresión de adultos sobre las poblaciones larvales. Para evaluar el efecto de la supresión de adultos sobre las fases inmaduras de los coleópteros Melolonthidae que atacan el maíz, se realizaron muestreos de suelo durante setiembre, fecha en que la plaga causa más daño (Ramírez y Castro 1997), tanto en El Madronal como en el barrio de San Francisco, el cual fue considerado sitio de comparación. Este último está ubicado cerca de El Madronal por lo cual comparte las mismas condiciones físicas y de clima, incluyendo el sistema de cultivo de temporal bajo el mismo régimen de lluvia. En cada uno de los sitios, se hicieron 29 muestreos de suelo, de 30 x 30 x 30 cm, entre plantas de maíz, en parcelas de temporal, comparando la densidad de larvas presentes con la prueba de Kruskal-Wallis (Steel y Torrie 1988). Ambas poblaciones comparten condiciones

ambientales similares y de cultivo (maíz de temporal), dependientes del régimen y volumen natural de las lluvias.

Resultados

Durante el estudio se obtuvo un total de 40995 adultos en un área de 27 ha. En los primeros días de la primera semana (15-17 abril) se capturó el mayor número de especímenes (21660), disminuyendo en la segunda, tercera y cuarta semana con capturas de 10741, 5473 y 3084, respectivamente. Los adultos recolectados corresponden a las especies: *P. ravidia*, *P. obsoleta*, *P. tenuipilis*, *P. testaceipennis*, *P. menetriesi*, *P. tumulosa*; así como *A. sticticoptera* y *A. inconstans*.

Con respecto a la proporción de especies recolectadas, *P. menetriesi* y *P. tenuipilis* fueron las que alcanzaron mayor proporción, siendo la primera especie, la más abundante, mientras que *P. tumulosa* y *Anomala* spp. resultaron ser muy escasas (Cuadro 1). La actividad de los adultos se puede agrupar en dos patrones fenológicos: el primero incluye una sola especie, *P. menetriesi*, que apareció con las primeras lluvias alcanzando su máxima representación, y cuya abundancia decrece gradualmente durante la primera semana de mayo. El segundo patrón incluye especies que, aunque aparecieron desde la segunda semana de abril, alcanzaron su máxima abundancia en la primera semana de mayo, esto ocurrió con *P. tumulosa*, *P. tenuipilis*, *Anomala* spp. y la mezcla de tres especies de *Phyllophaga* (*P. obsoleta*, *P. ravidia* y *P. testaceipennis*).

Cuadro 1. Representación porcentual de las especies de la familia Melolonthidae recolectadas por semana en El Madronal, Chiapas, México.

Especie	Porcentaje por semana de recolección			
	1ª	2ª	3ª	4ª
<i>P. menetriesi</i>	51,76	42,60	26,68	5,70
<i>P. testaceipennis</i> + <i>P. obsoleta</i> + <i>P. ravidia</i>	24,82	45,03	57,69	67,80
<i>P. tumulosa</i>	2,04	1,70	1,33	3,24
<i>P. tenuipilis</i>	20,41	10,33	13,80	21,73
<i>Anomala</i> spp.	0,97	0,34	0,50	1,53

Las observaciones crepusculares y nocturnas realizadas por los niños sobre el follaje de algunos árboles ubicados en los alrededores del sistema de cultivo de temporal, permitieron determinar que *Quercus scytophylla* Liemb. y *Q. crassifolia* H. et B. son hospedantes de *P. menetriesi* y *P. tenuipilis*.

De las especies capturadas se encontró que en la proporción de sexos existe una relación macho:hembra aproximadamente de 1:2 para *P. menetriesi*, *P. tenuipilis* y *P. testaceipennis*; mientras para *P. ravidia* y *P. tumulosa* la relación es 1:1; y en *P. obsoleta* es 2:2 (Fig. 2).

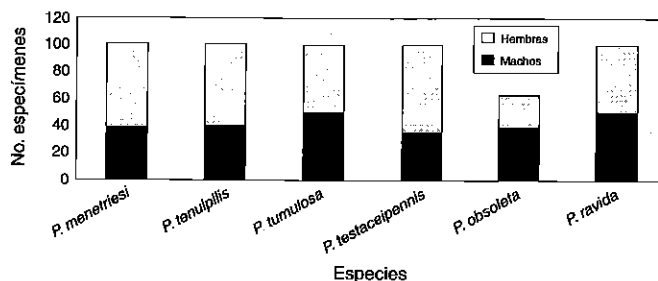


Figura 2. Proporción de sexos en adultos de gallina ciega bajo el sistema de temporal en El Madronal, Chiapas, México.

La representación porcentual de los huevos encontrados en las hembras de las especies que conforman el complejo gallina ciega (Cuadro 2), sobresalen *P. tenuipilis*, *P. testaceipennis* y *P. ravidia* como las especies con el mayor promedio de huevos por hembra, mientras que la más inconspicua fue *P. tumulosa*. En la última semana de recolección se registró el promedio de huevos más alto por hembra (Cuadro 2).

Existe una variación en el tamaño de los huevos de las especies, sobresaliendo *P. menetriesi* y *P. tenuipilis* por su mayor tamaño; mientras que *P. tumulosa* fue la especie con huevos de menor tamaño (Cuadro 2).

En cuanto a la evaluación del efecto de la supresión de adultos sobre las densidades larvales, todas las larvas que conforman el complejo gallina ciega en El Madronal, se encontraron en San Francisco (Fig. 3), registrándose en esta última las mayores densidades. Las especies dominantes en San Francisco fueron: *P. menetriesi* y *P. tenuipilis* (con densidades de 17,24 y 13,00 larvas/m², respectivamente). Es importante destacar que éstas son las larvas más robustas y voraces. Sin embargo, en el Madronal sólo se encontraron larvas de *P. tumulosa*, *P. ravidia* y *Anomala* spp., en densidades relativamente bajas (1,5 larvas/m²). Esta diferencia, significativa estadísticamente ($H=4,52$ y $P=0,03$), también influyó para que en San Francisco se produjera la caída de plantas debido a la ausencia del sistema radical de las plantas, el cual fue nulo en El Madronal. Las especies dominantes de adultos recolectados en El Madronal son las mismas que presentaron mayor densidad en su estado larval en las parcelas de San Francisco.

Cuadro 2. Longitud y diámetro de huevos y promedio de huevos por hembra de las especies de la familia Melolonthidae en El Madronal, Chiapas, México.

Especie	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Promedio de huevos por hembra por semana					n
			1ª	2ª	3ª	4ª	x	
<i>P. menetriesi</i>	2,13	1,05	9,50	9,88	6,35	5,90	7,90	80
<i>P. tenuipilis</i>	2,11	1,03	14,05	14,05	15,6	20,55	16,06	80
<i>P. ravida</i>	*	*	17,05	39,55	8,00	42,65	26,81	80
<i>P. obsoleta</i>	*	*	5,80	8,00	14,00	9,80	9,40	80
<i>P. tumulosa</i>	1,50	0,62	3,87	6,68	5,25	4,54	5,08	80
<i>P. testaceipennis</i>	1,77	0,82	15,50	10,86	14,1	17,85	14,57	80

*Durante el proceso de conservación de los adultos se afectaron las dimensiones de los huevos (diámetro y longitud). Para las otras especies las mediciones se hicieron en fresco.

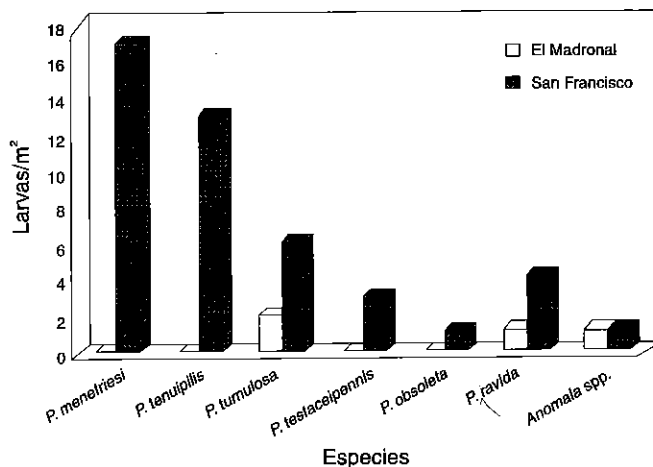


Figura 3. Densidad de gallina ciega en maíz de temporal en dos comunidad de comunidades de Amatenango del Valle, Chiapas, México.

Discusión

Las capturas realizadas por los niños permitieron recolectar tanto las especies que son atraídas por la luz eléctrica como aquellas que no lo son; lo cual constituye una buena representación de las especies, confirmando la composición del complejo gallina ciega para la zona. La recolección de los adultos proporcionó información acerca de los hospedantes y de las especies que se alimentan de ellos, facilitando capturas posteriores. Debe destacarse que los niños participantes en el estudio entendieron bien las instrucciones y no recolectaron coleópteros benéficos o inoocuos, lo cual convierte este método en una alternativa sencilla, económica y viable para el manejo de la plaga. La única condición para el funcionamiento eficaz de esta alternativa es el trabajo organizado y colectivo, para que el impacto de la disminución de adultos, se traduzca en menos larvas en las plantaciones, y esto se refleje en la producción del cultivo; porque posiblemente no se obtendrán los mismos resultados si se realiza de manera

individual, debido al amplio ámbito de dispersión y abundancia de estos organismos.

Es importante destacar que es difícil que los agricultores realicen este trabajo, debido a que ellos no aceptan el trabajo nocturno y tampoco relacionan al adulto con la larva; sin embargo, los niños realizaron en forma excelente esta actividad. Además, la información proporcionada por ellos sugiere que no todas las especies son atraídas por la luz eléctrica, y en el caso de *P. menetriesi* y *P. tenuipilis*, en cuanto emergen se dirigen a los árboles, generalmente de roble (*Quercus scytophylla*) y encino (*Quercus crassifolia*) para alimentarse. Morón *et al.* (1996), señalan que el comportamiento que exhiben los imagos después de emerger de la cámara pupal es variable; en la mayoría de los casos aparecen primero los machos, los cuales inician sus actividades de vuelo durante el crepúsculo o en las primeras horas de la noche dirigiéndose a las plantas en busca de alimento (Morón 1986). Morón *et al.* (1996) señalan que de acuerdo con los muestreos realizados con trampas de luz, la época de vuelo de los adultos de las especies de *Phyllophaga* en la región de Nayarit, abarca sobre todo los meses de junio a agosto, aunque otras especies también llegan a encontrarse durante setiembre; sin embargo, para la región de Los Altos de Chiapas los adultos inician sus vuelos a principios de abril.

Con respecto al total de organismos, estos disminuyeron gradualmente conforme transcurrieron las fechas de recolección, pero para *P. tumulosa* y las dos especies de *Anomala* aumentó su porcentaje en relación al total recolectado, por lo que son especies de emergencia tardía. Por el contrario, Morón *et al.* (1996) señalan que en Nayarit el género *Anomala* incluye especies que aparecen con las primeras lluvias de junio alcanzando su máxima representación y cuya abundancia decrece claramente durante julio y agosto hasta desaparecer en setiembre.

La captura masiva de adultos permitió romper el ciclo biológico de la mayoría de las especies presentes en temporal, traduciéndose en bajas densidades de larvas (1,5/m² cuadrado), comparadas con las obtenidas por Ramírez y Castro (2000), en las parcelas de temporal de la misma comunidad un año antes de 17,34 larvas/m²; esta diferencia evitó que el maíz de temporal sufriera daño por la plaga durante el año del estudio. Una actividad similar se realizó en Guatemala entre 1990 y 1993, cuando se recolectaron más de 36 millones de ronrones adultos en todo el país, se capacitaron a 5000 agricultores, maestros, niños de escuelas y técnicos en regiones agrícolas (Hernández 1994), pero en esa ocasión no se evaluó el efecto de la eliminación de los adultos, en la densidad larval.

La evaluación de este estudio, mediante los muestreos de larvas evidenció que las dos especies de *Anomala* (*A. sticticoptera* y *A. inconstans*) y *P. tumulosa* fueron las más numerosas en setiembre en El Madronal; además de que sus densidades no fueron tan altas (1,5 larvas /m²) y las parcelas de maíz no presentaron ningún tipo de daño. Esto confirma que son especies de emergencia tardía y no tienen una relación bien marcada con el daño que ocasiona el complejo de larvas al cultivo. Por su parte, Villalobos (1995) indica que las especies de *Anomala* tienen larvas con mayor tendencia hacia la saprofia que las larvas de *Phyllophaga*, las cuales dañan con mayor frecuencia las raíces; esto indica que, aunque se encuentren en altas densidades no tienen un efecto serio en la biomasa radicular del cultivo de maíz.

Por otra parte, Morón (1986) indica que el tamaño de los huevos de algunas especies de *Phyllophaga* es de 2 mm de longitud y 1 mm de diámetro, lo cual concuerda con los resultados de este estudio, siendo los huevos de *P. menetriesi* y *P. tenuipilis* de mayor tamaño dentro del complejo estudiado, sin embargo, los huevos de las otras especies fueron de menor tamaño.

El promedio de huevos varía de acuerdo con cada especie, determinándose para *P. tenuipilis* el mayor promedio (16); sin embargo, Morón (1986) indica que este parámetro para algunas especies del género *Phyllophaga*, fluctúa entre 7 y 28 huevos. Por su parte King (1985) registra que la hembra de *P. menetriesi* pone hasta 140 huevos durante períodos de hasta 100 días.

La proporción de sexos de las especies capturadas varió entre especies; según Morón (1986), en la época cuando las hembras empiezan a emerger, los machos vuelan buscando un punto elevado en donde posarse

para percibir las feromonas femeninas y rastrear a su potencial compañera. Esta actitud es bastante común en la mayoría de las especies, y al parecer es el resultado de una notable desproporción sexual con origen aún desconocido, que varía entre seis y 15 machos por hembra, lo cual propicia una intensa competencia entre los machos por localizar y copular con la hembra. En el caso de la proporción sexual 2:1, como es el caso de *P. obsoleta*, según Morón (1986) después de que emerge la hembra puede ser acosada por varios machos, que tratan de colocarse sobre ella para iniciar la cópula, por lo cual pelean empujándose con la cabeza, tratando de evitar que otros individuos logren una posición favorable sobre la hembra, incluso desplazando a algún macho. Cuando en una población la proporción sexual es de dos machos por una hembra no hay repercusión alguna en la población, debido a que únicamente una hembra es la que deja descendencia. Mientras que cuando la relación es inversa la población aumenta, tal es el caso de *P. menetriesi*, *P. tenuipilis* y *P. testaceipennis*; donde un número muy pequeño de machos fecunda a la mayoría de las hembras. En animales con sexos separados, dispersos en un medio, cuyos encuentros se pueden suponer al azar, la proporción sexual más favorable es por tanto de 1:1, y es la que se encuentra en una porción muy elevada de especies de grupos muy variados (Margalef 1982). La proporción sexual de las especies puede determinar la abundancia en un área.

Conclusiones

La captura masiva de adultos de gallina ciega es una alternativa de manejo de la plaga, económica, eficiente y segura para la zona de temporal, que requiere el trabajo organizado, sistemático y colectivo de la población. Esta redujo sustancialmente la densidad de larvas y con ello el daño al maíz. La abundancia específica del complejo gallina ciega están correlacionada con las proporciones sexuales.

Agradecimientos

Se agradece a los profesores y alumnos de la escuela primaria de El Madronal, por su participación en este estudio; asimismo a los pobladores de esa comunidad y de San Francisco por permitir muestrear sus parcelas. Javier Antonio Gómez Méndez por su invaluable ayuda durante esta investigación. Al Dr. Miguel Angel Morón por la identificación de escarabajos. Al CONACYT por la financiación de este estudio a través del proyecto 1716P-B.

Literatura citada

- Comisión Nacional del Agua (CNA). s/a. Datos climatológicos de precipitación total y temperaturas mensuales de la estación Amatenango del Valle, Chiapas, para el periodo 1996-1997. México Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Deloya L, C. 1993. El género *Phyllophaga* Harris en Cuernavaca, Morelos, México (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) In Morón, M.A. (Comp.). Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Veracruz, México. p. 39-54.
- ECOSUR (Colegio de la Frontera Sur). 1995. Base de datos de localidades basado en el nomenclator de INEGI y en la carta topográfica INEGI escala 1:50,000 (Inédito).
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4 ed. Enriqueta García. México. 217 p.
- Gobierno del Estado de Chiapas. 1988. Los municipios de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. México. p. 35-39.
- Hernández, DA. 1994. El manejo integrado de la plaga (*Phyllophaga* spp.) en Guatemala. In Seminario Taller Centroamericano sobre biología y control de los insectos del género *Phyllophaga* spp. Turrialba, Costa Rica, PRIAG-CATIE. 111 p.
- King A, BS. 1985. Factors affecting infection by larvae or *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) in Costa Rica. Bulletin Entomological Research 5:417-427.
- Lagunes, A; Domínguez, R; Rodríguez, C. 1985. Plagas del maíz. Documento de trabajo. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo, PIMPA, FIRA, Banco de México. 100 p.
- Margalef, R. 1982. Ecología. 4 ed. España, Omega. 941 p.
- Mera O, LM; Parra V, M. 1989. La organización social para la producción. In Parra-Vázquez, M.R. (Coord.). El subdesarrollo agrícola en Los Altos de Chiapas. Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 315-405.
- Morón, MA. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleópteros Melolonthidae edafícolas de México. In Mesa Redonda Sobre Plagas del Suelo. (2, 1983, Chapingo, México). Memorias. Sociedad Mexicana de Entomología. p. C1-C2.
- Morón, MA. 1984. Escarabajos; 200 millones de evolución. Publicación 14. México Instituto de Ecología. 137 p.
- Morón, MA. 1986. El género *Phyllophaga* en México: morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera). México, Instituto de Ecología. Publicación 20. p. 1-34.
- Morón, MA; Hernández, S; Ramírez, A. 1996. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Nayarit, México. Folia Entomológica Mexicana 98:1-44.
- Quezada, JR. 1980. El manejo de plagas agrícolas en Centroamérica. Folia Entomológica Mexicana 45:16-27.
- Ramírez, SC; Castro R, AE. 1997. El complejo "gallina ciega" (*Phyllophaga* y *Anomala*) en el cultivo de maíz en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. In Reunión Latinoamericana de Escarabeidología. (3, 1997, México). Memorias. Instituto de Ecología. p. 6-7.
- Ramírez, SC; Castro, RAE. 1998. Estudio morfológico del estado larval de seis especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) de la región de Los Altos, Chiapas, México. In Morón, MA; Aragón, A. Eds. Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Universidad Autónoma de Puebla, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 37-50.
- Ramírez, SC; Arredondo, HI; Castro, RAE. 1999. Biología y comportamiento de *Phyllophaga* (*Phytalus*) *obsoleta*, en la región Altos de Chiapas, México 1993-1995. In Bautista Martínez, N; Morales, GO; Ruiz, MC. Eds. In Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología (24, 1999, Aguascalientes, México). Memorias. p.177-182.
- Ramírez, SC; Castro, RAE. 2000. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana 79:17-41. (nueva serie)
- Ríos-Rosillo, F; Romero-Parra, S. 1982. Importancia de los daños al maíz por insectos del suelo en el estado de Jalisco, México (Coleoptera). Folia Entomológica Mexicana 52:41-60.
- Steel, PGD; Torrie, JH. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. McGraw-Hill. 622 p.
- Villalobos, FJ. 1995. El manejo sostenible de plagas del suelo: el caso las larvas de Melolonthidae. In Aragón G, A. Ed. Métodos alternativos al químico para el control de plagas. Puebla, México, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 69-89.

Captura de *Spodoptera frugiperda* en trampas con feromona

Jorge Salas*

RESUMEN. Se evaluó el efecto de la componentes de la feromona del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:Noctuidae) cis-7 dodecenyl-1-ol-acetato (Z-7-DDA) y cis-9 tetradecenyl-1-ol-acetato (Z-9-TDA), para la atracción de machos. El estudio se realizó en dos plantaciones de maíz (*Zea mays* L.), en las estaciones experimentales de Yaritagua y Quíbor, Venezuela, en diferentes épocas. Se usaron trampas de agua con la feromona como dispositivo para la captura. Los valores promedios de captura variaron entre las evaluaciones, siendo el total 10123 y 5746 en Yaritagua y Quíbor, respectivamente. Los mayores valores se registraron durante el período crítico de desarrollo vegetativo (segunda a séptima semana) en el cual las larvas de *S. frugiperda* actúan como barredor o cogollero. Por tanto, esta técnica podría ser de utilidad para la evaluación y control de las poblaciones de esta plaga.

Palabras clave: Feromona sexual, Trampas, *Spodoptera frugiperda*, Captura.

ABSTRACT. Capture of *Spodoptera frugiperda* in pheromone traps. The effect of the components of the fall armyworm *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) pheromone cis-7-dodecen-1-ol-acetate (Z-7-DDA) and cis-9-tetradecen-1-ol-acetate (Z-9-TDA), were evaluated for the attraction of males. The study was performed in two plantations of maize (*Zea mays* L.), on the experimental stations of Yaritagua and Quíbor, Venezuela, in different seasons. Water traps were used with the pheromone as a capture device. The mean values of capture varied between the evaluations, being in total 10123 and 5746 in Yaritagua and Quíbor respectively. The highest values were recorded during the critical period of vegetative development (second to seventh week) in which the larvae of *S. frugiperda* act as defoliators or budborers. Therefore, this technique might be useful for the monitoring and control of populations of this pest.

Key Words: Sexual pheromones, Traps, *Spodoptera frugiperda*, *Zea mays*, Capture.

Introducción

El maíz *Zea mays* L., es un cultivo de gran importancia en la estructura alimentaria mundial y en especial en Venezuela, donde es producido por pequeños, medianos y grandes productores (Fundación Polar-Danac 1996). Su rendimiento por superficie cultivada se ha incrementado significativamente en las últimas décadas, pero aún persisten factores que limitan su producción y productividad, siendo uno de ellos el cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), que puede afectarlo en sus fases de cortador, barredor, cogollero así como dañando las mazorcas (Fundación Polar-Danac 1996, Salas 1990).

En el manejo integrado de plagas (MIP), se han utilizado las trampas con feromona sexual de insectos para la evaluación y control de sus poblaciones (Carde y Elkinton 1984).

Sekul y Cox (1967) encontraron que las hembras del cogollero *S. frugiperda* producían una feromona dentro del último segmento abdominal, la cual excitaba sexualmente a los machos, pero las sustancias de esta feromona no fueron identificadas. Mitchell *et al.* (1974a) informaron la captura de machos de *S. frugiperda* en una trampa eléctrica con hembras vírgenes como atrayente.

Sekul y Sparks (1967) aislaron por primera vez la

sustancia (Z)-9-tetradecenyl-1-ol-acetato (Z-9-TDA) como la feromona sexual de *S. frugiperda*. En 1976, los mismos autores identificaron otra sustancia (Z)-9-dodecenyl-1-ol-acetato (Z-9-DDA) la cual es componente de la feromona sexual de *S. frugiperda*.

Posteriormente, varios investigadores evaluaron diferentes componentes de la feromona sexual, tales como Z-7dodecenyl-1-ol-acetato (Z-7-DDA), Z-9 dodecenyl-1-ol-acetato (Z-9-DDA), Z-9, tetradecenyl 1-ol-acetato (Z-9-TDA) y Z-9, E-12 tetradecenyl-1-ol-acetato (Z, E-9, 12-TDDA), utilizándolas individualmente, en mezclas en diferentes proporciones y en mezclas con sus isómeros, encontrando respuestas muy variables de atracción sexual en trampas cebadas con feromona y en la interrupción de la comunicación feromonal (Mitchell *et al.* 1974b, Tingle y Mitchell 1975, Mitchell *et al.* 1976, Mitchell y Doolittle 1976, Jones y Sparks 1979, Tingle y Mitchell 1979, Busoli 1984).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la atracción y captura de adultos machos de *S. frugiperda* en trampas de agua con una mezcla de dos sustancias componentes de la feromona de esta plaga.

Materiales y métodos

La investigación consistió en dos pruebas realizadas en plantaciones de maíz en Venezuela. La primera prueba se realizó entre junio y agosto de 1994 en una plantación de 2 ha, en la Estación Experimental Yaritagua del FONAIAP, estado Yaracuy. Esta localidad está situada a 10° 5' N y 69° 7' O, a 320 msnm, con una temperatura y precipitación promedio de 25 °C y 911 mm, respectivamente. La segunda prueba se realizó entre julio y setiembre de 1995 en una plantación de maíz 2,5 ha en el Campo Experimental Quíbor, FONAIAP, estado Lara. Esta localidad está situada a 10°, 21' N y 14° 38' O, a 550 msnm, con una temperatura y precipitación promedio de 29 °C y 575 mm, respectivamente.

Los dos componentes de la feromona sexual de *S. frugiperda*, utilizados en mezcla, fueron cis-7-dodecenyl-acetato (Z-7-DDA) y cis-9-tetradecenyl-acetato (Z-9-TDA). Esta sustancia se colocó en dedales de goma suspendidos en trampas de agua.

Cada dedal (lure) contenía 0,02 mg de Z-7-DDA + 2,5 mg de Z-9-TDA + 0,375 mg de hidrotolueno butilado (BHT) + 0,25 mg de Eusolex-4360^{MR}, estos dos últimos compuestos son estabilizadores de los componentes de la feromona. Los dedales se adquirieron en el Research Institute for Plant Protection (IPO-DLO),

Wageningen, Holanda. En las dos pruebas realizadas las trampas se colocaron completamente al azar.

En la plantación en Yaracuy se usaron 10 trampas y en Lara 54 trampas.

Las trampas utilizadas estaban constituidas por un recipiente circular de plástico de 21,5 cm de diámetro y 8,5 cm de altura, una cubierta circular de plástico, a manera de techo de 21,5 cm de diámetro, unidas por 3 láminas de zinc galvanizado de 9 cm de longitud y 1,5 cm de ancho, dobladas 3 cm en ángulo recto en su unión con el techo, las cuales estuvieron dispuestas en forma de un triángulo equilátero. Las láminas se sujetaron al techo y al recipiente por tornillos. El centro del techo presenta una perforación a través de la cual se introdujo un trozo de alambre no. 18 de 14 cm de longitud para suspender el dedal de goma impregnado con la feromona (Fig. 1).

Los recipientes se llenaron con agua hasta 1 cm antes del borde y se les agregó una pequeña cantidad de detergente en polvo (lo que puede contenerse entre el dedo índice y pulgar), con el fin de romper la tensión superficial del agua y facilitar el hundimiento de las polillas capturadas y evitar su aglutinamiento en la superficie.

En la evaluación de Yaracuy, las trampas fueron colocadas 5 días después de la siembra. Las evaluaciones se iniciaron a partir de la segunda semana de desarrollo, cuando el insecto inició su fase de alimentación como barredor y continuaron hasta la sexta semana abarcando la fase de cogollero y finalizaron en la decimotercera semana.

En Quíbor, las trampas fueron colocadas a partir de la segunda semana de desarrollo, iniciando las evaluaciones una semana después.

En ambas pruebas los conteos se realizaron semanalmente, se registró el número de especímenes capturados por trampa. Después de cada conteo, se desecharon los especímenes presentes en cada trampa y se repuso el agua con el detergente.

Con los datos obtenidos se calculó el promedio de captura por trampa por semana y por trampa por noche.

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se presenta la captura de machos de *S. frugiperda* en trampas con feromona sexual en Yaritagua. Las mayores capturas promedio, se registraron entre la primera y la sexta semana de desarrollo del cultivo, época crítica en la cual *S. frugiperda* presenta sus mayores poblaciones y actúa como barredor y "co-

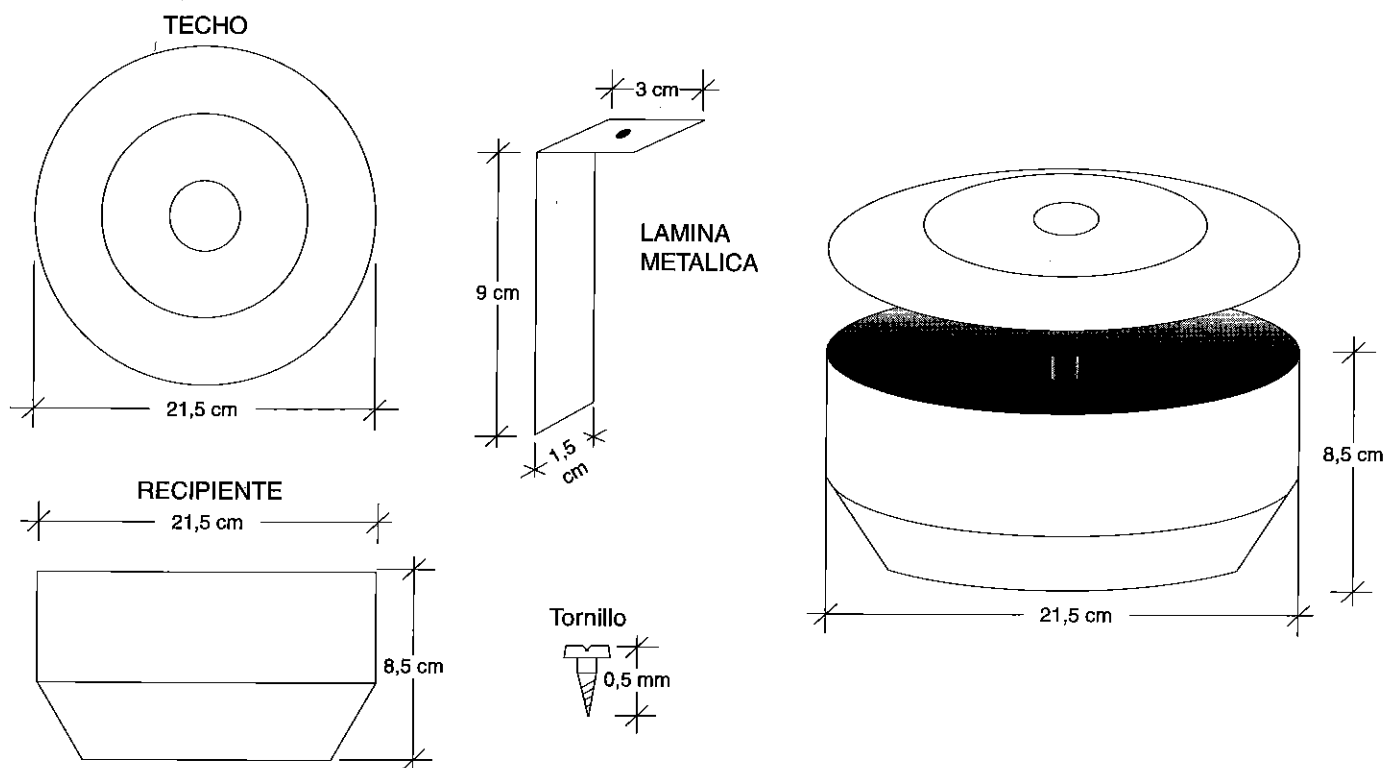


Figura 1. Partes y componentes de una trampa y trampa lista.

Cuadro 1. Captura de adultos de *S. frugiperda* en trampas(1) cebadas con feromona sexual, en siembra de maíz(2). Yaracuy, Venezuela.

Fecha Conteo	N° semana desarrollo	Captura adultos machos		
		Total	Promedio/ trampa/ semana	Promedio/ trampa/ noche
Junio 01	1 ^a	3750	375,0	125,0
Junio 08	2 ^a	1050	105,0	15,0
Junio 15	3 ^a	850	85,0	12,1
Junio 22	4 ^a	397	39,7	5,7
Junio 29	5 ^a	2675	267,5	38,2
Julio 06	6 ^a	824	82,4	11,8
Julio 13	7 ^a	256	25,6	3,7
Julio 20	8 ^a	172	17,2	2,5
Julio 27	9 ^a	94	9,4	1,3
Agosto 03	10 ^a	36	3,6	0,5
Agosto 10	11 ^a	12	1,2	0,2
Agosto 17	12 ^a	05	0,5	0,1
Agosto 24	13 ^a	02	0,2	0,1
TOTAL		10123	77,87	16,63

(1) N° trampas y fecha colocación: 10 y 25-05

(2) Fecha siembra: 24-05 Fecha germinación: 28-05

gollero" (Salas 1990). Estos valores oscilaron entre 125 y 5,7 adultos/trampa/noche. Posteriormente, y a partir de la séptima semana las capturas se redujeron considerablemente, alcanzando valores muy bajos.

En la evaluación realizada en Quíbor la plantación tenía mayor extensión (2,5 ha) y un mayor número de trampas. Las mayores capturas promedio (Cuadro 2), fueron registradas entre la tercera y séptima semana con valores que variaron entre 2,21 y 2,70 adultos/trampa/noche. Estas coinciden también con las fases de desarrollo vegetativo del cultivo en las cuales *S. frugiperda* actúa como barredor o cogollero. Posteriormente y hasta la novena semana las capturas disminuyeron.

Los resultados obtenidos en ambas localidades coinciden con los señalados por Tingle y Mitchell (1975), Mitchell y Doolittle (1976), Jones y Sparks (1979) y Busoli (1984), quienes informaron la captura de adultos machos de *S. frugiperda* al utilizar trampas con la sustancia Z-9 TDA. Similarmente, Mitchell *et al.* (1974b) señaló que la sustancia Z-7-DDA, componente de la feromona sexual de *S. frugiperda*, causó una interrupción en la comunicación sexual en machos de esta especie, cuando fue usada sola o con

Cuadro 2. Captura de adultos de *S. frugiperda* en trampas⁽¹⁾ cebadas con feromona sexual, en siembra de maíz⁽²⁾. Lara, Venezuela.

Fecha Coteo	N° semana desarrollo	Captura adultos machos		
		Total	Promedio/trampa/semana	Promedio/trampa/noche
Julio 31	3a	1003	18,57	2,32
Agosto 07	4a	1021	18,91	2,70
Agosto 14	5a	990	18,33	2,62
Agosto 21	6a	979	*18,13	2,59
Agosto 28	7a	837	15,50	2,21
Setiembre 04	8a	513	9,50	1,36
Setiembre 11	9a	403	7,46	1,07
TOTAL		5746	15,20	2,12

(1) N° trampas y fecha colocación: 54 y (24-07)

(2) Fecha siembra: 06-07 Fecha germinación: 10-07

otros acetatos sintéticos. Arn *et al.* citado por Teixeira *et al.* (1993), señalan que la sustancia Z-9-TDA ha sido encontrada como feromona sexual en ocho especies de *Spodoptera*, la cual fue aislada por primera vez de hembras de *S. frugiperda* por Sekul y Sparks (1967) y considerada como feromona secundaria por Jones y Sparks (1979).

Las capturas indican que estas trampas con mezcla de Z-7-DDA y Z-9-TDA pueden ser de utilidad

para la evaluación y control de poblaciones de esta plaga.

Agradecimiento

El autor le manifiesta su agradecimiento al Dr. Simón Voerman del Research Institute for Plant Protection (IPO-DLO), Wageningen, The Netherlands, por el suministro de las muestras de feromona usadas en este estudio.

Literatura citada

- Busoli, AC. 1984. Eficiencia de tipos de armadilhas asociados a dosis de feromonio sexual (Z)-9-dodecen-1-ol-acetato na captura de *S. frugiperda* (J.E. Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) An. Soc. Entomol. Brasil 13(1): 131-140.
- Carde, RT; Elkinton, JS. 1984. Field trapping with attractants: methods and interpretation. In Techniques in Pheromone Research. New York, Springer-Verlag. p. 111-129.
- Fundación Polar-Danac. 1996. Sistema Maíz: Programas de Investigación, Capacitación y Transferencia de Tecnología, Información y Documentación. Venezuela. 35 p. Mimeografiado.
- Jones, RL; Sparks, AN. 1979. (Z)-9-Tetradecen-1-ol-acetate. A secondary sex pheromone of the fall armyworm, *S. frugiperda* (J.E. Smith). J. Chem. Ecol. 5(5): 721-725.
- Mitchell, ER; Copeland, WW; Sparks, AN. 1974a. Fall Armyworm: Nocturnal Activity of Adult Males as Indexed by Attraction to Virgin Females. J. Ga. Entomol. Soc. 9(3): 145-146.
- Mitchell, ER; Copeland, WW; Sparks, AN; Sekul, AA. 1974b. Fall Armyworm: disruption of pheromone communication with synthetic acetates. Environ. Entomol. 3: 778-780.
- Mitchell, ER; Baumhover, AH; Jacobson, M. 1976. Reduction of mating potential of male *Heliothis* spp. and *Spodoptera frugiperda* in field plots treated with disruptants. Environ. Entomol. 5(3): 484-486.
- Mitchell, ER; Doolittle, RE. 1976. Sex Pheromones of *Spodoptera exigua*, *S. eridania* and *S. frugiperda*: Bioassay for Field Activity. J. Econ. Entomol. 69(3): 324-326.
- Salas, J. 1990. El uso de feromonas sexuales en el monitoreo y/o control de poblaciones del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. In Seminario sobre alternativas para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Smith). (1990, Barquisimeto, Ven.). Barquisimeto, UCLA, APROPECO, PROBIAGRO. p. 44-52.
- Sekul, AA; Cox, HC. 1967. Response of males to the female sex pheromone of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lep: Noctuidae): A Laboratory Evaluation. Ann. Entomol. Soc. Am. 60(3): 691-693.
- Sekul, AA; Sparks, AN. 1967. Sex pheromone of the fall armyworm moth: Isolation, Identification and Synthesis. J. Econ. Entomol. 60: 1270-1272.
- Sekul, AA; Sparks, AN. 1976. Sex attractant of the fall armyworm moth. USDA. Tech. Bull. 1542. 6 p.
- Teixeira, AL; Oliveira, JS; Vilela, EF. 1993. (Z)-11-hexadecenyl acetate, A new sex pheromone component of *Spodoptera latisfascia* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Ceres 40: 230-234.
- Tingle, FC; Mitchell, ER. 1975. Capture of *Spodoptera frugiperda* and *S. exigua* in pheromone traps. J. Econ. Entomol. 68(5): 613-615.
- Tingle, FC; Mitchell, ER. 1979. *Spodoptera frugiperda*: Factors affecting pheromone trap catches in corn and peanuts. Environ. Entomol. 8: 989-990.

Desinfección de semilla de papa infectada con *Nacobbus aberrans* mediante nematicidas blandos

Gladys Main¹

J. Franco¹

Noel Ortuño¹

RESUMEN. *Nacobbus aberrans* es una plaga importante en el cultivo de papa en Bolivia porque reduce la producción, pero además, se está extendiendo a zonas libres del nematodo. Por tanto, la desinfección de los tubérculos para semilla es una práctica importante, la cual ha estado basada en el uso de productos como fenamifos. Sin embargo, se requiere identificar otros productos que sean menos tóxicos. En el Centro Toralapa, en Cochabamba, bajo condiciones de invernadero y laboratorio se evaluó el efecto de tres productos sintéticos en tubérculos de papa var. Waycha, provenientes de parcelas infestadas con *N. aberrans* (10% y 80% de severidad en nodulación radical). Los tratamientos evaluados fueron: la inmersión durante 15 minutos en soluciones de fenamifos, abamectin, furateocarb y testigos (inmersión en agua y sin inmersión o seco) a las dos semanas de la cosecha.

En las evaluaciones realizadas, en especial al momento de la cosecha, los productos abamectin y fenamifos lograron mayor desinfección de los tubérculos provenientes de parcelas con 10 y 80% de infestación y las plantas cultivadas a partir de los tubérculos tratados mostraron, al momento de la cosecha, una frecuencia mínima de plantas con nodulación radical. Por tanto, abamectin podría ser un alternativa para la desinfección de semilla de papa.

Palabras clave: Papa, Semilla, *Nacobbus aberrans*, Nematodos

ABSTRACT. Disinfection of potato seed infected with *Nacobbus aberrans* using mild nematicides. *N. aberrans* is an important pest of the potato crop in Bolivia, since it reduces production, but also because it is extending to zones free of the nematode. Therefore the disinfection of seed tubers is an important practice, which has been based upon the use of products such as fenamiphos. However, other products, which are less toxic, need to be identified. In the Centre Toralapa, in Cochabamba, under greenhouse and laboratory conditions, the effect of three synthetic products on tubers of potato cv. Waycha, collected from *N. aberrans* infested plots (10 and 80% severity of root galling) was evaluated. The treatments evaluated were: immersion for 15 minutes in solutions of fenamiphos, abamectin and furateocarb and controls (immersion in water and without immersion or dry), two weeks after harvest. In the evaluations performed, especially those at the moment of harvest, the products abamectin and furateocarb achieved the greatest disinfection and the plants grown from the treated tubers showed, at the moment of harvest, a minimum frequency of plants with radical nodulation. Therefore abamectin could be an alternative for the disinfection of potato seed.

Key words: Potato, Seed, *Nacobbus aberrans*, Nematodes.

Introducción

Nacobbus aberrans y *Globodera* spp. causan pérdidas de US\$ 50 millones al año en el valor bruto de la producción de papa en Bolivia, como consecuencia de la reducción en el rendimiento y la descalificación de campos semilleros (Ramos *et al.* 1998). Por otro lado,

de no evitarse la diseminación de *N. aberrans* a zonas aún libres del nematodo, la producción de papa continuará siendo afectada severamente. Por tanto, para evitar éste problema, el tratamiento de tubérculos provenientes de parcelas que presentan 10 % de inci-

Recibido: 30/04/2000. Aprobado: 23/02/2001.

¹ Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos), Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia. Correo electrónico: gmain@proinpa.org

dencia y 5% de severidad es una alternativa confirmada por la efectividad de fenamiphos (Franco *et al.* 1996). Sin embargo, en la actualidad es necesario identificar nuevos productos que ofrezcan la misma eficiencia pero que sean, menos tóxicos, para minimizar los daños a la salud humana y el ambiente.

N. aberrans se halla ampliamente distribuido en Bolivia y el encontrar tubérculos infectados es común. Estos nematodos penetran 1-2 mm por debajo de la piel del tubérculo y permanecen en un estado de latencia por un periodo de cinco a seis meses, lo cual le permite diseminarse efectivamente por el tubérculo (Costilla 1985).

N. aberrans influye cualitativamente en la producción de semilla de papa, pues de acuerdo a las normas vigentes de certificación, la semilla con presencia de *N. aberrans* desciende a la última categoría, y cuantitativamente disminuye del 13% 58% en rendimiento y ocasiona gastos adicionales por el diagnóstico y el control (Franco 1994).

Estas normas de certificación de semillas evitan la diseminación del nematodo mediante semilla de calidad alta; pero obligan al productor a buscar nuevas áreas de producción, libres de ésta plaga, ampliando su frontera agrícola y en algunos casos dañando la ecología y el paisajismo de la zona, como es la eliminación de bosques nativos. Dentro de éste contexto, se están desarrollando nuevas tecnologías orientadas al control eficaz de éste parásito en la producción de semilla, con el propósito de flexibilizar las normas pero evitando la diseminación de la plaga.

En estudios de campo efectuados para el control de *N. aberrans* mediante productos sintéticos aplicados al momento de la siembra, estos fueron efectivos, reduciendo las pérdidas de rendimiento, pero no evitaron la presencia del nematodo en los tubérculos para semilla (Oros *et al.* 1996).

En relación con el control químico de semilla infectada se han efectuado diversos estudios. Costilla (1985) señaló que algunas formulaciones líquidas de nematicidas (fenamiphos 40% y ethoprop 70%), usadas para la inmersión de los tubérculos (2000 ppm por 10 minutos) pueden evitar la diseminación de *N. aberrans* a los campos no infestados.

En evaluaciones realizadas 80 días después de la siembra, en tubérculos tratados con varios nematicidas, la inmersión en carbofuran (Carbodan 48FW) en dosis de 12,5 y 25 ml/L y etoprofos (Mocap 91,5) en dosis de 0,75 ml/L durante 10 minutos, fueron los que

mejor controlaron la formación de nódulos radicales (Montalvo y Franco 1994).

En pruebas con azadirachtin (Azatin), cipermetrina (Cipersen), furateocarb (Promet) y abamectin (Vertimec) se determinó que éstos productos lograron un control similar al fenamiphos (Nemacur) para controlar *N. aberrans* en tubérculos y los rendimientos de papa con abamectin fueron muy similares a los obtenidos con carbofuran y fenamiphos (Main *et al.* 1998)

En trabajos realizados con termoterapia la nodulación de *N. aberrans* fue mayor a la presentada por los testigos, debido a que indujo en el nematodo una mayor capacidad de producir nódulos (Llano 1999).

A pesar de que se conoce el efecto de varios nematicidas, es importante identificar productos eficaces pero menos tóxicos, para ser utilizados en el tratamiento de tubérculos-semilla infectados por *N. aberrans*. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar abamectin (Vertimec) y furateocarb (Promet) para el tratamiento de tubérculos provenientes de campos, con dos densidades de *N. aberrans*, comparándolo con fenamiphos (Nemacur)

Materiales y métodos

En el Centro Toralapa, Cochabamba, Bolivia, bajo condiciones de invernadero se evaluó el efecto de tres productos sintéticos en tubérculos de papa var. W'aycha. Los tubérculos provenían de parcelas con 10% y 80% de infección radical causada por *N. aberrans* (Siles 1999). Los tratamientos utilizados se presentan en el Cuadro 1. Dos semanas después de la cosecha, los tubérculos fueron tratados por inmersión durante 15 minutos en soluciones de los productos evaluados. Los tubérculos, una vez secos, se sembraron en macetas de 1 kg en suelo desinfectado, en octubre de 1998.

Se realizaron varias evaluaciones para determinar el efecto de los tratamientos, en cada una de ellas se utilizaron 25 tubérculos. La primera evaluación se efectuó antes de la aplicación de los tratamientos, para determinar la población inicial de *N. aberrans* en

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la desinfección de tubérculos semilla de papa.

Nombre genérico	Nombre comercial	Dosis (ml AC/L)
Abamectin 18 EC	Vertimec	12,5
Fenamiphos	Nemacur 40	12,5
Furateocarb	Promet	10
Testigo inmerso en agua	-	-
Testigo sin inmersión o seco	-	-

cada tubérculo. Ello se hizo mediante el método del macerado que consiste en tomar una sección de cáscara de cada tubérculo, previamente lavado, la cual es licuada durante 30 segundos con 400 ml de agua y unas gotas de detergente para romper la tensión superficial. La parte sólida de esta solución se pasó a través de una batería de tamices de 100 y 400 hilos por pulgada (mesh); el primero para recolectar los residuos vegetales el segundo para recolectar a los nematodos. Este material se colocó en tubos de centrifuga para la extracción de nematodos con solución azucarada (50%), se centrifugaron a 3000 rpm durante 1 minuto. La suspensión se pasó por un tamiz de 400 hilos por pulgada y los nematodos se recolectaron en frascos con la menor cantidad de agua (IBTA-PROINPA 1992). La solución fue teñida con gotas naranja de Acridine (5%) durante 12 horas, transcurrido este tiempo se realizó un enjuague para identificar los nematodos vivos (incolores) y muertos (coloreados) (Llano 1999).

La segunda evaluación fue similar a la anterior y se realizó previo a la siembra. Posteriormente, durante la cosecha de los nuevos tubérculos, provenientes de los tubérculos tratados, se evaluó el número de nódulos y el porcentaje de nodulación en las nuevas plantas para determinar la reproducción del nematodo. Asimismo, en ésta etapa se evaluó el rendimiento de la papa (g/planta) y la penetración de nematodos en los tubérculos cosechados, los cuales fueron seleccionados al azar.

Las variables cuantitativas fueron procesadas como experimento factorial en un diseño completamen-

te al azar con diferente número de repeticiones. Para las frecuencias de tubérculos infectados o plantas con nematodos y para los nódulos, se empleó la prueba de Chi-Cuadrado (Steel y Torrie 1992).

Resultados y discusión

Incidencia de *N. aberrans* en tubérculos y nódulos en raíces

Los tubérculos provenientes de plantas con 10 y 80% de infección radicular mostraron una población de nematodos inicial de 0-4 y 20-240 individuos por tubérculo, respectivamente con una frecuencia del 100% de tubérculos infectados para el segundo caso.

Las evaluaciones realizadas dos semanas después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 2) mostraron que en el testigo con inmersión de agua, los tubérculos infectados provenientes de suelos de 10% y 80% de infestación son similares. Por el contrario, para el tratamiento con fenamiphos, furateocarb, testigo sin inmersión en agua y abamectin la cantidad de tubérculos infectados fue mayor en tubérculos provenientes de suelos con 80% de infestación. En las evaluaciones realizadas durante la siembra se determinaron diferencias entre el nivel de infestación de 10% y 80% en fenamiphos, furateocarb, testigo con inmersión en agua y abamectin, con mayor frecuencia de tubérculos infectados en los procedentes de áreas con 80% de infestación. Por la presencia de nematodos en los tubérculos se deduce que no hubo ningún efecto de los nematicidas para el nivel de infestación, pero si entre diferentes niveles de infestación, tanto después de la aplicación, como al momento de la siembra.

Cuadro 2. Frecuencia y porcentaje de tubérculos infectados con *N. aberrans* como respuesta a cinco tratamientos, provenientes de terrenos con dos grados de infestación (10% y 80%).

Fase	Nivel de infestación inicial (%)		Fenamiphos	Furateocarb	Testigo con inmersión de agua	Testigo seco o sin inmersión	Abamectin
Después de la inmersión	10	Frec. (a)	2/25	11/25	12/25	5/25	11/23
		%	8,00 b	44,00 b	48,00 a	20,00 b	47,83 b
	80	Frec	9/9	17/17	11/25	24/24	15/15
		%	100,00 a	100,00 a	44,00 a	100,00 a	100,00 a
		Signif.(b)	**	**	ns	**	**
Al momento de la siembra	10	Frec.	4/24	1/22	1/25	-	2/25
		%	16,67 b	4,55 b	4,17 b		8,00 b
	80	Frec.	24/24	24/24	14/25	-	23/24
	%	100,00 a	100,00 a	56,00 a		95,83 a	
		Signif.	**	**	**	**	**

ns: No significativo a $P > 0,05$ según Prueba Chi Cuadrado

** : Significativo a la $P < 0,01$ según Prueba Chi Cuadrado.

(a) Frecuencia

(b) Significancia

En la generación de nuevos tubérculos, o sea los evaluados durante la cosecha solo se observaron estadios juveniles del nematodo en el testigo con inmersión en agua provenientes de áreas con 80% de infestación, demostrando los restantes tratamientos un control efectivo del nematodo (Cuadro 3). En la evaluación de la población de nematodos en las raíces se registró menor cantidad de plantas con nódulos en los tratamientos con fenamifos y abamectin; registrándose mayor frecuencia en furateocarb y en ambos testigos, siendo mayor en tubérculos procedentes de áreas con 80% de infestación.

Los resultados presentados en los cuadros 2 y 3 muestran que los tratamientos sintéticos disminuyeron la frecuencia de tubérculos infectados, no obstante, en la evaluación de las raíces al momento de la co-

secha solo los tratamientos fenamifos y abamectin disminuyeron la frecuencia de plantas con nódulos, probablemente porque estos productos influyeron en la capacidad infectiva de los nematodos.

Severidad de *N. aberrans* y algunos caracteres agronómicos de la papa

El número y porcentaje de *N. aberrans* vivos después de la aplicación y al momento de la siembra fue mayor ($P < 0,01$) en tubérculos provenientes de áreas con 80% de infección con respecto a aquellas con 10% (Cuadro 4).

En los tubérculos provenientes de suelos con 80% de infestación se observó menor número (1,4%, 25% y 52%) de *N. aberrans* en el testigo con inmersión en agua; observándose un comportamiento similar al momento de la siembra.

Cuadro 3. Frecuencia y porcentaje de tubérculos con *N. aberrans* como respuesta a cinco tratamientos, y provenientes de terrenos con dos grados de infestación (10% y 80%).

Fase	Nivel de infestación inicial (%)		Fenamifos	Furateocarb	Testigo con inmersión de agua	Testigo seco o sin inmersión	Abamectin
A la cosecha (proc.de cáscara)	10	Frec (a)	0	0	0	-	0
		%	0,00 a	0,00 a	0,00 b	-	0,00 a
	80	Frec.	0	0	3	-	0
		%	0,00 a	0,00 a	60,00 a	-	0,00 a
		Signif.(b)	ns	ns	ns		ns
A la cosecha. (Eval.de nódulos en raíces)	10	Frec.	1	0	1	2	0
		%	4,35 a	0,00 b	4,00 b	9,09 b	0,00 a
	80	Frec.	0	23	24	24	2
		%	0,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a	9,09 a
		Signif.	ns	**	**	**	ns

ns: No significativo a $P < 0,05$ según Prueba Chi Cuadrado

** : Significativo a la $P < 0,01$ según Prueba Chi Cuadrado.

(a) Frecuencia

(b) Significancia

Cuadro 4. Número y porcentaje de *N. aberrans* vivos, después de la aplicación y al momento de la siembra del cultivo de papa, provenientes en suelos con dos niveles de infestación (10% y 80%).

Tratamiento	Infección radicular inicial (%)	<i>N. aberrans</i> a la aplicación		<i>N. aberrans</i> a la siembra	
		Número	%	Número	%
Fenamifos	10	0,04 a *	4,00 c	0,17 a	11,81 a
Furateocarb	10	0,32 a	28,00 ab	0,05 a	4,55 a
Testigo con inmersión agua	10	0,48 a	35,14 a	0,04 a	4,17 a
Testigo seco o sin inmersión	10	0,28 a	15,20 bc	-	-
Abamectin	10	0,43 a	41,30 a	0,24 a	7,33 a
Fenamifos	80	37,22 b	67,37 a	32,50 a	82,59 a
Furateocarb	80	48,59 b	55,65 a	26,58 a	86,71 a
Testigo con inmersión agua	80	1,40 c	25,52 b	3,68 b	51,96 b
Testigo seco o sin inmersión	80	36,25 b	66,63 a	-	-
Abamectin	80	100,7 a	74,31 a	29,04 a	83,61 a

*: Medias con la misma letra en la misma columna y para el mismo nivel de infestación no son significativamente diferentes según $P < 0,05$, según prueba LSMEANS.

No se observaron estadíos juveniles en los nuevos tubérculos en todos los tratamientos, excepto en el testigo con inmersión en agua provenientes de áreas con 80% de infestación (Cuadro 5) aunque hubo formación de nódulos en los tratamientos con furateocarb y abamectin, pero en éste último en cantidades mínimas para el nivel de infestación de 80%, mostrando diferencias estadísticas para este nivel.

Cuadro 5. Número y porcentaje de *N. aberrans* al momento de la cosecha del cultivo de papa, en suelos con dos niveles de infestación (10% y 80%)

Tratamiento	Nivel de infestación inicial (%)	No. juveniles a la cosecha	Nódulos a cosecha	
			Número	%
Fenomiphos	10	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Furateocarb	10	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Testigo con inmersión en agua	10	0,00 a	0,04 a	0,04 a
Testigo seco o sin inmersión	10	-	0,09 a	0,09 a
Abamectin	10	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Fenamiphos	80	0,00 b	0,00 c	0,00 c
Furateocarb	80	0,00 b	23,61 b	23,35 b
Testigo con inmersión con agua	80	1,40 a	26,63 b	32,50 a
Testigo seco o sin inmersión	80	-	52,25 a	38,96 a
Abamectin	80	0,00 b	0,14 c	0,27 c

*: Medias con la misma letra en la misma columna y para el mismo nivel de infestación no son significativamente diferentes según $P < 0,05$, según prueba LSMEANS.

Cuadro 6. Respuesta de caracteres agronómicos de la papa al tratamiento de semilla con diferentes productos para el control de *N. aberrans*.

Tratamiento	Infestación radicular inicial (%)	Peso cáscara a aplicación (g/planta)	Peso de raíz a la cosecha (g/planta)	Número de tubérculos a la cosecha	Peso de tubérculos a la cosecha (g/planta)
Fenamiphos	10	11,13 b*	5,51 b	3,00 a	17,60 b
Furateocarb	10	11,18 b	5,15 bc	3,30 a	18,98 b
Testigo con inmersión de agua	10	12,12 b	3,61 c	2,28 a	32,97 a
Testigo seco o sin inmersión	10	14,55 a	6,99 a	3,38 a	33,77 a
Abamectin	10	9,94 b	4,21 bc	1,65 a	16,45 b
Feramiphos	80	11,26 a	6,63 b	3,09 b	28,03 c
Furateocarb	80	9,31 ab	8,63 a	4,09 a	40,13 b
Testigo con inmersión de agua	80	8,26 b	3,21 c	2,83 b	28,41 c
Testigo seco o sin inmersión	80	9,98 ab	8,46 a	4,04 a	39,24 b
Abamectin	80	10,82 a	4,62 c	4,45 a	47,96 a

*: Medias con la misma letra en la misma columna y para el mismo nivel de infestación no son significativamente diferentes según $P < 0,05$, según prueba LSMEANS.

Estos resultados demuestran que el método de tinción con naranja Acridine (5%) para identificar los nematodos vivos no constituyen una prueba contundente sobre el efecto de los tratamientos, debido a que los nematodos identificados como vivos habrían sido afectados y no presentan suficiente energía para multiplicarse después de los tratamientos, como se determinó para fenamiphos y abamectin.

Se registró menor número de tubérculos (1,65-3,38) y peso de tubérculos (16,45-33,77 g/planta) en los tratamientos aplicados a tubérculos provenientes de áreas con 10% de infestación, siendo relativamente mayor el número de tubérculos (2,83-4,45) y peso de tubérculo (28,03-47,96 g/planta) en los de áreas con 80% de infestación (Cuadro 6). En general, no se observó un efecto de toxicidad que llegara a afectar el rendimiento.

El abamectin y fenamiphos presentaron efectos similares en cuanto a la presencia de *N. aberrans* en tubérculos y raíces; por lo tanto, abamectin constituye una alternativa para la desinfección de semilla porque es un producto menos tóxico y no requiere de un proceso prolongado como la termoterapia.

Con base en estos resultados, se propone que a través del sistema formal de producción de semilla de papa se realicen tratamientos a tubérculos provenientes de parcelas con 10% de incidencia y 5% de severidad para evitar pérdidas económicas por rechazo de las parcelas con nematodos, al mismo tiempo que se garantiza la calidad de la semilla (Ortuño *et al.* 1998).

Literatura citada

- Brodie, BB; Evans, K; Franco, J. 1993. Nematode parasites of potatoes. *In* Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Evans, K; Trudguill, D; Webster, J. United Kingdom, CABI. p. 87-117.
- Costilla, M. 1985. Progresos en investigación sobre el falso nematodo del nódulo (*Nacobbus aberrans*) y el nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne*) en la Argentina. *In* Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Franco, J; Rincón, H. VI:41-46. Lima, Perú, CIP. p. 5-14
- Franco, J; Oros, R; Ortuño, N. 1996. Consideraciones para el tratamiento químico de tubérculo semilla procedentes de campos infestados con *Nacobbus aberrans*. *In* Reunión Nacional de la Papa (6, 1996). Compendio.
- Franco, J. 1994. Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados en la región andina. *Nematropica* 24: 179-195.
- IBTA-PROINPA. 1992. Diagnóstico de los principales nematodos del cultivo de la papa. Manual Técnico 1/922. Cochabamba, Bolivia. 26 p.
- Llano, M. 1999. Métodos para evaluar la eficiencia del tratamiento químico y físico de tubérculos semilla de papa (*Solanum tuberosum* ssp. andigena) infectado con *Nacobbus aberrans*. Tesis Ing. Agr. Oruro, Bolivia, Universidad Técnica de Oruro. 79 p.
- Main, G; Ortuño, N; Franco, J. 1998. Tratamiento de tubérculos con productos químicos. *In* Informe Anual IBTA-PROINPA 1997-1998.
- Montalvo, R; Franco, J. 1994. Tratamiento de tubérculos-semilla (con nematicidas). *In* Informe anual IBTA-PROINPA 1993-1994. p. 60.
- Oros, R; Main, G; Diaz, O; Franco, J; Ortuño, N. 1996. Efecto de la aplicación de nematicidas en diferentes dosis en el cultivar W'aycha. *In* Informe Anual IBTA-PROINPA 1995-1996.
- Ortuño, N; Franco, J; Oros, R; Main, G. 1998. La problemática de *Nacobbus aberrans* en la producción de semilla y una alternativa para su control en el tubérculo-semilla. *In* Reunión de la Asociación Latinoamericana de la papa (18, 1998, Bolivia). Compendio de Resúmenes. 135 p.
- Ramos, J; Franco, J; Ortuño, N; Oros R; Main G. 1998. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de la papa en Bolivia. *In* Pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba, Bolivia, IBTA-PROINPA. 201 p.
- Siles, E. 1999. Distribución horizontal de *Nacobbus aberrans* en parcelas de agricultores. Tesis Tec. Agr. Cochabamba, Bolivia. Universidad de San Simón. 62 p.
- Steel, R; Torrie J. 1992. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ed. México, McGraw-Hill. 620 p.

Actividad de cepas de bacterias quitinolíticas antagonistas a *Alternaria solani* *in vitro*

Shuichi Okumoto*
Elkin Bustamante**
Arturo Gamboa**

RESUMEN. Se evaluó *in vitro* la actividad quitinolítica de dos cepas de *Pseudomonas fluorescens* y 14 cepas de *Bacillus* sp. antagonistas a *Alternaria solani*. Los medios de cultivo utilizados fueron agar+quitina y agar nutriente + quitina. El crecimiento de las colonias en los medios fue variable, pero la mayoría de ellas alcanzaron mayor desarrollo en agar nutriente + quitina debido al uso de la otra fuente nutricional. Se determinó una correlación significativa entre el crecimiento de la colonia y la transparencia en el medio agar + quitina, mientras que para el medio agar nutriente+ quitina no se encontró relación entre la actividad quitinolítica y el crecimiento de la colonia en presencia de otra fuente de crecimiento. Las cepas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, A30 y A31 de *Bacillus* sp. produjeron mayor quitinasa que las demás cepas, por lo cual pueden ser consideradas para la evaluación *in vivo*.

Palabras clave: *Bacillus* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Alternaria solani*, Control biológico, Bacterias quitinolíticas.

ABSTRACT. Activity of chitinolytic bacterial strains antagonistic to *Alternaria solani* *in vitro*. The chitinolytic activity of two strains of *Pseudomonas fluorescens* and 14 strains of *Bacillus* sp., antagonists of *A. solani*, were evaluated *in vitro*. The culture mediums utilised were agar + chitin and nutrient agar + chitin. The growth of the colonies on the mediums was variable, but the highest of these reached greatest development on nutrient agar + chitin due to use of the other nutrient source. A significant correlation was determined between growth of colony and transparency of the agar medium + chitin, whilst for the nutrient agar medium + chitin no relation was found between chitinolytic activity and colony growth in the presence of the other source of growth. The strains Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, A30 and A31 of *Bacillus* produce more chitinase than the other strains and therefore may be considered for evaluation *in vivo*.

Key words: *Bacillus* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Alternaria solani*, Biological control, Chitinolytic bacteria.

Introducción

La lisis de microorganismos ha sido atribuida por varios investigadores a la acción de antibióticos, enzimas, aminoácidos y fagos (Carter y Lockwood 1957, Sohler *et al.* 1958, Whinberg y Pilgren 1958, Welshimer 1951, citados por Morgan 1963).

En la interacción antagónica entre las poblaciones de microorganismos en el ambiente natural, la lisis producida por enzimas es uno de los mecanismos más comunes. Una especie puede eliminar a otra debido a la digestión de la célula o hifa por parte de las enzimas producidas por ésta.

Mitchell y Alexander (1963), citado por Skujins *et al.* (1965) observaron que todas las bacterias micolíticas producían quitinasa, lo cual podía degradar la pared celular del hongo que contenía quitina, como uno de sus principales componentes.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la actividad quitinolítica de diferentes cepas de bacterias antagonistas de *Alternaria solani* para seleccionar las mejores.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el laboratorio de Fitopatología

Recibido: 02/06/97. Aprobado: 23/02/2001.

* CATIE. Area de Fitoprotección. Dirección actual: Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. Correo electrónico: sokumoto@earth.ac.cr

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

del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica.

Se utilizaron 16 cepas de bacterias quitinolíticas (Cuadro 1), las cuales fueron aisladas entre enero y julio de 1992. El antagonismo fue evaluado siguiendo la metodología de Okumoto (1992) y Okumoto y Bustamante (1993).

Cuadro 1. Cepas de bacterias utilizadas en la prueba de actividad quitinolítica de acuerdo a su origen, fecha de recolección en 1992 y nivel de antagonismo.

Bacterias	Cepas			Antagonismo ² (%)
	Código	Origen ¹	Fecha	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	A6	T2	9-1	44,7
<i>P. fluorescentes</i>	A18	T8	9-1	60,2
<i>Bacillus</i> sp.	A27	T6	9 enero	90,8
	A28	T6	9 enero	91,8
	A29	T6	9 enero	83,2
	A30	T6	9 enero	85,7
	A31	T6	9 enero	90,1
	A32	T6	9 enero	79,2
	B57	T5	17 enero	36,7
	C6	T5	24 enero	45,7
	C8	T7	24 enero	32,9
	Q1	T5	17 julio	-3
	Q2	T5	17 julio	-
	Q3	T5	17 julio	-
	Q4	T5	17 julio	-
Q5	T5	17 julio	-	

1: Cepas aisladas de hojas con aplicaciones de fungicida: T2, Quitina: T5, Quitina+fungicida: T6, Quitina+leche: T7, Quitina+leche+fungicida: T8.

2: Porcentaje de inhibición sobre la longitud de tubo germinativo del testigo (Okumoto 1992).

3: No evaluado.

En el experimento se evaluó la actividad quitinolítica de las 16 cepas de bacterias en los dos medios de cultivo utilizados, agar+quitina y agar nutriente + quitina.

La suspensión bacteriana fue preparada de un cultivo desarrollado en el medio agar nutriente+quitina por 24 h a 30°C y ajustada a 10⁸ células/ml, utilizando una cámara de conteo y colorímetro.

Se colocó 1 gota (0,03 ml) de la suspensión bacteriana en un orificio de 6 mm de diámetro previamente hecho con un sacabocado, en el centro de una caja de Petri conteniendo medio de cultivo.

Se midió el diámetro de la colonia y la zona transparente alrededor del orificio para calcular la superfi-

cie (mm²) de ambos. Las mediciones se hicieron 24 h después de la siembra, continuando las lecturas 2, 4, 6, 8 y 11 días después.

Los datos se sometieron a un análisis de varianza, incluyendo las correspondientes pruebas para los efectos de los factores y de las interacciones.

Se estimó el coeficiente de correlación para conocer la relación entre el antagonismo y la actividad quitinolítica de las cepas evaluadas.

Resultados y discusión

En el medio de agar nutriente+quitina, la mayoría de las cepas, excepto la A6, crecieron formando una colonia un día después de la inoculación (Fig. 2). En el caso de agar+quitina aparecen colonias dos días después de la inoculación, para la cepa A32. (Fig.1).

El crecimiento de las colonias en los diferentes medios de cultivo fue variable, determinándose interacción altamente significativa (P<0,01) entre los medios y las cepas evaluadas (Fig. 3, Cuadro 2 y 3). La mayoría de las colonias alcanzaron mayor desarrollo en el medio agar nutriente+quitina con respecto al agar +quitina, debido al uso de otra fuente de nutrición. Esto coincidió al estudio realizado por Okumoto (1992) que el medio de cultivo con agar+nutriente obtuvo mayor aislamiento y crecimiento de cepas de *Bacillus*. Sin embargo, las cepas A18 y A30 crecieron menos en agar nutriente+quitina que en el agar+quitina. Esto indica que estas dos cepas no podrían utilizar muy bien la otra fuente de nutrición en presencia de la quitina.

Las figuras 4 y 5 presentan el crecimiento de una zona transparente producida por las cepas evaluadas en el medio agar+quitina y agar nutriente+quitina, respectivamente. Se encontró una interacción altamente significativa (p<0,01) entre los medios y las cepas bacterianas con respecto al área debajo de la curva de crecimiento de transparencia (ACCT) producida por las cepas bacterianas.

El valor del área debajo de la curva de crecimiento de la transparencia para cada cepa de las bacterias se muestra en la figura 6. Las cepas A6, A18 y C6 no produjeron transparencia a los 11 días después de la inoculación, las cuales fueron confirmadas como cepas quitinolíticas (Okumoto 1992), es decir, un período de 11 días no es suficiente para que aparezca transparencia en ellas.

Las cepas A29, A32, B57 y C8, produjeron transparencia sólo en el medio agar+quitina, debido a que no utilizaron muy bien la quitina como fuente de carbono en presencia de agar nutriente+quitina quizás, por

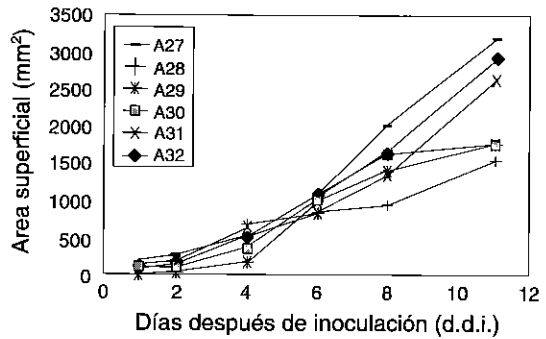
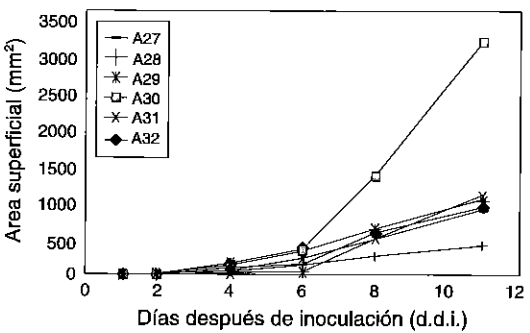
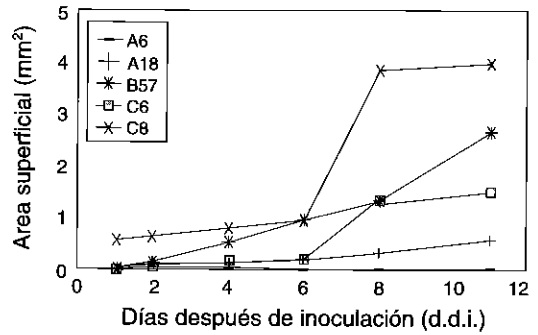
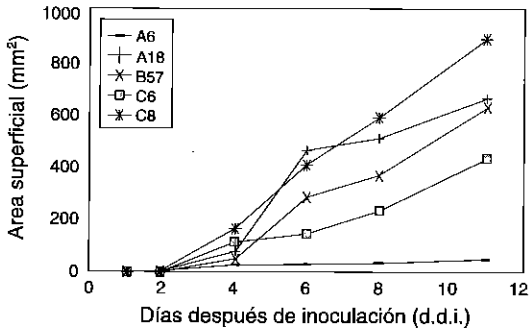
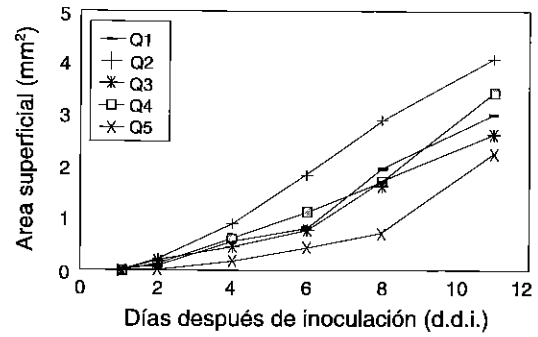
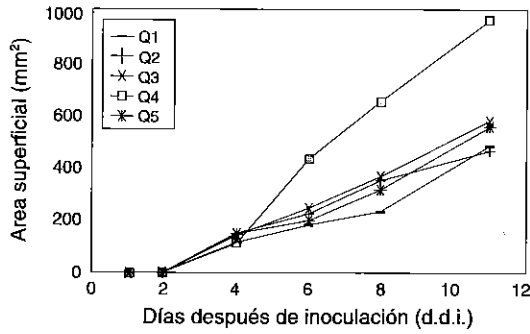


Figura 1. Crecimiento de colonia producida por cada cepa bacteriana en agar+quitina durante 11 días.

Figura 2. Crecimiento de colonia producida por cada cepa bacteriana en agar nutriente+quitina durante 11 días.

la razón antes mencionada. Además, la cepa A30 obtuvo mayor desarrollo de transparencia entre las cepas evaluadas en agar+quitina.

Las cepas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, A28 y A31, produjeron más transparencia en el agar nutriente+quitina que en el agar+quitina. Las cepas, Q1, Q2, Q3, Q4 y Q5 desarrollaron marcadamente la transparencia (Cuadro 2 y 3).

Para las 11 cepas estudiadas excepto Q1-Q5 por su antagonismo, se calculó el coeficiente de correlación entre el antagonismo, como porcentaje de inhibición sobre el crecimiento del tubo germinativo y el crecimiento de la colonia, y la zona transparente determinado por el área debajo de la curva de cada uno de ellas. En el medio agar+quitina no se encontró ninguna relación entre el antagonismo y las otras variables. Por el contrario, esta relación sí fue determinada para

agar nutriente+quitina. Sin embargo, esto no es confiable, porque las cepas A6, A18, A32, B52, C6 y C8 no produjeron zona transparente, por lo cual se distribuyeron formando un grupo (encima del eje-Y) en la relación entre antagonismo y transparencia. Estas observaciones confirman lo señalado por Okumoto (1992), de que con el sistema utilizado para la prueba de antagonismo es difícil determinar la actividad quitinolítica.

Para todas las cepas estudiadas por su actividad quitinolítica, se estimó el coeficiente de correlación entre las dos variables calculadas en los diferentes medios de cultivo. Se determinó una correlación altamente significativa $r^2 = 0,85$ ($P < 0,01$) entre el crecimiento de la colonia y transparencia en el medio de agar+quitina; por tanto, en este medio el tamaño de la colonia se incrementa a medida que aumenta la zona transparente. Por el contrario, ello no se encontró en

el medio agar nutriente+quitina, ya que no existe relación ($r^2= 0,43$) entre la actividad quitinolítica y el crecimiento de la colonia en presencia de otra fuente de nutrición.

Cuadro 2. Crecimiento de colonia y transparencia en el medio de cultivo agar+quitina. Turrialba, Costa Rica.

Cepas	Género	Crecimiento	
		Colonia	Transparencia
A6	P	106,7 cd	0,0 c
A18	P	1762,7 bcd	0,0 c
A27	B	2459,4 abc	2477,5 abc
A28	B	1018,5 bcd	1103,3 bc
A29	B	2322,8 abc	1585,3 abc
A30	B	6630,1ab	5369,0 ab
A31	B	2552,2 abc	2723,0 abc
A32	B	2079,5 abc	2103,0 abc
B57	B	2211,3 abc	2159,9 abc
C6	B	996,2 bcd	0,0 c
C8	B	1488,4 bcd	1976,3 abc
Q1	B	1067,4 bcd	1991,2 abc
Q2	B	1208,5 bcd	1806,3 abc
Q3	B	1361,6 bcd	2097,5 abc
Q4	B	2411,5 abc	2890,4 abc
Q5	B	1341,6 bcd	2252,2abc

B: *Bacillus* sp.
P: *P. fluorescentes*

Cuadro 3. Crecimiento de colonia y transparencia en el medio de cultivo agar nutriente+quitina. Turrialba, Costa Rica.

Cepas	Género	Crecimiento	
		Colonia	Transparencia
A6	P	228,4 e	0,0 c
A18	P	1480,5 de	0,0 c
A27	B	7575,3 abc	2650,9 bc
A28	B	3604,3 cde	2583,0 bc
A29	B	4582,4 cde	0,0 c
A30	B	4906,6 cde	2689,8 bc
A31	B	5787,0 cd	4608,3 abc
A32	B	6605,4 bc	0,0 c
B57	B	6226,6 bcd	0,0 c
C6	B	4381,5 cde	0,0 c
C8	B	12034,8 a	0,0 c
Q1	B	7511,3 abc	7693,4 ab
Q2	B	10556,7 ab	10928,4 a
Q3	B	6655,6 bc	7222,0 ab
Q4	B	7676,5 abc	8286,1 ab
Q5	B	4486,3 cde	6050,4 abc

B: *Bacillus* sp.
P: *P. fluorescentes*

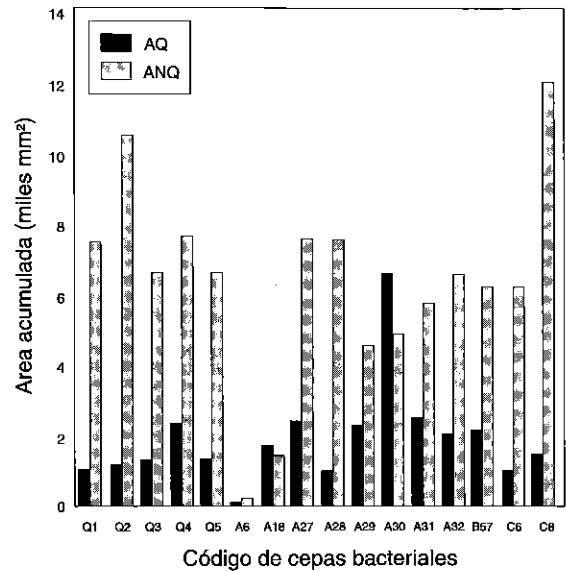


Figura 3. Área debajo de la curva de crecimiento de colonia en agar+quitina y agar nutriente+quitina.

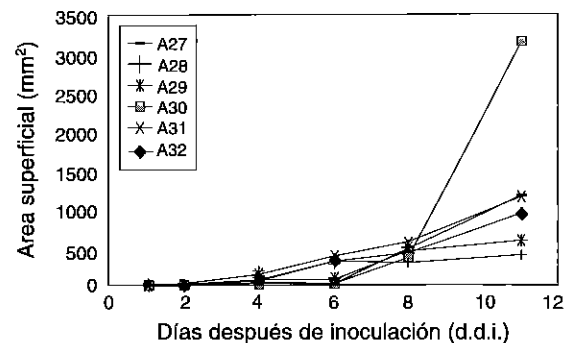
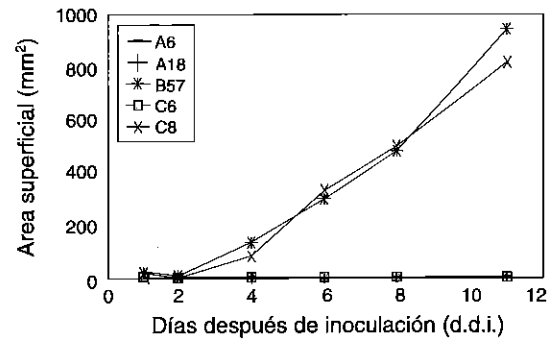
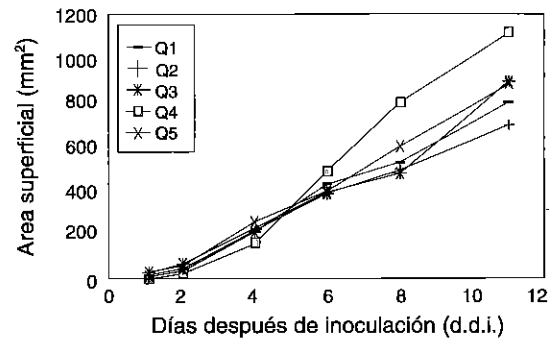


Figura 4. Crecimiento de transparencia producida por cada cepa bacteriana en agar+quitina durante once días.

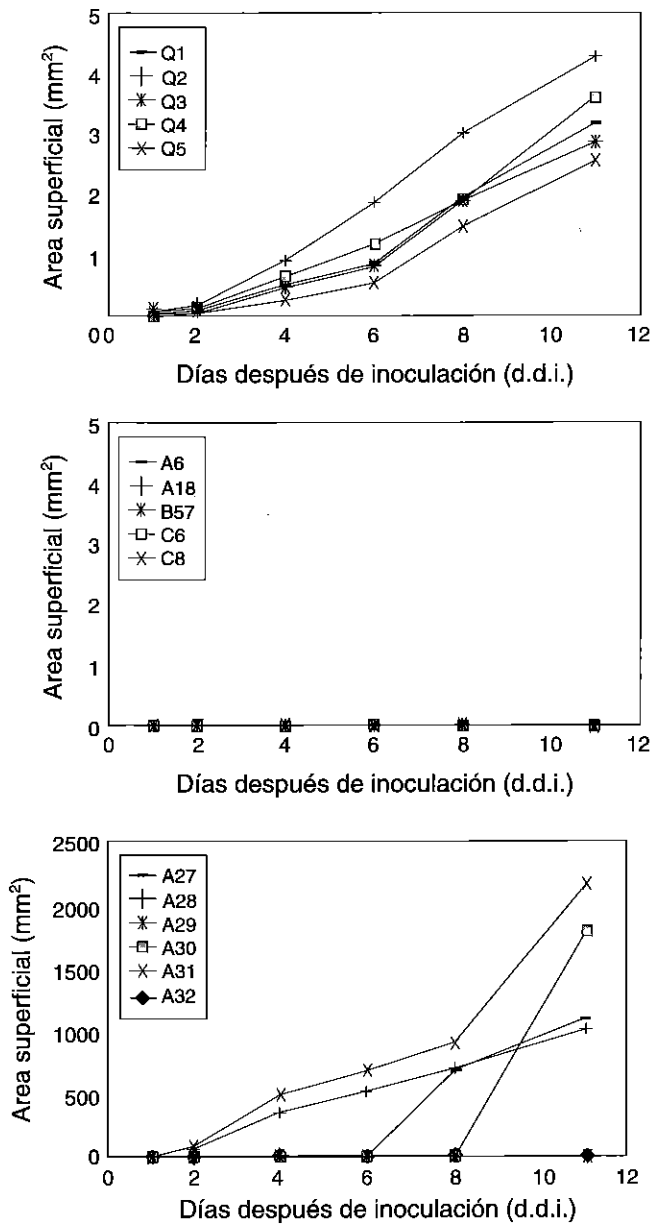


Figura 5. Crecimiento de transparencia producida por cada cepa bacteriana en agar nutriente+quitina durante once días.

Literatura citada

- Margan, FL. 1963. Infection inhibition and germ-tube lysis of three cereal rust by *Bacillus pumilus*. *Phytopathology* 53:1346-1348.
- Okumoto, S; Bustamante, E. 1993. Selección *in vitro* de bacterias antagonistas a *Alternaria solani* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 28:7-10.
- Okumoto, S. 1992. Efecto de enmiendas sobre bacterias antagonistas a *Alternaria solani* en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R, CATIE. 113 p.

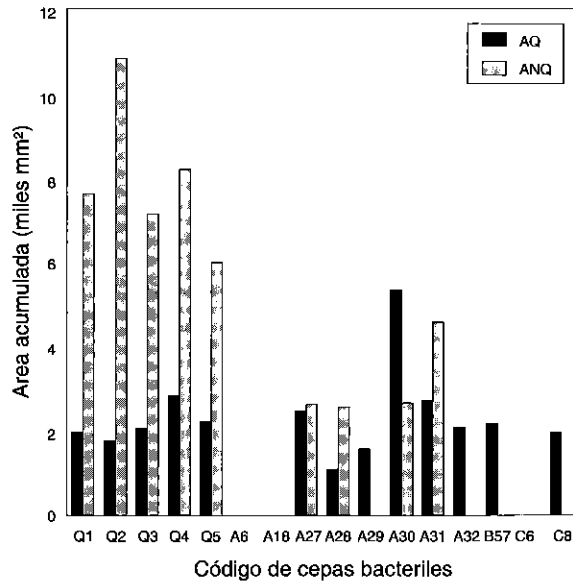


Figura 6. Área debajo de la curva de crecimiento de transparencia en agar+quitina y agar nutriente+quitina.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las cepas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, A30 y A31 pueden ser utilizadas en una siguiente evaluación *in vivo*, como agente de control biológico, ya que la producción de quitinasa fue considerablemente alta, con respecto a la de otras cepas.

Ploper *et al.* (1991) observó que la adición de quitina mejoró la supervivencia de microorganismos quitinolíticos y el tizón temprano *Alternaria solani* y la mancha foliar causada por *Septoria* sp. fueron controlados por las cepas quitinolíticas previamente probadas por su antagonismo, con una formulación de quitina.

Por lo tanto, se recomienda el uso de agar+quitina para la prueba de actividad quitinolítica debido a la mayor detección de las cepas quitinolíticas a corto plazo. También, este medio de cultivo es útil para la conservación de la característica quitinolítica.

- Ploper, LD; Backman, PA; Cunningham, SD; Martin, MJ. 1991. Effect of chitin amendments and added chitinolytic microorganisms on foliar disease of tomato, potato and apple. *In APS Annual Meeting* (1991, Missouri).
- Skujins, JJ; Potgieter, HJ; Alexander, M. 1965. Dissolution of fungal cell walls by a Streptomycete chitin and (1-3)glucanase. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 111:358-364

Sección Informativa

Tesis de Posgrado

Jarquín Mejía, MC. 2000. Sistema experto para el manejo de plagas del tomate asociado con café, en Grecia, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 166 p.

Durante el año 2000, en el cantón de Grecia, Costa Rica se estudió la incidencia e impacto económico de las plagas del cultivo de tomate asociado con café y el manejo realizado por los productores en tres zonas altitudinales (de 600 a 1500 msnm). Se desarrolló un prototipo de sistemas experto como herramienta de avance tecnológico integrado por el sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES) y el sistema de información geográfico (SIG), cuyos resultados fueron presentados en el programa Power Point de la Microsoft. Se determinaron y mapearon 11 unidades cartográficas homogéneas, con área total de 11043 ha (78 por ciento del cantón de Grecia), seis en la zona baja (5005 ha, 45 por ciento), tres en la zona intermedia (2948 ha, 27 por ciento) y dos en la zona alta (3090 ha, 28 por ciento). En el sistema de evaluación de tierras se elaboraron dos modelos generales referidos al cultivo de tomate en las estaciones seca y lluviosa, para evaluar su aptitud física, rendimiento y beneficio económico, con y sin presencia de plagas, sobre sus unidades de mapeo. En los modelos se desarrollaron 32 tipos de uso de la tierra con 10 características y 180 árboles de decisión. Las tendencias de las plagas fueron similares en las zonas baja e intermedia, mientras que en la zona alta fue menor la incidencia de insectos y mayor la de enfermedades. En las tres zonas estudiadas, los productores realizan el manejo de las plagas básicamente con agroquímicos, sobre todo en las zonas baja e intermedia, donde hay mayor área de siembra y experiencia. Las principales plagas del tomate asociado con café en Grecia, tuvieron tendencia diferenciada de acuerdo a la época seca o lluviosa. En la época seca hubo mayor presencia de insectos plagas, principalmente *Bemisia tabaci*, *Keiferia lycopersicella*, *Liriomyza* sp., *Heliothis* sp. y *Spodoptera* sp. En la época lluviosa, hubo mayor incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas, principalmente de *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Xanthomonas campestris* y *Ralstonia solanacearum*. En promedio, el efecto de plagas en la pérdida de producción de tomate es de 60 por ciento en las zonas baja e intermedia, y del 30-60 por ciento en la zona alta, para la época seca. En la época lluviosa es de 60-80 por ciento, en las

zonas baja e intermedia y 75 por ciento en la zona alta. Los mejores rendimientos, se obtienen en la época seca para toda la zona intermedia (67 t/ha), y los menores rendimientos en la época lluviosa para la zona alta (8 t/ha). Las evaluaciones de la aptitud física para el tomate y las principales plagas realizadas mediante el ALES, no fueron diferentes a las expresadas por los productores y especialistas de la zona. Con el sistema experto desarrollado se logró concentrar y presentar el conocimiento generado por los expertos de manera integrada, lo que se puede ayudar en la toma de decisiones sobre el manejo plagas del tomate.

Soto Monterrosa, E. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella* (Zeller) y su sistemicidad en árboles de cedro. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 104 p. Se estudió el efecto fagodisuasivo de las fracciones acuosa, metanólica y etérea de un extracto de la madera de hombre grande (*Quassia amara*, Simaroubaceae) sobre larvas de *Hypsipyla grandella*, así como la actividad sistémica de extractos de hombre grande, follaje de ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae), frutos de tacaco cimarrón (*Sechium pittieri*, Cucurbitaceae) y un producto comercial (Azatín) derivado de las semillas de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae). Para el primer tema, se efectuaron varios tipos de experimentos. El primero consistió en un bioanálisis general de laboratorio, exponiendo larvas de instar III a discos foliares de cedro impregnados con las fracciones a varias concentraciones; se utilizó un diseño de bloques al azar, y se realizaron evaluaciones diarias para medir el porcentaje de consumo en los discos, la mortalidad y los efectos en el desarrollo. Este se complementó con un experimento de invernadero, inoculando larvas de instar I en plantas de cedro tratadas con las fracciones, en el brote principal, mediante un diseño completamente al azar que permitió medir los efectos de las larvas sobre las plantas (número de orificios, montículos, brotes caídos y túneles). De ambos experimentos se seleccionaron la fracción metanólica y la etérea, por ser las más promisorias como fagodisuasivas, y se realizó un bioanálisis específico para cada una, con larvas de instar III; éstas se expusieron a discos impregnados con concentraciones crecientes de la fracción metanólica (0,00625; 0,02; 0,0625; 0,2; 0,625 %) y de la fracción etérea (0,0014; 0,0044; 0,014; 0,14 %), mediante un di-

seño de bloques al azar, y se midió el porcentaje de consumo en los discos y la mortalidad a la primera semana después de la exposición. Se determinó que las fracciones metanólica y etérea fueron fagodisuasivas para las larvas, y que la primera lo hizo al 0,0625 %, mientras que los resultados para la fracción etérea no fueron claros. Para el segundo tema, se utilizó la técnica de cultivo de tejidos, pues los extractos evaluados fueron adicionados a los medios de plantas cultivadas *in vitro*. La actividad sistémica de los extractos evaluados fue determinada mediante bioanálisis, en un diseño completamente al azar. Los extractos se compararon con el carbofurán, que es un insecticida de sistemicidad reconocida sobre larvas de *H. grandella*. Al exponer larvas de instar I a folíolos provenientes de las plantas tratadas, se comprobó un efecto fagodisuasivo en aquellas expuestas al hombre grande, ruda y tabaco cimarrón, y un efecto insecticida en las expuestas al Azatín.

Canjura Saravia, EM. 2000. Reproducción masiva de *Verticillium* sp. hiperparásito de roya del café, *Hemileia vastatrix*. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 62 p.

El presente estudio evalúa un método de fermentación artesanal usado para producción masiva de otros hongos y bacterias. El trabajo se realizó en las instalaciones del CATIE, Turrialba y tuvo dos fases, una de laboratorio donde se obtuvieron las cepas de *Verticillium* sp. y se evaluó el método de fermentación y otro con plantas sembradas en macetas donde se evaluó la actividad hiperparasítica de cepas de *Verticillium* sp. Se evaluó un fermentador artesanal para la reproducción masiva de cuatro cepas de *Verticillium* sp. (CATIE, Guayabo, Pejibaye y Tuis) en un sustrato a base de 80 g de melaza y 5 g de levadura /L de agua destilada, con crecimientos de una, dos y tres semanas. El mejor crecimiento fue el de dos semanas, con el que se obtuvieron concentraciones entre $7,25 \times 10^6$ y $1,42 \times 10^8$ conidias/ml al cabo de 15 días. Posteriormente y con base a los resultados anteriores, en fermentadores artesanales se hizo una reproducción masiva de las cuatro cepas, con el crecimiento de dos semanas, utilizando como sustrato 5 g de levadura, cuatro concentraciones de melaza (120, 80, 40 y 8 g/L) y con uredosporas de roya presentes y ausentes, durante un período de 10 días. Se construyeron 32 curvas del tipo Gompertz de cuatro parámetros, las cuales describieron el comportamiento de la concentración de conidias a través del tiempo y se analizaron el nivel final de conidias, tiempo (días) del punto de inflexión y una medida de la

pendiente en el punto de inflexión. Para las cepas de CATIE, Pejibaye y Tuis no hubo ninguna diferencia significativa al utilizar las diferentes dosis de melaza en presencia y ausencia de uredosporas de roya. El nivel final de conidias fue similar para las tres cepas (entre $2,27 \times 10^6$ y $5,45 \times 10^9$ conidias/ml). El tiempo para alcanzar el punto de inflexión fue también similar (entre 3,4 y 10,2 días) y las tres incrementaron la concentración de conidias/ml a una tasa de crecimiento similar, por lo que se concluyó que la mejor combinación de ingredientes para la reproducción masiva de estas cepas fue de 8 g de melaza/L en ausencia de uredosporas de roya. Únicamente la cepa de Guayabo presentó valores estimados extremos que estuvieron fuera del periodo de observación y dichos valores se presentaron cuando el medio se constituyó por 40 g de melaza/l en ausencia de uredosporas de roya. No se pudo establecer qué combinación de ingredientes sería la ideal para la reproducción masiva de la cepa de Guayabo. Plantas de café sanas de la variedad caturra de 14 meses de edad, se expusieron al inóculo natural de roya presente en la plantación de café orgánico del CATIE; cuando se observaron los primeros síntomas de roya se realizaron tres aplicaciones de 5 mezclas de cepas de *Verticillium* sp., una aplicación cada 15 días, y se dejó un testigo. Se evaluaron cinco hojas afectadas con pústulas de roya cada cinco días y se midió la incidencia del hiperparásito en las hojas y en el total de pústulas con el fin de evaluar cuál mezcla fue la mejor. La metodología usada no permitió establecer diferencias entre las mezclas de cepas de *Verticillium* sp. dado que la incidencia del hiperparásito se generalizó inclusive al testigo. Las cepas de *Verticillium* sp. produjeron conidias en los fermentadores artesanales en forma satisfactoria. No se observó la presencia de clamidosporas en el fermentador lo que podría sugerir que las cepas corresponden a la especie *Verticillium lecanii*. La reducción de la concentración de melaza no afectó la producción final de conidias de las cepas de CATIE, Pejibaye y Tuis, por lo tanto se puede usar la dosis más baja (8 g/L). La presencia de uredosporas de roya no afectó la concentración final de conidias de dichas cepas por lo que no se justificó su uso en los fermentadores. Para la cepa de Guayabo no se pudo definir el efecto de la concentración de melaza ni de la presencia de uredosporas de roya en el sustrato. Para la fase de campo, las condiciones del ensayo en macetas y con inóculo natural de roya no permitieron determinar la capacidad hiperparasítica de las cepas de *Verticillium* sp.

Futuros Eventos

3-7 Junio 2001

VII Simposio de Control Biológico

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

11-15 Junio, 2001

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

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

15-18 Julio 2001

XXXVI Congreso Mexicano de Entomología y XXVIII Congreso Mexicano de Fitopatología

Información:
Congreso de Entomología
Sergio G. Stanford Camargo
Email: somexent@starmedia.com
<http://www.geocities.com/RainForest/Vines/7352/>
Congreso de Fitopatología
Guillermo Fuentes Dávila
Email: g.fuentes@cgiar.org
<http://members.tripod.com/~sociedad/Sociedad.htm>

2-5 Agosto, 2001

Symposium on the Practice of Biological Control Importation and Management of Natural Enemies in the New Millennium

Información: T. Ising
Dept. of Entomology
University of Tennessee, Knoxville, TN

AR 72701, USA

E-mail: tkring@comp.uark.edu

11-14 Setiembre 2001

Dynamics of Forest Insect Populations (IUFRO)

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

8-20 Octubre 2001

Curso Internacional de Agroecología y Agroforestería Tropical

Información: Ernesto Méndez
Reinhold Muschler

CATIE
Turrialba, Costa Rica
Tel. (506) 5566431
Email: muschler@catie.ac.cr
vemendez@cats.ucsc.edu

11-13 Marzo 2002

V Workshop, European Weed Research Society Working Group on Physical and Cultural Weed Control

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

8-13 Setiembre 2002

XI Congreso Internacional de Acarología

Información: J.B. Morales Malacara
XILIGA Sección de Insectos y Acaros
Dept. de Zoología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Mar del Plata
CCP 3700, Mar del Plata, Argentina
E-mail: malacara@mdp.edu.ar

MOSCA BLANCA AL DIA



No. 34

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



Marzo, 2001



Nota editorial

Aprovechamos este número para expresarles nuestros mejores deseos de salud, prosperidad y paz espiritual en este nuevo año. Es un año muy significativo para nosotros, cuando nos aprestamos a efectuar el *X Taller*, en Cuba, y a celebrar los logros alcanzados en este primer decenio del **Plan de Acción** en el manejo del complejo mosca blanca-geminivirus. Diez años fecundos, sin duda, gracias al esfuerzo colectivo de científicos, técnicos y agricultores de nuestro continente y del mundo entero, que han aportado sus conocimientos y experiencias con generosidad. Y, como una forma de sistematizar la valiosa información generada en este decenio, ya estamos creando un sitio electrónico sobre mosca blanca en el pórtico del CATIE, confiando en que dicha información será validada y transferida a los agricultores, que son nuestra razón de ser.



X Taller

Avanzan los preparativos para la realización del **X Taller Iberoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus**. Se efectuará en Varadero, Cuba, del 11 al 15 de junio de 2001, junto con el *IV Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal*, el cual abarcará siete eventos paralelos, de dimensión internacional, relacionados con nemátodos, fitopatología, hormigas, musáceas y control biológico.

La estructura del Taller consistirá en tres charlas magistrales, informes nacionales de los países que participan en el Plan y sesiones de carteles. Esta vez, los informes nacionales se concentrarán en analizar el nivel real de adopción de las tecnologías disponibles para el manejo del complejo mosca blanca-geminivirus, dando así continuidad al intercambio que hubo en la sesión final del *IX Taller*.



Sitio en CATIE

Gracias a la gentileza de las autoridades del CATIE, y para concretar una de las sugerencias del *VIII Taller*, ya se está creando un sitio sobre mosca blanca en el pórtico de dicha institución. En él se incluirán, en forma paulatina, valiosos documentos, como la versión original del **Plan**, las memorias de los nueve talleres realizados, todos los números de **MBDía**, el libro *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*, una antología de los artículos sobre el complejo mosca blanca-geminivirus publicados en la revista *Manejo Integrado de Plagas*, resúmenes de las tesis de Postgrado efectuadas en el CATIE, y una lista de vínculos con sitios pertinentes al tema. Desde ahora puede acceder la dirección <http://www.catie.ac.cr/moscablanca>, donde hallará información útil, incluyendo MBDía.



Informes Nacionales

Para conocer el estatus del problema creado por el complejo mosca blanca-geminivirus en nuestros países, en el *IX Taller* se presentaron informes nacionales de los siguientes 17 países: México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico, Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú, Chile y España. Aunque dichos informes estarán disponibles pronto en el sitio <http://www.catie.ac.cr/moscablanca>, mientras tanto podemos enviárselos por vía electrónica.



Sitios electrónicos

En MBDía 17 (Diciembre 1996) se había incluido información al respecto, la cual ya es anacrónica, por lo que aquí aparece actualizada. Para agilizar el flujo de información sobre moscas blancas y geminivirus se pueden acceder los siguientes pórticos ("home pages") (casi todos en inglés y gratuitos), que son los más completos e importantes. Además, a partir de ellos se pueden acceder direcciones de otras entidades o especialistas.

<http://www.ifas.ufl.edu/~ent2/wfly/wfly0002.htm?>

WHITEFLY: Base de conocimientos o sistema experto sobre mosca blanca y geminivirus (Universidad de Florida).

<http://www.ars.usda.gov/is/pr/1997/fly10297.htm>

Información sobre mosca blanca y geminivirus, del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA).

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

Información sobre mosca blanca y geminivirus, de la Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas (EWSN)

<http://iltab.danforthcenter.org>

GeminiNet (Información general sobre geminivirus, Donald Danforth Plant Science Center, Missouri).

<http://www.uckac.edu/whitefly/>

Información general sobre mosca blanca (Universidad de California).

<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn002.html> Guías de manejo de mosca blanca y otras plagas (Universidad de California, Davis).

<http://pwa.ars.usda.gov/wcrl/wwghome.html>

Grupo de Trabajo sobre Mosca Blanca (Universidad de Arizona).

<http://weslaco.ars.usda.gov>

Información sobre control biológico de mosca blanca (Universidad de Texas A&M).

http://pwa.ars.usda.gov/wcrl/wfbiblio/bem_www.htm

Bibliografía completa, titulada *Bibliography of Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (S.E. Naranjo, G.D. Butler y T.J. Henneberry), ubicada en el Western Cotton Research Laboratory (USDA), en Phoenix, Arizona.

<http://207.43.217.12/biru/BEMISIA13.htm>

Página del boletín Bemisia Newsletter (Texas)



Reuniones

Geminivirus. Del 24 al 28 de julio de 2001 se efectuará en el John Innes Centre, Norwich Research Park (Norwich, Inglaterra), el *3rd International Geminivirus Symposium*. Para mayor información, puede acceder las siguientes direcciones, gemini-2001.enquires@bbsrc.ac.uk y <http://iltab.danforthcenter.org/symposium.html>

EWSN. Del 28 de febrero al 3 de marzo del 2001 se realizó en Ragusa (Sicilia, Italia), el *European Whitefly Symposium*, organizado por la Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas (EWSN). Oportunamente incluiremos mayor información.

Plan EE.UU. Por razones de fuerza mayor, la tradicional reunión anual sobre mosca blanca de los EE. UU. (*1997-2001: Third Annual Review of the Second 5-Year Silverleaf Whitefly Research, Action and Technology Transfer Plan*), prevista para el 11-13 de febrero en San Diego, California, debió cancelarse.

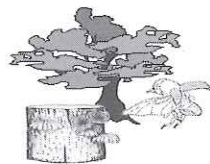
ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, DENTRO DE LA REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, EN LA SIGUIENTE DIRECCION:

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

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

CATIE

PLAGAS FORESTALES NEOTROPICALES



Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx)

Luko Hilje (lhilje@catie.ac.cr)

EDITORES

No. 1

Marzo, 2001

NOTA EDITORIAL

Durante varios años, nosotros y varios colegas hemos planteado la necesidad de disponer de una instancia para el intercambio de información sobre plagas forestales (insectos, patógenos, malezas y vertebrados) en América Latina. Ello, sin duda, es un imperativo, cuando la actividad forestal está jugando un papel cada vez más importante en las economías de nuestros países. Pero, para aportar soluciones de largo plazo, es preciso ser congruentes con el paradigma de la *sostenibilidad* de los sistemas productivos tropicales.

En tal sentido, nos inspira el paradigma del *manejo integrado de plagas* (MIP), entendido como la combinación de métodos ambientalmente benignos que permitan mantener las plagas a niveles que no causen pérdidas de importancia económica, sin provocar perjuicios ambientales ni humanos. Y por esto el alero que hoy nos ve nacer y nos abrigará, gracias a la generosidad del *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza* (CATIE), es una revista homónima, de rica y amplia trayectoria. Así, agradecemos al CATIE el espacio cedido, seguros de que nuestro boletín reforzará las actividades que desde hace tres lustros ha emprendido dicha institución en nuestro continente en el campo de la fitoprotección.

Por tanto, apreciado colega, a partir de hoy este espacio es suyo y nuestro. Queremos que sea un foro trimestral en donde, de manera breve, se presente información útil, como por ejemplo avances de investigación, congresos, reuniones técnicas, cursos,

proyectos, becas, contactos, oportunidades laborales, etc. Esta primera edición es una muestra de ello, y estamos seguros de que, con sus opiniones y sugerencias, cada día será mejor, para beneficio de los productores forestales de nuestro continente.

DIRECTORIO

En el último *Congreso Mundial de Entomología*, efectuado en Iguazú, Brasil, se comenzó a contactar entomólogos que desarrollan actividades en el ámbito forestal o que trabajan con grupos taxonómicos de importancia forestal (como los Scolytidae y Cerambycidae). La finalidad de ello fue iniciar un directorio de entomólogos, fitopatólogos y malherbólogos interesados en participar en la Red antes mencionada. Asimismo, a mediano plazo servirá para la planeación del Primer Congreso Latinoamericano de Parasitología Forestal. En los próximos números de este boletín se incluirán dichas direcciones. Si usted está interesado en participar, por favor contacte a los editores de este boletín.

SISTEMA DE INFORMACIÓN

La *Comisión Forestal de América del Norte* (COFAN), perteneciente a la FAO, a través de su *Grupo de Estudio sobre Insectos y Enfermedades Forestales*, ha venido desarrollando un sistema de información (EPISNA, por sus siglas en Inglés). Su objetivo es crear un banco de datos público sobre insectos y enfermedades forestales, como apoyo para actividades regulatorias, de tipo cuarentenario, de los países participantes.

Dicho banco incluye información sobre biología y ecología de insectos que son plagas potenciales para los bosques de Norteamérica, y aporta un análisis de riesgos de introducción y sus posibles consecuencias. La información está disponible en inglés, francés y español, y los primeros datos aparecen en el pórtico <http://www.exoticforestpests.org/>. Este sistema de información requiere de la contribución de especialistas que deseen preparar registros de alguna especie en particular, por lo que les invitamos a acceder dicho pórtico para conocer su contenido y valorar sus posibilidades de participación. **Contacto:** Jorge Macías.

CURSO LATINOAMERICANO

Existe la iniciativa de desarrollar un curso sobre *Evaluación y salud forestal*, el cual estará dirigido principalmente hacia América Latina. Sus principales objetivos son: 1) Consolidar las experiencias actuales, dispersas hasta ahora, en América Latina; 2) Aportar a los técnicos forestales y manejadores de recursos conocimientos para la toma de decisiones sobre cómo evaluar y mantener la salud forestal; y 3) Aportar nuevas herramientas, adiestramiento y conocimientos a científicos de países en desarrollo. Los coordinadores, que son los doctores René Alfaro (Canadian Forest Service), David Langor (IUFRO-SPDC) y Luis González (Universidad de Chile), actualmente están buscando el financiamiento para el desarrollo de este evento. **Contacto:** René Alfaro (ralfaro@PFC.Forestry.CA). Además, hay información pertinente en el pórtico <http://iufro.boku.ac.at/iufro/spdc/spdcpublges.htm>.

EI DESCORTEZADOR DE LOS PINOS

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Southern Forest Research Station (del USDA Forest Service) están desarrollando investigaciones concernientes a la ecología del descortezador de los pinos (*Dendroctonus frontalis*, Scolytidae) y la de sus depredadores de las familias Cleridae y Trogositidae, en México y Guatemala.

Se pretende desarrollar dichas investigaciones en todo el ámbito de distribución geográfica de la plaga, por lo que se prevé que en los próximos años se realizarán estudios en El Salvador y Nicaragua. Los colegas interesados en el tema, en dichos países, pueden contactar al Dr. Jorge Macías.

Asimismo, el Servicio Forestal de Texas ha traducido al español tres de sus folletos operativos para el manejo de *D. frontalis*. Estos folletos están profusamente ilustrados, con fotos en colores, y son muy útiles no solo como guías de campo, sino también como material didáctico para adiestramiento. En el siguiente número de este boletín se indicará cómo obtenerlos. La información (en inglés) contenida en estos manuales está disponible en el pórtico <http://www.barkbeetles.org/> que es un esfuerzo de la Universidad de Georgia y enlaza con otras páginas del USDA Forest Service, el Texas Forest Service y el Virginia Tech, entre otros. El sitio <http://www.ento.vt.edu/%7Esalom/Workshop/workshop.html> contiene mucha información útil para el manejo del descortezador y cuenta con un taller para evaluar infestaciones, así como con fotografías y diagramas de excelente calidad. Los invitamos a visitarlas, pues de verdad son útiles y la información esta actualizada.

FEROMONA DE *Hypsipyla grandella*, EL BARRENADOR DEL CEDRO Y LA CAOBA

Recientemente el CATIE, ChemTica Internacional y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), iniciaron un proyecto conjunto, cuyo objetivo es evaluar varios compuestos con actividad feromonal, como atrayentes del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*, Pyralidae). De obtenerse resultados positivos, se podrá contar a corto plazo con una herramienta poderosa para el manejo de esta plaga, que tanto ha limitado el establecimiento y desarrollo de plantaciones de cedro y caoba en toda América. Los investigadores participantes en esta iniciativa son Luko Hilje, Cam Oehlschlager (chemtica@sol.racs.co.cr) y Jorge Macías.

REVISION MUNDIAL

Hace unos dos años se publicó una revisión sobre los principales insectos que son plagas forestales en los trópicos. Se trata de una valiosa actualización de la única revisión que existía, escrita por el Dr. Barry Gray en 1972. El artículo se titula *Economic entomology in tropical forest plantations: An update* (Journal of Tropical Forest Science) y sus autores son H.G. Schabel, L. Hilje, K.S.S. Nair y R. V. Varma. Disponemos de copias de dicho artículo, que podemos enviar gratuitamente. **Contacto:** Luko Hilje.

POR FAVOR, DISTRIBUYA ESTE BOLETÍN A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA



En la búsqueda del plaguicida ideal

Gloria Ruth Calderón¹

En la actualidad existe una mayor conscientización de los peligros de la contaminación ambiental y de los efectos sobre la salud causados por la aplicación extensiva de plaguicidas. Por tanto, aquellos que se pretenden utilizar como tales tienen que pasar por pruebas cada vez más estrictas sobre su toxicidad antes de su comercialización. Esto ha ocasionado que la investigación sobre nuevos plaguicidas esté cada vez más relacionada con la seguridad y selectividad de su acción.

De igual importancia es que los progresos químicos y fisiológicos obtenidos en los últimos veinte años permiten un enfoque más racional en la búsqueda de nuevos compuestos con mayor actividad biológica. Se ha determinado que la modificación y extensión de los procesos de selección biológica permitirán mayor progreso que en el pasado, en la búsqueda de mejores plaguicidas. ¿Cuál sería entonces ese plaguicida ideal? Aquel que presente las siguientes características:

- Toxicidad específica a la plaga objetivo.
- No persistir más tiempo del necesario para lograr su objetivo.
- No afectar al resto del ecosistema, para que los enemigos naturales y otros insectos benéficos no sean dañados.
- No atentar contra la salud humana y animal.
- No dejar residuos tóxicos en alimentos y en el ambiente.

Desafortunadamente, todavía, en la práctica se está muy lejos de estos ideales, debido a que el interés se concentra en el efecto directo

del control de la plaga y no se ha prestado suficiente atención a los efectos directos en el cultivo, en el ambiente y en los seres humanos.

Hay que insistir

El progreso en el control químico de las plagas debe depender de la obtención de un mejor comportamiento y selectividad en el campo. Se dice con frecuencia que la mayor selectividad debe ir acompañada por una menor persistencia en el ambiente. Si bien en muchos casos, esto puede ser una virtud, en otros la falta de persistencia adecuada puede ser una seria debilidad. Un ejemplo de ello es el control de la malaria en las zonas rurales.

Por otra parte, la selectividad es lo más importante en todos los métodos de control de plagas. Esto se aplica no sólo a los herbicidas que eliminan malezas y dejan indemne al cultivo, sino también para los insecticidas y fungicidas que no perjudican las plantas hospedantes. Esto también es válido para los métodos de combate de plagas que no ocasionan perjuicio a otras formas de vida, incluyendo al ser humano.

Es importante señalar que existen dos grandes clasificaciones en la selectividad de los plaguicidas, la física y la bioquímica. La selectividad física incluye las técnicas para la aplicación y la oportunidad de su aplicación a nivel de campo. La selectividad bioquímica incluye además de los procesos metabólicos, mecanismos de penetración, translocación y acumulación.

Por ejemplo, en estudios sobre la penetra-

¹ Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

ción de los plaguicidas a través de membranas cuticulares aisladas se ha confirmado que éste es un proceso de difusión de estas sustancias. También se ha demostrado que muchos plaguicidas pueden ser metabolizados en forma diferencial dentro de la planta u otros organismos, transformándose en nuevos compuestos, que en ocasiones no son tóxicos, pero que en otras incrementan su toxicidad.

Otras recomendaciones

Además de mejorar los aspectos relacionados con la selectividad, deberían considerarse otros factores en la búsqueda del plaguicida ideal, o al menos de un control de plagas mejor orientado. Entre estos factores se pueden mencionar los siguientes:

- Seleccionar plaguicidas con acciones indirectas que aumenten la resistencia de las plantas hacia el patógeno invasor o que modifiquen el ambiente para hacerlo menos favorable a las plagas. Un ejemplo es el aceite mineral, cuya eficacia se debe a que reduce la concentración de azúcar en las hojas jóvenes y las hace menos apetecibles para la plaga.
- Identificar compuestos antifúngicos naturales, como las fitoalexinas.
- Usar productos químicos que puedan actuar modificando físicamente a la planta, induciendo la formación de cutículas más gruesas y de células con concentraciones altas de sustancias como almidones, que forman barreras para el patógeno invasor. Para esto es necesario aumentar el conocimiento de las diferencias bioquímicas de las diversas plantas a tratar.
- Buscar productos que después de su aplicación sobre el cultivo, puedan traslocarse hacia abajo por el tallo hasta la raíz, haciendo más efectivo el control de hongos de la raíz y de muchos nematodos, para los cuales los plaguicidas existentes no ejercen un buen control.
- Estudiar las características físicas, químicas y biológicas del suelo y con base en los resultados definir el comportamiento de los plaguicidas en el suelo. Esto permitirá definir parámetros más adecuados sobre dosis y frecuencia de aplicación.
- Reducir las enfermedades de las plantas alterando la nutrición del hospedante. Por ejemplo, alterando la nutrición de nitrógeno añadiendo inhibidores del proceso de nitrificación.
- Utilizar procedimientos de manipulación de la ecología del hospedante y del patógeno. Esto incluye aplicar técnicas de fitomejoramiento, como producción de plantas más resistentes a enfermedades.

- Investigar sobre nuevas formulaciones, lo cual es básico para conocer el comportamiento de un plaguicida y así afectar sustancialmente la persistencia y selectividad del mismo. Por ejemplo, la macroencapsulación.
- Considerar el modo y momento oportuno de la aplicación y la formulación del plaguicida. Todo esto debe ajustarse para enfrentar el comportamiento de la plaga objetivo, minimizando el daño a los insectos benéficos, al ambiente y a las personas.

Directo al plaguicida

Sin embargo, además de los aspectos discutidos, el que requiere mayor investigación es la bioquímica de los plaguicidas. Esto incluye estudios fisiológicos y químicos de los modos de acción, la relación entre la estructura química y la actividad biológica con el metabolismo de los productos químicos por parte del organismo meta.

Son estos estudios y otros relacionados, los que pueden proporcionar la comprensión básica de la forma en que actúan los plaguicidas y que pueden permitir un enfoque más racional, para lograr el diseño del plaguicida ideal.

Algunas publicaciones sobre plaguicidas del Proyecto PLAGSALUD de la OPS

América Central

Efectos de los plaguicidas en el sistema nervioso

Para ayudar al personal de salud a identificar posibles efectos de los plaguicidas en el sistema nervioso de los trabajadores y personas expuestas a estas sustancias, se publicó en el 2000 el "Manual de Pruebas Neuroconductuales". Esta

publicación es el resultado del esfuerzo mancomunado del Proyecto PLAGSALUD del MASICA-OPS, el Instituto Regional de Estudios en Sustancias

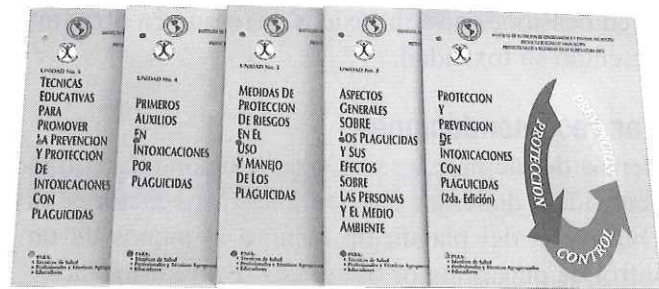


Tóxicas (IRET) de la Universidad Nacional en Costa Rica, del Centro de Estudios de las Interacciones Biológicas entre la Salud y el Medio Ambiente /CINBIOSE/ de la Universidad de Quebec - centro colaborador de

la OPS/OMS, del Centro Educativo de la Salud de Trabajadores (CEST) de la Universidad de Carabobo, Venezuela y de DANIDA. El manual consta de 103 páginas y fue publicado en San José, Costa Rica.

Prevención de Intoxicaciones con Plaguicidas: Curso completo

En 1999 se publicó la segunda edición de los textos correspondientes al curso sobre "Protección y Prevención de Intoxicaciones con Plaguicidas", dirigida a técnicos de salud, profesionales y técnicos del sector agrícola y a educadores. Esta serie fue producida por el Proyecto PLAGSALUD, el INCAP-OPS, la OIT y DANIDA. Consta de cinco unidades que tratan sobre las intoxicaciones con plaguicidas, los aspectos generales sobre éstos y sus efectos en las personas y el ambiente, las medidas de protección para el uso y manejo de estos productos, los prime-



ros auxilios en caso de intoxicaciones y las técnicas educativas para promover la prevención y protección de intoxicaciones por plaguicidas. Publicado por OPS/OMS en San José, Costa Rica.

Educando a los niños y las niñas



No podían faltar las historias sencillas y divertidas para hacer la educación sobre el manejo de plagas sin plaguicidas sintéticos entre la población infantil. Para ello PLAGSALUD y Radio Nederland publicaron en 1999 una serie sobre "Manejo de Plagas sin Químicos" para distribuir en miles de escuelas de Centroamérica, gracias al apoyo de DANIDA. La serie está constituida por tres publicaciones: una guía para los maestros, una publicación para los padres y una divertida historieta para los niños y niñas. Se produjeron 50000 ejemplares de cada una, publicados en San José, Costa Rica.

Curso a distancia

El "Curso a distancia sobre diagnóstico, tratamiento y prevención de intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas" ha sido un verdadero caballito de batalla para la capacitación de médicos y enfermeras en Centroamérica, en este tema, desde que se inició el Proyecto PLAGSALUD en 1994. En

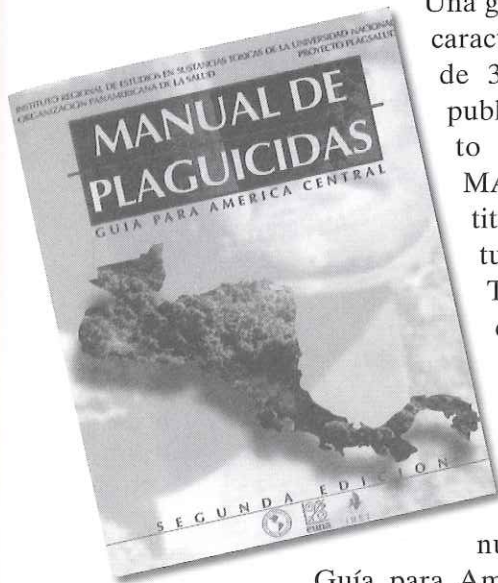
1999 se realizó la tercera edición de este manual, producido conjuntamente por PLAGSALUD, INCAP-OPS, ECOOPS, la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica y DANIDA. Se imprimieron 8000 ejemplares, en San José, Costa Rica.



Si desea obtener un ejemplar de las publicaciones mencionadas anteriormente puede dirigirse al Proyecto PLAGSALUD, OPS/OMS Costa Rica, Apartado Postal 3745-1000 San José, Costa Rica o escriba al Email: e-mail@cor.ops-oms.org

Costa Rica

Manual de Plaguicidas



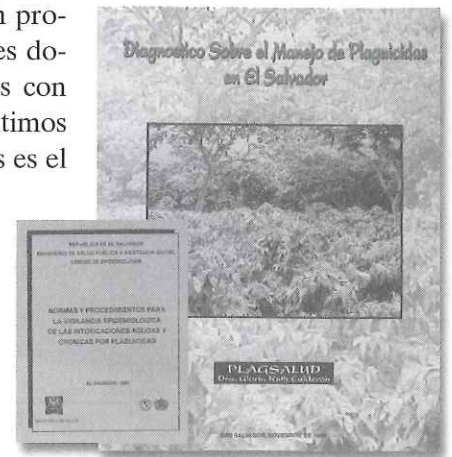
Una guía completa con las características principales de 375 plaguicidas fue publicada por el Proyecto PLAGSALUD del MASICA-OPS, el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional, de Costa Rica y DANIDA. Este manual se distribuye en todo América Central. El título es “Manual de Plaguicidas: Guía para América Central”, que

también presenta información sobre las características generales de los plaguicidas, la toxicidad humana, el comportamiento ambiental y datos ecotoxicológicos, así como sobre la condición legal de estos productos en la región. Una publicación exhaustiva de 395 páginas, cuya primera edición apareció en 1995 y la segunda en 1999, publicado por la editorial EUNA, San José, Costa Rica.

El Salvador

Situación de plaguicidas y normas para los salvadoreños

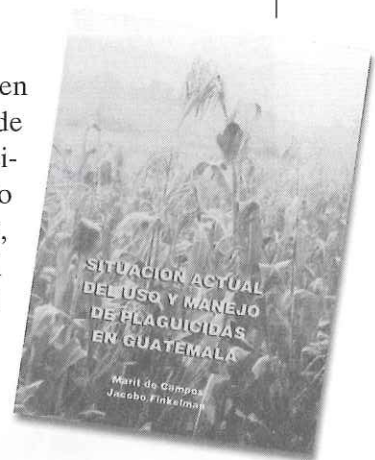
En El Salvador se han producido dos importantes documentos relacionados con plaguicidas en los últimos dos años. Una de ellas es el “Diagnóstico sobre el manejo de Plaguicidas en El Salvador” que presenta datos sobre la industria de plaguicidas en este país, el marco legal, la toxicología y residualidad de las plaguicidas, la problemática nacional de plaguicidas y la gestión que se requiere en este campo. Una publicación de 149 páginas producida por el Proyecto PLAGSALUD, DANIDA, el gobierno salvadoreño y la OPS/OMS en El Salvador, publicada en 1998 en San Salvador. También reviste gran importancia la edición de las “Normas y procedimientos para la vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones agudas y crónicas por plaguicidas”, publicadas en 1998 por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador.



Guatemala

Educación para comunidades y técnicos

La publicación del rotafolio “Control de plagas y prevención en el manejo de plaguicidas” ha puesto en manos del personal de salud uno de los instrumentos más útiles producidos para facilitar el trabajo con las comunidades. El rotafolio, producido por PLAGSALUD y el Ministerio de Salud guatemalteca, consta de 35 láminas ilustradas, que tienen en el reverso el texto completo sobre lo que muestra cada una, para guía del capacitador. También fueron elaborados acetatos a color y un cuadernillo con los mismos mensajes del rotafolio. Otras publicación sobre plaguicidas importante para Guatemala es el libro “Situación actual del uso y manejo de pla-

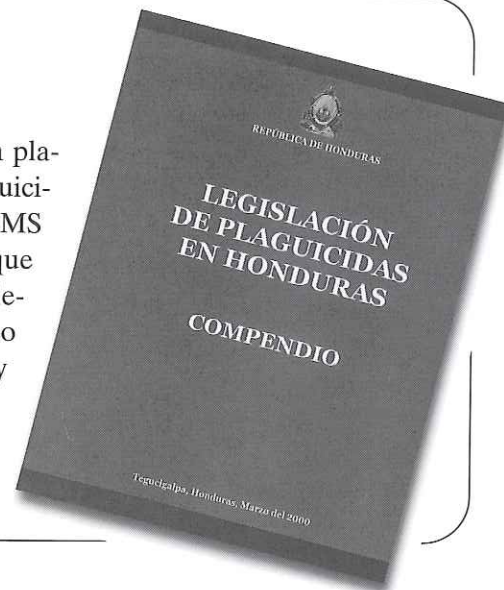


guicidas en Guatemala”, publicado por PLAGSALUD, la OPS/OMS de Guatemala y DANIDA. En sus 107 páginas este libro incluye datos generales sobre Guatemala y sobre el uso de plaguicidas, información sobre el registro, producción y venta de plaguicidas, datos sobre residuos en humanos y en alimentos, información sobre vigilancia epidemiológica, impacto ambiental, legislación, capacitación, impacto económico y alternativas al uso de plaguicidas, entre los principales temas. Publicado en 1998 en Ciudad de Guatemala.

Honduras

Legislación de Plaguicidas

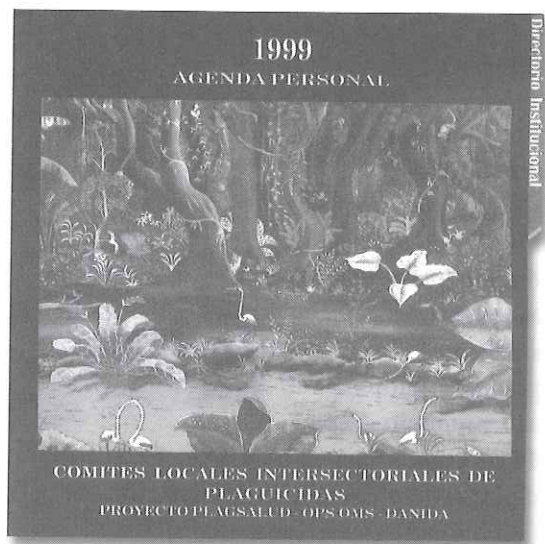
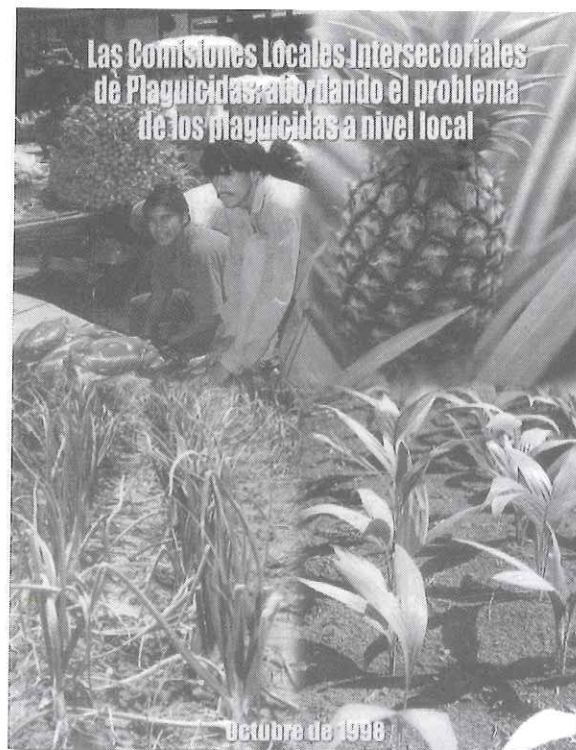
Una compilación completa de las leyes y normativas relacionadas con plaguicidas en Honduras fue publicado con el título “Legislación de plaguicidas en Honduras”, producido por el Proyecto PLAGSALUD, la OPS/OMS en Honduras y DANIDA. Se trata de una publicación de 295 páginas que incluye desde la Constitución Política del país hasta las normas más elementales relacionadas con los plaguicidas. También contiene los cinco códigos, diez leyes, ocho reglamentos, un acuerdo, diez resoluciones y dos convenios que tienen que ver con el tema de plaguicidas en Honduras. Publicado en marzo del 2000 en Tegucigalpa.



Nicaragua

Las comisiones locales de plaguicidas publican documentos

El libro “Comisiones Locales Intersectoriales de Plaguicidas; abordando el problema de los plaguicidas a nivel local” muestra las experiencias de las CLIP's en Nicaragua, incluyendo sus antecedentes, actividades, potencial, modelo metodológico y las recomendaciones generadas de esta experiencia. Una publicación de 92 páginas producida por el Proyecto PLAGSALUD, la OPS/OMS de Nicaragua y DANIDA. Editado en 1998 en Managua.

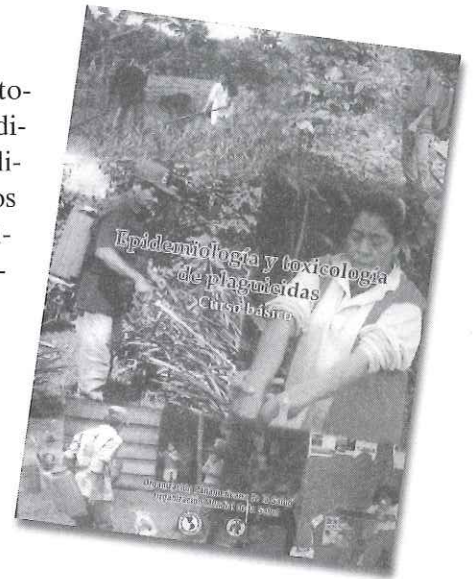


Otra de las publicaciones más difundidas de las CLIP's en Nicaragua fue la “Agenda personal 1999”, que es un compendio

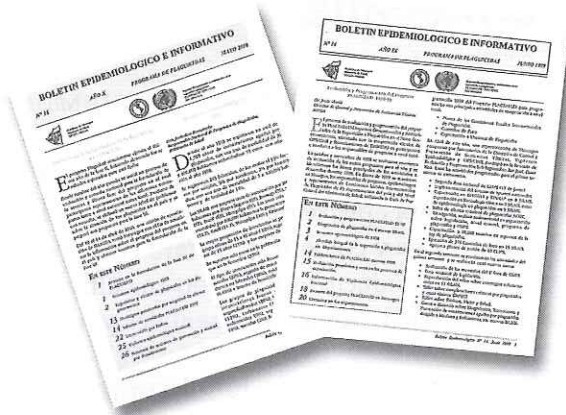
del conocimiento sobre el manejo local de plaguicidas, presentado a manera de organizador del tiempo. Para cada mes, la agenda va intercalando información sobre el manejo de plaguicidas, las comisiones locales, las instituciones relacionadas con el tema y las intoxicaciones por estos productos. Una edición también patrocinada por el Proyecto PLAGSALUD, la OPS/OMS de Nicaragua y DANIDA.

Conociendo de cerca la situación de plaguicidas en Nicaragua

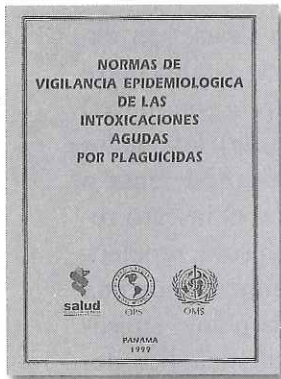
Información minuciosa para realizar un curso básico sobre “Epidemiología y toxicología de plaguicidas” es lo que contiene la publicación con este nombre, editada en 1999 por el Proyecto PLAGSALUD y la OPS/OMS de Nicaragua. El libro contiene 13 capítulos que abordan los distintos aspectos epidemiológicos relacionadas con los plaguicidas como el enfoque de riesgo, los sistemas de vigilancia, el control de focos de intoxicaciones, el subregistro, el monitoreo biológico y las experiencias locales, entre otros temas. Una edición de 161 páginas.



También en el campo epidemiológico, el Programa de Plaguicidas del Ministerio de Salud de Nicaragua ha sido pionero en la publicación de un “Boletín Epidemiológico e Informativo”, con el apoyo de Proyecto PLAGSALUD y de la OPS/OMS en Nicaragua.



Panamá



Problema de plaguicidas en la mira

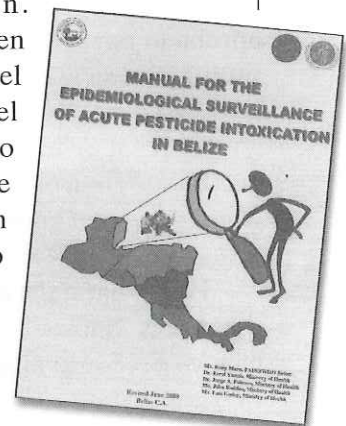
En Panamá se está monitoreando y conociendo mejor la problemática de los plaguicidas en el país. Una de las publicaciones que ha contribuido en este proceso es el

libro “Características ocupacionales y ambientales de los plaguicidas en Panamá”, publicado en 1998 por el Proyecto PLAGSALUD y la OPS/OMS en Panamá. En esta edición de 237 páginas se presenta la problemática sanitaria de la exposición a los plaguicidas en Panamá, una caracterización de los sectores agrícolas, ambiental y de salud en el país, los aspectos jurídicos e institucionales relacionados con los plaguicidas, así como los aspectos de educación, información, importación, registro, demanda y tendencias de los plaguicidas en Panamá, entre otros temas. Otra publicación importante es “Normas de vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones por plaguicidas en Panamá. Este manual fue publicado en 1999 por el Ministerio de Salud de Panamá, el Proyecto PLAGSALUD y la OPS/OMS en este país, con el apoyo de la Agencia de Cooperación de Dinamarca. DANIDA.



Publicación reciente

El “Manual para la vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones agudas por plaguicidas en Belice” es una de las últimas publicaciones sobre plaguicidas en Centroamérica. Además de un marco conceptual, el documento presenta una descripción sobre la vigilancia de las intoxicaciones en el país, los instrumentos que se utilizan y las técnicas de monitoreo y evaluación. Producido en junio del 2000 por el Ministerio de Salud de Belice, con el apoyo del proyecto PLAGSALUD, la OPS/OMS de Belice y DANIDA.





Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades

Noel Molina *

El uso de extractos vegetales para el control de plagas agrícolas era una práctica ancestral, ampliamente utilizada en diversas culturas y regiones del planeta hasta la aparición de los plaguicidas sintéticos.

En los últimos años, en la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el hombre, se ha desarrollado un nuevo concepto de protección de cultivos mediante productos, en cuyo diseño se considera:

- Acción específica sobre el objetivo.
- Impacto bajo o nulo en organismos circundantes y el ambiente.
- Impacto bajo o nulo en el cultivo

Control de bacterias con extracto de semillas de cítricos

Por más de 10 años se ha utilizado en Costa Rica un bactericida elaborado con base en extracto de semilla de cítricos, llamado Kilol LDF100. Este es un producto 100% natural, sin aditivos químicos que se emplea en agricultura convencional pero que además ha sido aprobado por OMRI (Organic Materials Review Institute) para su uso en agricultura orgánica.

El Kilol es un producto sistémico de amplio espectro que controla varios géneros de bacterias como: *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Pseudomonas*.

Por su naturaleza orgánica el Kilol debe aplicarse con aguas limpias (sin residuos ni sedimentos), también es necesario ajustar el pH del agua entre 4 y 5 y

adicionar un penetrante. La dosis del producto es de 2,5 cc/L de agua, para aplicaciones preventivas se debe aplicar de 7 a 10 días y como tratamiento curativo cada 3 o 4 días. Este producto es utilizado en cultivos como tomate, chile, papa, fresas, ornamentales y frutales.

Bio Crack extracto herbáceo biodinamizado

Bio Crack es un compuesto orgánico de acción preventiva contra insectos plagas de hortalizas y de otros cultivos.

Los ingredientes activos del Bio Crack son extractos naturales de diversas especies vegetales, entre ellas el ajo (*Allium sativum*), la ruda (*Ruta graveolens*) y la manzanilla (*Matricaria chamomilla*) los cuales cuentan con mecanismos químicos de autodefensa o alomonas (sustancias que provocan en el insecto receptor un alejamiento de la fuente emisora, repelencia, o bien un efecto de disuasión de alimentación una vez que el insecto está posado sobre la planta emisora). También puede inducir un efecto fisiológico denominado ataxia, (pérdida de coordinación motriz o alar del insecto) al ubicarse dentro de regiones de mayor concentración de moléculas, defensoras en las plantas.

El Bio Crack se puede utilizar en agricultura convencional y orgánica.

Se puede usar solo o en mezcla con otros extractos como la Azatina e incluso con insecticidas convencionales. (Existe información sobre compatibilidad con otros productos)

* Agro Pro Centro América, San José Costa Rica. Tel. (506) 279-64 65, Correo electrónico: agropro@racsa.co.cr

Extractos de Nim

Azatina 3EC

Extractos de semilla de nim cuyo ingrediente activo es la azadirachtina, a una concentración del 3%.

Azatina tiene un efecto insecticida sobre estados inmaduros (larvas, ninfas y pupas) de algunos insectos plaga (lepidopteros, áfidos, mosca blanca y ácaros), actuando en el sistema de muda, específicamente sobre la hormona juvenil o ecdisona.

La mortalidad por ingestión ocurre entre 3 y 5 días después pero antes de este tiempo se detiene el proceso de alimentación y por tanto, cesa el daño al cultivo. La dosis recomendada es 1 cc /L de agua y su uso no tiene restricciones.

Triact 70%

Es un aceite clarificado de Nim, hidrofóbico que tiene acción acaricida y funguicida.

El Triact usado a la dosis del 1% controla varias especies de ácaros fitófagos así como hongos que esporulan sobre las hojas, tales como: *Alternaria*, *Phytophthora* y *Botrytis* además de mildius polvosos y royas entre otros.

El Triact es 100% natural, no es fitotóxico y puede usarse solo o en mezcla con insecticidas de uso convencional, reduciendo la dosis de estos.

Capacitación en alternativas al uso de plaguicidas sintéticos

El Proyecto de Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos de CATIE/GTZ ofrecerá en los próximos meses una serie de cursos de capacitación sobre alternativas al uso de plaguicidas sintéticos en Nicaragua, Honduras y Costa Rica. Estos cursos están dirigidos tanto al sector público como privado.

Los cursos incluyen charlas sobre control de insectos, mediante hongos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, entre otros), bacterias (*Bacillus thuringiensis*, *B. popillae*, *Erwinia herbicola*), virus (Virus de la Poliedrosis Nuclear) y nematodos (*Steinernema felitae*, *Heterohabditis neliothidis*), control biológico

de patógenos (mediante *Verticillium lecanii*, *Trichoderma* spp. *Pseudomonas fluorescens*, entre otras), nematodos (mediante *Bacillus subtilis*, *B. cereu*, *Pseudomonas cepaceae*), y malezas (mediante *Curvularia* spp., *Dreschlera* spp. y *Fusarium* spp. entre otros) y control de roedores por productos biológicos y botánicos. También hay presentaciones sobre producción, formulación, control de calidad de productos biológicos y botánicos. Además hay presentaciones sobre depredadores y parasitoides, feromonas, y aspectos económicos del uso de productos fitosanitarios no sintéticos. La legislación sobre sanidad vegetal y reglamentos para el registro de este tipo de productos se discute en cada país.

Guía para los autores de trabajos a ser publicados en la Revista "MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS"

Naturaleza de los trabajos. "Manejo Integrado de Plagas" es una publicación abierta a las contribuciones de los autores de regiones tropicales con énfasis en América Latina. Se consideran para su publicación trabajos en áreas de fitoprotección tales como: acarología, fitopatología, entomología, ciencias de las malezas, agromedicina, aspectos socioeconómicos, transferencia de tecnología y enfoque de género relacionados con el manejo integrado de plagas, así como artículos sobre otras alternativas de agricultura tropical sostenible tales como agricultura orgánica, uso de coberturas y microrrizas.

Además de los trabajos de investigación convencionales se publicarán revisiones bibliográficas, experiencias, foros y ensayos críticos que aporten una visión general o actualizada del tópico tratado; notas o comunicaciones técnicas sobre aspectos que no requieren un tratamiento exhaustivo como avances de investigación, trabajos metodológicos; guías técnicas; adaptaciones de tesis; ponencias o informes técnicos presentados a reuniones y talleres de trabajo; normas y materiales de apoyo a la enseñanza y la investigación; síntesis de observaciones debidamente documentadas que permitan difundir con prontitud la descripción de una nueva plaga, su expansión o su control; informes de consultorías y estudios de diagnóstico.

Presentación de los escritos. Se aceptan procesados con cualquier programa para manejo de texto acompañado de la versión impresa. Deben incluirse también los archivos de las figuras. En el caso de fotos, estas pueden enviarse en papel o diapositiva, o bien escaneadas a 225 dpi como mínimo. Esto agilizará el proceso de revisión y edición y facilitará la adopción del formato ya establecido por la Revista.

La extensión del original podrá tener un máximo de 25 páginas impresas a doble espacio, incluidas las ilustraciones. Se podrían considerar volúmenes superiores si el caso es plenamente justificado.

El texto debe ser en español o portugués, en un estilo directo, con párrafos cortos, con criterio de exactitud y brevedad. Los artículos pueden ser enviados por correo electrónico o por correo convencional.

Revisión y edición. Cada original será revisado en su formato y presentación por el editor y sometido a, por lo menos, dos expertos en la materia quienes harán los comentarios y sugerencias antes de ser sometido al Comité Editorial de la Revista para su consideración final. El editor mantendrá informados a los autores sobre los resultados, a fin de que aporten oportunamente las aclaraciones del caso o realicen los ajustes correspondientes.

Elementos de identificación y organización

Título. Debe ser claro y reflejar, en un máximo de 15 palabras, el contenido del artículo.

Autores. Congruencia en el uso de los nombres y apellidos. su presentación debe ser igual en todas sus publicaciones, ya sea que use nombres y apellidos completos o sólo iniciales. Esto facilitará las búsquedas en las bases de datos y evitará en lo posible la proliferación de homónimos o la confusión con trabajos de otros autores.

Filiación/Dirección. Identificación plena de la institución donde trabaja cada autor o, en su defecto, su dirección permanente, que permita comunicaciones posteriores con colegas interesados en sus trabajos e investigaciones.

Resúmenes. Se requiere resúmenes en inglés y español con un máximo de 200 palabras. Su objetivo principal es el de facilitar la difusión del contenido del trabajo a través de los servicios bibliográficos internacionales y ampliar las posibilidades de intercambio de experiencias entre especialistas de diferentes partes del mundo. El resumen debe elaborarse como si fuera a sustituir el trabajo completo. Es una síntesis que el autor prepara de los aspectos más relevantes, extraídos básicamente de las secciones "Materiales y Métodos" y "Resultados".

Organización del texto (*). El material científico y técnico por lo general destaca las siguientes secciones: introducción, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, agradecimientos y literatura citada. En algunos casos los resultados y la discusión pueden integrar una so-

la sección para facilitar la presentación y el análisis. La naturaleza y amplitud de la revista permite incluir además, material educativo, técnico y la difusión de datos, avances e información selecta relevante para la región. Por esta razón se aceptan contribuciones que no siguen la estructura de los artículos que son resultado de la investigación. En muchos casos se deja libertad a los autores para que adopten la estructura que mejor se adapte a la metodología y objetivos que pretende su trabajo, siempre en consulta con los revisores y el Comité Editorial de la Revista.

Introducción. Sección que presenta los antecedentes, su importancia y su relación con trabajos similares, alcance del tema, el propósito de la investigación, sus objetivos y limitaciones, breve revisión de la literatura consultada sobre el tema.

Materiales y Métodos. Descripción concisa de los materiales, metodología y técnicas empleadas, que permita entender el experimento, interpretar los resultados de la investigación y juzgar su validez.

Resultados. Datos generados en las observaciones experimentales, a ser analizados para conocer su precisión y confiabilidad. Presenta los hechos negativos y positivos, siempre que sean relevantes y se hayan analizado correctamente.

Discusión. Análisis e interpretación de los resultados. El investigador relaciona los hechos experimentales y llega a conclusiones en consonancia con la hipótesis que motivó la investigación.

Conclusiones. Recapitulación en forma lógica de los resultados obtenidos, que apoya o difiere de la hipótesis propuesta en la introducción. Se basan solamente en hechos comprobados y no deben confundirse con recomendaciones.

Literatura citada. Al final de cada trabajo se incluirá la lista de las fuentes bibliográficas consultadas, en orden alfabético de autores. Todas deben haberse mencionado en el texto y son aquellas que complementan, aclaran o amplían los conceptos tratados. Evitar la mención de referencias bibliográficas que sólo tienen el mérito de pertenecer a un autor reconocido como autoridad en la materia, pero que no tiene relación directa con la presente investigación. Es esencial dar crédito a otros autores que han trabajado sobre el mismo tema y cuya contribución es relevante en el proceso de realización del trabajo.

Los datos esenciales de una cita bibliográfica son: autor (personal o corporativo); año de publicación, título del trabajo; lugar de publicación (ciudad y país); institución o casa editora; páginas que cubre el trabajo (indica al lector la extensión del documento y le facilita estimar el costo de fotocopias). Las diferentes modalidades de citas bibliográficas según el tipo de documento, pueden observarse en las bibliografías de la presente revista o de números anteriores.

Ilustraciones. Las ilustraciones o figuras se ubican en el texto con numeración consecutiva, precedida de la abreviatura Fig. La leyenda al pie de las ilustraciones debe ser autoexplicativa de tal manera que el usuario no tenga que recurrir al texto para su interpretación.

Cuando el trabajo lo amerite, se incluirán fotos a color. Sin embargo, deben enviar la "separación de colores" lista para su impresión. Si esto no es posible, se requiere el envío de US\$40.00 por cada fotografía para cubrir el costo de la separación de colores.

Los cuadros son complemento importante del texto en algunos trabajos, sin embargo se debe evitar que sean muy complicados, con demasiadas columnas y exceso de información. Es preferible confeccionar varios cuadros más simples, pero reducirlos a la cantidad mínima necesaria. Un número excesivo de cuadros tiende a confundir, más bien que aclarar lo expresado en el texto.

Dirección:

Revista Técnica "Manejo Integrado de Plagas"

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

Tel.: (506) 556 6784 ó 556 1632

Fax. (506) 556 6784 ó 556 0606

E-Mail: ciemip@catie.ac.cr

(*). Para mayor instrucción sobre redacción de las diferentes secciones de un trabajo científico consultar: SAMPER, A. 1984. Estructura lógica del artículo científico agrícola. In Fundamentos de Redacción Técnica. San José, IICA. Materiales de Enseñanza en Comunicación No.14 24 p. También en: IICA. 1988. Colección Libros y Materiales Educativos No.88 p. 49-70. (Con gusto enviaremos copia de este trabajo a solicitud).