

# TURRIALBA

REVISTA INTERAMERICANA DE CIENCIAS AGRICOLAS

VOLUMEN 40

TRIMESTRE ABRIL-JUNIO 1990

NUMERO 2

CODEN: TURRAB 40(2):137-208

Servicios de información sobre manejo integrado de plagas y su impacto en América Central. O Arboleda-Sepúlveda	137
Estudio de la susceptibilidad a la sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> en plantas micropropagadas de <i>Musa</i> cv. "Falso cuerno". AAB, A C Tapia, J A Sandoval, L Muller, J V Escalant, V M Villalobos	147
Sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> ) en Centroamérica. F L Merino-Cisneros, J B French, J L Saunders, P J Shannon, L Ugalde, J Arze	153
Resistencia de <i>Plutella xylostella</i> (Lep: Plutellidae) a tres piretroides sintéticos en Costa Rica. H Blanco, P J Shannon, J L Saunders	159
Labranza del suelo e insecticidas: efecto sobre la incidencia de <i>Cyrtomenus bergi</i> Froeschner en maíz. M Carballo, J L Saunders	165
Comunidades de artrópodos en la maleza <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn en los Andes venezolanos y primer hallazgo de <i>Acyrtosiphon cyathae</i> Holman (Homoptera: Aphididae) en Sur América. P J Salinas, F J Ortega	168
Soil-inhabiting phytophagous arthropod pests in intercropped sorghum and maize in southern Honduras. CR Trabanino, H N Pitre, K L Andrews, D H Meckenstock	172
Manejo del suelo, rastrojo y plagas: interacciones y efecto sobre el maíz. M Carballo, J L Saunders	183
Identificación y evaluación de los enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos <i>Aleurocanthus woglumi</i> Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en cuatro zonas cítricas de Costa Rica. J M Flizondo, J R Quezada	190
<i>Rhizoglyphus costarricensis</i> spec. nov. (ACARI: Acaridae) asociado con el daño en la semilla de <i>Oryza sativa</i> L. en Costa Rica. G Bonilla, R Ochoa, H Aguilar	198
Resistencia de tres variedades de fresa ( <i>Fragaria</i> sp.) al ácaro <i>Tetranychus urticae</i> (Koch) (Acarina: Tetranychidae). C E Masís, H Aguilar	205
El género <i>Schizotetranychus</i> Trägårdh (ACARI: Tetranychidae) en Costa Rica y Panamá. R Octua, B Gray, G von Lindeman	210
Leguminosas de cobertura asociadas en tomate var. "Dina guayabo" y su efecto sobre <i>Meloidogyne arabicida</i> López y Salazar. J A Domínguez-Valenzuela, N Marbán-Mendoza, R De la Cruz	217
Respuesta de líneas de tomate de mesa a <i>Pseudomonas solanacearum</i> en época de invierno en Costa Rica. R Meneses, M Moreira, J M Jiménez, E Bustamante	222
Identificación y evaluación de líneas de chile dulce resistentes a marchitez fungosa en Costa Rica. J M Jiménez, E Bustamante, W Bermúdez, A Gamboa	228
Diagnóstico del virus de la tristeza de los cítricos y su vector en Costa Rica. R Lastra, G Leandro, R Meneses	235
Manejo integrado de la mazorca negra y la moniliasis del cacao en el trópico húmedo bajo de Costa Rica. V H Porras, C A Cruz, J J Galindo	238
Efecto residual del glifosato sobre el desarrollo y rendimiento del tomate de trasplante. L C Salazar, G von Lindeman	246
Nodulación y rendimiento del cultivo del frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. tratado con diferentes herbicidas en dos sistemas de labranza. J D Alvarez-Solis, A B Vesga-Cala, M Cárdenas, A Tasistro	250
Poblaciones de malezas y nematodos hospedados por algunas de ellas en los cultivos de ñame de la Basse-Terre (Guadalupe). J Fournet, A Kermairec, F Dos Santos	257
Use of bioassays for herbicide persistence studies in the humid tropics. A Oyeniyi, O A Akinyemiju	265
Efecto del manejo de malezas y la labranza sobre la babosa del frijol. A Pitty, K L Andrews	272
Notas y comentarios	256
Reseñas de libros	152-208



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

San José, Costa Rica

CR ISSN 0041 - 4360

# Servicios de Información sobre Manejo Integrado de Plagas y su Impacto en América Central<sup>1</sup>

*O. Arboleda-Sepúlveda\**

## ABSTRACT

CATIE's work in the area of Integrated Pest Management (IPM) information and documentation is detailed. Emphasis is placed on those components of generation of IPM strategies and information transfer to agricultural institutions and producers in the Central American region. The paper explains IPM objectives and the nature of information services, initiated in August 1986. IPM information services complement CATIE's existing information resources as well as those of national and international organizations. Some indices of the impact of the CATIE/IPM information services in the region are provided. Information activities such as the distribution of printed and audio-visual materials, design and management of library and specialized data bases are described, as these relate to CATIE's promotion, support of production and information exchange on topics of regional interest.

## INTRODUCCION

**E**l presente trabajo describe la labor del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en el área de la información sobre protección vegetal y manejo integrado de plagas (MIP). Se hace énfasis en el proceso de generación de la información sobre las estrategias de MIP y sus medios de transferencia a las instituciones y al personal del sector agrícola de la región centroamericana.

En el documento se describen las acciones que realiza el CATIE en las áreas de investigación, capacitación y cooperación técnica dentro de un enfoque de transferencia de tecnología e información. Se da énfasis a los servicios de información y documentación iniciados en agosto de 1986, dentro del Proyecto Regional sobre Manejo Integrado de Plagas (4, 5).

Asimismo, se explican los objetivos y la naturaleza de estos servicios, así como los componentes principa-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990. Parte de este material fue presentado en el Taller sobre Información y Monitoreo de Sanidad Vegetal en Latinoamérica y el Caribe: Enfoque prospectivo. 24-26 abril, 1990. IICA. Coronado, Costa Rica.

\* Especialista en Información. CATIE. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Proyecto RENARM/MIP 7170 Turrialba, Costa Rica.

## COMPENDIO

Destaca la labor del CATIE en el área de información y documentación sobre fitoprotección y MIP. Enfatiza en el proceso de generación de la información sobre las estrategias de MIP y los medios de transferencia a las instituciones y a los productores del sector agrícola centroamericano. Explica los objetivos y naturaleza de los servicios de información en MIP, iniciados en agosto de 1986, como refuerzo a otros recursos de información ya existentes en el CATIE y en la región, sobre áreas complementarias. Se detallan las actividades de producción de material impreso y audiovisual, diseño y manejo de bases de datos bibliográficos y no bibliográficos y servicios especializados de documentación, los esfuerzos del CATIE en la promoción y apoyo a la producción e intercambio de información en temas de interés regional. Señala algunos indicadores del impacto de estos servicios en la región.

les de transferencia de tecnología y de conocimientos a los grupos institucionales e individuales de los países miembros del CATIE que desarrollan actividades de fitoprotección y MIP.

El objetivo principal de la exposición es señalar las condiciones en que se ofrecen estos servicios de transferencia de datos e información, destacar algunos indicadores de su impacto en la región y los esfuerzos de coordinación, integración o compatibilidad con servicios similares en esta misma área geográfica.

## ANTECEDENTES: El CATIE y el Desarrollo de una Agricultura Sostenible

El CATIE es una institución de enseñanza e investigación agrícolas cuyo plan estratégico de diez años, le permitirá enfrentar al reto que representa aumentar y sostener la productividad y el desarrollo agrícola, conjuntamente con las instituciones nacionales. Sus acciones se orientan al fortalecimiento de tales instituciones, así como a colaborar y complementar esfuerzos con organismos y programas internacionales y regionales. El CATIE cumple una función importante en la organización y puesta en marcha de un mecanismo efectivo de cooperación horizontal, con el establecimiento de un sistema regional de investigación y en-

señanza agrícolas, en el cual cada institución desempeña un papel cuidadosamente planificado, activo y complementario (6)

Para llevar a cabo esta tarea, el CATIE ha identificado prioridades en investigación y enseñanza, y las ha incorporado en tres programas interactivos de investigación y desarrollo, cuyas principales características son:

**Programa I** -- Mejoramiento de Cultivos Tropicales  
Este programa está orientado a:

- El mejoramiento de cultivos como café, cacao y plátano, con el propósito de obtener material genético productivo y resistente a enfermedades
- Recolección, mantenimiento, evaluación y distribución de recursos fitogenéticos de especies tropicales promisorias
- Desarrollo de tecnologías con énfasis en la investigación sobre algunos componentes críticos, tales como aspectos fitosanitarios y de manejo de plagas, que limitan la producción del café, cacao y plátano, así como de cultivos tropicales promisorios

**Programa II** -- Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido Este programa está orientado a:

- Desarrollo de tecnologías a través de la investigación sobre algunos componentes críticos que limitan la producción de cultivos alimenticios anuales (como arroz, maíz, frijol y sorgo), silvicultura, ganadería tropical, ganado bovino para leche y carne
- Puesta en marcha de sistemas eficientes de producción, económicamente factibles y con criterio de sostenibilidad orientados hacia un desarrollo regional integrado
- Implantación de métodos mejorados para la transferencia de la agrotecnología y la aplicación de las nuevas tecnologías por parte de los agricultores

**Programa III** -- Manejo Integrado de los Recursos Naturales Este programa está orientado a:

- Proporcionar información socioeconómica y biofísica general para el manejo integrado de los recursos naturales regionales
- Conducir una planificación apropiada en la utilización de los recursos naturales regionales, como ba-

se para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles.

- Suministrar información y asistencia técnica en conservación de recursos naturales de la región (suelo, agua, bosques naturales, diversidad biológica)
- Fomentar la investigación sobre manejo de recursos

#### ACCION DEL CATIE EN FITOPROTECCION

Dentro de la estructura organizacional del CATIE, el área de Fitoprotección se fortaleció en 1989 como parte del Proyecto Regional Environmental and Natural Resources Management (RENARM), continuación del Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas, financiado por USAID/ROCAP (22).

**Objetivos.** El propósito del Proyecto es contribuir al mejoramiento del bienestar económico y la salud de la comunidad en la región centroamericana. Esto se cumplirá mediante la ayuda a las personas a reducir su exposición a los plaguicidas; a incrementar la producción de los cultivos y las ganancias económicas; y a lograr productos a menor costo, libres de residuos de plaguicidas peligrosos para el consumo local y para los productos de exportación

Los objetivos específicos son:

- Capacitar en forma eficiente a las personas en el manejo de plagas y plaguicidas en forma sostenida.
- Contribuir con las instituciones nacionales a lograr una mayor competencia para solucionar problemas relacionados con el manejo de las plagas y los plaguicidas
- Crear condiciones que permitan a los pequeños y medianos productores de la región mejorar su bienestar económico
- Reducir la contaminación causada por el empleo inapropiado de los plaguicidas.
- Limitar el riesgo de exposición de la población a los tóxicos químicos
- Eliminar los residuos tóxicos de los productos para el consumo local y de exportación.
- Proporcionar soluciones sostenibles y sin deterioro del ambiente, a los problemas causados por las plagas

Las actividades de fitoprotección de CATIE (Programa I: Mejoramiento de Cultivos Tropicales), se desarrollan en las siguientes áreas:

**Enseñanza de Posgrado.** Esta actividad hace énfasis en el programa de estudios de maestría en Fitoprotección, con orientación básica en MIP, y especialidades en Entomología, Fitopatología, Nematología o Malezas. Los egresados del CATIE desempeñarán funciones claves en universidades públicas y privadas o en la investigación y extensión dentro de instituciones del sector público. Los beneficios de esta capacitación causan un efecto multiplicador a mediano y largo plazo, a través de la influencia de estos graduados en el establecimiento y puesta en marcha de programas y políticas de capacitación, investigación y extensión a nivel nacional y regional.

**Investigación.** La estrategia de la investigación en Fitoprotección considera un doble enfoque:

- Investigación de respuesta a necesidades de corto plazo.
- Investigación sobre programas sostenibles de manejo de plagas a largo plazo.

El primero responde a problemas sobre fitoprotección imprevistos o que exigen una pronta solución, tal como un brote de una plaga que amenaza un cultivo alimenticio o de exportación. También tiene por objeto proveer soluciones casi inmediatas como apoyo a los esfuerzos de alcance regional.

El segundo enfoque de la investigación, desarrolla y valida las tácticas de manejo de plagas, de valor ambiental y económico, que se pueden incorporar en programas nacionales de MIP. Al dirigirse a las necesidades de MIP en Centroamérica, esta actividad contribuye directamente al desarrollo de una agricultura sostenible en la región.

**Proyección Regional.** La tercera actividad en RENARM/Fitoprotección, consiste en cuatro elementos que se interrelacionan y se complementan entre sí:

- Capacitación (cursos cortos especializados)
- Servicios de información
- Servicios de diagnóstico
- Asistencia técnica

El elemento de **capacitación**, trata de fortalecer la capacidad de los recursos humanos de la región, en las áreas que son de interés para el cumplimiento de las metas del Proyecto. Ejemplo de tales aspectos son:

manejo de plaguicidas, diagnóstico e identificación de plagas, control biológico y prácticas MIP en cultivos específicos.

El componente de **información**, desarrolla y suministra servicios especializados en áreas selectas de fitoprotección, a personas e instituciones del sector público y privado. Estos servicios apoyan las actividades de los extensionistas, investigadores, profesores, administradores, planificadores y funcionarios responsables de la toma de decisiones, en áreas de manejo de plagas y de plaguicidas. También contribuye a los esfuerzos de capacitación y transferencia de conocimientos en la región (3).

Los servicios de **diagnóstico** han sido diseñados para cooperar con la región en la identificación apropiada de las plagas y sus enemigos naturales. Esta acción, a su vez, ayuda a evaluar riesgos de plagas potenciales y facilita la puesta en marcha de tácticas de control, lo cual incluye el empleo apropiado de los plaguicidas. Los servicios de diagnóstico contribuyen también a la ampliación de la limitada base de información sobre biodiversidad que existe dentro de los más importantes agroecosistemas de la región (21).

La **asistencia técnica** provee a las instituciones y programas nacionales, orientación y guía técnica para resolver problemas urgentes de protección de plantas.

**Integración de Actividades.** Las tres áreas de enseñanza, investigación y proyección regional, funcionan dentro de un concepto globalizante, en el cual sus partes interactúan en cohesión. El programa para graduados, cuyo enfoque es sobre sistemas sostenibles de MIP, depende de un programa fuerte de investigación. Los trabajos de tesis son parte integral del programa de investigación, para contribuir al desarrollo de tácticas sostenibles de manejo de plagas. A su vez, el estudiante graduado, al participar en los programas de investigación, contribuye a su formación profesional a través de interacciones con sus compañeros de estudio y los especialistas del CATIE. Los estudiantes participan en investigación de respuesta inmediata, pues ésta es la base para los proyectos especiales que pueden ser conducidos por ellos.

También existe interacción entre la investigación y las actividades de proyección o alcance regional. Gran parte de la investigación de respuesta surge de problemas identificados durante las actividades de cooperación técnica. Los resultados de la investigación de respuesta se traducen en soluciones que se suministran a través de la asistencia técnica. Muchos de estos resultados de investigación también alimentan los servicios de información y de diagnóstico.

Los servicios de información y los materiales de capacitación complementan las actividades de investigación y de posgrado. Finalmente, las misiones de cooperación técnica expondrán a los funcionarios del Proyecto a problemas reales de protección vegetal de la región, lo cual añadirá sustancia y relevancia a los programas de enseñanza.

### LOS SERVICIOS DE INFORMACION EN FITOPROTECCION, SU NATURALEZA E IMPACTO REGIONAL

**Problemática de la información y marco conceptual.** Partiendo de los estudios sobre la situación de la región en el área de sanidad vegetal y MIP, realizados por el CATIE, se definieron las actividades de cooperación técnica con los programas nacionales a corto y mediano plazo (13, 14, 15, 16, 17). Las condiciones reinantes en la región centroamericana, previas a la iniciación del Proyecto Regional MIP del CATIE, indicaban lo siguiente:

- Una escasez de personal capacitado en las disciplinas y tácticas de MIP
- Un acceso muy limitado a la información esencial y a los procedimientos en estos campos de interés, así como a experiencias en actividades de diagnóstico de las plagas y de evaluación de su impacto económico
- Falta de grupos interdisciplinarios para el desarrollo y ejecución de programas MIP, tanto en la investigación como en su correspondiente capacitación y demostración
- Una insuficiente información fitosanitaria básica y más que todo sobre los principios y tácticas del MIP
- Pobre comunicación y cooperación entre personas e instituciones en el trabajo de la fitoprotección.

En estas bases el Proyecto ha delineado y ha llevado a cabo sus actividades de transferencia de conocimiento y de habilidades en áreas de MIP, a grupos representativos y a individuos involucrados en el desarrollo del sector de cada país y de la región (3).

La línea de información y documentación en fitoprotección opera dentro del siguiente marco conceptual:

- **Evitar la duplicación de esfuerzos y recursos técnicos, documentarios y económicos**, lo cual se logra mediante convenios de cooperación interinstitucional y utilización compartida de recursos.

- **Hacer énfasis en la difusión del material y de las fuentes de información locales, nacionales y regionales**, a través del fortalecimiento o creación de mecanismos que permitan divulgar ampliamente la información y documentos no convencionales producidos en la región. Esto obedece a que la producción agrícola debe enriquecerse con tecnología propia desarrollada en las condiciones tropicales como las climáticas, edáficas, socioeconómicas, culturales y de infraestructura existente en los países. La información convencional internacional, en su mayoría producida con experiencias en zonas templadas, seguirá siendo promovida a través de los mecanismos ya establecidos
- **Lograr que se considere el componente de información, como un ciclo en el cual participan activamente los generadores y usuarios de la información, así como los especialistas en información.** Para esto el equipo de expertos del CATIE/fitoprotección desarrolla dentro de sus funciones regulares, acciones en áreas de selección, análisis y transferencia de información y promoción del uso de los mecanismos de difusión de los resultados de la investigación
- **Ofrecer un refuerzo a los mecanismos informales de intercambio de conocimientos y de información entre los funcionarios y especialistas en áreas de fitoprotección**, mediante el apoyo sistemático con datos, información y documentación a los proyectos de investigación, eventos de capacitación, talleres de trabajo, días de campo, servicios de extensión, etc.
- **Promover el manejo y utilización de las fuentes de información**, colaborando con las instituciones nacionales en la realización de actividades de promoción e instrucción en el uso de los servicios y recursos de información y en el mejoramiento de sus servicios de documentación.
- **Participar con las instituciones en la adopción de tecnologías apropiadas para el manejo y uso de las fuentes de información.** El Proyecto experimenta, canaliza y comparte las tecnologías que considera apropiadas para el mejor aprovechamiento del creciente volumen de datos e información, tales como metodologías y sistemas automatizados o semiautomatizados según el interés y apoyo de las instituciones nacionales, así como del grado de avance en las infraestructuras de información en la región. En otras palabras, lograr que las necesidades se conviertan en demandas de información y que los sistemas y metodologías se establezcan porque obedecen a una necesidad real y no solamente porque están disponibles o están de moda.

**Objetivos del componente de información.** El objetivo básico de este servicio es el de apoyar las acciones del CATIE, en las áreas de MIP y Fitoprotección en los países miembros, relacionados con la enseñanza, la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología (Anexo 1)

Entre los propósitos específicos del servicio de información y documentación se mencionan los siguientes:

- Constituir un instrumento de coordinación entre el personal y las instituciones que desarrollan actividades en áreas de Fitoprotección y MIP
- Promover la participación con personas e instituciones que generan datos e información relevante, para que sea difundida en forma apropiada y oportuna
- Estimular el intercambio de información entre instituciones y personas, así como facilitarles el proceso de autocapacitación y actualización de los conocimientos en temas de fitoprotección.
- Generar instrumentos de transferencia de información y ponerlos a disposición de instituciones y personas que desarrollan actividades en temas relacionados con técnicas MIP.
- Establecer mecanismos que permitan a los usuarios un fácil acceso a las fuentes de información a nivel regional e internacional.

**El impacto de los servicios y actividades de información.** El efecto que causa en la opinión de la comunidad especializada y en el público en general un servicio de información, sólo encuentra elementos que permitan una evaluación a largo plazo. Por otro lado, estos elementos son difíciles de precisar porque la información, como la educación, están muy ligadas a la modificación de actitudes, al cambio en las maneras de hacer las cosas que a su vez contribuya a un mejoramiento en la calidad del trabajo, un aumento en la producción o un mejor estándar de vida

En los escasos tres años y medio de haberse establecido los servicios de información MIP, los datos que se pueden ofrecer sobre su impacto, obedecen a la reacción positiva de las personas e instituciones que desarrollan actividades en fitoprotección en la región. Por ejemplo, se percibe una mayor interrelación entre los especialistas; se ha registrado un creciente uso de la documentación ofrecida a través de los servicios de alerta informativa del MIP; hay una mejor actitud en cuanto a la publicación de los resultados de la investi-

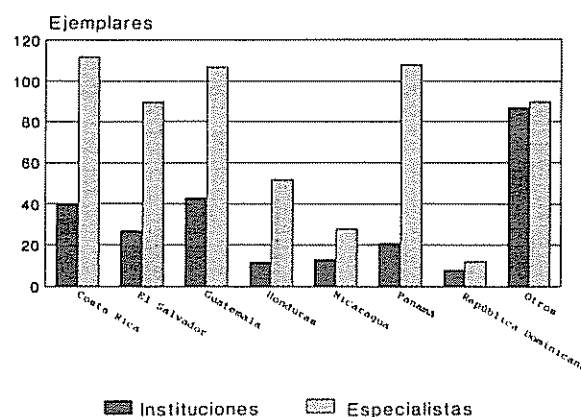


Fig. 1. Distribución Publicaciones MIP por instituciones y personas (junio 1990)

gación, o a la difusión de los materiales educativos y de extensión; se evidencia un mayor interés en conocer y utilizar las fuentes de información; hay manifestaciones sobre una mayor conciencia en el especialista de su papel como generador, usuario y diseminador de información.

Faltaría por establecer en qué grado estos servicios han contribuido a lograr mejor investigación, a facilitar y ampliar la transferencia de conocimientos, a acelerar el ciclo de la comunicación entre especialistas, a levantar el nivel del proceso enseñanza/aprendizaje, etc. Estas y otras inquietudes afines sólo podrán ser evaluadas a un plazo más amplio. Sin embargo, en este trabajo se ofrecen algunos elementos que indican logros importantes, comparados con la situación reinante en la región en lo relacionado con la transferencia de información en manejo integrado de plagas, antes de iniciarse el Proyecto. Para tal efecto se describen las principales actividades, productos y servicios, así como algunas cifras ilustrativas de este proceso (Cuadro 1).

- **Producción y difusión de publicaciones técnicas y medios educativos.** Materiales impresos y ayudas visuales son los principales medios de comunicación que se producen y distribuyen como apoyo a la investigación, la enseñanza y la cooperación técnica. Se han producido en los primeros cinco años del Proyecto más de 450 referencias entre informes técnicos de investigación, memorias de conferencias, materiales de enseñanza, guías de laboratorio, documentos de trabajo, boletines informativos, artículos para revistas técnicas, reseñas bibliográficas, manuales o guías MIP en cultivos selectos, afiches y folletos de extensión, etc. (12). Gran parte de estos materiales se producen en colaboración

Cuadro 1. Servicios de información MIP ofrecidos a los países miembros del CATIE (a junio 1990).

País	Distribución Publicaciones MIP*			Fotocopias*	Búsqueda bases de datos**
	Instituciones	Personas	Ejemplares		
Costa Rica	40	112	3 603	150 907	547
El Salvador	27	90	2 023	50 528	47
Guatemala	43	107	2 219	8 236	35
Honduras	12	52	1 502	35 818	24
Nicaragua	13	28	820	2 685	25
Panamá	21	108	2 048	10 707	32
República Dominicana	8	12	133	78	—
Otros	87	90	781	2 909	4
Total	243	599	13 129	261 868	714

\* Iniciado agosto 1986

\*\* Iniciado agosto 1988

con instituciones nacionales e internacionales (1, 18, 25) Por este medio y a través del Proyecto, el CATIE mantiene contacto regular con más de 700 instituciones y especialistas en fitoprotección dentro y fuera de la región (Cuadro 1 y Fig. 1).

En la generación y difusión de estos materiales se integran especialistas de toda la región, quienes además contribuyen con noticias, reseñas de publicaciones, revisión de artículos científicos y técnicos, elaboración de resúmenes bibliográficos, traducción de material selecto, etc. El Comité Editorial del CATIE-CEC y los revisores internos y externos, desempeñan un papel importante en la formulación y aplicación de criterios para la producción y difusión del material impreso

Un análisis del contenido de los primeros 15 números de la revista Manejo Integrado de Plagas, ejemplifica el grado de impacto e integración. En tres años y medio, 99 artículos han sido producidos por 194 autores, de los cuales 88 representan personal del CATIE y 106 son especialistas de los países de la región. Estos tienen una tendencia a aumentar, debido a la regularidad de la publicación, la oportunidad de su distribución, los medios de promoción y las facilidades que se ofrecen a los autores en los procedimientos de revisión y edición, así como su énfasis en publicar asuntos de interés regional. La revista incluye artículos e informes de investigación; informes técnicos; ensayos; notas técnicas; resúmenes bibliográficos; materiales educativos; estudios de diagnóstico; estudios socioeconómicos; descripciones taxonómicas; guías técnicas.

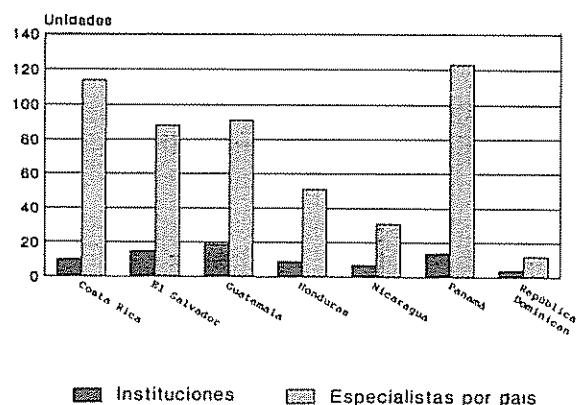


Fig. 2. Bases de datos sobre instituciones y especialistas MIP (junio 1990)

**Sistemas y servicios automatizados.** Usando el paquete de programas CDS-ISIS, el Proyecto ha desarrollado bases de datos que le permiten generar y difundir bibliografías especializadas, informes bibliográficos sobre temas específicos, búsquedas de información para satisfacer las solicitudes de los usuarios en campos de interés específico, recuperar referencias selectas, elaborar catálogos de plagas, producir directorios de instituciones y listados de expertos, hacer estudios de uso de la información, etc. con énfasis en información producida en los países de interés para el CATIE.

El área de fitoprotección del CATIE contará a partir de 1990 con una red de microcomputación, la cual le permitirá ampliar su capacidad instalada, agilizar el

manejo del creciente volumen de datos, expandir sus servicios, implantar nuevas tecnologías como la del CD-ROM y la consulta de bases de datos internacionales, para lo cual ya se iniciaron los contactos necesarios. Otra aplicación esencial de esta nueva configuración, será la de mejorar sus actuales sistemas de producción de literatura, edición y publicación de materiales técnicos, educativos y promocionales.

La base de datos bibliográfica cuenta a la fecha con 12 000 registros con énfasis en 10 cultivos de interés para la región (tomate, chile, repollo, papa, maíz, sorgo, plátano, melón, arroz y frijol). Sin embargo, se incluyen en forma regular otros cultivos en atención a la demanda e intereses del CATIE y de los países. Esta base de datos tiene un incremento de unos 1 000 registros mensuales para su actualización regular. Uno de los planes a corto plazo es el de participar en la producción de un catálogo de publicaciones en fitoprotección que registre todo el material existente en las colecciones del CATIE, para lo cual ya se inició la inclusión sistemática de referencias recientes en esta base de datos bibliográficos MIP (Cuadro 1 y Fig. 3).

La base de datos de especialistas e instituciones en MIP ha sobrepasado los 530 registros con datos de los siete países de la región. Mediante las dos bases de datos, bibliográfica y de especialistas, en su primer año de operatividad se ofreció un promedio trimestral de 150 búsquedas a solicitud de los usuarios en los países miembros del CATIE. Se espera que con la difusión de un directorio preliminar, el personal se sienta más estimulado a enviar y actualizar los datos personales e institucionales (Figs. 2 y 3).

En fase avanzada de desarrollo, se encuentra la producción de una base de datos de revistas especializadas en fitoprotección y MIP, la cual a la fecha cuen-

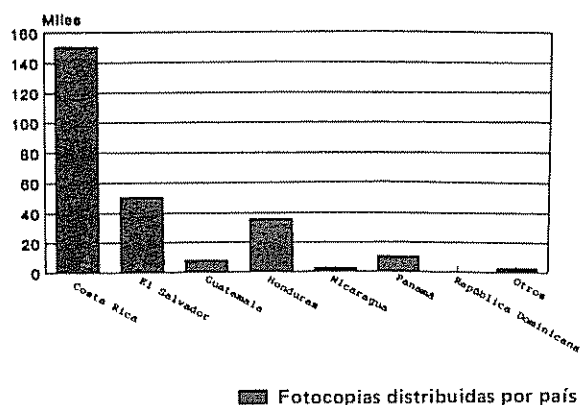


Fig. 3 Servicio de fotocopias a la región (enero 1988 – junio 1990)

ta con unos 180 títulos y el registro de los volúmenes y números existentes en las colecciones del CATIE. Este instrumento junto con las Páginas de Contenido MIP facilitan al usuario su acceso a una selecta colección de material científico desarrollada y manejada por el CATIE en su sede, así como a un selecto grupo de bibliotecas especializadas de la región que colaboran con las Páginas de Contenido.

La base de datos para la identificación de plagas de los cultivos en Centroamérica, cuenta con 2 000 registros extraídos de diversas fuentes, incluyendo una muestra de especímenes de la colección de insectos del CATIE. Es una primera experiencia con el Programa CDS/ISIS Versión 2.3. Se ha avanzado también en una prueba con el Programa de Computación DBase, para lograr compatibilidad con otros esfuerzos regionales y fortalecer la red de diagnóstico de plagas (21). Esta base de datos da continuidad, actualiza y amplía el catálogo de plagas preparado por Saunders *et al.* (22).

El Proyecto también apoyó el diseño de un Sistema Experto para el diagnóstico de plagas insectiles en maíz capaz de diagnosticar 52 insectos plagas en Centroamérica. Esta es la primera experiencia de este tipo en la región (20).

Se ha avanzado en la automatización de la información sobre proyectos de investigación en marcha sobre fitoprotección, en el marco de la matriz de investigación y fomento que desarrolla el CATIE. En la actualidad es un servicio de carácter interno, pero eventualmente podría extenderse e incluir información sobre proyectos de investigación, que las instituciones nacionales estén interesadas en intercambiar para fomentar la cooperación a nivel regional, una vez que se discutan las condiciones y los formatos más convenientes.

Mediante la consulta de las bases de datos y de los servicios de alerta tales como bibliografías específicas y las Páginas de Contenido MIP, los usuarios hacen uso de las colecciones y del servicio de fotocopias de documentación técnica. Durante los años 1988 y 1989, se diseminó en forma selectiva, un volumen de 260 000 páginas de fotocopias a solicitud de técnicos e instituciones nacionales e internacionales que trabajan en áreas de fitoprotección (Cuadro 1, Fig. 3).

**Desarrollo y uso de colecciones de referencia.** Como actividad regular se fortalecen y actualizan las colecciones bibliográficas del CATIE en áreas de fitoprotección a fin de ponerlas al acceso de las instituciones y usuarios de los países que se interesan en las actividades del Proyecto MIP.



Se mantienen suscripciones a las revistas más significativas, las cuales se reciben por compra y a través del intercambio por las publicaciones del MIP. A su vez se mantiene un programa de adquisición de libros, materiales de enseñanza y documentos de interés para las líneas de trabajo del CATIE y de los países miembros.

Un intenso programa de promoción del uso de estos recursos se desarrolla aprovechando todos los canales disponibles tales como medios escritos, visitas a instituciones, capacitación en servicio, optimización de los medios de comunicación, participación en reuniones nacionales y regionales y actividades de cooperación técnica.

### PROYECCION Y COORDINACION CON OTROS SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE INFORMACION

El CATIE está en proceso de implementar la red de cómputo a nivel regional-CATIENET, la cual incluye el uso del correo electrónico, el acceso a bases de datos especializadas y facilitar el intercambio de datos e información. Los objetivos generales de esta red de comunicación son:

- Mejorar la comunicación y el intercambio de información entre los países miembros del CATIE, especialmente en la identificación y solución de problemas agrícolas y forestales y para coordinar las actividades del CATIE en la región.
- Agilizar el acceso de los países miembros a la información y a los recursos de computación instalados en el CATIE.

La institución dispone de un equipo IBM 9370, un IBM 4331 se utiliza para análisis estadísticos, capacitación y manejo de sistemas de cómputo. Un equipo Data General MV 7800, en conjunto con "Software" desarrollado por Earth Resources Data Analysis System (ERDAS), se usa como un Sistema de Información Geográfica para el procesamiento y manejo de imágenes (19). A esta capacidad instalada se integran los demás servicios y redes de microcomputación que funcionan en los centros y servicios especializados de información en la sede del CATIE.

El CATIE ha puesto énfasis en el manejo productivo de la información que generan y utilizan sus programas y proyectos. A la fecha funcionan diferentes servicios de información, que responden a necesidades específicas de acuerdo con los intereses definidos en su plan estratégico. Sin embargo, a medida que se desarrollan e implantan técnicas modernas relacionadas

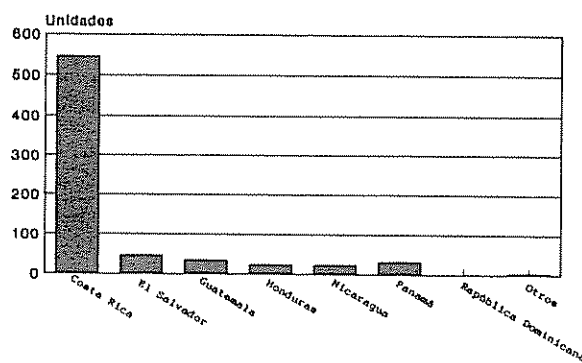


Fig. 4 Servicio de búsqueda en bases de datos MIP (enero 1988 - junio 1990).

con la informática y las telecomunicaciones, estos servicios van ampliando su cobertura y coordinación lo cual asegura un servicio más ágil a los diferentes grupos de usuarios de la región.

Los servicios de información en fitoprotección del CATIE, no funcionan en forma aislada e independiente. Su política de acción es la de trabajar en un contexto mayor, complementando esfuerzos y servicios que ya existen en el CATIE y en la región, a fin de poner al acceso de los usuarios todas las alternativas disponibles. Los siguientes son los principales sistemas y servicios especializados del CATIE y fuera de él, con los cuales se establece una estrecha cooperación y coordinación a nivel regional:

**Servicios bibliotecarios.** En el área de la documentación, el CATIE dentro de un convenio establecido con el IICA, opera la Biblioteca Conmemorativa Orton, con una amplia trayectoria por sus colecciones especializadas en agricultura tropical. Estos materiales están disponibles para el apoyo a la enseñanza e investigación que el CATIE ofrece a nivel de la región. El Proyecto fortalece las colecciones de esta biblioteca en las áreas de fitoprotección y promueve la máxima utilización de estos recursos bibliotecarios por todos los países miembros.

**Información y Documentación Forestal para América Tropical (INFORAT).** Su base de datos cuenta con unos 6 000 registros bibliográficos y ofrece servicios de búsquedas bibliográficas y reproducción de documentos. A diciembre de 1989 su lista de distribución y directorio registraba 1 800 usuarios dentro y fuera de la región. INFORAT dispone de una amplia colección de documentos sobre sistemas agroforestales de la región tropical. También cuenta con un am-

plio programa de producción y distribución de publicaciones técnicas y de divulgación para diferentes tipos de usuarios a nivel hemisférico.

**Sistema de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos (MIRA).** Funciona dentro del Proyecto MADELEÑA; ha recabado datos desde 1980 y generado información en la región sobre especies de árboles de uso múltiple en aspectos botánicos, ensayos de crecimiento, descripción de sitios experimentales, perfiles de suelos, procedencias de semillas e información climática. El sistema permite el acceso a la información principalmente del técnico, el investigador y el planificador (24).

**Sistemas de información básica de carácter biofísico y socioeconómico.** Tiene como propósito apoyar el proceso de toma de decisiones en los países miembros del CATIE, sobre el uso racional de los recursos naturales, como fundamento para lograr el desarrollo sostenido. Sus objetivos inmediatos son los de implantar modalidades de bases de datos sobre el uso de los recursos naturales:

- Procesamiento de imágenes digitales e información geográfica
- Caracterización biofísica y socioeconómica de las cuencas hidrográficas.

- Establecimiento de mecanismos para automatizar la información (7)

**Servicios de información en café.** PROMECAFE e IICA han establecido en Turrialba una base de datos que registra alrededor de 8 000 referencias sobre el cultivo del café, con énfasis en las colecciones existentes en Turrialba. Entre un 33 y un 35% corresponden a material relacionado con manejo integrado de plagas y fitoprotección. Se ofrecen búsquedas bibliográficas, suministro de resúmenes, acceso a fotocopias y microfichas, así como acceso a las colecciones de la Biblioteca Conmemorativa Orton en Turrialba.

**Servicios de información en banano y plátano.** El CATIE es la sede regional de la Red Internacional para el Mejoramiento de Banano y Plátano (INIBAP) para América Latina y el CARIBE, cuya sede central está en Montpellier, Francia. Uno de los esfuerzos que apoya la coordinación de INIBAP es el manejo de una base de datos y el fomento del intercambio de información sobre estos dos cultivos. En este sentido existe una vinculación y participación cooperativa con el centro de información de la Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB) con sede en Panamá. Se realizan servicios cooperativos de difusión de información tales como el servicio de Páginas de Contenido MIP así como el intercambio de datos, documentos e información evitando la duplicación de esfuerzos y recursos.

## ANEXO I

### SERVICIOS DE INFORMACION Y DOCUMENTACION PROYECTO MIP/CATIE

**SERVICIOS DE ALERTA INFORMATIVA** sobre temas tales como:

- Reuniones, conferencias, cursos, etc.
- Resúmenes de publicaciones recientes
- Directorios de instituciones, programas, organizaciones, etc.
- Catálogos de plagas en cultivos
- Páginas de contenido de revistas y publicaciones selectas
- Bibliografías sobre temas específicos de actualidad
- Noticias sobre plagas nuevas o en expansión
- Anuncio de investigaciones en marcha

### SERVICIO DE FOMENTO DEL INTERCAMBIO Y DIFUSION DE DOCUMENTOS E INFORMACION ENTRE INSTITUCIONES Y ESPECIALISTAS

- Apoyo a la producción de literatura técnica
- Orientación en el uso de las fuentes de información
- Distribución selectiva de documentación
- Producción de guías y directorios
- Servicio de pregunta/respuesta en temas de MIP
- Servicio referencial o de remisión a otras fuentes de información

### SERVICIO DE ACCESO A LA DOCUMENTACION

- Por consulta de las colecciones de MIP/CATIE
- A través del servicio de fotocopias
- Mediante servicios de referencia o consulta

## SERVICIO DE BUSQUEDA DE INFORMACION

- En bases de datos bibliográficos
- En bases de datos sobre instituciones, especialistas, investigación, plagas, etc
- En fuentes y colecciones del CATIE

## LITERATURA CITADA

- 1 ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. 1989 Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Tegucigalpa, Hond. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana 623 p.
- 2 ARBOLEDA-SEPULVEDA, O. 1988a La Información como un componente esencial de una red de diagnóstico de plagas. In Reunión de la Red Regional de Diagnóstico Vegetal de Plagas (1987, Antigua, Guat.) Memorias. Ed. por E. Bustamante, O. Arboleda Turrialba, C.R., CATIE. p. 50-58 (Serie Técnica. Informe Técnico no. 139).
- 3 ARBOLEDA-SEPULVEDA, O. 1988b. Transferencia de tecnología en manejo integrado de plagas: Una experiencia del CATIE en el Istmo Centroamericano. In Conferencia de Especialistas en Extensión de América Central 1988 Turrialba, C.R. Memorias Turrialba, C.R., CATIE. Proyecto MADELEÑA. p. 27-31 (Informe Técnico no. 144)
- 4 ARBOLEDA-SEPULVEDA, O. 1987 Los servicios de información y documentación en manejo integrado de plagas para el istmo centroamericano. Revista AIBDA 8(1):31-43
- 5 ARBOLEDA-SEPULVEDA, O. 1986 Servicios de información y documentación en manejo integrado de plagas: planeamiento y organización. Turrialba, C.R., CATIE (Documento de trabajo) 23 p.
- 6 CATIE 1989a Frente al reto: Un plan estratégico a diez años, 1988 a 1997. Turrialba, C.R. 126 p.
- 7 CATIE. 1989b. Reseña de las principales actividades en 1988 y primer semestre de 1989. Informe Anual. Turrialba, C.R. Serie Institucional no. 10. 145 p.
- 8 CATIE/MIP 1990a Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del chile. Turrialba, C.R., CATIE Serie Técnica. Informe Técnico no. 149 (en preparación)
- 9 CATIE/MIP. 1990b. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del maíz. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico no. 152. 88 p.
- 10 CATIE/MIP. 1990c. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del repollo. Turrialba, C.R. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 150). 80 p.
- 11 CATIE/MIP 1990d. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Turrialba, C.R. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 151). 138 p.
- 12 CATIE/MIP 1989 Bibliografía sobre manejo integrado de plagas. Documentos preparados con el auspicio

## PUBLICACIONES Y SERIES MIP

- Revista del Proyecto MIP/CATIE (Trimestral)
  - Boletín Informativo MIP (Trimestral)
  - Páginas de Contenido MIP (Trimestral)
  - Documentación e Información MIP (Irregular)
  - Documentos de trabajo, y Serie Técnica del CATIE (Esporádico)
- del Proyecto MIP/CATIE, 1985-1989. Turrialba, C.R., (Difusión Bibliográfica MIP no. 3). 77 p.
  13. CATIE/MIP. 1986 Aspectos generales del desarrollo agrícola y principales problemas fitosanitarios de cultivos en la República de Honduras. Tegucigalpa, Hond. 61 p.
  14. CATIE/MIP. 1985a. Diagnóstico parasitológico preliminar de los principales cultivos de El Salvador. San Salvador, MIP-CENTA. 23 p.
  15. CATIE/MIP. 1985b. Inventario de plagas y enfermedades de Costa Rica. San José. 25 p.
  16. CATIE/MIP. 1985c. Inventario de plagas y enfermedades de Panamá. 15 p.
  17. CATIE/MIP. 1985d. Inventario de los problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Guatemala. Guatemala. 54 p.
  18. IICA (C.R.) 1990. Turrialba: 40(2)
  19. MATA, F.J. 1987. CATIENET: Agricultural computer network. Turrialba, C.R., CATIE. 11 p.
  20. MERINO-CISNEROS, F.L. 1990. Desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles: una aplicación a maíz (*Zea mays*) en Centro América. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 140 p.
  21. REUNION DE LA RED REGIONAL DE DIAGNOSTICO VEGETAL DE PLAGAS (1987, GUATEMALA) MEMORIAS, 1988. Ed. por E. Bustamante, O. Arboleda-Sepúlveda. Turrialba, C.R., CATIE/MIP (Serie Técnica. Informe Técnico No. 139). 178 p.
  22. SAUNDERS, J.L.; KING, A.B.S.; VARGAS, S.C.L. 1983. Plagas de cultivos en América Central, una lista de referencia. Turrialba, C.R., CATIE (Serie Técnica. Informe Técnico No. 9) 90 p.
  23. SAUNDERS, J.L.; PAREJA, M. 1989. Integrated pest management in Central America: the Regional IPM Project at CATIE, 1984-1989. In Meeting for the Review of the Impact of IPM in Developing Countries (1989, Nairobi, Kenya, UNEP) 9 p.
  24. UGALDE ARIAS, L. 1988. A pioneering management information system for tropical forestry research. Journal of Forestry 86(11):35-36.
  25. ZUCKERMAN, B.M. *et al* 1987. Fitonematología: Manual de laboratorio. Trad. por N. Marbán. Turrialba, C.R., CATIE. 248 p.

# Estudio de la Susceptibilidad a la Sigatoka Negra *Mycosphaerella fijiensis* en Plantas Micropropagadas de *Musa* cv. 'Falso Cuerno' AAB<sup>1</sup>

A.C. Tapia\*, J.A. Sandoval\*, L. Müller\*\*, J.V. Escalant\*\*\*, V.M. Villalobos\*

## ABSTRACT

The Fouré scale was used to evaluate the effect of black sigatoka on *in vitro* plants of *Musa* cultivar 'False Horn' (AAB), derived from five subcultures. The study of the incubation and evolution phases of the disease showed significant differences for the first generation throughout the evolutionary period. This period was longer for materials that subdivided more than twice. No significant differences were observed in the second generation. Analysis of the results showed good performance and yield of the materials under study, as well as a considerable resistance to the disease.

## COMPENDIO

Se utilizó la escala de Fouré para evaluar la incidencia de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plantas *in vitro* de *Musa* cv. 'Falso Cuerno' (AAB), provenientes de cinco ciclos de multiplicación. El estudio del período de incubación y evolución de la enfermedad, evidenció diferencias significativas para la primera generación, a lo largo del período de evolución. Este período fue más largo para los materiales que se subdividieron más de dos veces. En la segunda generación no hubo diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas. La evaluación de los resultados indicó un buen comportamiento de los materiales estudiados ante la enfermedad, obteniéndose rendimientos aceptables.

## INTRODUCCION

El plátano es un cultivo importante en el trópico húmedo de América Central, el Caribe y parte de Suramérica por ser una fuente básica de alimento y de divisas para las poblaciones de dichos países.

La productividad del plátano en Costa Rica se ha visto afectada después de la aparición de la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* ocurrida en 1979. Hubo abandono y deterioro de gran parte de las áreas productivas, las cuales disminuyeron de 10 000 ha antes de 1979 a 5 000 ha aproximadamente en 1987 (4).

Durante la evolución y domesticación de los plátanos y los bananos, las mutaciones somáticas espontáneas han tenido un papel importante (8). Sin embargo, existe baja variación genética debido a la condición partenocárpica estéril de la mayoría de las musáceas comestibles, la cual dificulta su mejoramiento por métodos convencionales (13, 14).

Se han observado en plantaciones de *Musa* obtenidas mediante multiplicación de ápices *in vitro*, características diferentes a la planta que les dio origen. Este fenómeno se conoce como variación somaclonal (10, 13, 14). Esta variación puede ser una fuente potencial de variabilidad útil que debe ser estudiada. Así por ejemplo, Hwang y Ko (6) seleccionaron plantas de banano tolerantes a *Fusarium oxysporum* raza 4, después de varios ciclos de multiplicación *in vitro*.

El presente estudio se realizó con el objetivo de sembrar en el campo plantas micropropagadas de plátano cv 'Falso cuerno' (AAB), para analizar su comportamiento en cuanto a la Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* y se discuten los resultados de dos generaciones del cultivo.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 7 de setiembre 1990

Los autores agradecen al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá, por la ayuda brindada para la ejecución de este estudio mediante el proyecto 3p-86-0105: Evaluación del potencial de la variación somaclonal para la obtención de mutantes en *Musa*. Así como a los asistentes de investigación en *Musa* de la Unidad de Biotecnología del CATIE.

\* CATIE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Apdo. 15. Turrialba, Costa Rica.

\*\* Apartado 336, Centro Colón, 1007 San José, Costa Rica.

\*\*\* IRFA/CIRAD-CATIE. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Apdo. 15. Turrialba, Costa Rica

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental La Lola, CATIE, ubicada en el bosque tropical húmedo con transición a muy húmedo y situada a 40 msnm, con una precipitación promedio anual de 3 534 mm, temperaturas de 20.3 y 29.9°C y una humedad relativa de 85.7% (5). La estación se encuentra rodeada por plantaciones comerciales de banano.

El material de plátano evaluado, se multiplicó asépticamente en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del CATIE, mediante la metodología descrita a continuación: Hijuelos de cv 'Falso cuerno' (AAB) fueron separados de plantas cultivadas en el campo, ubicadas en un mismo lote. Se le eliminaron a los hijuelos las partes externas del corino y las vainas foliares hasta obtener secciones de aproximadamente 5 cm de largo y diámetro, que contenían al ápice vegetativo. Este material fue sometido durante 20 minutos, a una primera desinfección con hipoclorito de sodio (5.25%) sin diluir, seguido por dos lavados de cinco minutos con agua estéril. En condiciones asépticas se redujo el tamaño del material aún más, hasta 2 cm aproximadamente; este explante consistió entonces de una parte del corno y varios primordios foliares envolventes del meristema (12).

Seguidamente, se realizó una segunda desinfección por espacio de 10 minutos con hipoclorito de sodio 0.5% (v/v) más dos gotas de Tween 20 por cada 100 ml de solución desinfectante. Después se practicaron dos lavados de tres minutos cada uno con agua estéril y se procedió asépticamente a reducir el tamaño de los ápices hasta 5 mm de longitud y diámetro.

Los explantes fueron sometidos a un tratamiento antioxidante mediante su permanencia durante 10 min. en una solución acuosa estéril de cisteína HCL (50 mg/l) (12), luego fueron inoculados.

Los explantes se cultivaron en el medio básico de Murashige y Skoog (7), suplementado con: sacarosa 30 g/l, mio-inositol 100 mg/l, ácido nicotínico 0.5 mg/l, piridoxina-HCL 0.5 mg/l, tiamina HCL 0.1 mg/l, glicina 2 mg/l, 6-benciladenina (BA) 1 mg/l y bacto agar (Difco) 7 g/l. El pH del medio se ajustó a 5.7 con NaOH 1 N antes de colocar alícuotas de 10 ml en tubos de vidrio de 11 x 2.5 cm. La esterilización se realizó en autoclave a una presión de 1.05 kg/cm<sup>2</sup> durante 15 min.

La etapa de iniciación duró aproximadamente 30 días, luego los explantes fueron transferidos al medio anteriormente descrito, pero con mayor cantidad de citocinina (4 mg/l de BA). Se realizaron cinco ciclos

(S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>-S<sub>3</sub>-S<sub>4</sub>-S<sub>5</sub>) de multiplicación a intervalos de 30 días cada uno. De cada subcultivo se tomaron 100 brotes que fueron separados e inoculados en el medio básico, en ausencia de citocinina para estimular el crecimiento y el enraizamiento.

Durante las tres fases de cultivo (iniciación, multiplicación, enraizamiento), los explantes se incubaron a 27 ± 2°C, 70% de humedad relativa, un fotoperíodo de 16/8 horas y una iluminación de 3 000 lux al nivel de los cultivos. Una vez ocurrida la rizogénesis, el total de plantas obtenidas en los subcultivos fueron transferidas a condiciones de suelo en invernadero para su aclimatación y 90 días después se sembraron en el campo.

Esta metodología se utilizó para observar si existía relación entre el número de subcultivos y la incidencia de Sigatoka Negra.

De cada tratamiento (Subcultivos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>) se escogieron al azar 10 plantas a las cuales se les realizaron semanalmente las evaluaciones sobre la incidencia de la enfermedad, según la escala de Fouré (1) (Cuadro 4). El subcultivo S<sub>1</sub> se consideró como testigo.

Las variables evaluadas fueron:

- Período de incubación (días transcurridos desde la salida de la hoja número uno (en estado de cigarro) y la aparición del primer síntoma de la enfermedad (1)).
- Período de evolución (días transcurridos desde la aparición del primer síntoma hasta el estado cinco o seis de la enfermedad (necrosis en más del 30 o 50% del área foliar afectada respectivamente) (1)).
- Número de hojas presentes a la cosecha.
- Componentes del rendimiento (peso del racimo (kg), número de dedos por racimo, y número de manos por racimo).

## RESULTADOS

La interpretación de los resultados para las dos generaciones de cultivo indican que no se obtuvieron diferencias significativas para el período de incubación (P.I) de la enfermedad (Cuadro 1). Este comportamiento no se presentó en el caso del período de evolución (P.E) de los síntomas, en el cual hubo diferencias significativas para la primera generación en aquellos materiales que fueron multiplicados más de dos veces. Sin embargo, esta situación no fue estable en la

Cuadro 1. Período de incubación (P.I) y de evolución (P.E) de la Sigatoka Negra, para dos generaciones de plantas micropropagadas del cv. 'Falso Cuerno'. CATIE. Estación Experimental La Lola, Limón. 1990.

Tratamientos	Generaciones			
	Primera		Segunda	
	P.I.	P.E.	P.I.	P.E.
S1	14 77 a*	28 63 a	16 90 a	28 88 a
S2	14 77 a	28 82 a	14 60 a	29 75 a
S3	14 30 a	33 22 b	14 80 a	25 20 a
S4	14 80 a	36 09 b	15 70 a	24 20 a
S5	15 82 a	37 22 b	16 90 a	27 25 a

\* Letras iguales no difieren significativamente al 5% según la prueba de Test T Student. LSD

segunda generación donde no se encontraron diferencias para ninguno de los tratamientos con respecto a esta variable.

El número de hojas que presentaron las plantas al momento de realizar la cosecha, no difirió entre tratamientos, pero sí entre generaciones. El número de hojas totales en las plantas al momento de la cosecha, fue mayor durante la primera generación y luego disminuyó ligeramente en una o dos hojas durante la segunda generación (Cuadro 2)

Los componentes del rendimiento para la primera generación no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 3) En contraste, en la segunda generación sí se observaron diferencias para las variables, número de dedos y peso del racimo en aquellos materiales que se multiplicaron más de dos veces.

## DISCUSION

Por las condiciones en que se realizó este experimento se deduce, que el período de incubación de la enfermedad no sobrepasó los 17 días en ambas generaciones (Cuadro 1) Esto no concuerda con lo encontrado por otros autores (2) en condiciones diferentes De acuerdo con Fouré (1), el período de incubación es una variable que está supeditada a condiciones ambientales y que las variaciones eventuales encontradas pueden ser debidas a estos factores y no a la sensibilidad del genotipo que se estudia. El período de incubación no difirió estadísticamente para el tratamiento testigo (S<sub>1</sub>) en relación con los demás tratamientos en ambas generaciones (Cuadro 1) Esto indica, junto a lo encontrado para el período de evolución, la susceptibilidad del plátano 'Falso Cuerno' a la Sigatoka Ne-

gra, la cual es menor que la determinada en triploides AAA (banano) donde el período de incubación es de 14 días (2)

En el período de evolución de la enfermedad, el tratamiento testigo fue más corto que los tratamientos restantes en la primera generación; pero fue más corto para los tratamientos S<sub>3</sub> y S<sub>5</sub> durante la segunda generación; en comparación con el tratamiento testigo. En la segunda generación se observó que la enfermedad tuvo una tendencia a evolucionar más rápidamente (Cuadro 1) El período de evolución más lento para los tratamientos S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> en la primera generación debería estar relacionado con un aumento en el número de hojas presentes en las plantas al momento de la cosecha. Esta situación no se dio posiblemente debido a condiciones ambientales, o a que el período de evolución no fue lo suficientemente largo para que las plantas presentaran mayor número de hojas. Para la segunda generación los períodos de evolución de la enfermedad fueron más cortos en S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> y S<sub>5</sub>, consecuentemente el número de hojas fue menor (Cuadro 2). Los resultados indican (Cuadro 1) que un lapso de 24 a 37 días son suficientes para que las láminas foliares presenten el estado cinco o seis de la escala de sensibilidad a la enfermedad sugerida por Fouré (1) (Cuadro 4)

La lenta evolución de la enfermedad en los subcultivos S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> y S<sub>5</sub> sugiere que a medida que se multiplique más el material *in vitro*, hay tendencia a que las plantas presenten cierta tolerancia. No obstante, el comportamiento diferente durante la segunda generación, amerita el análisis del tercer ciclo para obtener conclusiones más sólidas y seleccionar tipos deseables. Cabe destacar que los resultados son promisorios puesto que no se efectuaron en las plantas tratamientos previos de presión de selección *in vitro*.

Cuadro 2. Número de hojas producidas a la cosecha para dos generaciones de plantas micropropagadas del cv. 'Falso Cuerno'. CATIE. Estación Experimental La Lola, Limón. 1990.

Tratamientos	Generaciones	
	Primera	Segunda
S1	6 a*	4 1 a
S2	5 a	4 6 a
S3	6 a	4 0 a
S4	5 a	4 0 a
S5	6 a	4 2 a

\* Letras iguales no difieren significativamente al 5% según la prueba de Test T de Student. LSD

Cuadro 3. Componentes del rendimiento para dos generaciones de plantas micropropagadas del cv. 'Falso Cuerno' (AAB). CATIE. Estación Experimental La Lola. Limón. 1990.

Tratamientos	Generaciones **	Variables del rendimiento por racimo		
		Número de manos	Número de dedos	Peso (kg)
S1	1	6.5 a*	46.0 a	12.7 a
	2	7.8 a	44.2 a	13.1 a
S2	1	6.6 a	47.0 a	13.0 a
	2	7.5 a	45.1 a	14.1 a
S3	1	6.8 a	44.0 a	13.6 a
	2	7.5 a	37.2 b	10.6 b
S4	1	6.5 a	47.0 a	13.3 a
	2	7.2 a	42.3 ab	11.2 b
S5	1	6.3 a	44.0 a	14.1 a
	2	8.0 a	39.5 ab	11.1 b

\* Letras iguales no difieren significativamente al 5% según prueba de T de Student, LSD

\*\* 1: primera generación 2: segunda generación

El número promedio de manos osciló entre seis y ocho con un número de dedos por racimo de 37 a 47 y peso del racimo de 10 a 14 kg. El número de manos en algunos casos fue ligeramente mayor al mencionado por Tezenas (15) y Salvador *et al.* (11). Esto se relacionó con un mayor número de dedos por racimo, pero se presentaron menores valores de peso que los indicados por estos autores. (Cuadro 3). Estas relaciones se pueden explicar, al observar el número de hojas que presentan las plantas al momento de la cosecha (Cuadro 2). Esta situación se debe a que durante los dos ciclos de cultivo no se utilizaron fungicidas para el control de la enfermedad. Empero, los valores obtenidos de producción son una alternativa para el pequeño productor de plátano, el cual no tiene posibilidades económicas para combatir químicamente a la Sigatoka Negra. No se puede generalizar manifestando que estos materiales posean un grado mayor de tolerancia que el material original. Sin embargo, la evaluación de los resultados para el subcultivo 1 (testigo) señala un buen comportamiento ante la enfermedad en ambas generaciones (Cuadro 1), obteniéndose rendimientos aceptables al realizar prácticas culturales de manejo de la enfermedad (Cuadro 3).

Los promedios de producción obtenidos en ambas generaciones, concuerdan con las informaciones de

Cuadro 4. Escala para determinar la incidencia de Sigatoka Negra según Fouré.

Grado de la enfermedad	Descripción del sintoma en las hojas
1	Despigmentaciones y presencia de pizcas de coloración rojiza
2	Presencia de estrias (menores de 2 mm de longitud)
3	Presencia de estrias (4 a 5 mm de longitud y 2 mm ancho)
4	Presencia de manchas (coalescencia de síntomas).
5	Necrosis en más del 30% del área foliar afectada
6	Necrosis en más del 50% del área foliar afectada

Fuente: Fouré (1). Fruits 37(12):749-759.

Tezenas (15), quien mencionó que en el cv 'Horn Plantain' (AAB) el racimo puede llegar a pesar entre 5 y 15 kg y poseer de tres a seis manos. Salvador, *et al.* (11) indicaron que bajo las condiciones de Colombia, para el mismo cultivar se obtienen usualmente racimos con un peso entre 15 y 18 kg, un promedio de seis manos y 32 dedos.

En la literatura se encuentra poca información con respecto a los componentes del rendimiento de plantas de banano micropropagadas (3, 9, 10). Más escasa aún es la información para plátano. Este trabajo aporta información al respecto y apoya el uso del cultivo de tejidos para micropropagar genotipos de plátano con características deseables.

#### CONCLUSIONES

Los resultados indican que hubo variabilidad entre tratamientos durante la primera y segunda generación. Esta variabilidad se manifestó en el período de evolución de la enfermedad, número de hojas en las plantas al momento de realizarse la cosecha y, en los componentes del rendimiento.

No se encontró relación entre el número de veces que se multiplicaron los materiales y el posible grado de tolerancia a la enfermedad. Es decir, la infección fue generalizada sin distinción de tratamientos, pero un poco más lenta en los tratamientos S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> y S<sub>5</sub> de la primera generación. La información recopilada se completará con los resultados de la tercera genera-

ción para observar si el comportamiento de la enfermedad es temporal o estable. Debido a los objetivos experimentales las plantas no recibieron tratamientos fungicidas; solamente se realizó la práctica cultural de

deshoja. No obstante, los rendimientos obtenidos son aceptables y se sugiere considerar la metodología utilizada como una alternativa potencial para la selección de plantas agrónomicamente deseables.

#### LITERATURA CITADA

- 1 FOURE, E 1982 Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Comportement des variétés. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet au Gabon (maladie des raies noires). I. Incubation et évolution de la maladie. *Fruits* 37(12):749-759
- 2 FOURE, E ; GRISONI, M ; ZURFLUH, R 1984. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. comportement des variétés. Etude de la sensibilité des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet et de quelques caractéristiques biologiques de la maladie des raies noires au Gabon. *Fruits* 39(6):363-424.
- 3 GONZALEZ, A ; RAMCHARAM, C 1988. A three years field performance of tissue cultured Giant Cavendish banana (*Musa* sp. AAA) under varying cultural regimes. In Reunión Internacional sobre Agrobiología del Banano (4 1986. San José, C.R.) Memoria. San José, Costa Rica. ASBANA. p. 25-36
4. GUZMAN, CH J. 1987. El banano y el plátano en Costa Rica. In Memoria de la Reunión Regional de INIBAP para América Latina y el Caribe (1987. San José, C.R.) Memoria. Ed por R Jaramillo, N Mateo. San José, C.R. p 75-87
- 5 HOLDRIDGE, L 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. H. Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p
6. HWANG, S ; KO, H 1987. Somaclonal variation of bananas and screening for resistance to *Fusarium* wilt. In Bananas and Plantain Breeding Strategies. Proceedings of and International Workshop held at Cairns (1986. Australia). Ed by G. Persley; E De Langhe. p 151-156 (ACIAR Proceedings no 21).
- 7 MURASHIGE, T ; SKOOG, T 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15:473-497.
8. NOVAK, F ; VAN DUREN. 1989. Mutagenesis *in vitro* para el mejoramiento genético del banano y el plátano (*Musa* spp) Informe Mensual 88-89 Panamá, UPEB. p. 61-80.
- 9 PEREZ, L 1989. Comparación de varios métodos de propagación, en cuanto a algunas variables de producción y crecimiento en el cv "Gran Enano" (*Musa* AAA), durante los tres primeros ciclos de cosecha. *Revista de la Asociación Bananera Nacional* 13(32):24-27
- 10 POOL, D ; IRIZARRY, H 1987. "Off type" banana plants observed in a commercial planting of Gran Naine propagated using the *in vitro* culture technique. In Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Banano en el Caribe y en América Tropical (ACORBAT) (7, 1985, San José, C.R.) Memorias. Ed. by J. Galindo, R Jaramillo. Turrialba, C.R. CATIE. p. 99-102.
11. SALVADOR, R ; BELALCAZAR, S.; LEON, P. 1988. Caracterización del ciclo vegetativo del clon de plátano Hartón (*Musa* AAB Simonds) In Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Banano en el Caribe y en América Tropical (ACORBAT) (8, 1987, Colombia) Memorias. Ed. by R Jaramillo, A. Restrepo, R Bayona. Bogotá, Col. p 543-553
- 12 SANDOVAL, J. 1985. Micropropagación de músaceas. *Revista de la Asociación Bananera Nacional. ASBANA (C.R.)* 9(24):21-23
- 13 STOVER, R. 1987. Somaclonal variation in Grande Naine and Saba bananas in the nursery and field. In Bananas and Plantain Breeding Strategies. Proceedings of and International Workshop held at Cairns (1986, Australia). Ed. by G Persley, E De Langhe. p. 136-139 (ACIAR Proceedings no 21)
- 14 STOVER, R ; BUDDEENHAGEN, I 1986. Banana breeding: polyploidy, disease resistance and productivity. *Fruits (Francia)* 41(3):175-191
15. TEZENAS DU MONICEL, H. 1987. Plantain bananas. London, MacMillan. 105 p.



## Reseña de Libros

**WEATHERING: Volume 2, Product, Deposits, Geotechnics**, K S. Balasubramaniam *et al* (eds). Theopharastus Publ. Co. Atenas, Grecia, 671 p. (1989).

Este volumen se dedica al estudio de los productos resultantes de la meteorización

El corpus del texto lo conforman siete divisiones, la primera de las cuales trata sobre las bauxitas y lateritas, principalmente de Europa Oriental y de la India. En relación con Latinoamérica, se incluye información sobre el Fe y Al en minerales lateríticos, recabada por un investigador de Venezuela

La segunda división se refiere a las arcillas. El tema se aborda desde un punto de vista geológico. Gran parte de la información proviene de experiencias llevadas a cabo en Europa Oriental

Los residuos de la meteorización de calizas es el tópico de la tercera división. También concentra su información sobre Europa Oriental

La cuarta división, formada por dos trabajos, se refiere a productos de meteorización que llevan fosfatos. En estos dos capítulos se analizan las condiciones de regiones fuertemente contrastantes de Rusia y Brasil

En la quinta división se presentan trabajos sobre productos muy especiales de la meteorización, y sobre la presencia de vermiculita en rocas ultrabásicas en el Sur de España.

La sexta división, de particular interés para geólogos económicos, se refiere a la formación secundaria de depósitos de metales, especialmente en regiones frías como Canadá, Groenlandia y la Unión Soviética.

La última división, incluye dos trabajos, uno sobre la capacidad de meteorización de rocas y otra, sobre la meteorización de materiales en condiciones de un puerto marino

Este volumen está dirigido fundamentalmente a geólogos, aunque los pedólogos pueden encontrar material de provecho. La información reunida puede, por otra parte, ser poco accesible de otra forma a lectores de Latinoamérica

ELEMER BORNEMISZA S.  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

**NYAMAPPENE, J.; HUSSEIN, J.; ASUMADU, K.** (eds). 1988. *The red soils of East and Southern Africa*. Publicado por IDRC, Canada. 498 p. (distribuido a especialistas).

Este volumen incluye los trabajos presentados en el Simposio Internacional del mismo nombre celebrado en Zimbawe, en 1986, con miras a unificar la información existente sobre los suelos rojos de la región Este y Sur del Continente Africano. Estos suelos dan soporte a gran parte de la agricultura de la zona y presentan apreciables problemas de manejo

Los trabajos presentados por expositores invitados, como los doctores Eswaran y Stocking, constituyen una buena introducción al tema relacionado con estos suelos, los cuales son, en gran parte, ultisoles, oxisoles y alfisoles; los dos trabajos denominados generales, ilustran procesos de importancia general aún para lectores fuera de esta región, como la discusión del papel de los procesos biológicos, o el caso de los que se endurecen, en forma poco reversible, cuando se secan.

Casi todos los trabajos que discutieron problemas locales, se presentan en la sección tercera y cuarta, dedicadas a la distribución, frecuencia y propiedades de estos suelos y a sus problemas y manejo.

Debido a que estos suelos son bastantes comunes en América Latina, la información que publica este volumen es de gran utilidad para quienes investigan los suelos rojos de estos tipos en el Continente Americano.

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

# Sistema Experto para el Diagnóstico de Plagas Insectiles del Cultivo de Maíz (*Zea mays*) en Centroamérica<sup>1</sup>

*F.L. Merino-Cisneros\**; *J.B. French\*\**; *J.L. Saunders\*\*\**; *P.J. Shannon\*\*\**; *L. Ugalde\*\*\*\**; *J. Arze<sup>o</sup>*

## ABSTRACT

An "expert system" to diagnose insect pests of maize in Central America was developed to facilitate integrated pest management of this crop. The work was based on knowledge acquired from experts at the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE) in Costa Rica. The expert system can identify 52 insect pests of maize through six inference models. Criteria used were: plant phenology, plant part damaged, general form of the insect, specific damage, insect order and insect family. Additional information is presented on synonyms, common names, life cycle, damage, pest status, and control. The system works with IBM-compatible MS-DOS and VP-EXPERT shell, 512 Kb RAM and two disk drives, 360 Kb or 720 Kb diskettes, or a hard disk.

## INTRODUCCION

Las alternativas que el agricultor selecciona con respecto al agroecosistema maíz, específicamente al subsistema manejo de plagas insectiles, están influenciadas por factores tales como: sus percepciones sobre las plagas, los daños observados, su nivel de conocimiento sobre estos hechos y sus valores personales.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990. Se agradece al Programa USAID/ROCAP por el financiamiento de este estudio. Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa de Posgrado y Mejoramiento de Cultivos Tropicales/Proyecto Manejo Integrado de Plagas, por el apoyo en equipo y materiales necesarios para este trabajo. A los Drs. Pedro Oñoro, Pedro Ferreira y B.S. David Elizondo, CATIE, por la revisión del manuscrito y sugerencias aportadas. Basado parcialmente en la tesis de MSc. presentada por el primer autor al Programa de Estudios de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\* Consultor, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.  
\*\* Escuela Agrícola para la Región del Trópico Húmedo (EARTH) Apartado 4442-1000 San José, Costa Rica.  
\*\*\* Entomólogo Jefe Proyecto RENARM/MIP, Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.  
\*\*\*\* Especialista en Manejo de Sistemas de Información. MADELEÑA, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.  
<sup>o</sup> Especialista en Sistemas de Producción Socioeconómica CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

## COMPENDIO

Se construyó un sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles de maíz en América Central, con el propósito de poner a disposición de otros usuarios el conocimiento técnico para el diagnóstico de insectos plagas, y de esta manera facilitar el manejo integrado de plagas en este cultivo. El trabajo se basó en el conocimiento adquirido de expertos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Costa Rica. El sistema experto diagnostica 52 insectos plagas de maíz, por medio de seis módulos de inferencia. Se usan como criterios: la fenología de la planta, el órgano afectado de la planta, la forma general y la forma específica del insecto, el daño general y específico, el orden y la familia del insecto. Brinda además información adicional sobre el insecto referentes a sinonimias, nombre común, ciclo de vida, daño, situación de la plaga y control. Se emplea el sistema operativo MS-DOS compatible con IBM y con el Shell VP-EXPERT, una capacidad de memoria principal de 512 Kb y con dos manejadores de diskettes de 360 Kb, o con uno de 720 o con disco duro.

La percepción del agricultor sobre la importancia de una plaga y el daño que causa, afecta las decisiones sobre el método y el nivel de control de esa plaga en particular. No todas las plagas ni sus daños son correctamente percibidos por los agricultores, a quienes a veces les es difícil hacer una asociación correcta entre el daño observado en el cultivo y la plaga que lo causa (1).

Una mayor información y conocimiento disponible sobre las plagas, es la base para ayudar al agricultor a tener una visión amplia de las opciones más eficientes entre los métodos de control. Esta información permitirá al agricultor tomar decisiones sobre el control de las plagas insectiles, desde los puntos de vista del diagnóstico, el manejo y la decisión económica (1, 2).

Es difícil obtener toda la información necesaria para resolver un problema causado por plagas en un momento oportuno. La información práctica sobre el tema se encuentra principalmente en dos fuentes: en el conocimiento público que aparece publicado y en el conocimiento particular de las personas que trabajan en este campo concreto. A veces los agricultores y

extensionistas necesitan mucho más tiempo del que disponen para diagnosticar el problema y encontrar la solución por estos dos medios.

El disponer de la información adecuada, que pro venga del conocimiento público o particular, ayudaría a optimizar la producción de maíz, bajar los costos de producción y facilitar la toma de decisiones en el momento oportuno. Por lo tanto, el conocimiento de manejo integrado de plagas debería estar a disposición de los responsables de la divulgación de información, tales como los extensionistas, los comunicadores y los investigadores. De esta manera, se incrementaría la información que recibe el agricultor y optimizaría su proceso de toma de decisiones.

Las microcomputadoras se han convertido en una herramienta que facilita el desarrollo de sistemas para ayudar a tomar decisiones. Los programas de computación son la base para el desarrollo de sistemas expertos los cuales son una forma de manejar la información en forma integrada y ayudar a tomar decisiones sobre problemas planteados en campos específicos (3, 4). La aplicación de un sistema experto tiene la ventaja sobre otros mecanismos tradicionales, en que eleva el desempeño del trabajador promedio (6, 13).

Los avances en la tecnología de la computadoras han hecho posible el desarrollo de sistemas expertos en área específicas. Aplicados a la agricultura, estos pueden ser útiles para resolver problemas sobre aspectos tales como: riego, nutrición y fertilización, control de malezas, de insectos y de enfermedades.

En el campo de la entomología, el sistema experto es relevante en la solución de problemas de diagnóstico. Tiene potencial para integrar diversos tipos de conocimiento dentro de un programa fácil de usar en la toma de decisiones, convirtiendo al sistema experto en una herramienta poderosa en la investigación y extensión entomológica (2, 4, 12).

El presente es el primer esfuerzo en América Central para desarrollar un sistema experto en el diagnóstico de plagas insectiles de maíz. Además, se ha trabajado en la estructuración y registro sistemático de datos para ser utilizados como un instrumento de referencia entomológico (10, 11).

En la parte entomológica se han desarrollado algunas aplicaciones de sistemas expertos como el SYSTEX, para la identificación del insecto del género *Signiphora*, otro caso es el sistema integrado llamado FLEX para la producción de algodón en Texas (8, 12).

El objetivo de este estudio fue el desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles de maíz en América Central. Se realizó también una prueba de la variable facilidad de su uso, así como una comparación de la capacidad de diagnóstico, entre este sistema experto y una guía de plagas insectiles frecuentemente usada para tal propósito en América Central (5).

#### MATERIALES Y METODOS

La elaboración del presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

**Diseño del modelo conceptual y operativo.** Se diseñó el modelo conceptual o Shell y el modelo operativo del sistema experto, así como la codificación de éste en lenguaje del sistema experto VP-EXPERT. Se elaboraron bases de datos con el manejador de bases de datos DBASE IV y la base de textos con MICRO-SOFT WORD versión 5 (Se considera como Shell al cascarón o concha formada por la estructura de razonamiento que puede ser utilizado con diferentes conocimientos en campos específicos).

**Adquisición del conocimiento.** El conocimiento utilizado se obtuvo de la revisión de literatura, pero principalmente de entrevistas personales con tres especialistas en entomología. El material recabado incluye: la fenología de la planta cuando es atacada; el órgano o parte de la planta afectada; descripción del daño general y del daño específico; la forma general y la forma específica del insecto; el orden y la familia del insecto; un texto que describe al insecto en su distribución geográfica; su ciclo de vida; los huéspedes; el daño; la situación de la plaga; y el tipo de control.

**Verificación y evaluación del sistema.** El sistema experto fue verificado por el principal especialista que dio el conocimiento. Ésto se realizó permitiendo que el experto revisara las respuestas previstas en el sistema y se corrigieran las que se consideraron inadecuadas. La evaluación consistió en que otros especialistas revisaban el sistema, señalando posibles errores o desacuerdos, los que se presentaban de nuevo al especialista principal para lograr un consenso, y en caso de no ser así, se le agregaba la observación como conocimiento adicional.

**Validación del sistema.** Se llevó a cabo mediante una prueba de facilidad de uso y una comparación entre dos procedimientos de diagnóstico, uno automatizado y uno manual.

— **Estudio de la facilidad de uso del sistema.** Se evaluó la facilidad de uso del sistema experto, en donde se comparó el tiempo, los aciertos y la opinión de facilidad de los participantes. Para hacer la evaluación, se utilizó un diseño completamente al azar, en donde hubo cinco repeticiones y siete tratamientos. Estos consistieron en la participación de 35 personas con diferentes grados académicos: secretarías, auxiliares de laboratorio, extensionistas, técnico medio (Ingeniero o Licenciado), técnico medio que conoce de plagas (Ingeniero o Licenciado), master (M Sc), doctor (Ph D)

La información de las variables se obtuvo al pasar a cada persona una guía de seguimiento, luego tomar el tiempo empleado y los aciertos alcanzados; por último, se registró su opinión acerca de la facilidad que había experimentado

— **Comparación de dos métodos de diagnóstico.** Se realizó una comparación del uso del sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles de maíz en América Central y el empleo del libro guía, "Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central" (5)

En los dos sistemas de diagnóstico se comparó el número de aciertos logrados al realizar 12 diagnósticos con el libro guía y con el sistema experto, también se tomó como dato el tiempo empleado en la realización de los diagnósticos. Cada diagnóstico se llevó a cabo con material traído del campo, el cual se

entregó a los expertos, quienes seleccionaron aquel que era característico del daño, del insecto o de ambos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos y 18 repeticiones realizadas por estudiantes de maestría en el área de manejo integrado de plagas, pero que no eran especialistas en entomología.

En cada repetición se hicieron en total 24 diagnósticos, 12 con el libro guía y 12 con el sistema experto, éstos fueron intercambiados en cada repetición

## RESULTADOS

**Estructura del sistema.** La estructura del modelo conceptual del sistema experto (Fig 1) muestra la manera lógica de identificar un insecto plaga de maíz según el razonamiento del especialista. Esta estructura es el resultado de la sistematización del diagnóstico cuando se combina la información observada en el campo, la cual permite flexibilidad en la entrada de información.

**Base de conocimiento.** El sistema experto tiene la capacidad de diagnosticar 53 insectos plaga del maíz (Cuadro 1). El conocimiento necesario para efectuar este proceso de diagnóstico se detalla más adelante.

Los estados fenológicos que se usaron en maíz fueron: GERMINANDO, PLANTULA, PLANTA GRANDE

Los órganos o partes de la planta afectadas por los insectos plaga, que fueron considerados por los especialistas fueron: RAIZ, TALLO, HOJAS, COGOLLO y MAZORCA

Los órdenes de insectos y ácaros plagas encontrados en maíz y usados en el sistema fueron: ACARINA, HOMOTERA, COLEOPTERA, HIMENOPTERA, DIPTERA, LEPIDOPTERA, HEMIPTERA, ORTHOPTERA, THYSANOPTERA

Las familias de insectos y ácaros plagas encontrados en maíz y usados en el sistema fueron: ACRIDIDAE, GRYLLOTALPIDAE, ANTHOMYIIDAE, LIGAEIDAE, ANTHRIBIDAE, MIRIDAE, APHIDIDAE, NITIDULIDAE, CHRYSOMELIDAE, NOCTUIDAE, CICADELLIDAE, OTITIDAE, COSMOTERIGIDAE, PYRALIDAE, CURCULIONIDAE, ROMELAIIDAE, CIDNIDAE, SCARABAEIDAE, DELPHACIDAE, SILVANIDAE, ELATERIDAE, TETRACHINYDAE, FORMICIDAE, TETTIGONIDAE, GRILLIDAE, THRIPIIDAE.

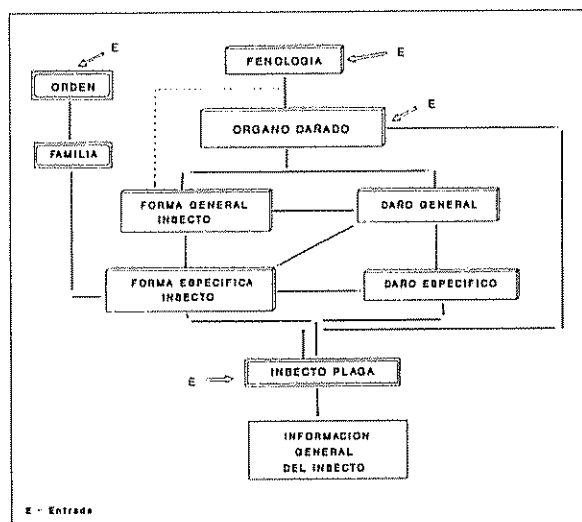


Fig 1. Modelo conceptual del Sistema Experto para el diagnóstico de plagas insectiles de maíz

Cuadro 1. Principales plagas insectiles de maiz de América Central.

<b>ACRIDIDAE</b>	<i>Acheta</i> sp	<i>Acromyrmex</i> sp
<i>Agrotis ipsilon</i>	<i>Anomala</i> sp	<i>Araecerus</i> sp
<i>Atta</i> sp	<i>Blissus</i> sp	<i>Cathartus</i> sp
<i>Chaetocnema</i> sp	<i>Chaetopsis</i> sp	<i>Collaria</i> sp
<i>Colopterus</i> sp	<i>Conotelus stenoides</i>	<i>Crambus</i> sp
<i>Cyrtomenus bergi</i>	<i>Dalbulus maidis</i>	<i>Diabrotica balteata</i>
<i>Diabrotica porracea</i>	<i>Diabrotica</i> sp	<i>Diabrotica viridula</i>
<i>Diatraea</i> spp	<b>ELATERIDAE</b>	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>
<i>Euethola</i> sp	<i>Eumecosomyia</i> sp	<i>Euxesta</i> sp
<i>Feltia subterranea</i>	<i>Frankliniella</i> sp	<i>Geraeus</i> sp
<i>Helicoverpa zea</i>	<i>Hylemya</i> sp	<i>Ligyryus</i> sp
<i>Listronotus dietrichi</i>	<i>Metachroma</i> sp	<i>Metamasius</i> sp
<i>Mocis latipes</i>	<i>Mythimna</i> sp	<i>Neocurtilla hexadactyla</i>
<i>Oligonychus</i> sp	<i>Peregrinus maidis</i>	<i>Phyllophaga</i> spp
<i>Pococera</i> sp	<b>ROMELAEIDAE</b>	<i>Rhopalosiphum maidis</i>
<i>Sathrobrotia</i> sp	<i>Sitophilus zeamais</i>	<i>Solenopsis invicta</i>
<i>Spodoptera frugiperda</i>	<b>IETTIGONIDAE</b>	<i>Tomionotus</i> sp
<i>Typophorus</i> sp	<i>Conoderus</i> sp	

Las formas generales encontradas en los insectos plaga de maiz y usados en el sistema fueron: ACARO, GRILLO, AFIDO, HORMIGA, CHAPULIN, LARVA, CHINCHE, PICUDO, ESCARABAJO, SALTAHOJA, GORGOJO, TRIPS, ZOMPOPO

Las diferentes formas específicas encontradas y utilizadas por el sistema fueron 48, además de 19 daños generales y 30 daños específicos.

**Validación del sistema.** La opinión del usuario sobre la facilidad de uso del sistema fue el único criterio de evaluación en donde se mostró significancia estadística entre los grupos de usuarios de diferentes niveles académicos (Cuadro 2)

La prueba de Tukey muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre las opiniones del técnico medio y las secretarias, extensionistas y los técnicos medios que conocen de plagas. Para los Master, Doctores y auxiliares de laboratorio no se encontró diferencia significativa. Sin embargo las medias de este criterio quedaron entre fácil y muy fácil.

En el análisis de variancia de la comparación del sistema experto y el libro guía, los factores en estudio mostraron que hubo diferencias significativas en las variables: porcentaje de aciertos, tiempo en minutos y la relación aciertos/tiempo (Cuadro 3).

La prueba de medias muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre el sistema experto y el libro guía (Cuadro 4). El sistema experto tiene mayor porcentaje de aciertos y relación aciertos/tiem-

po que el libro guía. El tiempo utilizado en el proceso de diagnóstico mediante el sistema experto es menor que el tiempo utilizado a través del libro guía. Además, el coeficiente de variación del sistema experto fue 6.09 y el del libro guía fue 24.65.

## DISCUSION

El presente sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles en maiz, fue realizado como un instrumento de sistematización del conocimiento de las plagas insectiles más comunes de América Central, con el objeto de ponerlo a disposición de otros usuarios.

El mayor trabajo se concentró en la adquisición del conocimiento, especialmente sobre la descripción de las características del daño y de la forma del insecto.

Cuadro 2. Probabilidades y significancias estadísticas de las variables evaluadas como resultado del análisis de variancia, en el estudio de facilidad de uso.

Variables	F calculada	Pr>F	Signif.
Número de aciertos	0.90	0.5137	NS
Porcentaje de aciertos	0.90	0.5137	NS
Tiempo de respuesta	0.45	0.8343	NS
Facilidad	5.39	0.0012	**
No aciertos/Tipo resp.	0.29	0.8790	NS

NS = No significativo

\*\* = Altamente significativa

to plaga, para evitar interpretaciones equivocadas en cada descripción, por lo cual hubo necesidad de ser lo más claro y universal posible

También la metodología de adquisición de la información tuvo que ser modificada constantemente, tratando de sacar la mayor cantidad de información del experto en corto tiempo, ya que los especialistas son personas muy ocupadas, y se trató de quitarles el menor tiempo posible durante las frecuentes consultas.

La representación del conocimiento se limitó a construir las bases de hechos y códigos con el administrador de bases de datos DBASE IV, y hacer los archivos ASCII con el procesador de palabras WORD. El uso del Shell simplificó este paso (9)

La verificación y la validación fueron importantes para lograr la calidad y la precisión de la información, ya que la observación del comportamiento del sistema, por parte de los expertos, condujo a eliminar errores del sistema

El uso del modelo conceptual y del Shell, así como la correcta selección de los especialistas y de la metodología, facilitan la construcción e implantación de los sistemas expertos para la identificación de plagas insectiles

Para la prueba de facilidad de uso, los análisis de todas las variables con excepción de la variable Facilidad, no mostraron diferencias significativas. Esto se debe a que la estructura del Shell ayuda a que el usuario, independientemente de su nivel educacional, sea capaz de mantener una secuencia de preguntas y respuestas planteadas por el programa. Es difícil cometer un error por la interacción que tiene el Shell con el usuario a través de la utilización de varios menús. Ante una pregunta planteada, éstos le permiten obtener las respuestas posibles que el sistema experto es capaz de responder. En consecuencia, los aciertos y el tiempo son similares para los diferentes niveles académicos.

Cuadro 3. Probabilidades y significancia estadística de las variables analizadas en la comparación de los dos métodos de diagnóstico.

VARIABLES	F calculada	Pr>F	Signif.
Porcentaje de aciertos	12.75	0.0024	**
Tiempo de respuesta	41.61	0.0001	**
No aciertos/Tipo resp.	55.39	0.0001	**

\*\* = Altamente significativa según el ANDEVA.

La definición de la variable Facilidad es de carácter subjetivo y dependió del criterio de cada una de las personas que participó en el experimento. Por eso es razonable pensar que las diferencias significativas que hubo en el nivel académico, se deben a las diferencias de opinión de cada participante. Sin embargo, la diferencia se encontró entre la respuesta fácil (calificación 2.0) y muy fácil (calificación 1.0) y solamente los técnicos medios (Ingeniero o Licenciado) encontraron que era fácil el uso del Shell, los demás niveles académicos lo catalogaron como muy fácil o se mostraron indecisos entre fácil y muy fácil. En general, se puede concluir que el uso del Shell es fácil y con un poco de práctica llegaría a ser muy fácil para todos los niveles académicos, ya que no hubo opiniones en contra del uso del sistema experto.

Cuadro 4. Comparación de medias del sistema experto y libro guía con la prueba de Tukey al 5%, para diferentes variables.

VARIABLES	Libro guía	Sistema experto
Porcentaje de aciertos	75.93 B	92.59 A
Tiempo en minutos	38.76 A	19.43 B
Aciertos/tiempo	0.26 B	0.60 A

Letras iguales no son significativamente diferentes

Se evidenció ventaja del uso del sistema experto sobre el uso del libro guía (Cuadro 4), donde el sistema experto tiene un 92.59% de aciertos contra el libro guía con un 75.93%. Esto es particularmente interesante debido a que uno de los participantes en la creación del libro guía también proporcionó su conocimiento al sistema experto. Esto hace pensar que no debería haber diferencia entre los dos métodos ya que el conocimiento es similar y si agregamos que el sistema experto tuvo como base el libro guía, este hecho lo comprobaría. Sin embargo, el libro guía fue publicado cinco años antes de que se desarrollara el sistema experto. Esto señala una acumulación de más experiencia por parte del especialista, así como la asimilación y comprensión de las dificultades que el libro guía presenta y que no afectaron al sistema experto. Por otro lado, además del conocimiento del experto principal se agregó el conocimiento de otros dos especialistas, que también verificaron el conocimiento del experto principal. Por lo tanto, el conocimiento que posee el sistema experto se presenta en forma más clara y fácil de entender que el del libro guía. Lo cual se evidencia con los resultados obtenidos.

El tiempo que se tomó con el sistema experto en hacer los diagnósticos fue de 19.43 minutos, significativamente menor que el tiempo utilizado a través del

libro guía. 38 76 minutos. La relación de tiempo entre el sistema experto y el libro guía tiene sentido si se piensa como una comparación mecánica de búsqueda de la información en donde la computadora y el sistema experto encuentran las respuestas más rápidamente que si se hace manualmente en el libro guía. Esto ha sido probado ya en las bases de datos que han mostrado sus bondades al facilitar la búsqueda de información en forma muy rápida

La relación entre el número de aciertos y el tiempo muestra la ventaja del sistema experto con una media de 0 60 contra 0 26 aciertos/minuto del libro guía que representa una eficiencia de 230.77% del sistema experto. Otra observación importante es el coeficiente de variación de los aciertos en donde el sistema experto tiene un valor de 6 1% y el libro guía 24 7%, evidenciando una tendencia a las respuestas

más lejanas de la media, en el caso del libro guía y, mucho más cercanas de la media, en el caso del sistema experto. La especificidad del sistema experto puede ser una explicación a este fenómeno, ya que solo incluye conocimiento de plagas insectiles de maíz, y el libro guía cubre conocimiento de plagas insectiles sobre una amplia variedad de cultivos. Esto permite al usuario tener más posibilidades de distracción y un proceso más complicado de selección al hacer la búsqueda. Esto no sucede con el sistema experto el cual da mayores posibilidades de acierto, a la vez que baja el coeficiente de variación.

Con la observación de los resultados anteriores se confirma que con el uso del sistema experto se es más eficiente que con el libro guía en la identificación de las plagas insectiles de maíz

#### LITERATURA CITADA

1. ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. 623 p.
2. CROFT, B.A. 1985. Integrated pest management: The agricultural-environmental rationale. In Integrated Pest Management on Major Agricultural Systems. Ed. by R.C. Frisbie, P.L. Adkinsson, USA, Texas A and M University p. 712-728.
3. HARMON, P.; KING, D. 1985. Expert Systems: Artificial Intelligence in Business. New York, Wiley. 283 p.
4. HORN, D.J. 1988. Ecological Approach to Pest Management. New York, Guilford. 285 p.
5. KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las Plagas Invertebradas de los Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Londres, ODA. 182 p.
6. McKINION, J.M.; LEMMON, H.E. 1985. Expert system for agriculture. Computers and Electronics in Agriculture 1(1):31-40.
7. MERINO-CISNEROS, F.L. 1990. Desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de plagas insectiles: Una aplicación a maíz (*Zea mays*) en Centro América. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 140 p.
8. NAEGELE, J.A.; COULSON, R.N.; STONE, N.D.; FRISBIE, R.E. 1985. The use of expert systems to integrate and deliver IPM technology. In Integrated Pest Management on Major Agricultural Systems. Ed. by R.C. Frisbie, P.L. Adkinsson. USA, Texas A and M University p. 692-711.
9. PARSAYE, K.; CHIGNELL, M. 1988. Expert System for Experts. New York, Wiley. 461 p.
10. REYES, C.L.; HERNANDEZ, D.A. 1987. Sistema de referencia entomológico computarizado. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (4, 1987, Guatemala). Memorias Guatemala. p. 441-447.
11. SAUNDERS, J.L.; KING, A.B.S.; VARGAS, S.C.L. 1983. Plagas de los cultivos en América Central: Una lista de referencia. Turrialba, C.R., CATIE. (Serie Técnica Boletín Técnico/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza no. 9) 92 p.
12. STONE, N.D.; COULSON, R.N.; FRISBIE, R.E.; LOH, D.L. 1986. Expert system in entomology: Three approaches to problem solving. Bulletin of the ESA. p. 161-166.
13. WISIOL, K.I.H.; HESKETH, J.D. 1987. Plant Growth Modeling for Resource Management. Florida, CRC v. 2, 170 p.

# Resistencia de *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae) a Tres Piretroides Sintéticos en Costa Rica<sup>1</sup>

H. Blanco\*, P.J. Shannon\*, J.L. Saunders\*

## ABSTRACT

A study was made of the difference in susceptibility of *P. xylostella* to two frequently used pyrethroids (permethrin and deltamethrin) and one that has not yet been introduced (lambda-cyhalothrin). The study was carried out on larvae collected on cabbage in three zones in Costa Rica: Pacayas and Zarcero (cabbage-growing areas) and Santa Cruz de Turrialba (where cabbage is rarely grown). Contrary to expectations, for all three insecticides under study, the Zarcero, rather than the Santa Cruz population, was the most susceptible. The possibility that resistance exists in all three zones is not ruled out since all populations showed a ratio of permethrin to deltamethrin toxicity which compares with that found in other countries in resistant populations of *Plutella*. In populations from all the zones, deltamethrin had the highest  $LC_{50}$  (least toxicity) although significant differences were only found in the Pacayas population. In this case, deltamethrin had a significantly higher  $LC_{50}$  than permethrin, but it was not significantly higher than that of lambda-cyhalothrin. Analysis of the  $LC_{50}$  values, the slopes of the probit line and percent survival of a discriminatory concentration (the  $LC_{99}$  of the Zarcero population) all demonstrated that the Pacayas population was least susceptible to deltamethrin, and it was concluded that *Plutella* from this zone have developed resistance to this insecticide. The homogeneity of response to the insecticides was similar in most cases. The only significant difference detected was between the slopes of the probit lines for lambda-cyhalothrin in the Santa Cruz (more heterogeneous) and the Zarcero populations.

## INTRODUCCION

**P***lutella xylostella* L. (Lep: Plutellidae) es una plaga cosmopolita de las crucíferas, la cual se constituye en un factor limitante para la producción y el mercadeo de repollo en Costa Rica. Bajo condiciones tropicales, donde el cultivo del repollo es continuo durante el año, *P. xylostella* tiene la capaci-

## COMPENDIO

Se estudió la diferencia de susceptibilidad de *P. xylostella* a dos piretroides de uso frecuente (permetrina y deltametrina) y uno que no ha sido introducido al mercado (lambdacialatrina) en tres zonas de Costa Rica, Pacayas y Zarcero (zonas repolleras) y Santa Cruz de Turrialba (zona no repollera). Los resultados confirmaron que para los tres insecticidas en estudio, la población de Zarcero se comportó como la más susceptible y no la población de Santa Cruz. No se descarta la posibilidad de que exista resistencia a los piretroides sintéticos en las tres zonas estudiadas debido a que para todas las zonas se mantiene la relación permetrina-deltametrina informada donde *Plutella* ha desarrollado resistencia a los insecticidas. La deltametrina tuvo la  $CL_{50}$  más alta (menor toxicidad) en todas las zonas, y solamente para Pacayas se encontraron diferencias significativas. En esta zona la deltametrina tuvo la  $CL_{50}$  significativamente más alta que la permetrina pero no significativamente diferente de la lambdacialatrina. El análisis de la  $CL_{50}$ , la pendiente de la línea de regresión y la concentración discriminadora ( $CL_{99}$  de la población de Zarcero) concordaron en que el insecticida deltametrina en la población de Pacayas reflejó la menor susceptibilidad de *Plutella* por lo cual se verificó la resistencia a este insecticida en esta zona. La homogeneidad de respuesta a los insecticidas fue similar para todas las zonas, y se encontraron diferencias significativas únicamente entre las pendientes de la población de Santa Cruz (más heterogénea) y la población de Zarcero al emplear el insecticida lambdacialatrina.

dad de completar 12 o más generaciones, esto facilita el desarrollo de resistencia a los plaguicidas empleados en su combate. Investigaciones realizadas en otros países, indican que este insecto desarrolla en forma constante niveles altos de resistencia a insecticidas (3)

Los productores de repollo en la localidad de Zarcero, Costa Rica, han reconocido la falta de efectividad de los plaguicidas en el control de *Plutella*. La presente investigación tiene el fin de verificar si la falta de efectividad de tres insecticidas piretroides sintéticos se debe a que este insecto ha desarrollado resistencia. Se evaluó la lambdacialatrina (Karate) que aún no está en el mercado costarricense, la permetrina (Ambush) y la deltametrina (Decis), frecuentemente empleados en las principales zonas de producción de hortalizas de Costa Rica.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 27 de enero 1990.

La autora agradece a AID-ROCAP por la financiación de los estudios; a la Imperial Chemical Industries (ICI) y a La Casa del Agricultor (Cartago) por la donación de los insecticidas

\* Trabajo realizado por el primer autor como requisito parcial para optar al grado de M.Sc. en el CATIE.

\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.



## MATERIALES Y METODOS

Se realizaron los bioensayos entre mayo y octubre de 1988, en el Cuarto de Cría de Insectos del CATIE, Turrialba, Costa Rica, ( $19 \pm 2^\circ\text{C}$ , 70-85%HR).

Las poblaciones de insectos empleadas en el estudio, se recolectaron en las zonas productoras de hortalizas del país, Zarcerro y Pacayas, y la zona no repollera, Santa Cruz de Turrialba.

Zarcerro está ubicada a  $10^\circ 11'$  de latitud norte,  $84^\circ 24'$  de longitud oeste y a una elevación de 1 736 msnm. La precipitación media anual es de 1 907,2 mm (promedio de 37 años, 1949-1986) con una temperatura promedio cercana a los  $16^\circ\text{C}$ .

Pacayas está ubicada a  $9^\circ 55'$  de latitud norte,  $83^\circ 49'$  de longitud oeste y a una elevación de 1 735 msnm. La precipitación media anual es de 2 309 mm (promedio de 33 años, 1952-1985) con una temperatura promedio de  $16,9^\circ\text{C}$ .

Santa Cruz está ubicada a  $9^\circ 58'$  de latitud norte,  $83^\circ 43'$  de longitud oeste y a una elevación de 1 600 msnm. La precipitación anual es de 3 510 mm (promedio de 16 años, 1966-1982) con una temperatura promedio de  $17^\circ\text{C}$ .

Los insecticidas utilizados fueron permetrina (Ambush 50% CE; ICI, número de lote 0455), deltametrina (Decis 2.5% CE; Roussel Uclaf, número de lote 007801) y lambdacialtrina (Karate 8.33% CE; ICI, número de lote D 3528/26/2).

Para cada población de *Plutella*, se recolectaron adultos, pupas y larvas del campo. Cada población de adultos se confinó en jaulas de madera con cedazo (30 cm de ancho x 50 cm de largo x 90 cm de altura). Los adultos se alimentaron con agua + miel. Diariamente se colocó una planta de repollo (variedad Golden Acre) para oviposición en cada jaula. Estas plantas se transfirieron a jaulas similares a las anteriores (jaulas de desarrollo de larvas). Se agregaron más plantas de repollo conforme las mismas estaban comidas.

Los bioensayos se realizaron siguiendo el método de Tabashnik y Cushing (1987). Los discos de repollo tratados con insecticida se colgaron (para secarlos) en forma vertical durante 30 minutos a  $19^\circ\text{C}$ . Estos se transfirieron a vasos plásticos de 8.5 cm de diámetro en la base por 5 cm en la tapa por 5 cm de altura. Se transfirieron 12 larvas a cada disco con un pincel fino. Se evaluó la mortalidad a las 48 horas de expuesto el insecticida. Se consideró una larva muerta aquella

que no reaccionó cuando se tocó con una aguja. Se corrigió la mortalidad por medio de la fórmula de Abbott (2).

Para cada población de larvas (24 en el testigo y 12 en las pruebas) se evaluó una serie de seis concentraciones de producto comercial diluido en agua destilada (permetrina 0.11-11 mg/ml; deltametrina 0.03-7.5 mg/ml; lambdacialtrina 0.03-7.5 mg/ml) más el testigo (agua), tomando como base una determinación de la respuesta de mortalidad en la población de Santa Cruz.

La información se procesó mediante la opción C del programa PROC PROBIT (14). Los resultados se alteraron en forma mínima (al cuarto decimal), con el fin de forzar a que el procedimiento de los próbitos analizara por separado cada repetición y proporcionara límites de confianza más estrechos. Además de la comparación usual de los valores de las  $CL_{50}$  y las pendientes de las líneas de próbitos, se analizaron los resultados en forma conjunta por medio de una comparación de las poblaciones con base en el porcentaje de larvas que sobrevivirían a una concentración discriminatoria equivalente a la  $CL_{99}$  de la población más susceptible.

Se considera que este análisis es superior a la simple comparación de las  $CL_{50}$  o las pendientes de las líneas de respuesta, ya que ofrece la posibilidad de estimar pequeños cambios del porcentaje de insectos resistentes en la población bajo estudio.

Cabe mencionar que cuando la curva de respuesta de los genotipos resistentes se traslapa con la de los genotipos susceptibles, este método subestima la frecuencia de los genotipos resistentes en la población (5). En el caso de *Plutella*, se desconoce si esta es la situación, pero tomando en cuenta los altos niveles de resistencia que se han informado en muchos otros trabajos, pareciera poco probable.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de la  $CL_{50}$  para los tres insecticidas en estudio fueron los más bajos en la población de Zarcerro, seguidos por los de Santa Cruz (con una  $CL_{50}$  ligeramente más alta) y Pacayas, la cual mostró ser la población con la menor susceptibilidad (Cuadro 1). Se detectó una diferencia significativa entre las  $CL_{50}$  de la deltametrina en las poblaciones de Pacayas y Zarcerro.

Para las tres zonas en estudio, la deltametrina fue menos tóxica con la  $CL_{50}$  más alta, pero solamente se detectó una diferencia significativa entre Pacayas y Zarcerro. Para la zona de Pacayas, la  $CL_{50}$  de la delta-

Cuadro 1. Susceptibilidad de larvas de *P. xylostella* a la permetrina, deltametrina y lambdacialtrina en Santa Cruz, Pacayas y Zarcero, Costa Rica 1988.

Insecticida Zona <sup>1</sup>	CL <sub>50</sub> mg/ml + LC <sup>2</sup>	Pendiente + LC	% sobrevivientes
Permetrina SC	0.46(0.34–0.59)	1.98(1.51–2.45)	2
	0.53(0.33–0.81)	1.79(1.15–2.43)	6
	0.37(0.22–0.55)	1.90(1.75–3.19)	1 <sup>3</sup>
Deltametrina SC	0.69(0.41–1.23)	1.54(0.99–2.09)	4
	1.50(0.89–2.69)	1.27(0.81–1.72)	17
	0.52(0.40–0.69)	1.78(1.44–2.11)	1
λ Cialtrina SC	0.43(0.30–0.63)	1.05(1.02–1.07)	14
	0.71(0.56–0.91)	1.69(1.37–2.01)	6.5
	0.42(0.24–0.76)	1.91(1.10–2.71)	1

1 SC = Santa Cruz P = Pacayas Z = Zarcero.

2 Límites confianza al 95% (límites fiduciales que no se traslapan presentan diferencias significativas al 90%).

3 Permetrina 4.2 mg/ml, deltametrina 9.6 mg/ml lambdacialtrina 6.3 mg/ml.

metrina fue significativamente más alta que la permetrina pero no difirió significativamente de la lambdacialtrina (Cuadro 1). En las otras zonas no hubo diferencia significativa entre las CL<sub>50</sub> de los piretroides

En general, las pendientes de las líneas de próbitos mostraron una tendencia de ser menores en la población de Pacayas que en los otros lugares (Cuadro 1)

Esta es consistente con la observación que, en la población de Pacayas, todos los insecticidas tuvieron los valores de las CL<sub>50</sub> más altos y sugiere una mayor resistencia a los tres insecticidas en esta población, que en las otras poblaciones

La excepción a esta tendencia fue el caso de lambdacialtrina en la población de Santa Cruz, donde la pendiente de la línea de próbitos fue significativamente menor que aquellas en las otras poblaciones. Este resultado indica una mayor heterogeneidad de respuesta a un insecticida que no ha sido introducido al país en una población que no ha sido expuesta directamente a los piretroides sintéticos. Es notorio que no existió un aumento correspondiente del valor de la CL<sub>50</sub> y las causas de este resultado anómalo todavía no se conocen.

La pendiente de Pacayas para la deltametrina es la más baja condición de heterogeneidad de respuesta que se esperaría cuando hay resistencia en una población.

Antes de iniciar la investigación se estimó que la población de Santa Cruz era la más susceptible, considerando que esta es una zona no hortícola, y por

ende, sin presión de selección de insecticidas. Sin embargo, los resultados muestran que para los tres insecticidas, la población de Zarcero se comportó como la más susceptible, a pesar de ser una zona repollera y de que eran los agricultores de esta zona quienes se quejaban de la falta de efectividad de los insecticidas.

Debido a que la población de Zarcero presentó la mayor homogeneidad de respuesta, se seleccionó como la población de referencia para las comparaciones de la concentración discriminatoria. La tendencia general es un aumento del porcentaje de resistencia en la población de Pacayas, y menores aumentos en la población de Santa Cruz. El aumento del porcentaje de resistencia es consistentemente mayor para la deltametrina que para la permetrina (Cuadro 1)

Los aumentos del porcentaje de resistencia son numéricamente pequeños en todos los casos, con las excepciones del 17% registrado en la población de Pacayas para la deltametrina y del 14% en Santa Cruz para la lambdacialtrina. Debido a que estas cifras representan los porcentajes mínimos de genotipos resistentes en estas poblaciones, aún estos pequeños aumentos podrían tener implicaciones prácticas importantes. Sin embargo, en estos casos, los mayores aumentos sugieren que el desarrollo de la resistencia es bastante más avanzado y que existe un mayor potencial para el rápido deterioro de la susceptibilidad, si se mantiene la presión de selección. En el caso de la lambdacialtrina para la población de Santa Cruz, se debe tomar en cuenta, que el incremento del porcentaje de resistencia puede deberse casi por completo al cambio de la pendiente de la línea de próbitos, y por lo tanto, este resultado está sujeto a las mismas dudas que las manifestadas anteriormente

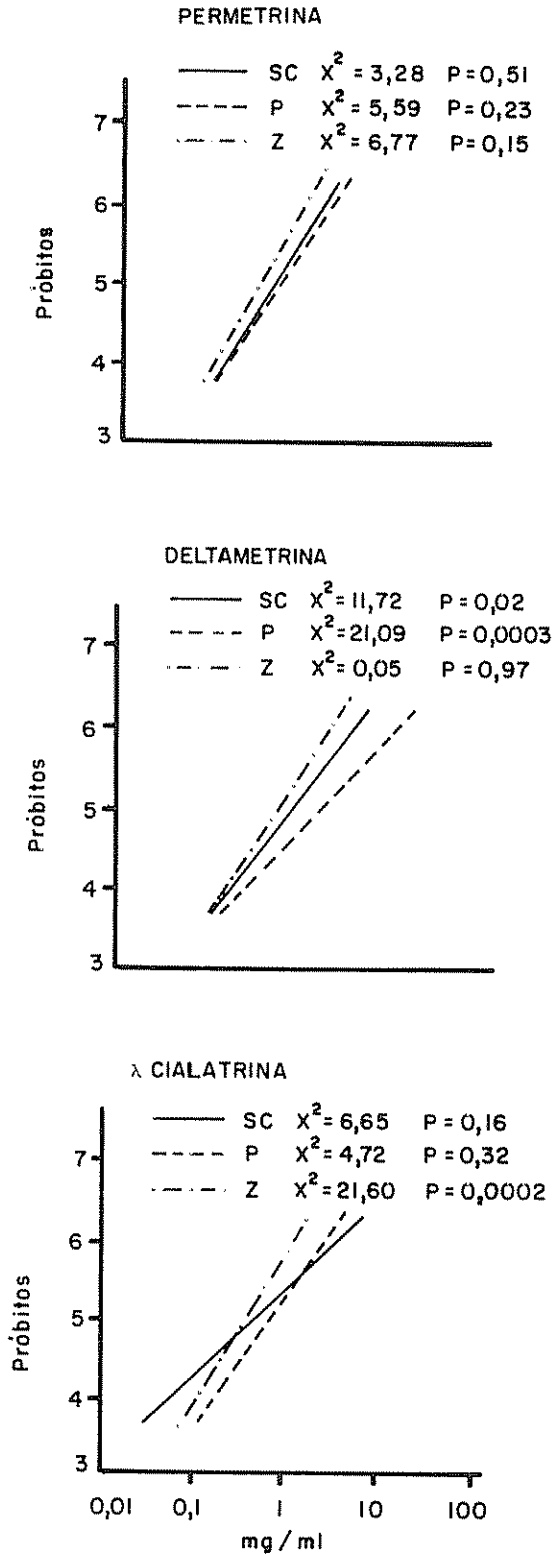


Fig 1 Líneas de respuesta log concentración-mortalidad de larvas de *P. xylostella* de Santa Cruz, Pacayas y Zarcero a tres piretroides sintéticos

En las Figs 1 y 2 se encuentra evidencia adicional para la probable presencia de algunos insectos resistentes a la deltametrina en la población de Pacayas. Cabe destacar que los promedios de mortalidad observados se desvían de una relación lineal, de tal forma, que podrían sugerir la segregación de la población en dos subpoblaciones: una con la respuesta de susceptibilidad (la parte de la población que respondió a las concentraciones bajas de insecticida) y la otra con la respuesta de resistencia (la parte que respondió a las dos concentraciones mayores). En el rango de las concentraciones intermedias, puede observarse que hubo poco incremento de la mortalidad a medida que se aumentó la concentración. La desviación se refleja en el valor altamente significativo de  $\chi^2$  ( $p = 0.0003$ ) de la línea de próbitos

También se obtuvieron valores significativos de  $\chi^2$  para la lambdacialatrina en la población de Zarcero ( $p = 0.0002$ ) y para la deltametrina en la población de Santa Cruz ( $p = 0.02$ ). Sin embargo, en estos casos las desviaciones no son consistentes con la hipótesis de segregación de una población.

Las respuestas a la permetrina y a la lambdacialatrina en la población de Santa Cruz, a pesar de no mostrar valores de  $\chi^2$  significativos para las líneas de próbitos, también muestran una desviación de la relación lineal del tipo descrito anteriormente para la deltametrina en la población de Pacayas. En el caso de la permetrina, la desviación es consistente con la presencia de solamente una proporción pequeña de insectos resistentes en la población. Sin embargo, para la lambdacialatrina sugiere una proporción mayor, la cual apoyaría el resultado encontrado a través del uso de la concentración discriminatória

La detección de resistencia de *Plutella* a los insecticidas piretroides en las tres zonas en estudio es clara solamente para la población de Pacayas, donde todos los análisis sugieren que esta población ha desarrollado por lo menos resistencia parcial a la deltametrina. Lo que no es claro es la magnitud de esta resistencia ya que no se comparó con una población de conocida susceptibilidad.

Existen indicaciones sobre la posible resistencia de *Plutella* a la permetrina y a la deltametrina en todas las poblaciones. Esto sería lo esperado en zonas como Zarcero y Pacayas donde se utilizan estos insecticidas durante todo el año, con aplicaciones hasta de dos veces por semana. De ser este el caso, significaría que se detectó solamente un nivel mayor de resistencia a la deltametrina en la población de Pacayas. Además, se infiere la existencia de niveles no precisados de resistencia en la población de Zarcero y, en las pobla-

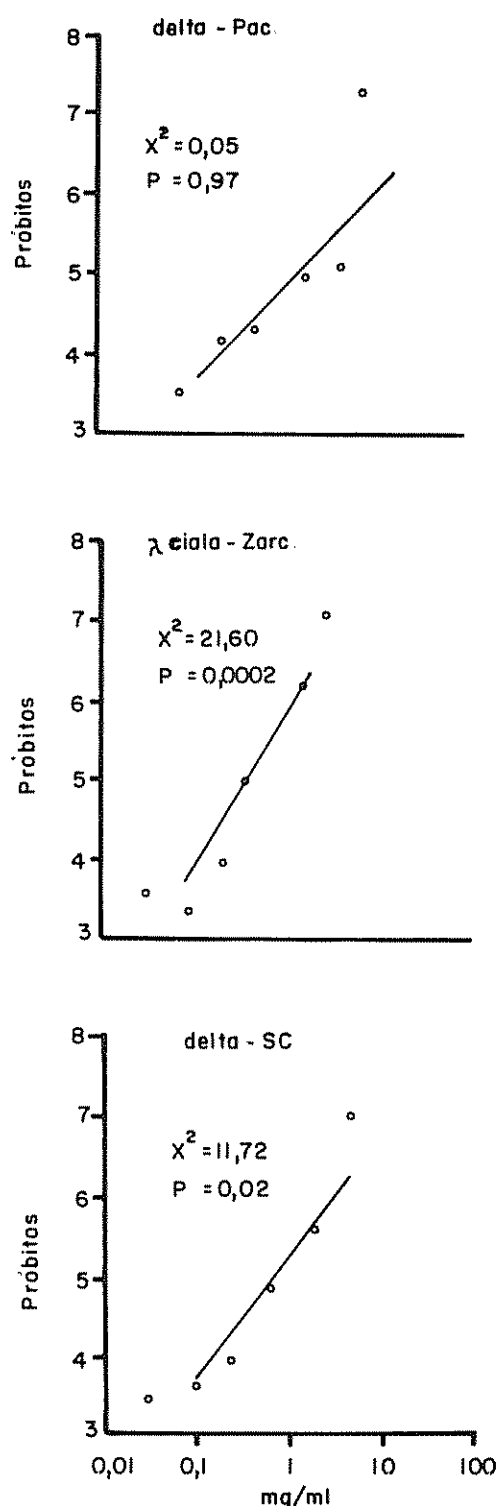


Fig 2. Dispersión de los promedios de las respuestas observadas versus recta de próbitos para los piretroides sintéticos en Santa Cruz, Pacayas y Zarcero, Costa Rica 1988.

ciones de Pacayas y Santa Cruz a la permetrina. En la población de Santa Cruz, se detectaron menores aumentos en los niveles de resistencia a la deltametrina.

La relación encontrada en este estudio entre las  $CL_{50}$  de la permetrina y la deltametrina, sugiere que se está ante la presencia de una población resistente. En la mayoría de los estudios donde se ha comparado la resistencia en poblaciones de campo de *Plutella* a los piretroides, la resistencia a la deltametrina alcanza niveles más altos que los de la permetrina (4, 12, 13). Esta característica resulta en la mayor toxicidad de la permetrina comparado con la deltametrina en poblaciones resistentes, mientras en poblaciones susceptibles sucede lo contrario. La  $CL_{50}$  de la permetrina fue mayor en las tres poblaciones, que la de la deltametrina, por lo cual esta relación de toxicidad se aproxima más a la registrada para poblaciones resistentes a estos insecticidas. Sin embargo, debe notarse que no hay ninguna indicación de segregación de una subpoblación resistente en Zarcero, y por lo tanto una conclusión sobre el estado de la resistencia de la población de Zarcero, ya que requiere la comparación de ésta con la de una población susceptible.

Otra posible influencia que produce la menor susceptibilidad encontrada en la población de Pacayas a la deltametrina es que este insecticida se distribuye ampliamente en la zona, debido a que la casa distribuidora (La Casa del Agricultor) está localizada en Cartago, ciudad cercana a Pacayas y donde también se comercializa gran parte de la producción de repollo de Pacayas. Este producto tiene además un menor precio que la permetrina, por lo cual el volumen de venta es mayor (Monge, L.A. 1988 Comunicación personal San José, Costa Rica, Consejo Nacional de la Producción, CNP).

El fracaso de una aplicación de insecticida no siempre se debe explícitamente al desarrollo de resistencia. Se deben considerar aspectos tales como el método de aplicación, las condiciones meteorológicas, la etapa fenológica del cultivo, el estadio de larvas a la que se aplica, y la densidad de la infestación (5).

#### CONCLUSIONES

*P. xylostella* presenta diferencias de susceptibilidad a la permetrina, deltametrina y lambda-cialatrina en las zonas en estudio.

— El análisis de  $CL_{50}$ , la pendiente de la línea de regresión y la concentración discriminadora concuerdan en que con el insecticida deltametrina en la po-

blación de Pacayas se obtiene la mayor susceptibilidad de *Plutella* por lo que se puede asegurar que existe resistencia a este insecticida en esta zona

— Para las zonas estudiadas la deltametrina resultó ser la de menor toxicidad.

— La población de *Plutella* de Pacayas demostró ser la de menor susceptibilidad a todos los insecticidas con base en la  $CL_{50}$

— La población de *Plutella* de Zarcero se destacó como la más susceptible, aunque no se descarta la posibilidad de que haya resistencia a los piretroides.

— El comportamiento de los piretroides en la población de Santa Cruz es confuso pero se mantiene la relación permetrina-deltametrina típica de una población resistente.

Existe la posibilidad de resistencia cruzada entre la deltametrina y la lambdacialatrina, pero se requiere de más estudios para su confirmación.

#### LITERATURA CONSULTADA

1. BLANCO, H. 1988. Susceptibilidad de *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae) a los pitetroides sintéticos en tres zonas de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 89 p.
2. BUSVINE, J.R. 1980. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. (FAO Plant Production and Protection Paper no. 21) FAO. 132 p.
3. CHENG, E.Y. 1981. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* L. I. Developing a sampling method for surveying. Journal of Agricultural Research of China 30(3):277-284.
4. CHOU, I.; CHENG, E.Y. 1983. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* L. III The insecticide susceptibilities and resistance response of a native susceptible strain. Journal of Agricultural Research of China 32(2):146-154.
5. DALY, J.C.; MURAY, D.A.H. 1988. Evolution of resistance to pyrethroids in *Heliothis armigera* (Hubner) (Lep: Noctuidae) in Australia. Journal of Economic Entomology 81(4):984-989.
6. DALY, J.C.; FISK, J.H.; FORRESTIER, N.W. 1988. Selective mortality in field trials between strains of *Heliothis armigera* (Lep: Noctuidae) resistant and susceptible to pyrethroids: Functional dominance of resistance and age class. Journal of Economic Entomology 81(4):1 000-1 008.
7. DALY, J.C. s f Insecticide resistance in *Heliothis armigera* in Australia. Pesticide Science. En prensa.
8. FINNEY, D.J. 1971. Probit Analysis. 3 ed. England, Cambridge University.
9. GEORGHIOU, G.P.; TAYLOR, C.E. 1977. Operational influences in the evolution of insecticide resistance. Journal of Economic Entomology 70(5):653-658.
10. GEORGHIOU, G.P. 1983. Management of resistance in arthropods. In Pest Resistance to Pesticides. Ed by G.P. Georghiou, T. Saito. New York, Plenum Publishing Corporation p. 769-791.
11. LAGUNLS-IEJEDA, A. 1985. Perspectivas de los insecticidas piretroides en México. Folia Entomológica Mexicana no. 63:83-101.
12. LIU, M.Y.; TZENG, Y.J.; SUN, C.N. 1982. Insecticide resistance in diamondback moth. Journal of Economic Entomology 75(1):153-155.
13. MIYATA, I.; SAITO, I.; NOPPUN, V. 1986. Studies on the mechanism of diamondback moth resistance to insecticides. In Diamondback Moth Management International Workshop (1985, Tainan, Taiwan). Proceedings. Shanhua, Taiwan, The Asian Vegetable Research and Development Center. p. 347-357.
14. SAS USER'S Guide: Statistics. 1985. 5 ed. North Carolina, USA Institute, Sas. p. 639-645.
15. TABASHNIK, B.E.; CROFT, B.A. 1982. Managing pesticide resistance in crop-arthropod complexes: interactions.

# Labranza del Suelo e Insecticidas: Efecto sobre la Incidencia de *Cyrtomenus bergi* Froeschner en Maíz<sup>1</sup>

M. Carballo V.\*, J. L. Saunders\*\*

## ABSTRACT

Soil preparation and insecticide effects on incidence of *Cyrtomenus bergi* Froeschner were studied during two maize crop seasons. Populations were greater with conventional plowing than with no-till preparation. There was a negative relation between soil resistance to penetration and *C. bergi* incidence. Insecticides applied to the soil effectively controlled the pest in plowed plots, but insecticides applied to foliage did not. Insecticide effect in no-till plots was insignificant due to the low population levels observed under no-till conditions.

## COMPENDIO

Se estudió el efecto de la preparación del suelo y de la aplicación de insecticidas sobre la incidencia de *Cyrtomenus bergi* Froeschner durante dos épocas de siembra de maíz. La incidencia del insecto fue mayor en el suelo preparado mecánicamente que en cero labranza. Hubo una relación negativa entre la resistencia del suelo a la penetración y la incidencia del insecto. La aplicación de insecticidas al suelo dio un control efectivo de la plaga en los tratamientos arados, en tanto que la aplicación al follaje no tuvo efecto. En la cero labranza no se presentaron diferencias por la aplicación de insecticidas debido a los bajos niveles de población observados en este tipo de labranza.

## INTRODUCCION

**C** *yrto*menus *bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae) habita en el suelo. Los adultos son chinches de cuerpo ovalado, de 7.1 mm de longitud, de color marrón oscuro a negro, con tibias provistas de espinas y el primer par de patas de tipo excavador. Los huevos son depositados en el suelo y las ninfas emergen a los 13.6 días, pasando por cinco estadios y una duración de 111.2 días. La longevidad de los adultos es de unos 250 días (7).

Es una plaga de las raíces del maíz, arroz y otras gramíneas, así como del mani y la yuca. Los adultos de este insecto succionan la savia de las raíces y partes subterráneas del tallo de las plántulas, inyectando una saliva tóxica. Este daño en el maíz, ocasiona la pudrición de las raíces, clorosis de las hojas, macollamiento y muerte de la planta (8). Las áreas donde se alimenta toman una coloración rojiza. La aplicación de insecticidas al suelo al momento de la siembra protege las plántulas por un mes (8).

Las prácticas de labranza regulan algunas plagas del suelo y podrían resultar útiles en el manejo de esta plaga. Estas labores modifican los factores que intervienen en la colonización, movilidad y permanencia de insectos en el suelo.

La movilidad y sobrevivencia de algunos insectos en suelos compactos y sin laboreo es afectada negativamente. El barrenador del maíz (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller) es menos dañino al maíz sembrado bajo cero labranza, debido a la conducta de alimentación de esta plaga que por ser saprófita facultativa, se alimenta del rastrojo presente en cero labranza. En labranza convencional donde el rastrojo no está presente, las larvas atacan directamente las plántulas de maíz. El suelo más suelto en la labranza convencional también favorece la incidencia de esta plaga (1, 4, 5). Calcagnolo y Tella (2) informan que *Cyrtomenus mirabilis* Perty ataca severamente al mani en suelos sueltos y bien labrados.

Si consideramos las ventajas de la cero labranza y la permanencia de los rastrojos de la cosecha sobre la conservación del suelo, resulta que algunas de estas prácticas podrían ser ventajosas en reducir el daño de los insectos del suelo y podrían ser un componente importante en el manejo de las plagas en los cultivos.

Este artículo es parte de un estudio que se desarrolló con el propósito de encontrar interacciones entre el manejo del suelo, el rastrojo de la cosecha y las plagas insectiles y su efecto sobre el maíz. Discute los as-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 8 de junio 1990.

Basado parcialmente en la Tesis de Maestría presentada por el primer autor en el Programa de Estudios de Posgrado UCR/CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\* Entomólogo Proyecto RENARM/CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.

\*\* Coordinador del Proyecto RENARM/CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.

pectos que influyen en la variación de *C. bergi* en dos tipos de preparación del suelo y qué factores determinan su comportamiento

#### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la finca del Departamento de Producción Animal del CATIE, Turrialba, ubicada a 9°53' latitud norte y 83°39' longitud oeste y una elevación de 602 msnm. Se realizaron dos ciclos de siembra de maíz, uno entre noviembre de 1980 a abril de 1981 y otro entre junio y octubre de 1981.

Esta zona se caracteriza por una precipitación media anual de 2 674 mm, con 251 días con lluvia; una humedad relativa de 88% y una temperatura media anual de 22.3°C. El suelo, de origen aluvial, se caracteriza por tener un drenaje moderado, una densidad aparente de mediana a alta y una fertilidad de mediana a baja.

Se estudiaron dos sistemas de preparación del suelo: 1) la labranza convencional, con arada y rastreada y 2) la cero labranza, sin preparación mecánica del suelo, realizando solamente una aplicación de 1.5 kg i.a./ha del herbicida glifosato (Roundup) 15 días antes de la siembra. En ambos sistemas de labranza, se evaluaron los siguientes manejos de residuos: 1) cañas de maíz del ciclo anterior en posición vertical; 2) eliminación de los residuos de la cosecha anterior; 3) residuos colocados sobre el suelo; 4) incorporación de los residuos al suelo, únicamente en los sistemas arados. Esto nos dio un total de siete manejos de residuos y labranza.

Paralelamente se evaluaron tres tipos de combate de plagas: 1) combate químico al suelo, con la aplicación de 1.0 kg i.a./ha de carbofuran (Furadan 5 g) a la siembra; 2) combate al follaje, con la aplicación de 0.145 kg i.a./ha de metomil (Lannate 90% PM) una y dos semanas después de la siembra y phoxin (Volatón 2.5 g 0.60 kg/ha) a los 40 días; y 3) un testigo sin combate de plagas.

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de fajas divididas con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 8 x 6 m (48 metros cuadrados).

Se utilizó maíz de la variedad Tuxpeño a una densidad de 60 000 plantas por hectárea, con una distancia de siembra de un metro entre hileras y 0.50 m entre plantas. Se fertilizó a la siembra usando 250 kg/ha de la fórmula 12-24-12 y otra treinta días después con 75 kg/ha de nitrógeno en forma de úrea.

A los 25 días después de la siembra, se evaluó la incidencia de *C. bergi* mediante el conteo del insecto en cuatro posturas de siembra, muestreadas en los bordes de la parcela útil. El área muestreada por postura fue de 0.20 x 0.20 m y 0.15 cm de profundidad.

Simultáneamente a la evaluación del insecto, se midió la resistencia del suelo a la penetración, mediante un penetrómetro estático, de pistón de cinco milímetros de diámetro en dos sitios por parcela y a dos profundidades (0 y 10 cm). Simultáneamente a esta medición, se tomaron muestras de suelo del mismo sitio y profundidad, para determinar la humedad y corregir la resistencia del suelo a un 40% de humedad.

Se realizó un análisis de variancia para las variables evaluadas, así como un análisis de regresión entre la resistencia del suelo y la incidencia del insecto.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto principal sobre la incidencia de *C. bergi* fue del tipo de labranza en ambos ciclos de siembra. La incidencia de *C. bergi* fue significativamente mayor en las parcelas con el suelo arado y en aquellas parcelas donde no se aplicó insecticida al suelo (Fig. 1). La razón de estas diferencias en la incidencia de este insecto, está basada en el efecto del tipo de labranza sobre la penetrabilidad del suelo.

La variación principal en la resistencia a la penetración se debió al tipo de preparación del suelo (Cuadro 1), no encontrándose efecto del manejo de los residuos. Los valores inferiores para la resistencia encontrados en el suelo arado indican una condición de

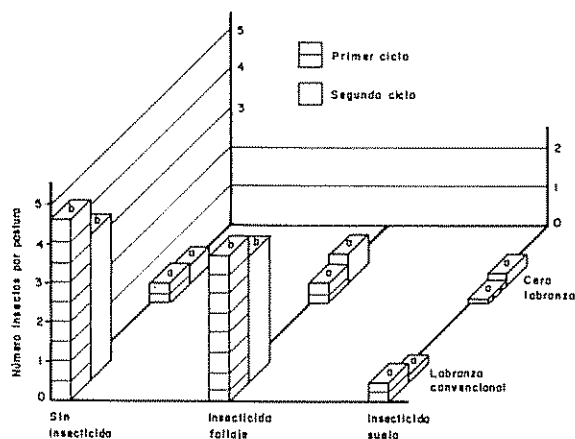


Fig. 1. Número de *Cyrtomenus bergi* en el suelo, en diferentes tipos de control y dos tipos de labranza en dos ciclos de siembra de maíz.

Cuadro I. Valores promedio de resistencia a la penetración en bares durante dos ciclos de siembra.

Tipo de labranza	1er. ciclo de siembra		2do. ciclo de siembra	
	Superficial	10 cm	Superficial	10 cm
Arado	5.3 a*	10.85 a	2.5 a	6.07 a
Cero labranza	14.06 b	18.83 b	14.23 b	17.56 b

\* Valores con la misma letra dentro de un mismo ciclo y una misma profundidad, no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

suelo suelto, mientras que los valores superiores encontrados en la cero labranza indican una condición de suelo compacto.

El análisis de regresión entre la resistencia y la incidencia del insecto, durante los dos ciclos de siembra permitió encontrar una posible explicación para este comportamiento diferencial del insecto según el tipo de labranza (Fig 2) Esta relación entre la incidencia de *C. bergi* y la resistencia a la penetración medida a cero y diez centímetros de profundidad, fue negativa en ambas épocas de siembra del maíz, con coeficientes de regresión altos. Las curvas de la Fig 2 muestran que el suelo compacto en cero labranza, el cual presentó valores de resistencia altos, fue desfavorable a este insecto comparado con la labranza convencional, con valores de resistencia bajos donde el insecto mantuvo altas poblaciones en el maíz.

Estos resultados concuerdan con los encontrados para otros insectos como *Diabrotica* sp, *Elasmopalpus lignosellus* y *Cyrtomenus mirabilis* (1, 2, 6). Es probable que la mayor resistencia en cero labranza, afectó no solamente la población del insecto, sino también la movilidad de este dentro del suelo, impidiendo que el insecto localizara las raíces del maíz, como también han observado Chiang, Rasmussen y Gorder (6) con *Diabrotica virgifera* Le Conte y *D. longicornis*.

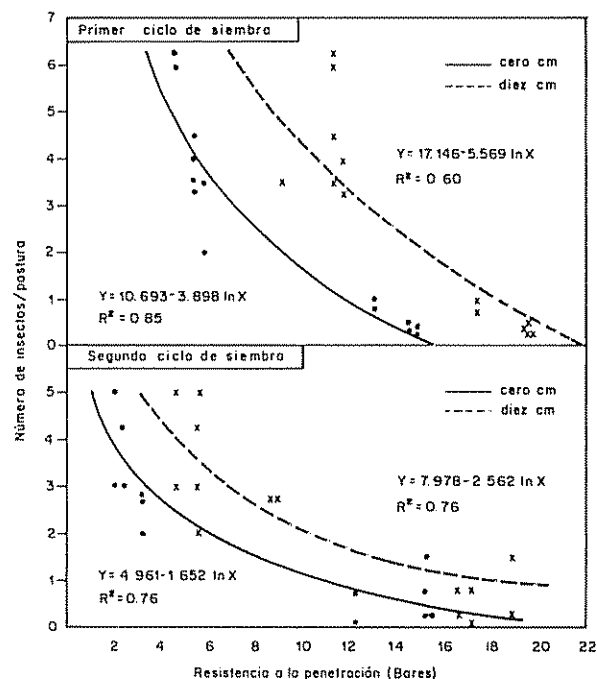


Fig 2. Relación entre la incidencia de *C. bergi* y la resistencia del suelo a la penetración en dos ciclos de siembra de maíz.

La incidencia de *C. bergi* fue afectada por la aplicación de insecticidas durante las dos épocas de siembra (Fig. 1) La aplicación de insecticidas al suelo, dio un control efectivo de la plaga en los tratamientos arados. La aplicación de insecticidas al follaje no fue diferente del testigo. En cero labranza no se presentaron diferencias significativas debido a las bajas poblaciones encontradas.

El comportamiento diferencial del insecto por efecto de la labranza, se demuestra cuando la incidencia del insecto en suelo arado se redujo drásticamente con la aplicación de insecticidas al suelo. Bajo cero labranza no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con y sin insecticidas al suelo, ya que el control fue ejercido naturalmente por el efecto adverso de la cero labranza sobre el insecto.

LITERATURA CITADA

- ALL, J.N.; GALLAHER, R.N.; JELLUM, M.D. 1979. Influence of planting date, preplanting weed control, irrigation, and conservation tillage practices on efficacy of planting time insecticide applications for control of lesser cornstalk borer in field corn. Journal of Economic Entomology 72(2):265-268.
- CALCAGNOLO, G.; DE IELLA, R. 1965. Resultados dos experimentos de combate ao *Cyrtomenus mirabilis* Perty, percevejo preto da raiz do amendoimseiro. Biologico 31(2):21-31.
- CARBALLO VARGAS, M. 1982. Manejo del suelo, rastreo y plagas-interacciones y efecto sobre el maíz



- (*Zea mays* L.). Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIH 94 p
4. CHESHIRE, J.M., Jr; HENNINGSON, J; ALL, J.N. 1977. Radiolabeling lesser cornstalk borer larvae for monitoring movements in soil habitats. *Journal of Economic Entomology* 70(5):578-580.
  5. CHESHIRE, J.M., Jr; ALL, J.N. 1979. Monitoring lesser cornstalk borer larval movement in no-tillage and conventional tillage corn systems. *Journal of Georgia Agricultural Research* 18:10-13
  6. CHIANG, H.C.; RASMUSSEN, D.; GORDER, R. 1971. Survival of corn rootworm larvae under minimum tillage conditions. *Journal of Economic Entomology* 64(6):1 576-1 577.
  7. GARCIA, C.A.; BELLOTTI, A.C. 1980. Estudio preliminar de la biología y morfología de *Cyrtomenus bergi* Froeschner, nueva plaga de la yuca. *Revista Colombiana de Entomología* 6(3):55-61.
  8. KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, ODA. 182 p

## Comunidades de Artrópodos en la Maleza *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn en los Andes Venezolanos y Primer Hallazgo de *Acyrtosiphon cyatheae* Holman (Homoptera: Aphididae) en Sur América<sup>1</sup>

P.J. Salinas\*, F.J. Ortega\*\*

### ABSTRACT

Results are presented from the first survey on the arthropod community found on bracken, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn in the Venezuelan Andes. Samples were taken at four sites, at different altitudes (between 1 550 and 2 250 m above sea level) and on the two clonal varieties of *P. aquilinum* present in Venezuela. There were 34 different taxa (including orders, families, genera and species). The aphid *Acyrtosiphon cyatheae* Holman, (Homoptera: Aphididae) is reported for the first time in South America.

### COMPENDIO

Se presentan los resultados de las primeras investigaciones sobre las comunidades de artrópodos que viven en *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, en los Andes venezolanos. Estos resultados son un producto de cuatro muestreos intensivos hechos a diferentes niveles altitudinales y en poblaciones clonales de las dos variedades de *P. aquilinum* presentes en Venezuela. Fueron encontrados 34 taxa (incluyendo órdenes, familias, géneros y especies), entre las que se destaca *Acyrtosiphon cyatheae* Holman, (Homóptera: Aphididae), por primera vez en Sur América.

### INTRODUCCION

**P**teridium aquilinum (L.) Kuhn, es una de las malezas más importantes, a nivel mundial, tanto por la dificultad que existe para combatirla como por sus efectos cancerígenos en el hombre y en animales (3)

Darwin (2) y Lloyd (13) estudiaron la presencia de nectarios en *Pteridium* y su posible función de atraer hormigas como elementos de protección, dando, de esta manera, inicio a estudios relacionados con la ecología de este sistema.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 27 de setiembre 1989. Este trabajo ha sido financiado, en parte, por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Proyecto PC-069 y el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH), de la Universidad de Los Andes. Sin estas ayudas, no hubiese sido posible llevarlo a cabo

\* Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, Estado Mérida, Venezuela

\*\* Programa de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de los Llanos Ezequiel Zamora, Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela

Por ser la maleza de más amplia distribución en el mundo, tanto la estructura como las relaciones existentes entre las comunidades de artrópodos herbívoros que la usan como huésped han atraído la atención de numerosos investigadores en casi todo el mundo (6, 11), en la búsqueda de métodos adecuados de combate biológico del helecho (9, 11).

En la actualidad, existen listas de los artrópodos que viven y se alimentan de *Pteridium* en Inglaterra, pero es muy poco lo que se conoce de otras partes del mundo (7, 10, 14, 15)

Holman (5) cita para Cuba cuatro especies de Hemiptera que viven en el envés de las hojas de *Pteridium*.

La revisión de la literatura indica que hasta el momento nada se conoce de estas asociaciones insecto-helecho en el norte de Sur América y obviamente en Venezuela, por lo cual decidimos hacer muestreos de los artrópodos asociados a *Pteridium* en los Andes venezolanos, área ampliamente invadida por esta planta

#### METODOLOGIA

El área de estudio del presente trabajo se ubicó en los Andes venezolanos, específicamente en zonas cercanas a la ciudad de Mérida; El Vallecito ( $8^{\circ} 34' N - 71^{\circ} 21' W$  a 1900 msnm), La Mesa, Jaji ( $8^{\circ} 35' N - 71^{\circ} 20' W$  a 1550 msnm), El Paramito ( $8^{\circ} 38' N - 71^{\circ} 21' W$  a 2200 msnm) y La Cuchilla ( $8^{\circ} 39' N - 71^{\circ} 20' W$  a 2250 msnm). Las poblaciones de *Pteridium* muestreadas estaban en el borde de potreros y cerca de carreteras.

La recolección de los artrópodos se realizó colocando un trozo de tela plástica (polietileno) de 1.20 x 0.70 m bajo cada grupo de dos o tres ejemplares de *Pteridium*, de acuerdo con su tamaño. Con una varilla se golpearon fuertemente las plantas para que se desprendieran de los frondes todos los artrópodos y cayeran al plástico. Los fragmentos grandes de pinnas

se retiraron a mano y se hizo una primera recolección de los artrópodos grandes y móviles, con un pincel, conservándolos en frascos con alcohol al 70%. El resto se colocó en recipientes plásticos grandes con alcohol al 70% y se les llevó al laboratorio, donde bajo una lupa estereoscópica, fueron separados y clasificados hasta el nivel taxonómico posible. El material estudiado se encuentra depositado en la colección entomológica de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Los Andes y duplicados en el Museo de Ciencias Naturales de la UNELLEZ - Guanare.

#### RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta una lista de los artrópodos capturados en nuestros muestreos. Hay que señalar que, debido al método de recolección empleado (golpeando las plantas), no se incluyen insectos alados, los cuales fueron observados directamente, encontrándose ortópteros, homópteros, lepidópteros, himenópteros y dípteros. El número de ácaros y colémbolos está subestimado para el sitio 4 (La Cuchilla).

#### DISCUSION

Aún cuando tratamos de uniformar el tamaño de las muestras, para fines comparativos, sabemos que hay diferencias en cuanto al tamaño de las plantas, el área muestreada en cada sitio y el número de golpes aplicados en cada muestra. No obstante, los resultados presentados en el Cuadro 1 dan evidencia de lo complejo de la comunidad de artrópodos que habita en *P. aquilinum* en los trópicos americanos, especialmente al compararlos con los obtenidos en Inglaterra, cuya cifra alcanza 40 especies de artrópodos, de las cuales 27 son herbívoras (7, 10, 14).

Los trabajos sobre comunidades de artrópodos herbívoros que se alimentan de *Pteridium* ponen en evidencia la presencia de áfidos (Homóptera: Aphididae) como componentes importantes de dichas comunidades, tales como *Aphis fabae* Scopoli, *Ditropis pteridis* (Spin.), *Monarocolis filicis* (L.), *Philaenus spumarius* (L.) y *Macrosiphum ptericolens* Path, (6, 12, 14).

Holman (5) citó por vez primera a *M. ptericolens* para el Caribe y sugiere su posible ámbito de distribución ampliado a Centro y Sur América. Citó además a *A. gossypii* (Glover) y a *Taxoptera aurantii* (Boyer) en el envés de los frondes. El mismo autor describió a *Acyrtosiphon cyatheae*, de la Sierra Maestra, Cuba, la cual viene a ser la primera especie del género que se alimenta de helechos (*P. aquilinum* var. *caudatum* y *Cyathea* spp.)

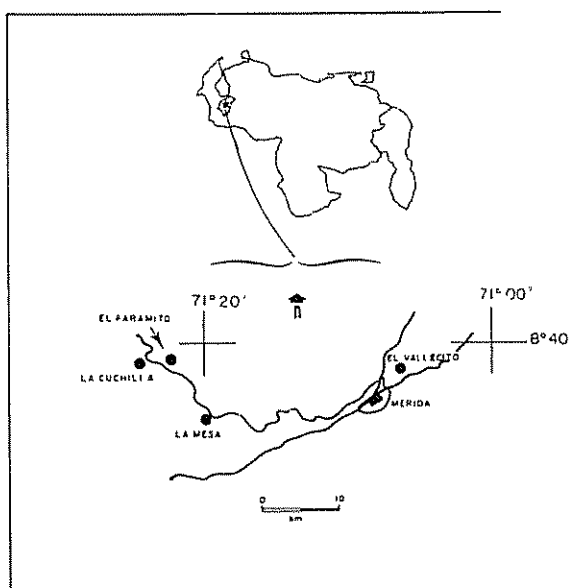


Fig 1. Mapa esquemático de Venezuela y la ubicación relativa de los sitios de estudio en el estado Mérida.

Cuadro 1. Artrópodos encontrados en *Pteridium aquilinum* en los Andes venezolanos.

	Sitio 1 El Vallecito	Sitio 2 La Mesa	Sitio 3 El Paramito	Sitio 4 La Cuchilla	Total
Indeterminados					
Huevos	23	8	3	1	35
Larvas	—	—	—	1	1
Arachnida					
Aranea	27	23	71	53	174
Acarina	36	550	39	1	626
Insecta					
Collembola	56	69	46	11	182
Orthoptera					
Acrididae	2	—	—	—	2
Gryllidae	—	1	—	—	1
Tettigoniidae	—	1	—	—	1
Phasmatodea					
Phasmidae	—	1	—	—	1
Plecoptera	—	1	—	—	1
Hemiptera					
Pentatomidae	—	1	—	—	1
Miridae	1	—	1	—	2
Reduviidae	—	1	—	—	1
Homoptera					
Indeterminados	2	—	—	—	2
Membracidae	—	—	—	—	—
Cicadellidae (ninfas)	14	5	8	—	27
Cicadellidae (adultos)	1	—	5	1	7
Cicadellidae (exuvias)	2	1	—	—	3
Psillidae	—	—	—	—	—
Phemgidae	—	2	—	—	2
Aphididae*	8	61	26	19	114
Thysanoptera**	4	38	3	3	48
Psocoptera	2	—	5	—	7
Neuroptera	—	—	—	—	—
Coleoptera					
Indeterminados	2	1	1	1	5
Scarabaeidae	—	1	—	—	1
Curculionidae	—	1	—	—	1
Chrysomelidae	—	1	—	2	3
<i>Colaspis</i> (?)	—	1	1	1	3
<i>Epitrix</i>	—	—	2	3	5
Hymenoptera					
Microhymenoptera	—	—	—	—	—
(Parasitoides)	2	2	8	—	12
Formicidae***	4	20	3	2	29
Diptera					
Indeterminados	—	1	—	—	1
Nematocera	—	—	—	1	1
Drosophilidae	1	1	1	1	4
Lepidoptera					
Noctuidae (larvas)	2	3	—	—	5
Plusiinae (larvas)	—	5	—	2	7
Microlepidoptera (adultos)	—	—	1	—	1

\* *Acyrtosiphon cyatheae* Holman.

\*\* Principalmente ninfas.

\*\*\* *Pseudomyrmex*, *Pheidole*, *Conomyrma*, *Azteca*, *Camponotus*, *Mymelachista*.

El género *Acynthosiphon* se encontraba representado en Venezuela por las especies *A. bidenticola* Smith. (1) y *A. porosum* (Saund.), (4)

Los muestreos que realizamos en colonias clonales de *P. aquilinum* var. *caudatum* (a 1 550 – 1 900) y *P.*

*aquilinum* var. *arachnoideum*, (2 200 – 2 250 msnm) presentaron abundantes individuos de *A. cyatheae*, tanto en sus formas aladas como en ápteros y ninfas. Estas colecciones vienen a ser el primer informe de la especie para Venezuela y para el territorio continental suramericano.

## LITERATURA CITADA

- 1 CERMELLI, M. 1970. Los áfidos (Homoptera, Aphididae) de Venezuela y sus plantas hospederas. *Agronomía Tropical* 20(4) (Supl. 1): 249-256
- 2 DARWIN, F. 1877. On the nectar glands of the common brake fern. *Journal of Linnean Society of London Botany* 15:398-409
- 3 FENWICK, G.R. 1988. Bracken (*Pteridium aquilinum*) – Toxic effects and toxic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 46(2):147-173.
- 4 GUAGLIUMI, P. 1966. Insetti e aracnidi delle piante comuni de Venezuela segnalati nel periodo 1938-1963. *Relazioni e monografie agrarie subropicale e tropicale*. Firenze, Italia. Nova Serie no. 86. 391 p.
- 5 HOLMAN, J. 1974. Los áfidos de Cuba. La Habana, Instituto Cubano del Libro. 304 p.
- 6 LAWTON, J.H. 1976. The structure of the arthropod community on bracken. *Linnean Society Botanical Journal* 73:187-216
- 7 LAWTON, J.H. 1982. Vacant niches and unsaturated communities: a comparison of bracken herbivores at sites on two continents. *Journal of Animal Ecology* 51:573-595
- 8 LAWTON, J.H. 1984. Herbivore community organization: general models and specific test with phytophagous insects. In *A New Ecology: Novel Approaches to Interactive Systems*. Ed. by P.W. Price; C.N. Slobodchikoff; W.S. Gaud. N.Y. p. 329-352
- 9 LAWTON, J.H. 1986. Biological control of bracken: plans and possibilities. In *Bracken 85 Conference Proceedings*. Ed. by R.T. Smith; J.A. Taylor. Kirkby Lonsdale, London, Parthenon Press. p. 445-452.
- 10 LAWTON, J.H.; MACGARVIN, M. 1985. Interaction between bracken and its insect herbivores. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 86B:125-131
- 11 LAWTON, J.H.; MACGARVIN, M.; HEADS, P.A. 1986. The ecology of bracken-feeding insects: Background for a biological control programme. In *Bracken 85 Conference Proceedings*. Ed. by R.T. Smith; J.A. Taylor. Kirkby Lonsdale, London, Parthenon Press. 285-292
- 12 LAWTON, J.H.; MACGARVIN, M.; HEADS, P.A. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology* 56:147-160.
- 13 LLOYD, F.E. 1901. The extra-nuptial nectaries in the common bracken, *Pteridium aquilinum*. *Science* 13:885-890.
- 14 MacGARVIN, M.; LAWTON, J.H.; HEADS, P.A. 1986. The herbivorous insect communities of open and woodland bracken: observations, experiments and habitat manipulations. *Oikos* 47:135-148.
- 15 SCHREINER, I.; NAIUS, D.; PIMENTEL, D. 1984. Effects of cyanogenesis in bracken fern (*Pteridium aquilinum*) on associated insects. *Ecological Entomology* 9:69-79.

# Soil-Inhabiting Phytophagous Arthropod Pests in Intercropped Sorghum and Maize in Southern Honduras<sup>1</sup>

C.R. Trabaino\*, H.N. Pitre\*\*, K.L. Andrews\*\*\*, D.H. Meckenstock\*\*\*\*

## ABSTRACT

Soil samples were taken to determine identities and composition of insects and other arthropods, excluding mites and springtails, in intercropped sorghum and maize fields on hillsides and plains in southern Honduras in 1985 and 1986. Elateridae (wireworms): Pyrophorinae (unidentified genus), Conoderinae *Conoderus* spp., *Aeolus* spp., Elaterinae *Dipropus* sp.; Scarabaeidae (white grubs): Dynastinae (unidentified genus), Melolonthinae *Phyllophaga* spp., *Diplotaxis* spp.; Chrysomelidae (rootworms): Eumolpinae and Galerucinae; and Diplopoda (millipedes) were among the most abundant arthropods found. In 1985, density of white grubs was higher on the plains in slash-and-burn fields without soil preparation than in slash-and-mulch fields with soil preparation. Wireworms, rootworms and millipedes were found at higher densities in slash-and-burn than in slash-and-mulch fields on both the plains and the hills and slash-and-burn fields on the hillside in 1986. White grub abundance did not appear to be affected by slash and burn practices. However, numbers of whitegrubs were lower following tillage practices in fields on the plains. Rootworms were found in higher numbers in fields on the plains than on hillsides. Increased numbers of arthropods in burned fields appeared to be related to their establishment in attractive, luxuriant regrowth vegetation.

## COMPENDIO

Se tomaron muestras de suelo en campos de maíz y sorgo intercalados en campos de zonas planas y de ladera en el sur de Honduras en 1985 y 1986, para identificar los insectos y otros artrópodos. Los artrópodos encontrados, más abundantes fueron: Elateridae (gusano alambre): Pyrophorinae (género sin identificar), Conoderinae *Conoderus* spp., *Aeolus* spp., Elaterinae *Dipropus* sp.; Scarabaeidae (gallina ciega): Dynastinae (género sin identificar), Melolonthinae *Phyllophaga* spp., *Diplotaxis* sp.; Chrysomelidae (larvas de tortuguilla): Eumolpinae y Galerucinae; y Diplopoda (milpies). Los números de gallina ciega fueron mayores en los campos planos con corte y quema sin preparación del suelo. Poblaciones de gusano alambre, larvas de tortuguilla y milpies se encontraron en mayor número en 1985, en los campos con corte y quema que en los campos con corte sin quema tanto en plano como en laderas; y en 1986 en los campos de laderas con corte y quema. Las prácticas de corte y quema no tuvieron efecto sobre la abundancia de la gallina ciega. Sin embargo, la preparación del suelo parece haber reducido el número de gallina ciega en los campos planos. Se encontraron larvas de tortuguilla en mayor número en los campos planos que en laderas. La quema pareció incrementar el número de artrópodos, debido posiblemente al abundante rebrote de la vegetación.

1 Received for publication 27 August 1988. We thank D.M. Anderson, J.R. Dogger, A.S. Menke, D.A. Nickle, R.V. Peterson, D.R. Smith, T.J. Spilman, F.C. Thompson of the USDA-ARS, Biosystematics and Beneficial Insect Institute, Beltsville, MD 20705, USA, for arthropod identification; the Ministry of Natural Resources, Tegucigalpa, Honduras, and extension personnel in southern Honduras who provided valuable help in selecting study fields and collecting soil samples; Richard Brown, John Schneider and George Teetes for their reviews of the manuscript; and Fay Hagan for assistance in statistical analysis of the data.

This research was conducted under the memorandum of understanding between the Ministry of Natural Resources of the Government of Honduras (GOH) and the International Sorghum and Millet Program (INTSORMIL) Title XII, CRSP of the United States Agency for International Development, Acuerdo No. 152 Tegucigalpa, D.C., February 8, 1983. Supported in part by the GOH and USAID under programs ESI-522-0283 and AID/DAN 1254-G-SS-5065-00. The views and interpretations in this publication

are those of the authors and should not be attributed to USAID, Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station Publication number J-6946 and publication number 142, Project Manejo Integrado de Plagas en Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras.

\* Presently located at Escuela Agrícola Panamericana, Apartado Postal 93, Tegucigalpa, Honduras.

\*\* Department of Entomology, Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Mississippi State, MS 39762, USA.

\*\*\* Head, Department of Plant Protection, Escuela Agrícola Panamericana, Apdo Postal 93, Tegucigalpa, Honduras and Associate Professor, Department of Entomology and Nematology, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA.

\*\*\*\* Visiting Assistant Professor, Department of Soil and Crop Science, Texas A&M University, located at the Escuela Agrícola Panamericana, Apdo Postal 93, Tegucigalpa, Honduras.

## INTRODUCTION

**M**aize (*Zea mays* L.), beans *Phaseolus vulgaris* L. and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), respectively, are the first, second, and third most widely grown crops in Honduras. Approximately 90% of the sorghum grown in Honduras is intercropped with maize (9). Many insect pest problems are associated with sorghum and maize production in southern Honduras. Agricultural extension workers and small farmers maintain that soil and early-season insect pests are principal constraints to production (pers. communication). However, little systematically collected information is available concerning the density and diversity of the arthropod species complex on these crops in the area.

White grubs (Scarabaeidae), rootworms (Chrysomelidae), and wireworms (Elateridae) are major soil inhabiting insect pests of sorghum and maize in Honduras and other Central American countries (4, 8, 9, 17, 18). Other reported soil inhabiting insect pests of sorghum and maize in the Latin American region include lesser cornstalk borer (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller) (Pyralidae) (2, 24, 31), cutworms (Noctuidae) (24) and darkling beetles (Tenebrionidae) (37).

Studies of terrestrial arthropods have shown a variety of responses to habitat and population density changes caused by land preparation (4, 10, 11), but most indicate that cultivation reduces densities of soil arthropods. No-tillage systems have been reported to result in increased insect damage (11). Soil conditions (e.g., texture and moisture) and rainfall also influence population densities of soil arthropods (23, 36). Rubzova (34), Cancelado and Yonke (5), and Nagel (28) indicated that more insects were attracted to burned than unburned areas. Many species are attracted to burned fields because of rapid plant regrowth (14, 16, 19), whereas some species are driven out by burning (20, 33).

The objectives of this study were to identify the most abundant soil inhabiting insects or other phytophagous arthropods (excluding mites and springtails) and early season, seedling pests of sorghum and maize in different intercropped systems in southern Honduras and to elucidate the effects of certain cultural practices and topography on these pests in production fields.

## MATERIALS AND METHODS

## 1985 Study

**Location:** This research was conducted in southern Honduras during the first crop cycle (May through

July). Three areas representative of the southern region were selected with the help of Agricultural Extension Service personnel of the Ministry of Natural Resources. With the help of the subsistence farmers, five production fields were selected in each of the three areas. The areas were Pavana (southcentral), and San Bernardo/Namasigue (southeast) in the Department of Choluteca, and Alianza (southwest) in the Department of Valle.

**Treatments:** The five systems or treatment combinations studied were: slash (stalks cut) and-burn on hillsides without soil preparation; slash-and-mulch (stalks and foliage on ground) on hillsides without soil preparation; slash-and-burn on plains with soil preparation; slash-and-burn on plains without soil preparation; and slash-and-mulch on plains with soil preparation. Soil preparation on hillsides is not practiced due to steep slopes, large numbers of rocks, and shallow soils. Each of the three areas represented one replication giving a total of three replications (areas) of each treatment combination. The fields were intercropped with sorghum and maize in the "casado" arrangement (sorghum and maize planted on same hill).

**Sampling methods:** An area in each of the study fields was divided into five plots of 25 x 25 m for sampling. Two soil samples were taken from each plot on four dates at intervals of nine to 15 days during the period from May 29 through July 23, 1985. A total of 10 samples per field were taken per date beginning 29 days after planting. One soil sample from each plot included a hill with sorghum and maize seeds or seedlings while the other sample was taken in the furrow or between hills and generally consisted of soil and possibly some non-crop plant material. Soil samples were taken using a 60 x 30 cm wooden rectangular frame with a metal edge that could be pushed 10 cm into the soil to prevent escape of fast crawling insects and other arthropods. The soil was removed to a depth of 10 cm using a 20 cm wide hoe. Each soil sample was placed into an individual plastic bag and taken to the laboratory at La Lujosa where it was held in a cool environment. Within three days, the soil was examined for insects and other soil inhabiting arthropods using a flotation technique. Each soil sample was deposited into a 38 l plastic bucket filled with 19 l of water. The soil and water were stirred intermittently by hand until the clumps of soil were disintegrated (about 15 min.). The suspension was then allowed to stand for five minutes after which a sieve (20 mesh) was used to collect the insects from the surface of the water. This process required about 20 minutes per sample. The complex of arthropods collected from each sample was placed into individual vials with 70% alcohol for subsequent identification.

Vouchers of all species were deposited in the Mississippi Entomological Museum at Mississippi State University.

**Statistical design and analysis:** The study was a split plot design with three replications. Fields with similar production methods in the three areas served as replications. The data were analyzed using analysis of variance, and means were separated with Student-Newman-Keuls' test

### 1986 Study

**Location:** The 1986 study was conducted only in the Alianza area due to constraints of time, labor, transportation, and other logistics. This area included both hillside and plains sites and was selected because higher soil arthropod densities and diversity were observed there than in the other two areas during 1985. Systems were reduced in number to the two most commonly used land-clearing practices, slash-and-burn, and slash-and-mulch.

**Treatments:** The four treatments were slash-and-burn and slash-and-mulch in fields on hillsides and on the plains. Six fields on hillsides were located in La Coyota, and six fields on the plains were located in El

Conchal for a total of 12 fields. Three hillside and three plains fields were burned and three were not. The initial plan was for all fields to be planted with sorghum and maize. However, fields (representing both areas) were not planted with sorghum until the end of August because farmers feared crop loss due to an early season attack by an unidentified noctuid (or complex of species) known locally as "langosta". Thus, comparisons of densities and diversity of arthropods were made between fields planted with sorghum and maize in the "golpe alterno" arrangement (sorghum and maize on alternate hills) and fields planted with maize only.

**Sampling methods:** The sample area in each field was divided into five plots of 20 x 20 m. Two soil samples measuring 20 x 20 cm to a depth of 10 cm were taken at random from each plot using a 20 cm wide hoe. The samples were taken on eight dates over a period of 15 weeks from May 20 to August 20. Samples were taken at intervals of seven days during the first seven weeks and 20-25 days during the remaining eight weeks. Preplant soil samples were obtained in all fields on the plains. Crops were planted early in the La Coyota area (before selection of fields) due to rains in May, thus no preplant soil samples were obtained in fields on the hillsides.

Table 1. Distribution frequency of soil-inhabiting phytophagous arthropods in intercropped sorghum and maize fields during May-August in southern Honduras, 1985-1986.<sup>1</sup>

Group <sup>2</sup>	1985					1986			
	Hills no burn no prep.	Hills burn no prep.	Plains no burn soil prep.	Plains burn no prep.	Plains burn soil prep.	Hills no burn no prep.	Hills burn no prep.	Plains no burn soil prep.	Plains burn soil prep.
<b>Insecta</b>									
White grubs (L)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Wireworms (L)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lesser cornstalk borer (L)	•	•	•		•		•	•	•
Rootworms (L)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ants (A)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Carabids (L)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Tenebrionidae (L-A)	•		•	•	•	•	•	•	•
Termites (A)		•	•			•	•	•	•
Curculionidae (L)	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Negro bugs (A)	•			•		•			•
Cicadidae (L)						•			
<b>Diplopoda</b>									
Millipedes	•	•	•	•	•	•	•	•	•

<sup>1</sup> All fields slashed (stalks cut); mulch remained on ground if field not burned. Fields on hillsides without soil preparation prior to planting; fields on plains with soil preparation, except where indicated in 1985.

<sup>2</sup> L = Larvae; A = Adult

Soil samples were placed in plastic bags and transported to the laboratory at El Zamorano where they were processed by visual search for arthropods. Processing time was about 45 min. for each sample. Collected arthropods were submerged for 24 h in KAAD solution and then placed in 70% alcohol for subsequent identification.

**Statistical design and analysis:** The study was a completely random design with three replications. The data were analyzed using least squares analysis of variance in a 2 x 2 factorial; means were separated with Student-Newman-Keuls' test.

RESULTS AND DISCUSSION

1985 Study

Arthropods found in intercropped sorghum and maize fields in southern Honduras during 1985 are listed in Tables 1 and 2. Wireworms, white grubs, rootworms, lesser cornstalk borers, and millipedes were the most prevalent and were used in this study to compare arthropod numbers in the different cropping systems. There was no significant location effect between densities of selected arthropods in samples taken in the bed (planting sites) and between the rows (little or no vegetation). However, the data suggest a trend that these arthropods congregated in the soil area surrounding the plant.

One might predict that density of soil-inhabiting phytophagous arthropods would be higher in areas where plant density is higher. As no differences were observed in numbers of the selected arthropods between samples in the bed and between the rows in this study, individuals of each species may be assumed to be equally distributed between these two sites. This may be due, in part, to the abundance of weeds present during most of the year. Weed density is reduced with cultivation (even in fields on hillsides where non-crop vegetation is removed prior to or at planting), but regrowth occurs during the growing season. This regrowth of non-crop plants serves as a food resource for the arthropods outside the seed bed area.

When the most prevalent arthropod groups were compared among the three sampled areas, insect densities did not differ significantly; but higher numbers of millipedes were found at Alianza than at Namague/San Bernardo (Table 3).

Numbers of wireworm, rootworm, and lesser cornstalk borer immatures and of millipedes were not significantly different among cultural systems. However, white grub numbers were significantly higher in

Table 2. Soil-inhabiting phytophagous insects in intercropped sorghum and maize fields in southern Honduras. 1985-1986.

1985	1986
Scarabaeidae (white grubs) <i>Phyllophaga</i> sp <i>Diplotaxis</i> sp	Scarabaeidae <i>Phyllophaga</i> sp. Dynastinae, near <i>Cyclocephala</i> Dynastinae, near <i>Euethiola</i> Aphodiinae, near <i>Cyclocephala</i> sp, Genus unknown
Elateridae (wireworms) <i>Dipropus</i> sp <i>Conoderus</i> spp. (2)	Elateridae <i>Dipropus</i> sp <i>Conoderus</i> sp. <i>Aeolus</i> spp. (2)
Pyrophorinae, Pyrophorini (unidentified sp.)	Pyrophorinae, Pyrophorini (unidentified sp.)
Chrysomelidae (rootworms) Chrysomelinae, Genus unknown Eumolpinae, Genus unknown Galerucinae, Genus unknown	Chrysomelidae Eumolpinae, Genus unknown Galerucinae, Genus unknown
Carabidae (ground beetles) <i>Clivina</i> sp <i>Carabus</i> sp <i>Amphasia</i> sp <i>Cymindoidea</i> sp <i>Harpalinae</i> , Harpalini (unidentified sp.)	Carabidae <i>Clivina</i> sp Harpalinae, Amarini (unidentified sp.) Harpalinae, Harpalini (unidentified sp.) Harpalinae, Brachynini (unidentified sp.)
Curculionidae (snout beetles) <i>Sphenophorus</i> sp. Baridinae, (unidentified sp.)	Curculionidae near <i>Listronotus</i> sp Baridinae, (unidentified sp.)
Formicidae (ants) <i>Solenopsis geminata</i> (F.)	Formicidae <i>Solenopsis geminata</i> (F.)
Pyralididae (lesser cornstalk borer) <i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller)	Pyralididae <i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller)
	Tenebrionidae (darkling beetle) Epitragini, (unidentified sp.)
	Termitidae (termites) <i>Amitermes</i> sp

fields on the plains with slash-and-burn without soil preparation and slash-and-mulch with soil preparation than in plains fields with slash-and-burn with soil preparation and hillside fields (Table 4). The numbers of



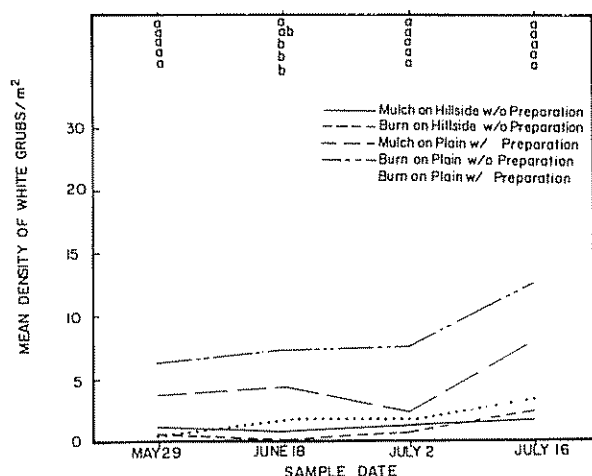


Fig 1 Mean number of white grubs/m<sup>2</sup> in five different sorghum and maize intercropped systems in southern Honduras, 1985. Numbers on sample date with different letter (top of figure) in corresponding vertical position to treatment data are significantly different by Student-Newman Keuls' test ( $P \leq 0.10$ ).

white grubs increased in sampled fields from late May to mid-July (Fig. 1). Musick (27) and Gregory and Musick (11) reported that tillage decreased insect damage and that plant debris associated with reduced tillage provided an ideal environment for the development and survival of most insects that attack maize. Jarvis (15) indicated that a positive correlation exists between soil moisture and white grub numbers at different times of the year. More white grubs were found in undisturbed soils than in cultivated soils in the plains. Tillage practices have been reported to destroy large numbers of white grub larvae (10). Additionally, mechanical disturbance of the soil exposes grubs to parasites and predators (11) and to the sun to which they are very susceptible (4).

A significantly lower number of white grubs was found in burned fields than unburned fields in the plains when both systems received cultivation, suggesting that removal of debris by burning had an impact on their numbers (Table 4).

Hawkins (12) reported that soils of most hillside fields in Honduras show little horizon development, with parent material within 50 cm of the surface. The soils are low in organic matter and have low water holding capacity. Soils of hillside fields have higher sand and lower clay content than those in plains fields. Hillside soils would be considered less suitable

for white grubs and would contribute to the conditions responsible for their low numbers.

Wireworm numbers remained about the same during late May through early July in all fields but increased about threefold in burned fields in the plains during July (Fig. 2). However, this mid-July increase was not significantly different from other treatments. Wireworm populations in fields on hillsides tended to be higher in slash-and-mulch than slash-and-burn.

Numbers of lesser cornstalk borer larvae increased from late May to early July and then disappeared abruptly in mid-July, when larvae were not collected from any sites (Fig. 3). Larval numbers tended to be higher on the hillsides than on the plains, but significant differences were not observed. Thin sandy soils with low water retention, typifies the soils on the hills and provides a favorable environment for lesser cornstalk borer larvae (2). Also, the borers are facultative saprophytes and feed on crop and non-crop plant residue (mulch), in conservation tillage fields (6, 7). Hillside fields in southern Honduras typifies no-till or conservation tillage production practices. The borers feed on mulch in the no-till system and crop damage may be less than that in conventional tillage fields where there is little or no mulch due to cultivation prior to planting. Cheshire *et al.* (6) and All *et al.* (2) indicated that lesser cornstalk borer larval infestations of corn were greatly reduced in

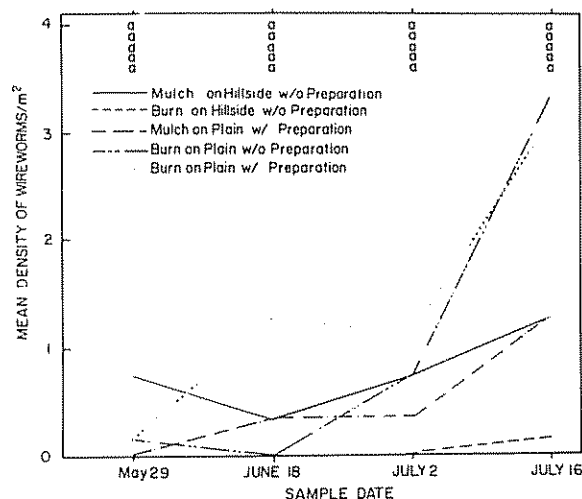


Fig. 2 Mean number of wireworms/m<sup>2</sup> in five different sorghum and maize intercropped systems in southern Honduras, 1985. Numbers on sample date with different letter (top of figure) in corresponding vertical position to treatment data are significantly different by Student-Newman Keuls' test ( $P \leq 0.10$ ).

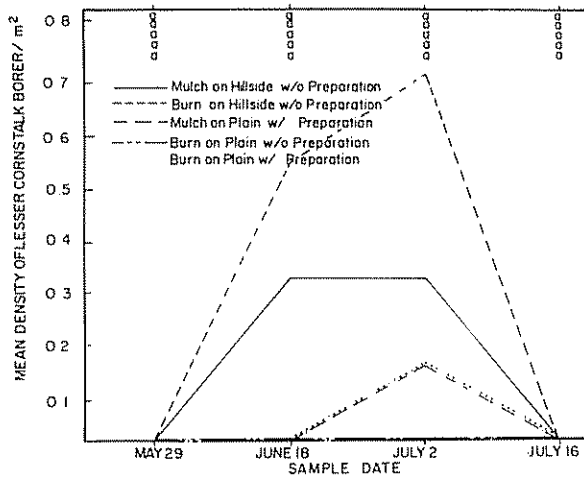


Fig. 3 Mean number of lesser cornstalk borers/m<sup>2</sup> in five different sorghum and maize intercropped systems in southern Honduras, 1985. Numbers on sample date with different letter (top of figure) in corresponding vertical position to treatment data are significantly different by Student-Newman Keul's test ( $P \leq 0.10$ )

no-tillage compared to conventional tillage systems. This might be expected if the borers concentrated feeding on the mulch and not on the crop plants. If preplant vegetation, including mulch, becomes unacceptable to the borers soon after planting, the larvae move to and damage or destroy the seedling crop

There were no specific trends in rootworm numbers in the different treatments (Fig. 4). However, numbers were somewhat higher in slash-and-burn fields without soil preparation on both the plains and hillsides. Turpin and Peters (36) reported that rootworm survival is related to soil moisture and texture.

Although soil moisture data were not recorded soil moisture appeared to be lower on the hillside than the plains. The thin, shallow soils on the hillside dry quickly and adversely affected rootworm numbers. Moisture relationship studies with rootworms have been investigated by Marrone and Stinner (25, 26), Weiss and Mayo (38) and Lummus *et al.* (23). Turpin and Peters (36) reported that rootworm larvae prefer clay soils to sandy soils because clay soils hold moisture for a longer period of time. This is important when considering susceptibility of insects to desiccation.

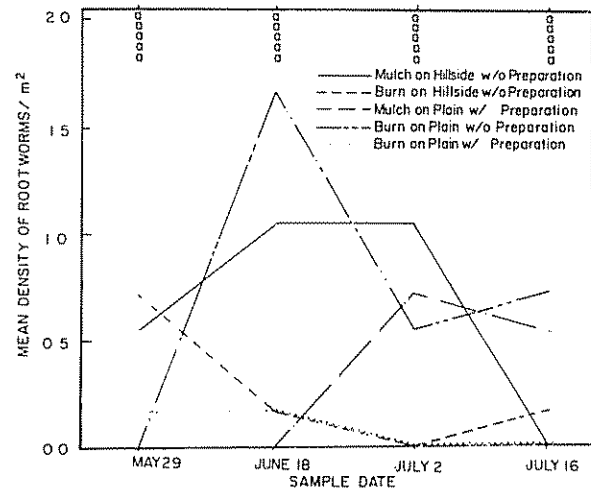


Fig. 4 Mean number of rootworms/m<sup>2</sup> in five different sorghum and maize intercropped systems in southern Honduras, 1985. Numbers on sample date with different letter (top of figure) in corresponding vertical position to treatment data are significantly different by Student-Newman Keuls' test ( $P \leq 0.10$ ).

Table 3. Seasonal mean population densities of selected soil-inhabiting phytophagous arthropods in intercropped sorghum and maize fields in three areas of southern Honduras, 1985.

Locations	Mean <sup>1</sup> ± SEM number of arthropods <sup>2</sup> per 1 m <sup>2</sup> of soil				
	Wireworms	White grubs	Rootworms	Lesser corn-stalk borer	Millipedes
Namasigue/ San Bernardo	1.50 ± 0.54 a <sup>3</sup>	2.93 ± 0.71 a	0.60 ± 0.29 a	0.11 ± 0.07 a	0.11 ± 0.07 b
Pavana	0.77 ± 0.20 a	5.00 ± 1.63 a	0.66 ± 0.16 a	0.05 ± 0.05 a	0.16 ± 0.08 ab
Alianza	0.33 ± 0.16 a	2.55 ± 0.72 a	0.22 ± 0.08 a	0.27 ± 0.14 a	0.27 ± 0.09 a

1 Mean of samples (n = 200) on four dates from May to July 1985

2 Insects as immatures

3 Means in a column not followed by the same letter are significantly different by Student-Newman-Keuls' test ( $P \leq 0.10$ ).

Table 4. Seasonal mean population densities of soil-inhabiting phytophagous arthropods in intercropped sorghum and maize fields in southern Honduras, 1985.

System <sup>2</sup>	Mean <sup>1</sup> ± SEM number of arthropods per 1 m <sup>2</sup> of soil				
	Wireworms	White grubs	Rootworms	Lesser corn-stalk borer	Millipedes
<b>Hillsides</b>					
Slash-mulch no soil prep	0.92 ± 0.28 a <sup>3</sup>	1.29 ± 0.30 c	0.64 ± 0.26 a	0.18 ± 0.18 a	0.83 ± 0.23 a
Slash-burn no soil prep	0.09 ± 0.09 a	1.01 ± 0.30 c	0.45 ± 0.09 a	0.36 ± 0.18 a	0.46 ± 0.17 a
<b>Plains</b>					
Slash-mulch soil prep	0.55 ± 0.14 a	4.62 ± 0.72 b	0.27 ± 0.18 a	0.09 ± 0.09 a	0.73 ± 0.27 a
Slash-mulch no soil prep	1.20 ± 0.26 a	8.42 ± 1.86 a	0.92 ± 0.44 a	0.00 ± 0.00 a	1.20 ± 0.26 a
Slash-burn soil prep.	1.57 ± 1.03 a	2.03 ± 0.52 c	0.18 ± 0.11 a	0.09 ± 0.09 a	0.46 ± 0.41 a

1 Mean of samples (n = 120) on four dates from May 29 to July 23, 1985.

2 All fields slashed (stalks cut); mulch remained on ground if field not burned. Fields on hillsides without soil preparation prior to planting; fields on plains with soil preparation, except where indicated in 1985.

3 Means in a column followed by the same letter are not significantly different by Student-Newman-Keuls' test (P ≤ 0.10).

Observations in 1985 revealed that millipedes can be serious pests on sorghum and maize. Millipede population densities were about the same in hillside and plain fields regardless of burning or land preparation (Table 4). Rice (33), Heyward and Tissot (13), and Pearse (30), however, reported that numbers of centipedes and millipedes can be reduced by burning, often by as much as 80%.

### 1986 Study

As in 1985, a wide variety of soil arthropods were obtained from soil samples taken from production fields on the hillside and plain areas of La Coyota and El Conchal, respectively (Tables 1 and 2). With improved sampling and preservation techniques, a larger number of insect species were collected and identified than in the previous year.

Population densities of selected groups of arthropods were similar in intercropped sorghum and maize fields and fields of pure stand maize. Thus, data for both systems were combined for treatment analysis. Treatments are slash-and-burn, and slash-and-mulch fields in the hillsides and plains. Arthropods selected for comparisons of treatment effects on infestations were the groups that were most abundant, namely white grubs, wireworms, rootworms and millipedes.

The test design during 1986 allowed for direct comparisons of densities of selected arthropod groups in soils in fields on the hillsides and the plains. No significant interactions between site and cultural prac-

tice were observed for white grubs, wireworms or rootworms; therefore, the main treatment effects are discussed separately for each of these groups. The significant interaction between the main effects in relation to millipede numbers preclude similar discussions for this group.

Numbers of white grubs and wireworms were not significantly different in hillside or plains habitat sites; whereas, rootworms were collected in lower numbers from the hillsides than the plains (Table 5). White grub numbers in treatments were significantly different on three of eight sample dates (Fig. 5). On June 2 the slash-and-burn fields on the hillsides had significantly higher numbers of white grubs than the

Table 5. Seasonal mean population densities of selected soil-inhabiting phytophagous arthropods in intercropped sorghum and maize fields on hillsides and on the plains in southern Honduras, 1986.

Site	Mean <sup>1</sup> ± SEM number of insects per 1 m <sup>2</sup> of soil		
	White grubs	Wireworms	Rootworms
Plains	3.45 ± 0.82 a <sup>2</sup>	7.54 ± 3.00 a	2.66 ± 0.67 a
Hillsides	6.10 ± 1.58 a	4.90 ± 0.93 a	0.80 ± 0.32 b

1 Mean of samples (n = 480) on eight dates from May 20 to August 20, 1986.

2 Means in a column not followed by the same letter are significantly different by Student-Newman-Keuls' test (P ≤ 0.10).

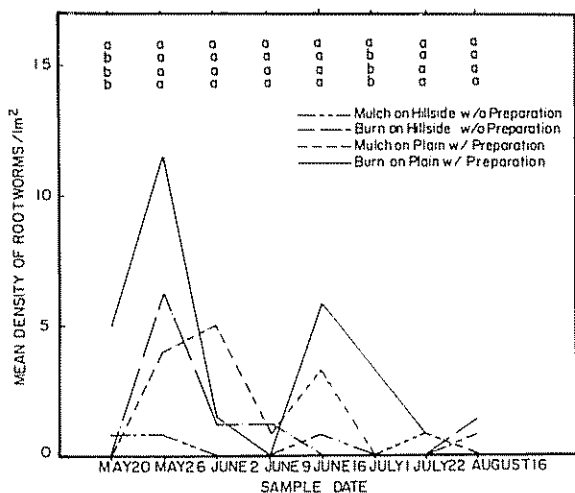


Fig. 5 Mean number of white grubs/m<sup>2</sup> in four different sorghum and maize intercropped systems in southern Honduras, 1986. Numbers on sample date with different letter (top of figure) in corresponding vertical position to treatment data are significantly different by Student-Newman keuls' test (P ≤ 0.10).

other treatments. Significant differences were observed also on June 9 when densities were higher in the slash-and-burn and slash-and-mulch fields on the hillsides and slash-and-mulch fields on the plains than the slash-and-burn fields on the plains. On July 22 the numbers in slash-and-mulch fields on the plains were higher than in the other treatments. The peak number of grubs was coincident with the onset of spring rains that occurred two weeks earlier on the hillsides than plains.

Early planting in uncultivated hillside fields did not hinder white grub establishment, whereas land preparation on the plains may have been responsible, in part, for destruction of some white grubs in these fields, as discussed previously. Burning the fields prior to planting reduced white grub numbers in the plains. The low numbers during late June to mid-August may be attributed to some extent to emer-

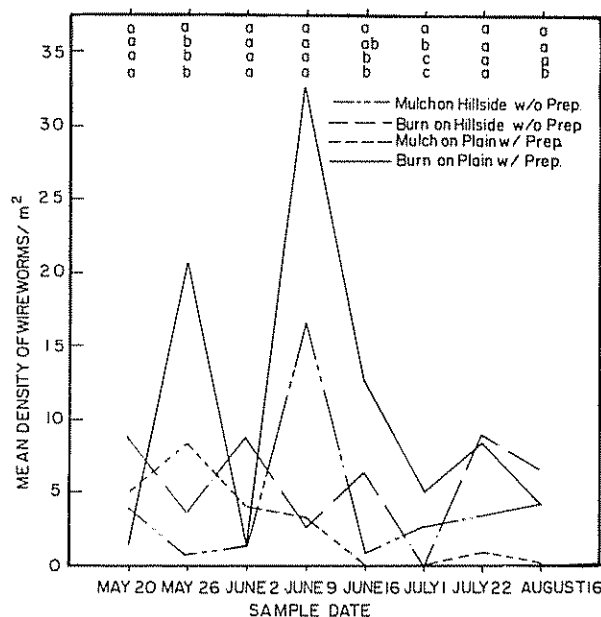


Fig. 6 Mean number of wireworms/m<sup>2</sup> in four different sorghum and maize intercropped systems in southern Honduras, 1986. Numbers on sample date with different letter (top of figure) in corresponding vertical position to treatment data are significantly different by Student-Newman Keul's test (P ≤ 0.10).

Table 6. Mean soil moisture on different dates in intercropped sorghum and maize fields in southern Honduras, 1986.

System <sup>1</sup>	Percent soil moisture on dates						
	May 20	May 26	June 2	June 9	June 16	July 1	July 22
<b>Hillsides</b>							
Slash-mulch no soil prep	18.5 b <sup>2</sup>	14.3 a	18.7 a	18.6 a	15.6 a	12.1 b	5.7 c
Slash-burn no soil prep.	16.7 b	14.8 a	16.5 ab	18.2 a	14.4 a	10.7 b	5.6 c
<b>Plains</b>							
Slash-mulch soil prep	23.8 a	24.2 a	28.1 b	22.6 a	16.9 a	17.7 a	8.8 b
Slash-burn soil prep	25.4 a	24.4 a	23.9 b	20.2 a	15.6 a	18.7 a	11.0 a

<sup>1</sup> All fields slashed (stalk cut); mulch remained on ground if field not burned. Fields on hillsides without soil preparation prior to planting; fields on plains with soil preparation.

<sup>2</sup> Means in a column followed by the same letter are not significantly different by Student-Newman-Keuls' test (P ≤ 0.05).

gence of adults and the drought period in mid-June to late July when soil moisture was reduced drastically (Table 6). During this time the number of grubs collected was low. The low numbers collected at this time may be related to the behavior of the grubs in response to unfavorable soil conditions. Grubs that move to a deeper location in the soil to escape the stress associated with drought may not be collected, thus these observations may not reflect a decline in population. However, the low soil moisture level of hillside soils could have contributed to conditions responsible for low population levels as reported by Jarvis (15) and Potter (32). The relationships of soil texture and moisture with insect survival and pest establishment were discussed above.

No consistent trends were observed for wireworm numbers on the hillsides or plains during the season (Fig. 6); but wireworm numbers were observed to be significantly higher in the slash-and-burn fields on the plains than the other treatments during May 26 and July 1. Also, significant differences were found on June 16 when wireworm numbers in slash-and-burn fields on the plains were higher than in slash-and-mulch fields on the plains and hillsides and on August 16 when wireworm numbers were significantly lower in slash-and-mulch fields on the plains.

Wireworms and rootworms were collected in significantly higher numbers in burned than in unburned fields (Table 7). Rootworm numbers were higher in slash-and-burn fields on the plains than in the other systems on two of eight sample dates only. The trend for higher numbers of rootworms and wireworms in burned fields than in unburned fields on the plains

Table 7. Seasonal mean effects of burning on selected insects in the soil in intercropped sorghum and maize fields on hillsides and on the plains in southern Honduras, 1986.

System <sup>2</sup>	Mean <sup>1</sup> ± SEM number of insects per 1 m <sup>2</sup> of soil		
	White grubs	Wireworms	Rootworms
Burn	4.65 ± 1.88 a <sup>3</sup>	9.70 ± 3.07 a	2.70 ± 0.66 a
No burn	4.66 ± 0.77 a	3.54 ± 0.85 b	1.08 ± 0.55 b

1 Mean of samples (n = 480) on eight dates from May 20 to August 20, 1986

2 All fields slashed (stalks cut); mulch remained on ground if field not burned. Fields on hillsides without soil preparation prior to planting; fields on plains with soil preparation.

3 Means in a column not followed by the same letter are significantly different by Student-Newman-Keuls' test (P < 0.10)

indicates that burning may have an influence on rootworms. Cancelado and Yonke (5) reported that burning is one of the most important practices in prairie management. They listed fire as an "insecticide method" and reported that "fire is of course an effective means of destroying insects where its application is possible." Several authors including Rice (33), Komarek (20), Nagel (28), and Cancelado and Yonke (5) have indicated that infestations of some species of insects may be affected more by fire than others. During this study, farmers in southern Honduras started burning their fields as early as March 20 to April 20 and planted their seeds sometime between June 1 and June 11 (late planting due to delay in rains) thus providing enough time for insects like wireworms and rootworms to colonize non-crop vegetation in burned fields by mid to late May, as regrowth vegetation is generally abundant in burned fields (1, 22). This new plant material is attractive to some insects; thus, the regrowth plant material in burned fields may influence numbers of certain insects by attracting them from older vegetation in areas around the burned fields. Adults not killed by burning migrate to places offering more shelter and return later to the burned area to attack the regrowth vegetation (33). These insects lay eggs and are responsible for the infestations of soil pests that occur on the crops during the current, as well as the next growing seasons.

Komarek (19) and Hurst (14) reported that grass regrowth was abundant and plant quality, especially protein, calcium, phosphorous, potash and other elements, was increased following a burn. Thus, it is reasonable to attribute the increase in phytophagous insects in burned areas to an increase in nutritious and palatable food supply.

Millipedes were in significantly higher numbers in burned fields on the plains than in un-burned fields on the plains and fields on hillsides with and without burn. No significant differences in millipede numbers were observed between fields on the plains without burn and fields on hillsides with and without burn.

Millipedes have been identified as a pest of sorghum and maize seeds in southern Honduras (35). These pests are usually found in soils with high moisture. Sequeira (35) reported that farmers recognized millipedes as pests in gardens and on field crops, and considered them to be important to agriculture and medicine.

Burning does not appear to be an effective practice for control of soil-inhabiting, phytophagous arthropod pests in intercropped sorghum and maize in southern

Honduras. Higher numbers of some arthropods (e.g. wireworms, rootworms and millipedes) were collected in burned fields. This observation appeared to be related to arthropod establishment in regrowth vegetation in burned areas.

In addition to the observed negative effects of burning as a control for soil-inhabiting arthropod pests on sorghum and maize, as reported herein, there are additional obvious negative effects that can be associated with this agricultural practice in Honduras and surrounding countries. These include reduced soil fertility, increased erosion on sloped fields, public health hazards associated with air pollution, air traffic delays due to smoke, increased atmospheric heat caused by the greenhouse effect of the smoke, and the reduction of soil moisture due to removal of ground cover and resultant water run-off and evaporation.

#### CONCLUSIONS

Soil inhabiting arthropods most common in intercropped sorghum and maize fields in southern Hon-

duras in 1985 and 1986 were white grubs, wireworms, rootworms, lesser cornstalk borer, and millipedes. Densities of the insects in three sampled areas were similar indicating that these pest groups are widely distributed throughout the south. Numbers collected in soil samples taken between the rows or on the hills were not different. However, a trend was observed in soil samples for more insects to be associated with crop plants than with other plants or areas without vegetation.

Generally, white grubs, wireworms, rootworms, lesser cornstalk borers and millipedes were found in higher numbers on the plains than on hillsides. Soil texture was more suitable for soil moisture retention on the plains and this condition apparently contributed to arthropod establishment and density increase in fields on the plains. Although densities of soil arthropods appeared to be low, many of the fields studied reached the economic threshold reported by Andrews (4) and King and Saunders (18). Thus, these arthropods are a major constraint to sorghum production; and, if not controlled, replanting is necessary at additional cost to the farmer.

#### LITERATURE CITED

1. ALDOUS, A. 1934. Effects of burning on Kansas blue-stem pastures. Kansas Experiment Station Technical Bulletin 38:1-65.
2. ALL, J.N.; GALLAHER, R.N.; JELLUM, M.D. 1979. Influence of planting date, preplanting weed control, irrigation, and conservation tillage practices on efficacy of planting time insecticide applications for control of lesser cornstalk borer in field corn. *Journal Economic Entomology* 72:265-268.
3. ALL, J.N.; GARDNER, W.A.; SUBER, E.F.; ROGERS, B. 1982. Lesser cornstalk borer as a pest of corn and sorghum. A review of information on the Lesser cornstalk borer *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller). University Georgia Research Bulletin 17:1-45 p.
4. ANDREWS, K.L. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana. The Panamerican School/Agency for International Development Number 7:1-86.
5. CANCELADO, R.; YONKE, T. 1970. Effect of prairie burning on insect populations. *Journal Kansas Entomological Society* 43:274-281.

- 6 CHESHIRE, J.M., Jr.; ALL, J.N. 1979. Monitoring lesser cornstalk borer larval movement in no-tillage and conventional tillage corn systems. *Journal Georgia Agricultural Research* 18:10-13.
- 7 CHESHIRE, J.M., Jr.; HENNINGSON, J.; ALL, J.N. 1977. Radiolabeling lesser cornstalk borer larvae for monitoring movement in soil habitats. *Journal Economic Entomology* 70:578-80.
- 8 DARDON, O.F.; MALDONADO, M.A.; CASTRO, O.R.; COLLADO, C. 1983. Control químico de insectos del suelo y del follaje en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo un criterio de aplicación de acuerdo a tres métodos de labranza. Presentado en la XXIX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, Panamá. M30/1-14.
- 9 DeWALT, B.; DeWALT, K.M. 1982. Farming systems in Pespire. Southern Honduras. International Sorghum and Millet Project, Preliminary Report No. 1. University Kentucky, Lexington. 103 p.
- 10 GAUTHIER, G. 1944. White grub control. Annual Report Entomology Society, Ontario. 74-26.
- 11 GREGORY, W.W.; MUSICK, G.J. 1976. Insect management in reduced tillage systems (corn and soybeans). *Bulletin Entomological Society of America* 22:302-304.
- 12 HAWKINS, R. 1984. Intercropping maize with sorghum in Central America: A cropping system case study. *Agricultural Systems* 15:1-21.
- 13 HEYWARD, F.; TISSOT, A.N. 1936. Some changes in soil fauna associated with forest fires in the long leaf pine region. *Ecology* 17:659-666.
- 14 HURST, G.A. 1970. The effects of controlled burning on arthropod density and biomass in relation to bobwhite quail brood habitat on a right-of-way. *Proceedings Tall Timber Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management* 2:173-183.
- 15 JARVIS, J.L. 1966. Studies of *Phyllophaga anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae) in the sandhills area of Nebraska. *Journal Kansas Entomological Society* 39:401-409.
- 16 KENDEIGH, S.C. 1961. *Animal ecology*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall. 468 p.
- 17 KING, A.B.S. 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. *Tropical Pest Management* 30:36-50.
- 18 KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica. Overseas Development Administration. 182 p.
- 19 KOMAREK, E.V. 1967. Fire and the ecology of man. *Proceedings Sixth Annual Tall Timber Conference on Fire Ecology* 6:143-170.
- 20 KOMAREK, E.V. 1970. Insect control-fire for habitat management. *Proceedings Tall Timber Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management* 2:157-171.
- 21 KOONE, H.D.; BANEGAS, A.D. 1958. *Entomología Económica Hondureña*. Ministerio de Recursos Naturales. Servicio Técnico Internacional de Cooperación Agrícola Tegucigalpa, Honduras. 139 p.
- 22 KUCERA, C.L.; EHRENREICH, J.H. 1962. Some effects of annual burning on central Missouri prairie. *Ecology* 43:334-336.
- 23 LUMMUS, P.F.; SMITH, J.C.; POWELL, N.L. 1983. Soil moisture and texture effects on survival of immature southern corn rootworm, *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 12: 1529-1531.
- 24 MINISTERIO DE AGRONOMIA Y GANADERIA - ORGANIZACION PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION - PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. 1976. Guía de Control Integrado de Plagas de Maíz, Sorgo y Frijol. Managua, Nicaragua. 44 p.
- 25 MARRONE, P.G.; STINNER, R.E. 1983a. Effects of soil moisture and texture on oviposition preference on the bean leaf beetle, *Ceratoma trifurcata* (Foster) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology* 12:426-428.
- 26 MARRONE, P.G.; STINNER, R.E. 1983b. Bean leaf beetle, *Ceratoma trifurcata* (Foster) (Coleoptera: Chrysomelidae). Physical factors affecting larval movement in soil. *Environmental Entomology* 12:1283-1285.
- 27 MUSICK, G.J. 1970. Insect problems associated with no-tillage corn production. *Proceedings North East No-tillage Conference* 1:44-59.
- 28 NAGEL, H.G. 1973. Effect of spring prairie burning on herbivorous and non-herbivorous arthropod populations. *Journal Kansas Entomological Society* 46: 485-496.
- 29 PASSOA, S. 1983. Lista de los insectos asociados con los granos básicos y otros cultivos selectos en Honduras. *Ceiba* 25:1-97.
- 30 PEARSE, A.S. 1943. Effects of burning over and raking off litter on certain soil animals in the Duke Forest. *American Midland Nature* 29:406-424.
- 31 PILEX, L. 1980. El cultivo del sorgo en Costa Rica. Cafesa Turrialba, Costa Rica. 35 p.
- 32 POTTER, D.A. 1983. Effect of soil moisture on oviposition, water absorption, and survival of southern masked chafes (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs. *Environmental Entomology* 12:1223-1227.
- 33 RICE, L.A. 1932. Effect of fire on the prairie animal communities. *Ecology* 13:392-401.

- 34 RUBZOVA, Z I. 1967. Elateridae in soil of pine forest types in West Belorussia. *Oikos* 18:41-54.
- 35 SIQUEIRA, R. A. 1987. Studies on pests and their natural enemies in Honduras maize and sorghum. Master of science thesis. Texas A&M University. 280 p.
- 36 TURPIN, F. T.; PETERS, D. C. 1971. Survival of southern and western corn rootworm larvae in relation to soil texture. *Journal Economic Entomology* 64: 1448-1451.
- 37 VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farm's maize crop in Nicaragua. Department of Entomology, Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 221 p.
- 38 WEISS, M. J.; MAYO, Z. B. 1983. Potential of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval counts to estimate larval populations to make decisions. *Journal Economic Entomology* 76:158-161.

## Manejo del Suelo, Rastrojo y Plagas: Interacciones y Efecto sobre el Maíz<sup>1</sup>

M Carballo\*, J. L. Saunders\*\*

### ABSTRACT

The effects of different forms of soil preparation, crop residue management and insect control on insect pest incidence and damage were studied during two maize cropping cycles. Maize yield was significantly reduced in plowed plots with no insecticidal soil pest control. Yields in no-till systems were less sensitive to insecticide application due to less damage by pests. Yield reduction in plowed plots was correlated to plant population loss due to *Cyrtomenus bergi* Froeschner attack. The no-till system was associated with larger white grub (*Phyllophaga* spp.) populations. Incidence and damage by the foliar pests (*Diabrotica balteata* Le Conte and *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) was less in systems with crop residues on the soil.

### COMPENDIO

Se estudió el efecto de diferentes formas de preparación del suelo, del manejo de residuos y del combate de plagas sobre la incidencia y daño de insectos en dos ciclos de cultivo de maíz. El rendimiento de maíz obtenido en los sistemas con suelo arado se redujo significativamente cuando no se combatieron las plagas del suelo. El rendimiento en cero labranza fue menos sensible a la aplicación de insecticidas ya que el daño de plagas fue menor. Esta reducción del rendimiento en los sistemas con suelo arado estuvo asociado con la pérdida de plantas provocada por *Cyrtomenus bergi* Froeschner. La cero labranza fue desfavorable a este insecto. La pérdida de plantas en cero labranza estuvo asociada con la mayor población de larvas de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) en el suelo. La incidencia y daño de plagas del follaje como adultos de *Diabrotica balteata* Le Conte y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) se redujo cuando los residuos de cosecha permanecieron sobre el suelo.

### INTRODUCCION

La regulación cultural de plagas mediante algunas prácticas de manejo de rastrojo de cosechas y tipos de labranza ha demostrado ser tan efectiva como el combate con insecticidas. La cero labranza con presencia de un mantillo de rastrojo sobre el suelo reduce el daño de algunas plagas a los cultivos con

respecto a la labranza convencional, por ejemplo *Diabrotica virgifera* Le Conte y *D. barberi* Smith y Lawrence (7, 10), *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (1), *Delia platura* Meigen (8), *Epilachna varivestis* Mulsant (17), *Amrasca biguttula* y *Ophiomyia phaseoli* Tyron (16) y *Spodoptera frugiperda* J.R. Smith (4, 9).

Sin embargo, las prácticas de remoción del suelo y eliminación o incorporación de rastrojo mediante el arado en labranza convencional controla a otras plagas, disminuyendo su daño al cultivo. Esto ocurre para *Agrotis ipsilon* Hufnagel (11), *Melanophus femurru-brum* De Geer (17), *Pseudaletia unipuncta* Haworth (12), *Phyllophaga anxia* Le Conte (15) y *Phyllophaga* sp. (13).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 8 de junio de 1990.

Basado parcialmente en la Tesis de Maestría presentada por el primer autor en el Programa de Estudios de Posgrado UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\* Entomólogo Proyecto RENARM/CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.

\*\* Coordinador del Proyecto RENARM/CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.



Esta regulación de plagas está relacionada en gran parte con los factores que intervienen en la colonización de los cultivos por los insectos, tales como los estímulos químicos, visuales, táctiles y gustativos (2, 3, 4, 19)

Entre las razones que determinan la variación en la colonización de insectos en cero labranza versus labranza convencional, está el contraste de color entre el suelo y el cultivo (16, 18). Insectos como *Bemisia tabaci* Gennadius, *A. biguttula* y *Diabrotica balteata* Le Conte, colonizan menos los cultivos cuando existe un mantillo de residuos de cultivos o malezas cubriendo el suelo que cuando el suelo está descubierto (4, 16, 18).

La presencia de rastrojo erecto puede actuar como una barrera que interfiere con el vuelo de los insectos, o bien camuflar los estímulos que atraen al insecto, afectando su colonización. Este es el caso de insectos como *Diabrotica* sp., *S. frugiperda* y *O. phaseoli* (4, 14, 16, 19)

La cero labranza favorece la reproducción y supervivencia de larvas de *A. ipsilon*, mientras que arar el suelo expone a larvas de *Phyllophaga* sp. a los estrés ambientales, parasitoides y depredadores, reduciendo así sus poblaciones en los campos de maíz (13). También permite a las larvas de *Diabrotica* sp. moverse fácilmente a través del suelo y localizar en forma expedita las raíces del maíz (6).

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de diferentes formas de preparación del suelo y de manejo de residuos de cosecha sobre la incidencia y daño de plagas en el maíz.

#### MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en la finca del Departamento de Producción Animal del CATIE, Turrialba, Costa Rica ubicada a 9° 53'N y 83° 39'O y una elevación de 602 msnm. Se realizaron dos ciclos de siembra de maíz, uno entre noviembre de 1980 y abril de 1981 y otro entre junio y octubre de 1981. El campo estuvo sembrado con pasto estrella (*Cynodon nlenfluen-sis*) durante varios años, antes del estudio, por lo que se realizó una siembra inicial de maíz en junio de 1980 para preparar las condiciones para el estudio.

La zona se caracteriza por una precipitación media anual de 2 674 mm, con 251 días con lluvia; una humedad relativa de 88% y una temperatura media anual de 22.3°C. El suelo, de origen aluvial, se caracteriza por tener un drenaje moderado, una densidad aparente de mediana a alta y una fertilidad de mediana a baja.

Se estudiaron dos tipos de labranza, la convencional con arada y rastreada y la labranza cero, donde se aplicó el herbicida glifosato (Roundup) (1.5 kg i.a./ha) 15 días antes de la siembra. Cada tipo de labranza comprendió tres manejos de los residuos: 1) cañas de maíz del ciclo anterior en posición vertical; 2) eliminación de los residuos de la cosecha anterior; 3) residuos colocados sobre el suelo. En la labranza convencional se realizó un cuarto manejo de residuos, el cual consistió en su incorporación mediante el arado. Esto dio un total de siete combinaciones de manejos de residuos y labranza.

Se evaluaron tres tipos de combate de plagas: 1) combate químico al suelo y a la siembra con 1.0 kg i.a./ha de carbofuran (Furadan 5 g); y 2) combate al follaje, con la aplicación de 0.145 kg i.a./ha de metomil (Lannate 90% PM) una y dos semanas después de la siembra y phoxin (Volatón 2.5 g 0.60 kg/ha) a los 40 días y 3) un testigo sin combate de plagas.

La combinación entre el manejo de los residuos, la labranza y el combate de las plagas, dio un total de 21 tratamientos, que fueron distribuidos en un diseño de fajas divididas con cuatro repeticiones. La unidad experimental midió 8 x 6 metros (48 metros cuadrados).

Se utilizó maíz de la variedad Tuxpeño ciclo 7 adaptado a Turrialba a una densidad de 60 000 plantas/ha, con una distancia de siembra de un metro entre hileras y 0.50 metros entre plantas. Se fertilizó a la siembra usando 250 kg/ha de la fórmula 12-24-12 y otra 30 días después con 75 kg/ha de nitrógeno en forma de úrea.

Se midió la altura de las plantas, el vigor y el número de plantas a los 40 días y a la cosecha, el índice de área foliar, el número de mazorcas y el peso del grano. Así mismo, se hicieron evaluaciones del daño de *D. balteata*, *S. frugiperda* y de los insectos presentes en el suelo.

Se realizaron análisis de variancia para establecer el efecto de los factores estudiados sobre las variables entomológicas y del cultivo. Se establecieron modelos de causa y efecto entre el combate de plagas, la incidencia de insectos, las variables del cultivo y el rendimiento. Estas relaciones fueron establecidas mediante modelos de regresión múltiple. La validez de estos modelos se determinó mediante análisis de variancia para regresión y pruebas de "t" para coeficientes de regresión estandarizados, cuyo signo y magnitud indicó la importancia de las relaciones.

Cuadro 1. Efecto de diferentes manejos de residuos, dos tipos de labranza y tres tipos de combate sobre la incidencia de *C. bergi* en maíz.

Labranza	Manejo de residuos	Número de chinches por postura					
		Tipos de combate			Tipos de combate		
		Suelo	Follaje	Sin combate	Suelo	Follaje	Sin combate
		primer ciclo de siembra			segundo ciclo de siembra		
Convencional	Cañas de maíz verticales	0.50 a*	3.25 cd	4.00 cde	0.00 a	2.75 def	2.75 def
Convencional	Sin residuos	0.50 a	3.50 cd	4.50 de	0.50 ab	3.00 ef	4.25 fg
Convencional	Residuos sobre el suelo	0.00 a	2.00 bc	3.50 cd	0.00 a	5.00 g	3.00 ef
Convencional	Residuos incorporados	0.75 a	6.00 e	6.25 e	0.25 ab	2.00 cde	5.00 g
Cero	Cañas de maíz verticales	0.25 a	0.75 a	1.00 ab	0.25 ab	1.50 bcd	0.25 ab
Cero	Sin residuos	0.00 a	0.25 a	0.25 a	0.50 ab	0.75 abc	0.25 ab
Cero	Residuos sobre el suelo	0.00 a	0.50 a	0.25 a	0.00 a	0.00 a	0.75 abc

\* Valores con igual letra dentro de un mismo ciclo, no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad

RESULTADOS Y DISCUSION

Incidencia de plagas del suelo

El chinche de la raíz (*Cyrtomenus bergi* Froescher), presentó poblaciones más altas en la labranza convencional con arado que en cero labranza (Cuadro 1). El suelo suelto al ser preparado mecánicamente fue más favorable para este insecto que el suelo compacto en cero labranza (2). La aplicación de insecticida al suelo redujo significativamente la población del insecto en los sistemas con el suelo arado (Cuadro 1). En la cero labranza, el insecticida al suelo no es necesario, debido a que este insecto es regulado naturalmente en este tipo de labranza.

El tercer estadio larval de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), ocurrió únicamente en cero labranza, donde hubo un promedio de 1.25 larvas por postura contra 0.00 en la labranza convencional. El arado, al voltear el suelo, deja expuestas las larvas de *Phyllophaga* a la acción de los depredadores o a los factores climáticos adversos, favoreciendo su mortalidad (13). La presencia de larvas de *Phyllophaga* sp. en sus estadios iniciales fue mayor en la labranza convencional, sin llegar a ser estadísticamente significativo. Tampoco ocurrió un efecto significativo de los insecticidas.

Incidencia de plagas del follaje

La incidencia y severidad del año causado por defoliadores Crysomelidos, principalmente *D. balteata*, fue significativamente menor en las parcelas de cero labranza con residuos erectos y residuos sobre el suelo

y en la labranza convencional donde los residuos se pusieron sobre el suelo. El manejo de los residuos, más que la labranza, fue el que afectó el comportamiento del insecto. La eliminación de los residuos en ambos sistemas de labranza provocó un incremento en la incidencia y daño de *D. balteata* (Fig. 1). Estos resultados fueron similares entre los muestreos reali-

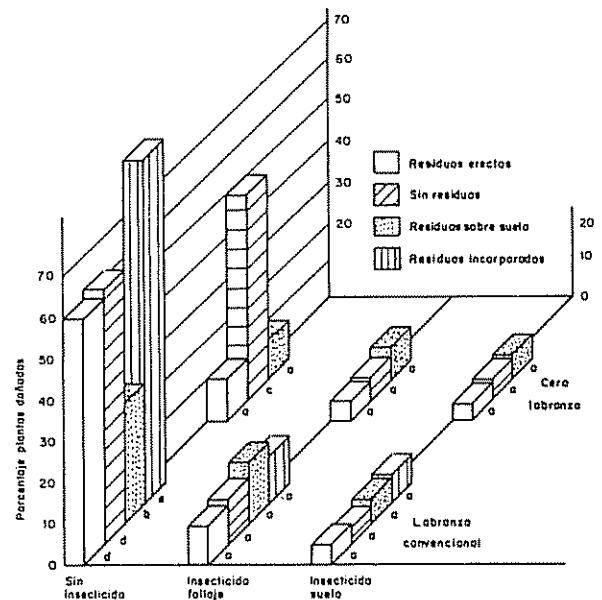


Fig. 1. Variación en la incidencia de *Diabrotica balteata* por efecto del manejo de residuos, la labranza y la aplicación de insecticidas.

Columnas con la misma letra son iguales entre si según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

zados durante los dos ciclos de siembra, por lo que solo se presentan los del primer ciclo (Fig. 1). Estos resultados son comparables a los obtenidos por Carballo (4) con *D. balteata* en maíz. Este comportamiento es atribuido al efecto atrayente del contraste de color entre el cultivo y el suelo descubierto. La remoción del rastrojo en cero labranza favoreció la colonización del insecto, mientras que la reposición de los rastrojos sobre el suelo arado tuvo un efecto adverso sobre la colonización de este insecto.

En las parcelas con alta infestación de la plaga, ésta se redujo significativamente con aplicaciones de insecticidas. En los sistemas con residuos sobre el suelo, la incidencia y daño de la plaga se redujo a niveles comparables a los observados cuando se aplicaron insecticidas.

El porcentaje de plantas infestadas por el gusano cogollero, *S. frugiperda*, fue menor en cero labranza con residuos sobre el suelo y con cañas erectas, ocurriendo un incremento significativo cuando se eliminaron los residuos (Fig. 2). En la labranza convencional, la infestación fue mayor, sin ocurrir diferencias significativas entre los manejos de residuos. Carballo (4) encontró un 39% de plantas infestadas por el gusano cogollero en parcelas aradas sin residuos sobre el suelo, en tanto que bajo cero labranza con presencia de residuos de malezas erectas, la incidencia del insecto fue de un 3.5%, posiblemente porque el rastrojo sirve de camuflaje al maíz afectando su localización y posterior colonización por los adultos del insecto.

La aplicación de insecticidas al follaje tuvo un efecto significativo sobre la incidencia de *S. frugiperda*, en aquellas parcelas donde ésta fue mayor. La regulación de cogollero en cero labranza por efecto de la presencia de rastrojo de cosechas fue similar al ocurrido con aplicación de insecticida en los otros sistemas.

#### Rendimiento de maíz

Cuando se aplicó insecticida al suelo, los rendimientos fueron iguales entre los diferentes tratamientos de labranza y manejo de residuos (Cuadro 2), a excepción de la cero labranza con residuos sobre el suelo en el primer ciclo y el arado con residuos sobre el suelo en el segundo ciclo, en donde el rendimiento fue menor. Esto indica que bajo condiciones de uso de insecticidas al suelo, no hubo diferencias entre los tratamientos de labranza.

Cuando no se aplicaron insecticidas al suelo, los rendimientos fueron significativamente inferiores en los sistemas arados con residuos sobre el suelo, con re-

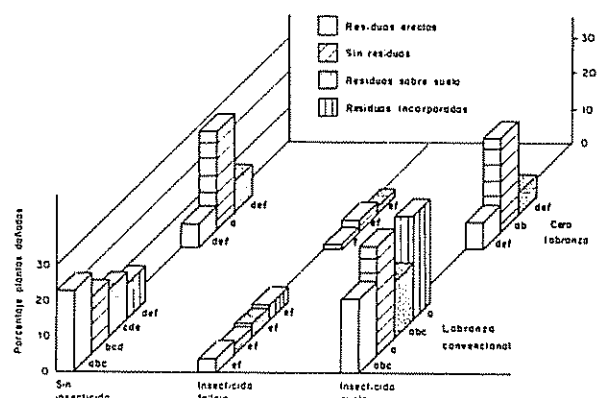


Fig. 2. Variación en la incidencia de *Spodoptera frugiperda* por efecto del manejo de residuos, la labranza y la aplicación de insecticidas.

Columnas con la misma letra son iguales entre sí según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

sidos incorporados en el primer ciclo y en los sistemas arados sin residuos y con residuos sobre el suelo en el segundo ciclo. En los demás sistemas, el rendimiento tiende a ser igual o superior en la cero labranza.

Esta reducción del rendimiento al no aplicar insecticidas al suelo durante el primer ciclo fue más alto en los sistemas arados con cañas erectas, sin residuos, con residuos sobre el suelo y con residuos incorporados respectivamente (Cuadro 2). En cero labranza, los rendimientos fueron menos sensibles a la aplicación de insecticidas. En el segundo ciclo, el rendimiento se redujo significativamente cuando no se aplicaron insecticidas al suelo solamente en los sistemas arados sin residuos y con residuos sobre el suelo y en cero labranza con cañas erectas (Cuadro 2).

#### Determinantes del rendimiento

En la Fig. 3, se presenta la relación de causa y efecto entre el combate de plagas, las variables entomológicas y del cultivo y su efecto sobre el rendimiento, para los sistemas de labranza convencional y cero labranza respectivamente. Uno de los factores determinantes del rendimiento y de su reducción cuando no se aplicaron insecticidas al suelo, fue el número de mazorcas cosechadas, variable determinada a su vez, por el número de plantas a la cosecha. Se presentan los valores de los coeficientes de regresión estandarizados para el efecto del número de plantas sobre el número de mazorcas cosechadas y sobre el rendimiento. Estos valores en general fueron altos.

Durante los dos ciclos, no hubo diferencias de población de plantas entre los tratamientos de labranza cuando se aplicaron insecticidas al suelo, a excepción

Cuadro 2. Rendimiento de maíz para diferentes tratamientos de labranza y manejo de residuos con y sin insecticidas al suelo y porcentaje de rendimiento perdido en tratamiento sin insecticidas.

Labranza	Manejo de residuos	Primer ciclo kg/ha			Segundo ciclo kg/ha		
		Insecticida suelo	Sin insecticida	Porcentaje pérdida	Insecticida suelo	Sin insecticida	Porcentaje pérdida
Convencional	Cañas verticales	4 358 a*	2 815 de	35.4 b**	3 806 ab*	3 299 bcde	13.3 a**
Convencional	Sin residuos	3 993 ab	2 659 ef	33.4 b	3 612 b	2 768 ef	23.4 b
Convencional	Residuos sobre suelo	3 734 abc	1 753 g	53.1 c	2 604 f	2 036 g	21.8 b
Convencional	Residuos incorporados	3 957 ab	1 805 g	54.3 c	3 534 bc	3 354 bcde	5.1 a
Cero	Cañas verticales	3 488 bcd	3 101 ede	11.1 a	4 344 a	3 369 bcd	22.4 b
Cero	Sin residuos	3 751 abc	2 510 efg	33.1 b	3 682 b	3 559 bc	3.3 a
Cero	Residuos sobre suelo	3 173 cde	2 637 efg	16.9 a	3 372 bcd	3 422 bcd	1.4 a

\* Valores de rendimiento con igual letra dentro de un mismo ciclo son iguales entre sí según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

\*\* Valores de porcentaje de pérdida con igual letra dentro de un mismo ciclo son iguales entre sí según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

del tratamiento arado con residuos sobre el suelo que durante el segundo ciclo fue significativamente menor (Cuadro 3).

Cuando no se aplicaron insecticidas al suelo en el primer ciclo, el número de plantas fue significativamente menor en los tratamientos arados con residuos sobre el suelo, con residuos incorporados y en el segundo ciclo en los tratamientos arados sin residuos y con residuos sobre el suelo (Cuadro 3).

En el segundo ciclo, la pérdida de plantas al no aplicar insecticidas fue mayor para los sistemas arados sin residuos, con residuos sobre el suelo, con residuos incorporados y en cero labranza con cañas erectas y con residuos sobre el suelo respectivamente (Cuadro 3). Carballo (4) informa de pérdidas de plan-

tas de un 22% en parcelas aradas sin control de insectos comparado con un 7.5 y 10% en dos sistemas de cero labranza.

El rendimiento y la población de plantas bajo cero labranza fue más estable y menos sensible a la aplicación de insecticidas. En cero labranza, se requiere un menor uso de insecticidas que en la labranza convencional. Sin embargo, bajo condiciones de uso de insecticidas al suelo, ambos tipos de labranza fueron iguales.

#### Efecto de las plagas sobre el rendimiento

La reducción del rendimiento al no aplicar insecticidas al suelo estuvo directamente relacionado con la pérdida de plantas causadas por las plagas del suelo.

Cuadro 3. Población de plantas de maíz para diferentes tratamientos de labranza y manejos de residuos con y sin insecticidas al suelo y porcentaje de plantas perdidas al no aplicar insecticidas.

Labranza	Manejo de residuos	Primer ciclo Plantas/hectárea			Segundo ciclo Plantas/hectárea		
		Insecticida suelo	Sin insecticida	Porcentaje pérdida	Insecticida suelo	Sin insecticida	Porcentaje pérdida
Convencional	Cañas verticales	46 958 a*	35 417 bcd	24.6 a**	46 770 ab*	41 045 bcde	12.2 a**
Convencional	Sin residuos	47 187 a	33 854 cde	28.3 a	45 208 abc	33 127 ef	26.7 b
Convencional	Residuos sobre suelo	41 250 abc	22 812 f	44.7 b	36 541 cde	31 044 f	15.0 a
Convencional	Residuos incorporados	39 271 abc	20 833 f	46.9 b	47 708 a	40 211 bcde	15.7 a
Cero	Cañas verticales	41 250 abc	35 208 bcd	14.6 a	49 791 a	36 565 cde	26.5 b
Cero	Sin residuos	43 958 ab	33 333 cde	24.1 a	47 812 a	42 711 abcde	10.7 a
Cero	Residuos sobre suelo	38 222 abcd	28 854 def	24.5 a	43 333 abcd	36 461 cde	15.9 a

\* Valores de población con igual letra dentro de un mismo ciclo son iguales entre sí según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

\*\* Valores de porcentaje de pérdida con igual letra dentro de un mismo ciclo son iguales entre sí según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

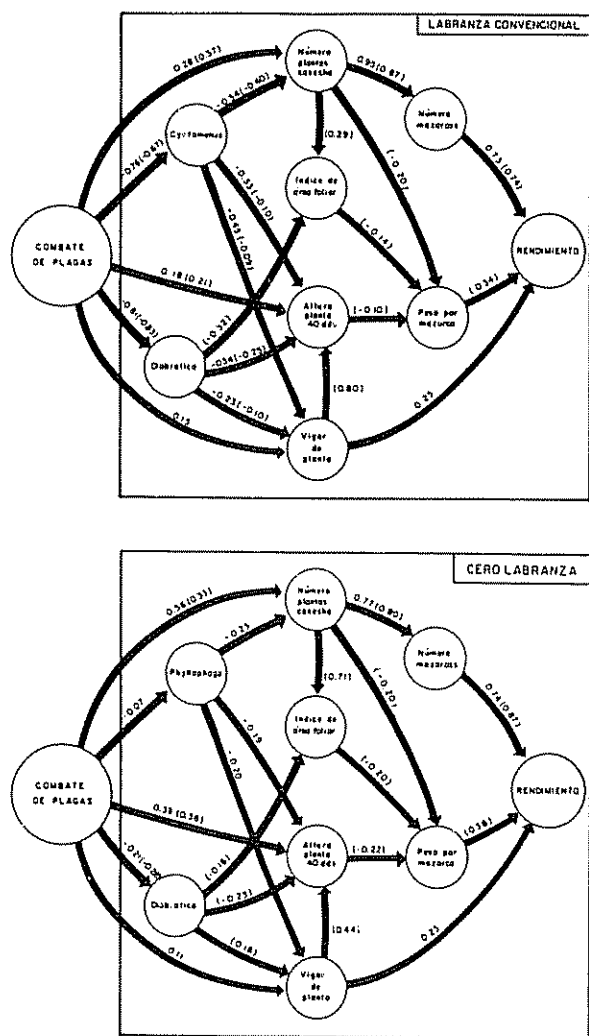


Fig. 3. Relaciones entre las variables entomológicas y del cultivo en dos sistemas de labranza y dos ciclos de siembra de maíz.

#### LITERATURA CITADA

- ALL, J.N.; GALLAHER, R.N.; JELLUM, M.D. 1979. Influence of planting date, preplanting weed control, irrigation, and conservation tillage practices on efficacy of planting time insecticide applications for control of lesser cornstalk borer in field corn. *Journal of Economic Entomology* 72(2):265-268.
- ALTIERI, M.A.; DOLL, J.D.; VAN SCHOONHOVEN, A. 1977. Interacciones entre insectos y malezas en mono y policultivos de maíz y frijol. *Revista Comalti (Colombia)* 4(4):171-208.
- ALTIERI, M.A.; WHITCORMB, W.H. 1979. The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. *Hort Science* 14(1):12-18.
- CARBALLO VARGAS, M. 1979. Incidencia de plagas en maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes sistemas de manejo de malezas. Tesis Ing. Agr. Guápiles. Universidad de Costa Rica, Centro Universitario del Atlántico 89 p.
- CARBALLO VARGAS, M. 1982. Manejo del suelo, rastrojo y plagas-interacciones y efecto sobre el maíz (*Zea mays* L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica/CATIE 94 p.
- CHIANG, H.C.; RASMUSSEN, D.; GORDER, R. 1971. Survival of corn rootworm larvae under minimum tillage conditions. *Journal of Economic Entomology* 64(6):1576-1577.

En los tratamientos de labranza convencional, esta fue causada por el incremento de la población de *C. bergi*, mientras que en cero labranza lo fue la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) cuya población en el tercer estadio larval se incrementó significativamente durante el primer ciclo. En la Fig. 3 se presenta la relación entre el combate de plagas y la incidencia de *C. bergi*, *D. balteata* y *Phyllophaga* sp. y el efecto de éstas sobre el cultivo y sobre el rendimiento. Se puede observar el efecto significativo del combate de plagas sobre *C. bergi* en la labranza convencional y el efecto de esta plaga sobre la población de plantas a la cosecha. Esta plaga también afectó las otras variables del cultivo aunque en menor proporción, lo que incidió finalmente sobre el rendimiento. En cero labranza, el combate de plagas no tuvo un efecto significativo sobre *Phyllophaga* sp., por lo que esta plaga tuvo poco impacto sobre las variables del cultivo y finalmente sobre el rendimiento, de ahí que el rendimiento en cero labranza fue más estable y menos sensible a la aplicación de insecticidas. El combate de plagas afecta la incidencia de *D. balteata*. Esta plaga solamente afectó la altura y el vigor en algunos tratamientos pero no el número de plantas.

En las parcelas sin insecticida al suelo, aquellas plantas de maíz dañadas por las plagas del suelo que no fueron eliminadas probablemente tuvieron una menor capacidad de absorción de nutrimento, debido al deterioro en el sistema radical. Esto causó retraso en el crecimiento, con la consiguiente pérdida de rendimiento. El daño menos importante de adultos de *D. balteata* y larvas de *S. frugiperda* también contribuyó a la pérdida de rendimiento.

- 7 GRAY, M.E.; TOLLEFSON, J.J. 1987. Influence of tillage and western and northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) egg populations on larval populations and root damage. *Journal of Economic Entomology* 80(4):911-915.
- 8 HAMMOND, R.B.; STINNER, B.R. 1987. Seedcorn maggots (Diptera: Anthomyiidae) and slugs in conservation tillage systems in Ohio. *Journal of Economic Entomology* 80(3):680-684.
- 9 JIMENEZ CHACON, T. 1981. Desempeño de sistemas de cultivos con maíz y frijol común y frijol lima, en dos tipos de laboreo del suelo y dos niveles de fertilización con nitrógeno. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Universidad de Costa Rica/CATIE. 1981. 76 p.
- 10 JOHNSON, T.B.; TURPIN, F.T. 1985. Northern and western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) oviposition in corn as influenced by foxtail populations and tillage systems. *Journal of Economic Entomology* 78(1):57-60.
- 11 JOHNSON, T.B.; TURPIN, F.T.; SCHREIBER, M.M.; GRIFFITH, D.R. 1984. Effects of crop rotation, tillage, and weed management systems on black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestations in corn. *Journal of Economic Entomology* 77(4):919-921.
- 12 MUSICK, G.J. 1973. Control of armyworm in non-tillage corn. *Ohio Report* 58(2):42-45.
- 13 MUSICK, G.J.; PETTY, H.B. 1974. Insect control in conservation tillage systems. In *Conservation Tillage: A Handbook for Farmers*. Conservation Society of America p. 47-52.
- 14 RISCH, S. 1978. Effect of plant diversity on the population dynamics of several beetle pests in monocultures and policultures of corn, beans, and squash in Costa Rica. Ph.D. Thesis. University of Michigan. 215 p.
- 15 RIVERS, R.L.; PIKE, K.S.; MAYO, Z.B. 1977. Influence of insecticides and corn tillage systems on larval control of *Phyllophaga anxia*. *Journal of Economic Entomology* 70(6):794-796.
- 16 RUHENDI. 1979. Rice stubble management cultural control of preflowering insect pest of cowpea established after flooded rice. Thesis Mag. Sc., University of the Philippines. 157 p.
- 17 SLODERBECK, P.E.; EDWARDS, C.R. 1979. Effects of soybean cropping practices on Mexican bean beetle and redlegged grasshopper populations. *Journal of Economic Entomology* 72(6):850-853.
- 18 SMITH, J.G. 1976. Influence of crop background on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. *Annals of Applied Biology* 83(1):1-13.
- 19 TAHVANAIVEN, J.C.; ROOT, R.B. 1972. The influence of vegetation diversity on the population ecology of a specialized herbivore *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Oecologia* 10:321-346.

# Identificación y Evaluación de los Enemigos Naturales de la Mosca Prieta de los Cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en Cuatro Zonas Cítricas de Costa Rica<sup>1</sup>

J.M. Elizondo\*, J.R. Quezada\*\*

## ABSTRACT

The citrus blackfly was detected in Panama and Costa Rica in the 1920s, when it began spreading in citrus orchards and other suitable host plants. In the 1930s, *Eretmocerus serius* and *Encarsia opulenta* were introduced for biological control purposes. As a result, the pest was brought under control and has remained so for years, although no records of a follow-up exist. A study was undertaken to evaluate the distribution of the pest and its parasites in four localities of Costa Rica from January to December 1986. Monthly samples of infested leaves were taken to determine the percentage of parasitism of nymphs in the laboratory. The material was confined to await the emergence of parasites, so as to redefine the parasitism data. The pest showed five yearly generations in one location and four in the rest, as determined by the use of day-degree data and field observations. *E. opulenta* is the key biological control factor of the pest, but native predators such as *Delphastus* sp. and *Chrysopa* spp. as well as the pathogenic fungus *Aschersonia aleyrodis* are also important. Linear regression models were developed to calculate total parasitism on the basis of field data.

## COMPENDIO

La mosca prieta comenzó a propagarse en las plantaciones de cítricos y otras plantas hospederas en Panamá y Costa Rica y fue detectada en la década de los 20. En los años 30, se introdujo *Eretmocerus serius* como controlador biológico, además de *Encarsia opulenta*, con lo cual mantuvo la plaga bajo control. Este estudio evalúa la distribución de la plaga y sus parásitos en cuatro localidades de Costa Rica durante el año 1986. Se tomaron muestras mensuales de hojas infestadas para determinar el por ciento de parasitismo y número de ninfas en el laboratorio. El material fue confinado para esperar la emergencia de parásitos y así redefinir los datos de parasitismo. La plaga mostró cinco generaciones/año en una localidad y cuatro en el resto, determinadas por el uso de datos de grados-día y observaciones de campo. *E. opulenta* es el factor clave de control biológico de la plaga; sin embargo, también son importantes los depredadores nativos como *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp., así como el hongo *Aschersonia aleyrodis*. Se desarrollaron modelos de regresión lineal para calcular el total de parasitismo observado en el campo.

## INTRODUCCION

El cultivo de los cítricos se ha incrementado en los últimos años en Costa Rica. En 1973 existían 408.9 ha de plantaciones comerciales (2), mientras que para 1987 el área cultivada era de 2 500 ha. Estos datos reflejan la importancia adquirida por este cultivo en el país. Los niveles de calidad que requiere este producto en el mercado nacional no son relevantes, en vista de que el consumidor no es exigente al respecto; sin embargo, para efectos de exportación, es importante considerarlos. Factores como el manejo integrado de plagas deben tomarse en cuenta, en respuesta a una mayor exigencia de calidad,

la cual puede ser alterada, entre otras cosas, por las altas poblaciones de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera, Aleyrodidae). Esta plaga, originaria de Asia, se ha propagado en las últimas seis décadas por la región del Caribe, América Central y América del Norte (1). En 1920 se reportó su presencia en Costa Rica (4). En 1933 se introdujo *Eretmocerus serius*, Silv. como controlador biológico, y luego *E. opulenta* en los años siguientes (11).

Entre sus hospederos preferidos están los cítricos *Citrus* spp. mango *Mangifera indica* L., y guayabo *Psidium guajaba* L. (14). El ciclo biológico de este insecto incluye seis estadios (huevo, ninfas I, II, III, pupa y adulto). El tiempo que tarda cada uno de ellos en completarse es variable y depende en mucho de las condiciones imperantes de temperatura. A 16°C se determinó un ciclo completo de 567 días, mientras que a 27°C fue de 74 días (6).

Los parásitos y depredadores más importantes que atacan a *A. woglumi* son: los himenopteros afelinidos: *Encarsia* (*Prospaltella*) *clypealis*, *E. opulenta* Silvestri,

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990. Basado en la Tesis MSc. sometida por el primer autor al Programa de Estudios de Posgrado del CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica.

\* Entomólogo, Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) Santa Clara, San Carlos, Costa Rica.

\*\* Consultor Internacional, Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico 4624 W Feemster, Visalia, CA 93277, USA.

y *Eretmocerus serius* Silvestri; el depredador *Delphastus* sp (Col: Coccinellidae) y el hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodis* (16) Estos parásitos, depredadores y plagas pueden ser afectados por condiciones ambientales como la temperatura y la precipitación. Así, Cherry (3) observó que al exponer *A. woglumi* y su parásito a temperaturas extremas, por periodos de tres horas, la DL50 (dosis letal) para adultos de mosca prieta y ninfas del primer estadio ocurrió entre 40 y 45°C Para los adultos de *A. hesperidum* la DL50 ocurrió entre 35 y 40°C y aumentó cuando decreció la humedad, ambos en condiciones de verano También se ha observado que la muerte de los parásitos *E. opulenta* y *E. smithi* ocurre entre los 35 y 40°C (17)

La mosca prieta se dispersa de tres maneras: por el vuelo de los adultos, a través de hojas infestadas arrastradas por el viento, o por el acarreo del material de propagación infestado (5). Trabajos realizados en Florida y Texas han demostrado que este insecto es capaz de desplazarse de 400 a 600 m por generación sin la ayuda del hombre, (5) y Quezada *et al.* (15) observaron en El Salvador limitaciones de esta plaga, sobre todo por factores del ambiente, en plantaciones localizadas a más de 1 000 m de altura Además, con la introducción de *E. opulenta* en 1970, se logró un control completo de la mosca prieta a los dos años siguientes (más del 50% de parasitismo).

A pesar de que en Costa Rica los cítricos constituyen una actividad agrícola importante, aún hasta 1986 no se habían realizado estudios que determinaran el control que sobre esta plaga ejercían sus enemigos naturales, ni su comportamiento a través del año en los diferentes ambientes. Por eso, este trabajo tuvo como objetivo identificar y cuantificar el control biológico ejercido sobre la mosca prieta, *A. woglumi*, por sus enemigos naturales en Costa Rica, así como determinar el comportamiento reproductivo de la plaga durante el año, en los cuatro sitios en evaluación.

#### MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en cuatro localidades cítricas de Costa Rica (Siquirres, Esparza, Guápiles y Atenas) ubicadas a 10° y 06'; 9° y 59'; 10° y 13' y 9° y 59' de latitud norte y 83° y 26'; 84° y 39'; 83° y 46' y 84° y 20' de longitud oeste con altitudes variables de 40, 208, 249 y 696 msnm, respectivamente. En estos sitios, la precipitación y la temperatura son variables entre sí y fluctúan entre 1 771 y 4 491 mm y de 23.7 a 26.5°C (Fig. 1).

Hojas de cítricos infestadas por la mosca prieta, fueron el material experimental recolectado mensual-

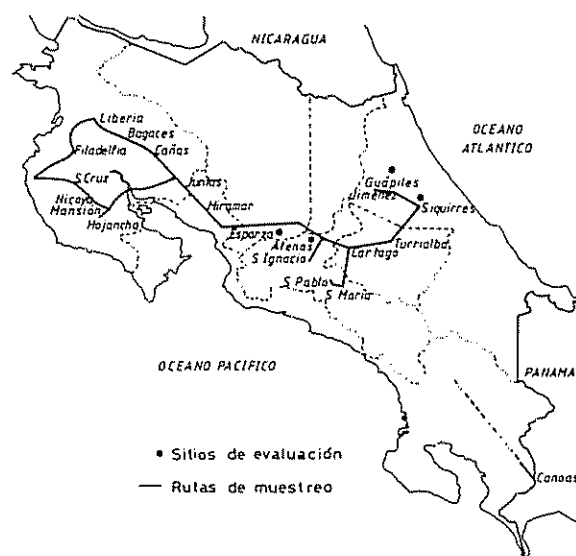


Fig. 1. Muestreo preliminar y sitios de evaluación del control biológico de *A. woglumi* en Costa Rica, 1986

mente en sitios de cada una de las localidades en estudio, durante un año (enero a diciembre de 1986). Las muestras se recogieron en plantaciones comerciales y árboles aislados en los que se evitó la aplicación de insecticidas que pudieran alterar la eficiencia del control biológico. Las hojas recolectadas presentaban ninfas de *A. woglumi* principalmente del segundo estadio. Estas muestras no representaron la población del insecto porque solo se consideraron algunos árboles de la plantación, hasta completar 60 hojas infestadas.

Inmediatamente después de la recolecta, se hicieron observaciones de laboratorio para determinar el grado de parasitismo de ninfas en el campo y el número de ninfas de la plaga por muestra, en 50 hojas seleccionadas al azar, las cuales se recortaron dejando únicamente el área afectada. Con un estereomicroscopio se determinó el número de ninfas parasitadas en el campo, mediante el recuento de las que presentaban el agujero de emergencia del parásito, diferente al que deja el adulto de la mosca prieta cuando ha emergido (Fig. 2).

Las muestras se dejaron en frascos acondicionados en bandejas plásticas con papel absorbente húmedo en su fondo, de manera que después de un mes se pudieran realizar recuentos de parásitos emergidos en el laboratorio. Esta información se utilizó para corregir el porcentaje de parasitismo observado en las muestras. También se determinó en las hojas recolectadas la presencia de otros enemigos naturales mediante los siguientes registros: fechas de recolección de las hojas,



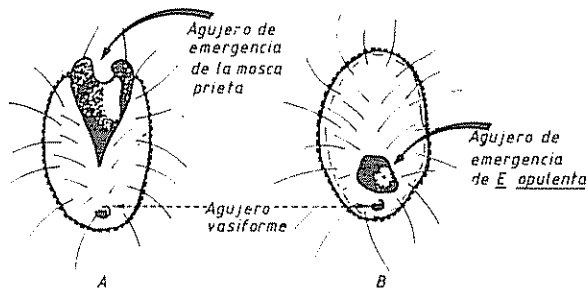


Fig. 2. Agujeros de emergencia de la mosca prieta (A) y de su parásito *E. opulenta* (B)

parásitos y enemigos naturales encontrados, número de ninfas, número de parásitos emergidos en el campo y en el laboratorio, registros de temperatura máxima y mínima diaria, y precipitación promedio mensual.

Los factores analizados fueron:

— Porcentaje de parasitismo en *A. woglumi* en cada etapa de muestreo (se consideró el parasitismo en el campo determinado en el momento de la recolecta, por el recuento de ninfas con el agujero típico) y el parasitismo total, correspondiente al parasitismo en el campo, más los parasitoides emergidos un mes después del confinamiento

— Enemigos naturales presentes (se preservaron en alcohol de 70% y láminas fijas), los cuales fueron identificados por personal especializado. (*Encarsia opulenta* fue identificada por R W. Carson, Entomólogo del Laboratorio de Entomología Sistemática del USDA, Washington, D C.)

— Número de generaciones de mosca prieta por año en cada localidad. Se utilizaron grados-día según Dowell y Fitzpatrick (6):

$$\frac{\text{Temperatura máxima} + \text{temperatura mínima} - 13.7^{\circ}\text{C}}{2}$$

Se realizó un análisis de variancia para determinar las diferencias entre las cuatro localidades y las 12 épocas, en cuanto al porcentaje total de parasitismo y número promedio de ninfas por hoja de muestreo por mes ( $Y_{ijk} = M + L_i + E_j + E_{ijk}$ ). De acuerdo con un análisis de dispersión de los datos, se estimaron modelos de regresión lineal del porcentaje de parasitismo total, como una función del porcentaje de parasitismo en el campo ( $Y = a_{ij} + b_{ij} X$ ). Para esto se aplicó una prueba de "t" a los interceptos (a) y los coeficientes de regresión (b), de las 12 curvas de re-

gresión lineal ajustadas para cada localidad y cada mes. Posteriormente y de acuerdo con las diferencias observadas, se reagruparon los meses en bimestres secos (1, 2) y lluviosos (3, 4, 5, 6), a los que se les aplicó una prueba de contrastes. También se correlacionó la temperatura y precipitación con el porcentaje de parasitismo total.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En un muestreo preliminar realizado en las cuatro zonas climáticas del país (Pacífico Seco, Región Atlántica, Valle Central y Pacífico Húmedo) (Fig. 1), se determinó en todas ellas la presencia de la mosca prieta *A. woglumi*

En las zonas algodoneras del Pacífico Seco de Costa Rica (Guanacaste, Filadelfia y Guardia de Liberia) se registró la mayor población de la plaga (40 ninfas promedio/hoja en un 30% del área foliar/árbol). Esta mayor población de plaga está asociada posiblemente con la aplicación excesiva de plaguicidas. Esta tendencia es similar a la observada en El Salvador por Quezada *et al* (15), y una inspección realizada en la zona algodонера de Guatemala por el autor durante la misma fecha de esta investigación. En esta y en las demás regiones, excepto en las partes altas de Cartago, Santa María de Dota, San Pablo de León Cortés y San

Cuadro 1. Porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* y promedio de ninfas de *A. woglumi*/hoja de muestreo en una evaluación preliminar en Costa Rica, 1986.

Lugar	Ninfas/hoja	Parasitismo %	Altitud (msnm)
Siquirres	30	60	40
Guápiles	30	70	249
Turrialba	50	80	602
Cartago*	—	—	1 440
Santa María de Dota	—	—	1 560
San Marcos de Tarrazú*	—	—	1 430
San Pablo de León Cortés*	—	—	1 542
Paso Canoas	20	60	128
San José	20	90	1 172
San Ignacio de Acosta	30	50	100
Atenas	16	50	696
Esparza	17	90	208
Miramar	11	40	450
Guanacaste	30	80	144

\* No se detectó *A. woglumi*

Marcos de Tarrazú, en donde no se detectó *A. woglumi*, se observó un parasitismo de 40 a 90% ejercido por *E. Prospaltella opulenta* Hym: Aphelinidae, además de la presencia de depredadores (*Delphastus* sp. Col: Coccinellidae y *Chrysopa* sp. Neur: Chrysopidae) y el hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodinis* (Cuadro 1) Igual que en El Salvador, Quezada *et al* (15) observaron que en sitios a más de 1 000 msnm no se determinó la presencia de esta plaga.

En todas las áreas muestreadas (1985-1986), el manejo equilibrado de las plantaciones y la poca trascendencia que han tenido cultivos como el algodón en las zonas secas (principalmente Guanacaste) ha permitido que el parasitismo ejercido por *E. opulenta*, y la presencia de depredadores y hongos, sean los factores de equilibrio más importantes.

El modelo de grados-día propuesto por Dowell y Fitzpatrick (6) fue efectivo con algunas modificaciones para el cálculo de las generaciones de *A. woglumi* (el remanente de grados-día del año anterior se sumó a los obtenidos de cada sitio en el mes de enero).

En Guápiles, Siquirres y Atenas se presentaron cuatro generaciones de la plaga, a espacios promedio de tres meses y cinco generaciones en Esparza, distanciadas entre sí cada 2.5 meses en promedio. De acuerdo con Quezada *et al* (15), en las condiciones de El Salvador las generaciones de *A. woglumi* se presentaron cada 2.5 a 3 meses. A pesar de estos resultados, este modelo debe revalidarse con pruebas más estrictas, ya que considera únicamente las temperaturas máximas y mínimas, sin tomar en cuenta otros factores importantes en el trópico, tales como radiación solar, humedad relativa, entre otros.

En las zonas evaluadas (Guápiles, Esparza, Siquirres y Atenas), se observó una baja densidad de *A. woglumi* por árbol muestreado (menos del 2% de sus hojas infestadas en promedio). Smith *et al.* (16) consideran que más de 30 ninfas de mosca prieta por hoja, en prácticamente todas las hojas del árbol, constituyen una población de importancia económica. Los enemigos naturales que se detectaron fueron: el parásito *E. opulenta* (el de mayor importancia con una eficiencia de 25 a 92% del parasitismo detectado), el hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodinis* y los depredadores *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp.

Durante el período de evaluación, en 1986, únicamente se detectó el parasitoide *E. opulenta*, posiblemente asociado con la baja población de *A. woglumi*. Hart *et al.* (11) también establecieron una mayor eficiencia de este parásito cuando las poblaciones del hospedero fueron bajas. Además, de acuerdo con la

prueba de Duncan, hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para el número promedio de ninfas/hoja de muestreo y para el porcentaje de parasitismo total entre los diversos sitios evaluados, no así entre los meses del año (Fig. 3).

El número de ninfas de *A. woglumi*/hoja de muestreo más bajo (25.3) se observó en Siquirres y el más alto (36.6) en Guápiles; éste presentó condiciones ideales de temperatura y precipitación para el desarrollo de la plaga durante el período de evaluación, excepto en los meses de octubre y diciembre, que fueron muy lluviosos (Cuadro 2, Fig. 4)

En los cuatro sitios, se observó durante los meses de evaluación una relación evidente parásito-hospedero, con algunas excepciones. Por ejemplo en Guápiles, de enero a febrero, el porcentaje total de parasitismo aumentó de 58.8 a 69.5, a pesar de que se observó un decrecimiento en el número de ninfas/hoja de muestreo (de 33.3 a 32.9).

En Esparza se detectó un mayor número de ninfas de *A. woglumi* (58.1 ninfas/hoja de muestreo) en el mes de enero, con un comportamiento muy diferente al observado en los otros lugares (Fig. 4). En este sitio

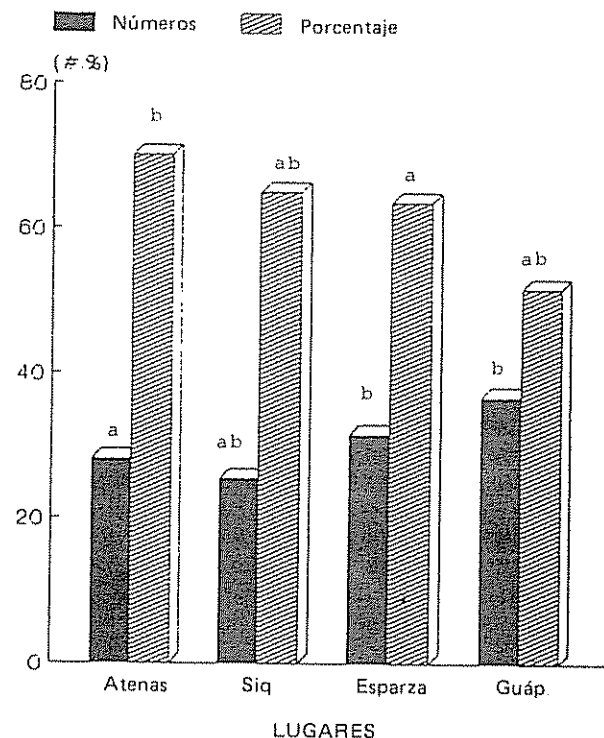


Fig. 3. Número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y porcentaje de parasitismo promedio anual ejercido por *E. opulenta* en una evaluación en Costa Rica, 1986. Columnas con igual letra no difieren significativamente, (Duncan,  $P > 0.05$ )

Cuadro 2. Número promedio de ninfas de *A. woglumi*, hoja de muestreo y porcentaje total de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en cuatro localidades de Costa Rica.

Mes	No. de ninfas promedio/hoja				% Total de parasitismo			
	Guápiles	Esparza	Siquirres	Atenas	Guápiles	Esparza	Siquirres	Atenas
Enero	33.3	58.1	21.3	26.4	58.8	24.7	32.5	83.4
Febrero	32.9	48.3	28.5	42.0	69.5	36.9	52.3	69.1
Marzo	40.7	47.0	24.6	31.3	62.7	49.1	49.3	92.1
Abril	45.6	33.1	21.5	27.6	54.1	40.1	45.0	62.2
Mayo	57.2	28.0	31.6	22.7	64.5	64.0	61.8	47.7
Junio	32.2	18.3	25.8	30.1	62.5	76.3	68.9	50.6
Julio	28.0	37.2	24.3	18.7	44.2	64.2	73.0	53.8
Agosto	24.5	20.2	22.2	20.3	50.3	80.8	77.4	58.5
Setiembre	30.7	18.5	22.1	32.1	30.4	88.2	87.1	90.0
Octubre	30.1	24.3	33.5	24.8	51.7	82.8	80.9	87.5
Noviembre	47.5	18.8	25.0	26.9	43.7	81.2	70.5	63.3
Diciembre	37.0	26.1	23.0	34.5	25.8	72.8	79.5	82.3

el número decreció en enero, febrero y marzo debido al parasitismo de *E. opulenta*, el cual aumentó progresivamente (24.4 a 76.3%) y a las condiciones poco apropiadas de precipitación (0 a 3.5 mm) para el desarrollo de *A. woglumi*. Posiblemente este mayor número de ninfas/hoja de muestreo estuvo asociado con una quinta generación ubicada a finales de diciembre.

En este lugar la correlación entre el número de ninfas/hoja de muestreo con la precipitación y la temperatura, fue de  $r = -0.318$  y  $r = 0.082$ , respectivamente. A pesar de que en Esparza la temperatura y la precipitación no fueron las óptimas (de 26.6 a 28.4°C y 0 a 3.5 mm respectivamente, de enero a marzo), el porcentaje de parasitismo aumentó (24.7 a 49.1%) asociado probablemente con el alto número de ninfas/hoja de muestreo, lo cual permitió el aumento de la población y la supervivencia del parasitoide *E. opulenta*. En Siquirres y Esparza el ámbito en el porcentaje de parasitismo observado fue de 32.5 a 87.1% y de 24.7 a 88.2%, respectivamente (Cuadro 2). Sobre esto, Quezada *et al.* (15) observaron en El Salvador más de un 50% de mortalidad del estado pupal, por efecto del parasitismo de *E. opulenta*.

La relación entre el parásito y el hospedero fue más evidente en la localidad de Siquirres que en los demás sitios evaluados. El porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* aumentó y disminuyó de manera proporcional al número de ninfas/hoja de muestreo entre enero y mayo. El repunte que se observó en el porcentaje de parasitismo de mayo a junio (61.8 a 68.9%) pudo estar asociado a la supervivencia del parasitoide, no sólo por el mayor promedio de ninfas

disponibles de *A. woglumi*/hoja de muestreo (31.6) en el mes de mayo, sino también por las condiciones más favorables de precipitación (222 mm en mayo y 24.6°C en junio) (Fig. 4B).

Un comportamiento similar se observó en Atenas en el mes de octubre. En este sitio, el porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* disminuyó de 83.4% en enero a 69.1% en febrero, a pesar de que se observó un aumento de 26.4 a 42 ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo en el mismo periodo. Estos resultados pueden estar asociados con las condiciones poco favorables de precipitación (0 mm en enero y 3.7 en febrero), las cuales afectaron la actividad del parasitoide (Fig. 4), de acuerdo con Quezada *et al.* (15). En algunos casos, como el observado de febrero a marzo en Atenas, el porcentaje de parasitismo aumentó, posiblemente debido más a la presencia de nuevo material proveniente de una generación de *A. woglumi* que a la relación parásito-hospedero (Fig. 4).

En Guápiles, igual que en los otros sitios evaluados, se observó la presencia del hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodís* y circunstancialmente se detectaron los depredadores *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp. En este sitio el número de ninfas/hoja de muestreo decreció al mínimo del año (24.5) en agosto, producto del efecto adicional de este hongo entomopatógeno, favorecido por condiciones de alta precipitación (Fig. 4).

Con el propósito de determinar la relación entre el porcentaje total de parasitismo y el porcentaje de parasitismo en el campo, se hicieron diagramas de dispersión para cada mes en los lugares que mostraron

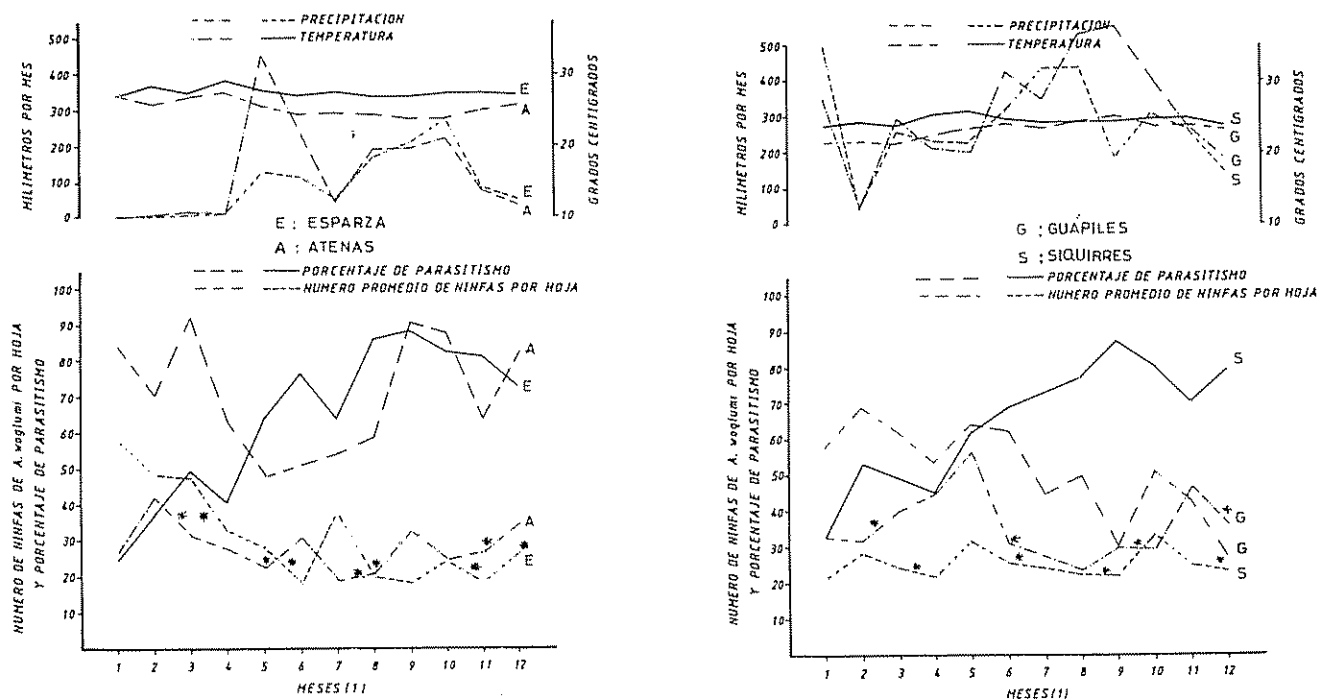


Fig 4 Comportamiento del número promedio de ninfas de *A. woglumi* por hoja de muestreo y del porcentaje total de parasitismo por *E. opulenta* en cuatro localidades de Costa Rica, 1986

Cuadro 3. Valores de F en la prueba de contraste entre los bimestres para el intercepto "a" y el coeficiente de regresión "b" en cuatro localidades de Costa Rica, 1986.

Fuente de variación	GL	Guápiles		Esparza		Siquirres		Atenas	
		Int "a"	Coef. Reg. "b"	Int "a"	Coef. Reg. "b"	Int "a"	Coef. Reg. "b"	Int "a"	Coef. Reg. "b"
Bimestres	5	14.64**	2.29ns	3.29ns	5.18*	0.24ns	0.31ns	5.51*	4.84*
Error	6	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Contrastes</b>									
2 contra cuatro	1	61.54**	3.48ns	—	—	—	—	—	—
2 contra resto	1	19.71**	0.12ns	—	—	—	—	—	—
4 contra resto	1	30.06**	4.08ns	—	—	—	—	—	—
Entre el resto	3	3.74*	2.27ns	—	—	—	—	—	—
S-LL	1	—	—	14.39*	22.88**	0.01ns	0.21ns	10.0	7.13*
Entre "secos"	1	—	—	0.01ns	0.02ns	0.01ns	0.07ns	0.19ns	0.02ns
Entre lluviosos	3	—	—	0.68ns	1.00ns	0.04ns	0.42ns	5.79*	5.62*

ns = no significativo  
 \* = significativo al 5%  
 \*\* = altamente significativo al 1%

el mejor ajuste para una relación regresional de la forma  $a + bx$ , cuando el porcentaje de parasitismo en el campo fue mayor del 25%.

El análisis de variancia para los parámetros de las regresiones "a" y "b" tomados por bimestres y por

lugar mostró que hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los bimestres y entre la interacción (BIM por lugar), no así entre los lugares, para el coeficiente de regresión "b" y diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los bimestres para el intercepto "a". Con estos resultados, se determinaron las diferencias entre los bimestres que se clasificaron en secos

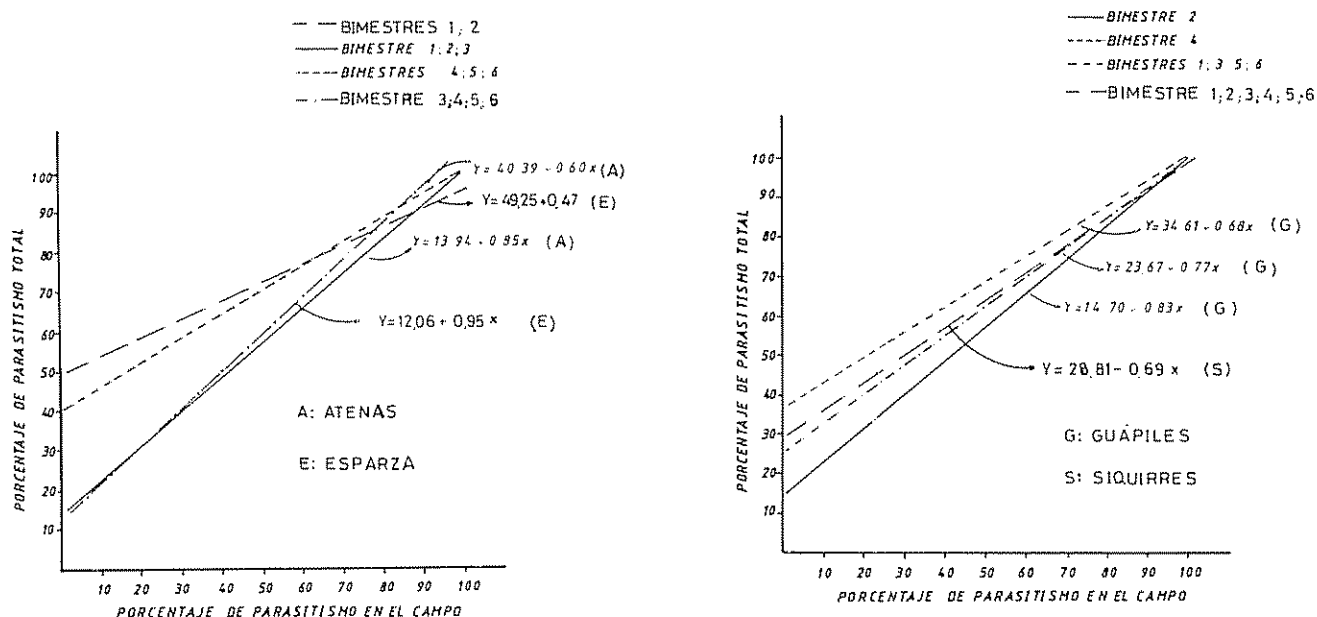


Fig 5 Modelos de regresión lineal que permiten el cálculo del porcentaje de parasitismo total a partir del porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* en el campo, en cuatro localidades de Costa Rica, 1986.

(BIM 1, BIM 2) (aunque en algunos sitios como Guápiles siempre hay precipitación), y lluvioso (BIM 3, 4, 5, 6). El análisis estadístico y la prueba de contrastes (Cuadro 3) permitieron determinar en Guápiles tres regresiones lineales correspondientes a BIM 1, 3, 5, 6, BIM 2, BIM 4, para el cálculo del porcentaje total de parasitismo. En este caso, el bimestre 4 se caracterizó por una excesiva precipitación (de 354 a 530.5 mm) y un parasitismo moderado (44.2 a 50.3). En los otros bimestres el parasitismo varió en un amplio margen y la precipitación fue moderada, lo cual pudo haber ocasionado esta diferencia.

Para Esparza se determinaron dos curvas de regresión, en Siquirres una y en Atenas dos, de acuerdo con las diferencias estadísticas determinadas con la prueba de contrastes (Cuadro 3, Fig 5). Las diferencias en estos sitios también están asociadas con las variaciones de clima y con el porcentaje de parasitismo observado.

#### CONCLUSIONES

De acuerdo con estos resultados se puede considerar que:

- *A. woglumi* se encuentra establecida en prácticamente todos los lugares de importancia citrícola del país a menos de 1 200 msnm.
- *E. opulenta* fue el único parasitoide detectado en todas las zonas evaluadas. También se observó al

hongo entomopatógeno *Aschersonia aleyrodis* y los depredadores *Delphastus* sp y *Chrysopa* sp.

- La mosca prieta está bajo control y en densidades bajas, aparentemente como consecuencia del parasitismo ejercido por *E. opulenta*. El mayor número promedio de ninfas de *A. woglumi*/hoja de muestreo se observó en Guápiles (36.3) y el menor en Siquirres (25.3).
- En general, se observó una tendencia en el aumento y disminución del hospedero conforme aumentó y decreció el número de parasitoides, excepto cuando la lluvia fue excesiva o cuando la disponibilidad del hospedero, principalmente ninfas de segundo estadio, fue baja para el número de parásitos del mes anterior.
- El porcentaje de parasitismo ejercido por *E. opulenta* fue variable de un mes a otro, en un ámbito de 25 a 69% en Guápiles, 24 a 88% en Esparza, 32 a 87% en Siquirres y 47 a 92% en Atenas.
- Se determinaron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre bimestres secos y lluviosos, excepto en Siquirres para los parámetros regresionales de la relación del porcentaje de parasitismo total con el porcentaje de parasitismo en el campo. Para el cálculo del porcentaje total de parasitismo, se obtuvo un mo-

delo de regresión lineal en Siquirres, dos en Esparza, dos en Atenas y tres en Guápiles.

- Para el manejo integrado de los insectos de los cítricos en Costa Rica debe considerarse, antes de aplicar el control químico u otro similar contra

plagas como *Unaspis citri*, que la mosca prieta se encuentra en densidades muy bajas gracias al parasitismo ejercido por *E. opulenta* y al efecto coadyuvante del hongo *Aschersonia aleyrodis* y los depredadores *Delphastus* sp. y *Chrysopa* sp.

#### LITERATURA CITADA

1. CLAUSEN, C.P. 1932 The citrus blackfly in tropical Asia and the importation of its natural enemies into tropical America. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin no. 320. 58 p.
2. COSTA RICA. DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO 1975-1973. Censo Agropecuario: Regiones Agrícolas. San José, Dirección General de Estadística y Censos. 432 p.
3. CHERRY, R.H. 1979. Lethal temperature of citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasite, *Amitus hesperidum* (Hym.: Platygasteridae). *Entomophaga* 24(1):35-39.
4. DIETZ, H.L.; ZETEK, J. 1920. The blackfly of citrus and other sub-tropical plants. USDA Bulletin no. 885. p. irr.
5. DOWELL, R.V.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E.; REINERT, J.A.; KNAPP, J.L. 1981. Biology, plant-insect relations and control of the citrus blackfly, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Agricultural Experiment Station Bulletin no. 818. 49 p.
6. DOWELL, R.V.; FITZPATRICK, G.E. 1978. Effects of temperature on the growth and survival of the citrus blackfly (Homoptera: Aleyrodidae). *Canadian Entomologist* 110:1347-1350.
7. ELIZONDO, J.M. 1987. Identificación y evaluación de los enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos, (*Aleurocanthus woglumi*) Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) durante un año en cuatro zonas citrícolas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 101 p.
8. FITZPATRICK, G.E.; CHERRY, R.H.; DOWELL, R.V. 1978. Short-term effects of three insecticides on predators and parasites of the citrus blackfly. *Environmental Entomology* 7:553-555.
9. FITZPATRICK, G.E.; DOWELL, R.V. 1981. Survival and emergence of citrus blackfly parasitoids after exposure to insecticides. *Environmental Entomology* 10:728-731.
10. FLANDERS, S.E. 1969. Herbert D. Smith's observations on citrus blackfly parasites in India and Mexico and the correlated circumstances. *Canadian Entomologist* 101:467-480.
11. HART, W.G.; SELHIME, A.; HARLAN, D.P.; INGLE, S.J.; SANCHEZ, R.M.; RHODE, R.N.; GARCIA, C.A.; CABALLERO, J.; GARCIA, R.L. 1978. The introduction and establishment of parasites of citrus blackfly *Aleurocanthus woglumi* in Florida (Hom.: Aleyrodidae). *Entomophaga* 23(4):361-366.
12. JIMENEZ, J.E.; MALTBY, E. 1963. Control biológico de la mosca prieta en México. *Fitofilo* 16(37):6-41.
13. KNAPP, J.L.; DOWELL, R.V.; CHERRY, R.H.; FITZPATRICK, G.E.; REIWERT, J.A. s.f. The citrus blackfly in Florida. University of Florida Circular no. 475. 8 p.
14. QUAYLE, H.J. 1941. Insects of Citrus and other Sub-tropical Fruits. 2 ed. Ithaca, New York, Comstock. 583 p.
15. QUEZADA, J.R.; CORNEJO, C.; DIAZ, A.M. DE; HIDALGO, F. 1974. Control biológico e integrado de la mosca prieta de los cítricos en El Salvador. San Salvador, Universidad de El Salvador, Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas. 39 p.
16. SMITH, H.D.; MALTBY, H.L.; JIMENEZ, E.J. 1964. Biological control of the citrus blackfly in Mexico. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin no. 1311. p. 1-29.
17. THOMPSON, C.R. 1984. Lethal temperatures of citrus blackfly parasites, *Encarsia opulenta* and *E. smithi* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Entomophaga* 39:1-10.

# *Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov. (ACARI: Acaridae) Asociado con el Daño en la Semilla de *Oryza sativa* L. en Costa Rica<sup>1</sup>

G. Bonilla\*, R. Ochoa\*\*, H. Aguilar\*\*\*

## ABSTRACT

*Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov. (ACARI: Acaridae) was detected on rice (*Oryza sativa* L.) seed produced in Costa Rica. Certified and registered seed of the rice cultivars CR-1113 and CR-1821 were used; the latter cultivar showed direct damage on endosperm and embryo, with a drastic effect on the seed germination. The following fungi were also observed in the mite-damaged seeds: *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. and *Helminthosporium* sp. A description of the species is offered.

## COMPENDIO

*Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov. se encontró en semilla de *Oryza sativa* L. de categoría certificada y registrada. Se trabajó con los cultivares CR-1113 y CR-1821; en este último cultivar fue encontrado *R. costarricensis* spec. nov. ocasionando daño directo en el embrión y en el endospermo, afectando los resultados en el porcentaje de germinación. A la vez se observaron hongos de los géneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. y *Helminthosporium* sp. en asocio con el ácaro. Se presenta una descripción de la especie.

## INTRODUCCION

La familia Acaridae está representada por especies saprófagas, micófagas y fitófagas, las cuales se encuentran desde lugares extremadamente húmedos hasta muy secos. Los géneros comúnmente encontrados en granos y productos almacenados son *Acarus*, *Tyrophagus*, *Lardoglyphus*, *Aleuroglyphus*, *Suidasia*, *Caloglyphus* y *Rhizoglyphus* (5).

Algunas especies del género *Acarus* que suelen alimentarse de granos almacenados, causan daños de importancia económica (5, 10)

*Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) es un contaminante común de productos almacenados y puede ser un serio problema por su alta tasa de reproducción. *T. dimidiatus* (Hermann) es reconocido como plaga en cultivos de invernadero (1, 5, 12)

Los ácaros del género *Rhizoglyphus* son de distribución cosmopolita y pueden provocar daños de considerable importancia económica, debido a su estrecha relación con bulbos, tubérculos, cormos y rizomas, tanto en campo como almacenamiento, en cultivos ornamentales, medicinales y olerícolas (1, 5, 6, 7, 14).

Especies de *Rhizoglyphus* son diseminadores de bacterias y hongos que infectan bulbos, cormos y granos almacenados. En algunos casos facilitan la transmisión e infección de hongos y bacterias en plantas (1, 6, 7).

Se considera que el ataque de *R. echinopus* es posterior al realizado por el hongo *Verticillium*, ya que se observó en pruebas de laboratorio que este ácaro se alimenta de dicho hongo (10)

Gerson *et al.* (7) encontraron que *R. robini* se alimenta de raíces jóvenes y pequeñas, dando como consecuencia, pérdidas significativas.

Howe (8) considera que los ácaros son a menudo responsables de causar pérdidas en germinación y vigor de semillas

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990  
Se agradece a los Drs. Ronald Echandi, Universidad de Costa Rica, CIGRAS; Elkin Bustamante e Ing. Manuel Carballo, CATIE, RENARM/MIP por la revisión del manuscrito y las sugerencias aportadas. A los Téc. Carlos Chavarría, Ramón Bolaños, Universidad de Costa Rica, CIGRAS; Carlos Vargas, CATIE, RENARM/MIP; a la Oficina Nacional de Semillas, por su colaboración en este estudio. Al Dr. Gerard van Eynhoven, Universidad de Amsterdam, Holanda, por el reconocimiento de la nueva especie y envío de importante literatura.

\* Centro Investigación Nutrición Animal, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

\*\*\* Laboratorio de Acarología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

En 1986, en Costa Rica se presentó un problema de germinación en semilla de arroz cultivar CR-1821, categoría registrada, que coincidía con altas poblaciones de un ácaro del género *Rhizoglyphus*. Las observaciones preliminares indicaron que con frecuencia las bajas tasas de germinación podrían estar asociadas a la presencia de ácaros. Para corroborar lo anterior se planteó este trabajo analizando muestras de semilla de arroz, de las categorías registradas y certificadas recibidas en el Laboratorio Oficial de Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica, por medio de la Oficina Nacional de Semillas.

Se efectuó una evaluación de la participación del ácaro como agente causal del daño provocado en la semilla, así como un estudio taxonómico de la plaga.

#### MATERIALES Y METODOS

Se evaluaron siete lotes de semilla de arroz *Oryza sativa* certificadas, registradas y no tratadas con fungicidas, procedentes de la Región Chorotega, Nicoya, Provincia de Guanacaste, Costa Rica. Para cada lote se montaron cuatro repeticiones de 100 semillas cada una, en un sustrato de papel húmedo a una temperatura de 22°C, durante siete días y expuestas a luz alterna cada doce horas; con el fin de estimular la esporulación (9, 13).

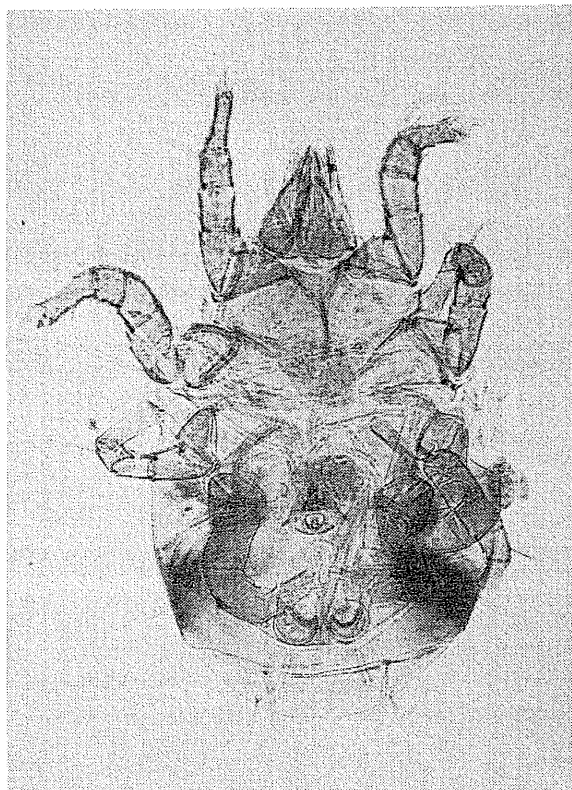
El material no germinado fue observado bajo un estereoscopio-microscopio (40x). La identificación de los microorganismos se hizo bajo microscopio de luz (Zeiss), tomando muestras de la superficie de la semilla y realizando montajes en lámina.

Los ácaros encontrados fueron montados en solución Hoyer y calentados en una estufa a 50°C. Posteriormente fueron identificados en un microscopio de contraste de fases (Olympus BH-2). La terminología utilizada en la descripción del ácaro es la de Van Eynhoven (2) y Manson (11). Todas las medidas expresadas están en micrómetros.

#### RESULTADOS

Los resultados de las pruebas muestran que en algunos de los lotes de semilla de arroz, específicamente en el lote número tres, se da una reducción en el porcentaje de germinación, tal como se observa en el Cuadro 1. Estas pruebas de germinación e infección se realizaron luego de un período de 60 días de almacenamiento de la semilla bajo condiciones de 27°C y 68% de humedad relativa.

Observaciones posteriores de plántulas anormales y semilla no germinada indicaron la presencia de áca-



Figs. 1-4. *Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov., macho.

Fig. 1. Región ventral.

ros. Estos ácaros que causaban daño en semilla de arroz eran de la especie *Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov. El lote afectado por el ácaro presentó a la vez un mayor porcentaje de infección por hongos (30%), con la presencia de *Helminthosporium* sp., *Aspergillus* sp. y *Fusarium* sp.

#### Descripción del ácaro:

##### *Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov.

Diagnosis: las hembras de *Rhizoglyphus costarricensis* spec. nov. se asemejan a las hembras de *R. echinopus* (Fumouze y Robin), pero se distinguen de estas por carecer de las setas escapulares internas (sci) y por tener la abertura de la bursa copulatória en forma de media luna.

Los machos de *R. costarricensis* spec. nov. se diferencian de los machos de las otras especies, por la forma de su abertura genital y el edeagus.

Macho: (Figs. 1-4) Color amarillo-paja; medidas del cuerpo: 632.90 ± 13.21 de largo y 383.56 ± 8.95 de ancho. Gnatosoma 134.07 ± 4.78 de largo y 118.60 ± 15.91 de ancho. Escudo propodosomal pre-



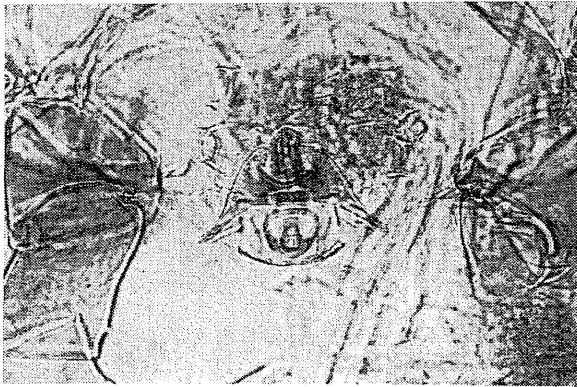


Fig. 2. Abertura genital y edeagus.

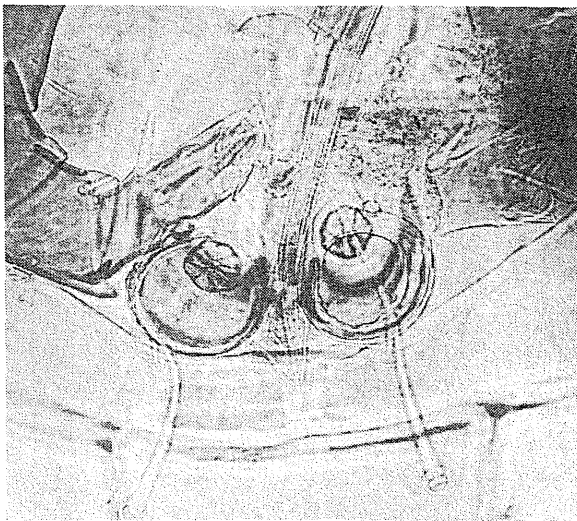


Fig. 3. Ventosas anales.

sente, rectangular, más largo que ancho; llegando hasta la base de las setas escapulares externas (sce). Presencia de escleritos laterales. Setas verticales internas (vi) pectinadas  $94.21 \pm 5.37$ , setas verticales externas (ve) difíciles de observar, apreciándose un punto esclerotizado donde deberían estar presentes.

Setas escapulares internas (sci) ausentes; setas escapulares externas (sce)  $185.62 \pm 4.19$ . Setas dorsales  $d_1$ ,  $d_2$  y humeral interna (hi) semejantes en tamaño,  $24.18 \pm 0.18$ ,  $25.31 \pm 0.94$ ,  $25.87 \pm 0.37$  respectivamente. Seta humeral externa (he)  $147.5 \pm 6.37$ . Setas laterales  $1a$  ( $21.0 \pm 1.62$ ) anteriores y cercanas a las glándulas lateroabdominales. Setas  $1p$  ( $101.25 \pm 3.75$ ) aproximadamente cinco veces más largas que las  $1a$ . Setas  $d_3$  ( $93.75 \pm 3.75$ ) y  $d_4$  ( $116.25 \pm 7.5$ ) filiformes, con las bases gruesas y adelgazándose proporcio-

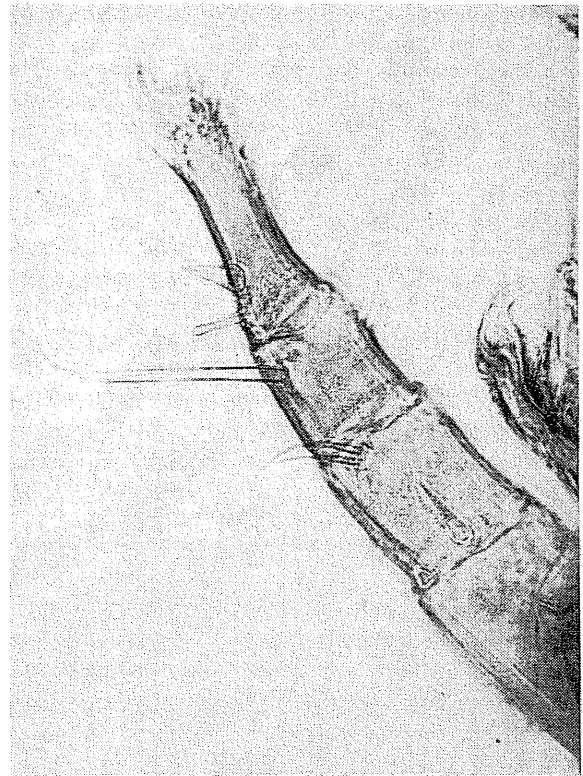


Fig. 4. Pata I.

nalmente. Setas sacrales internas (sai)  $115.0 \pm 1.77$  aproximadamente dos veces el largo de las setas sacrales externas (sae)  $50.0 \pm 1.77$ .

Organo de Grandjean largo y delgado ( $28.68 \pm 0.56$ ), bifurcado en su parte distal, con una terminación ligeramente más corta que la otra. Seta supracoxal diminuta  $6.18 \pm 0.77$ .

Ventral. Setas coxales semejantes en tamaño  $30.31 \pm 2.74$ . Setas genitales anteriores y medias semejantes en tamaño  $11.43 \pm 0.18$ . Setas genitales posteriores aproximadamente dos veces el largo de las anteriores  $27.18 \pm 0.93$ .

Ventosas genitales presentes; las anteriores ligeramente más gruesas que las posteriores. Abertura genital y edeagus según Fig. 2. Ventosas anales según Fig. 3.

Setas para-anales ( $pa_1$ ) pequeñas y filiformes  $20.62 \pm 1.87$ , las  $pa_2$  grandes y fuertes  $100.0 \pm 11.59$ . Apodema anteromedial ligeramente bifurcado en su parte final; apodemas II, III y IV fuertemente esclerotizados y libres.

Patas. Pata I  $266.12 \pm 9.73$ , pata II  $280.58 \pm 9.35$ , pata III  $270.27 \pm 22.41$  y pata IV  $274.39 \pm 19.68$ . Tarso I con solenidio  $w_1$   $18.75 \pm 0.2$  de largo y  $3.75$

$\pm 0.1$  de ancho ligeramente ensanchado en su parte distal (Fig 4) Solenidio  $w_2$  delgado, fino y cilíndrico  $11.12 \pm 0.18$ . Ventosas copulatorias del tarso IV ( $16.87 \pm 1.87$  diámetro) en línea, distalmente. Famulus ( $e$ ) grueso y cónico  $7.12 \pm 0.37$ . Macho heteromórfico no observado.

Hembra: (Figs 5-9) Color amarillo-paja; medidas del cuerpo:  $800.07 \pm 81.29$  de largo y  $461.37 \pm 37.25$  de ancho. Gnatosoma  $145.6 \pm 0.2$  de largo y  $124.67 \pm 5.46$  de ancho. Aspecto similar al macho. Seta supracoxal más conspicua que la del macho  $10.62 \pm 0.47$ . Setas verticales internas (vi) pectinadas  $100.31 \pm 0.94$ . setas verticales externas (ve) difíciles de observar, apreciándose un punto esclerotizado donde deberían estar presentes.

Setas escapulares internas (sci) ausentes; setas escapulares externas (sce)  $185.62 \pm 1.87$ . Setas  $d_1$ ,  $27.18 \pm 0.93$ ; setas  $d_2$  y  $h_1$  semejantes en tamaño,  $43.12 \pm 1.87$ ,  $41.24 \pm 1.87$ , respectivamente. Setas  $1a$  ( $23.43 \pm 0.93$ ) anteriores y cercanas a las glándulas lateroabdominales. Setas  $1p$  ( $102.18 \pm 0.93$ ) aproximadamente cinco veces más largas que las  $1a$ . Setas  $d_3$  ( $90.0 \pm 0.2$ ) y  $d_4$  ( $148.12 \pm 1.87$ ) filiformes, con las bases



Fig 5. Abertura copulatoria



Fig 6. Abertura anal y bursa copulatoria

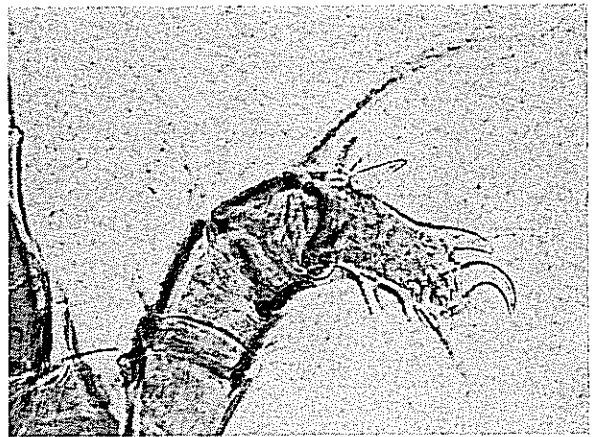


Fig 7. Pata I

gruesas y adelgazándose proporcionalmente. Setas sacrales internas (sai)  $139.68 \pm 2.81$ , aproximadamente dos veces el largo de las setas sacrales externas (sae)  $58.12 \pm 1.87$ .

Organo de Grandjean semejante al del macho.

Ventral. Setas ventrales semejantes a las del macho. Abertura copulatoria según Fig. 5. Abertura anal cercana a la bursa copulatoria, la cual tiene forma de sombrilla (Fig 6).

Patas. Pata I  $254.8 \pm 6.43$ , pata II  $262.08 \pm 7.39$ , pata III  $244.76 \pm 25.67$  y pata IV  $282.1 \pm 20.48$ .

Hipopus: Desconocido.

Cuadro 1. Germinación, infección por hongos y presencia de ácaros en siete lotes de semilla de arroz *Oryza sativa* cv. CR-1821, CR-1113.

Lab. <sup>1</sup>	Lote ONS <sup>2</sup>	Categoría	Cultivar	Germinación (%)*	Infección (%)*	Acaros
1	N.D	Certificada	CR-1821	85	<i>Aspergillus</i> (10)	-
2	536-86	Certificada	CR-1821	92	-	-
3	542-86	Registrada	CR-1821	75	<i>Fusarium</i> (7) <i>Aspergillus</i> (8) <i>Helminthosporium</i> (15)	<i>R. costarricensis</i> spec nov
4	539-86	Registrada	CR-1821	91	<i>Fusarium</i> (8)	-
5	541-86	Certificada	CR-1821	92	<i>Aspergillus</i> (10)	-
6	540-86	Certificada	CR-1113	87	<i>Alternaria</i> (10)	-
7	537-86	Certificada	CR-1821	94	-	-

\* Método ISTA. Promedio de germinación e infección luego de 60 días de almacenamiento a 27°C y 68% HR

1 Registro de laboratorio

2 Oficina Nacional de Semillas

N.D. no disponible

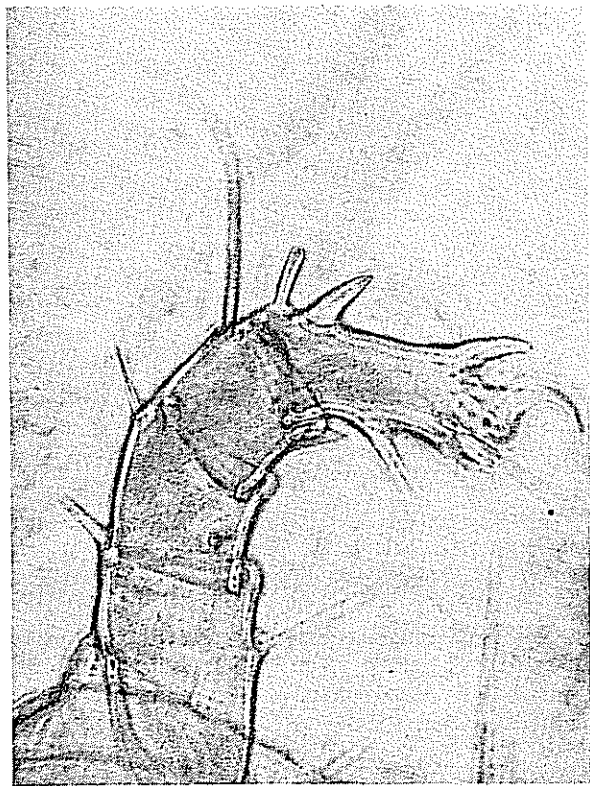


Fig 8 Pata II.

Ninfa: (Fig. 10) Color amarillo-paja; medidas del cuerpo: 438.62 de largo y 295.75 de ancho

Holotipo: Macho. San Pedro de Montes de Oca, San José, Universidad de Costa Rica, 31 de mayo de 1986, col: G. Bonilla, en arroz *Oryza sativa*.

Alotipo: Hembra, San Pedro de Montes de Oca, San José, Universidad de Costa Rica, 31 de mayo de 1986, col: G. Bonilla, en arroz *Oryza sativa*.

Paratipos: (cuatro hembras, cinco machos y una ninfa) mismos datos de localidad que holotipo. El holotipo, alotipo y cuatro paratipos se encuentran depositados en U.S. National Collection, Acari Collection, Beltsville, Maryland 20705, USA; Paratipos (un macho y cuatro hembras) en la colección de referencia del Laboratorio de Acarología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Nota: Se observaron hembras con huevos en su interior cuyo número varía de 2-8. Los ácaros se encontraban sobre la cáscara o cubierta de la semilla en grupos generalmente de 20, observándose en algunos casos hasta 80 individuos. Al disectar la semilla los ácaros se localizaban en su interior, alimentándose directamente del endospermo y embrión. Las primeras muestras revisadas presentaban ácaros, pero no crecimiento de hongos. Sin embargo algunos de ellos tenían adheridos a su cuerpo esporas de hongo.

Posteriormente, se realizaron pruebas de sanidad a las afectadas por *R. costarricensis* spec. nov., encontrándose cuerpos fructíferos característicos de los di-

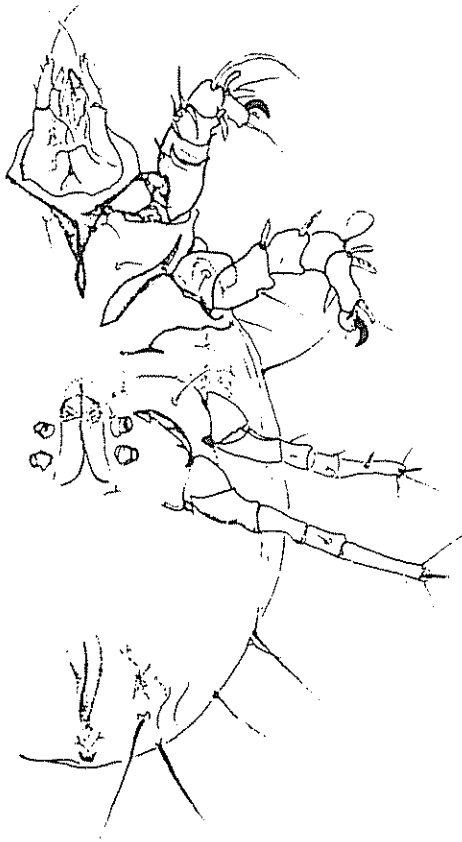
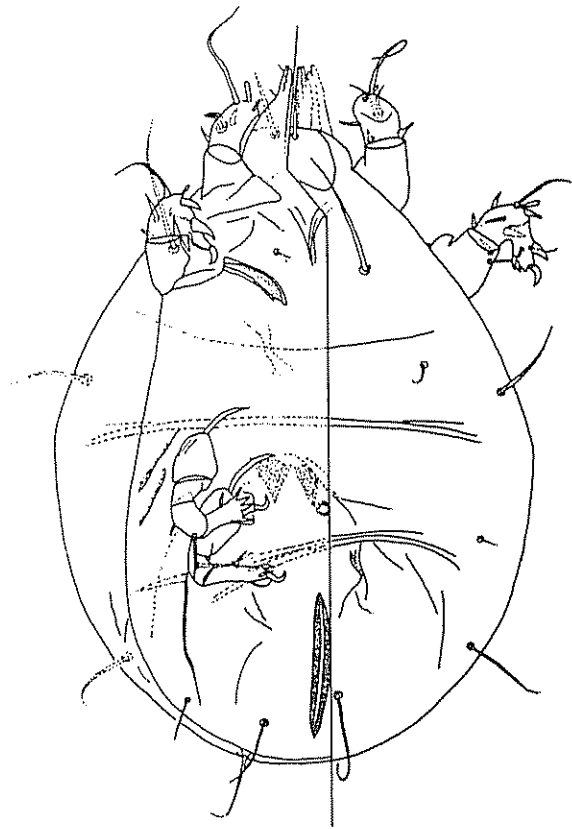
Fig 9 *Rhizoglyphus costarricensis* spec nov, hembra

Fig 10 Ninfa, aspecto ventral y dorsal

ferentes géneros de hongos: *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. y *Helminthosporium* sp.

#### DISCUSION

Los hongos encontrados en las muestras fueron *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. y *Helminthosporium* sp. patógenos asociados con semillas de arroz, según Richardson (15). El impacto económico que estos hongos con ácaros ocasionan en las condiciones de países tropicales, es importante pues cuando son informados porcentajes de germinación menores del 80% por el Laboratorio Oficial, estos lotes que equivalen a 18 4 toneladas, son rechazados según las normas establecidas por la Oficina Nacional de Semillas en Costa Rica.

#### LITERATURA CITADA

- 1 CHEN, J S : LO, K C 1989. Susceptibility of two bulb mites, *Rhizoglyphus robini* and *R. setosus* (Acarina: Acaridae), to some acaricides and insecticides. Experimental and Applied Acarology 6(1):55-66
- 2 EYNDHOVEN, G. VAN 1961. Artunterschiede beim genus *Rhizoglyphus* (Acar.) In Internationaler Kongress für Entomologie Wien (11., 1960). Sonderdruck aus den Verhandlungen p. 274-276

El daño ocasionado por *R. costarricensis* se presentó en aquellas semillas de arroz en donde solamente existía la cubierta o cáscara. En algunas semillas la presencia del embrión y endospermo era parcial y en el peor de los casos inexistente. Durante la prueba de germinación se presentó un crecimiento gelatinoso sobre las semillas con altas poblaciones de ácaros. La presencia de esporas de hongos sobre el cuerpo de los ácaros, adheridas a las setas, y su posterior crecimiento en las pruebas de germinación e infección por hongos, nos indica que ellos son los agentes secundarios, mientras que los ácaros son primarios del daño a la semilla de arroz.

- 3 EYNDHOVEN, G. VAN 1968. *Rhizoglyphus engeli* nov. spec., with notes on the genus *Rhizoglyphus* (Acari, Acaridae). *Beaufortia* 15(193):95-103
- 4 EYNDHOVEN, G. VAN. 1972. Some notes on the genitalia of the genus *Rhizoglyphus* (Acari, Acaridae). *Zeszyty Problemowe Postepow nauk Polniczych* 129:23-26.
- 5 FLECHTMANN, C.H.W. 1986. Acaros en produtos armazenados e na poeira domiciliar Piracicaba. *Serviços Gráficos Degáspari* 97 p
- 6 GERSON, U.; CAPUA, S.; THORINS, D. 1983. Life history and life tables of *Rhizoglyphus robini* Claparède (ACARI: Astigmata: Acaridae). *Acarologia* 24(4):439-448
- 7 GERSON, U.; YATHOM, S.; CAPUA, S.; THORENS, D. 1985. *Rhizoglyphus robini* Claparède (ACARI: Astigmata: Acaridae). *Acarologia* 26(4):371-380
- 8 HOWE, R.W. 1973. Loss of viability of seed in storage attributable to infestations of insect and mites. *Seed Science and Technology* 1:563-586.
- 9 INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 13(2):299-335
- 10 KRANIZ, G.W. 1978. *A Manual of Acarology*. 2 ed. Corvallis, Oregon State University Book Stores 509 p
- 11 MANSON, D.C.M. 1972. A contribution to the study of the genus *Rhizoglyphus* Claparède, 1869 (Acarina: Acaridae). *Acarologia* 13(4):621-650
- 12 MANSON, D.C.M. 1977. A new species of *Rhizoglyphus* from Colombia, South America (Acarina: Acaridae). *International Journal of Acarology* 3(2):99-104
- 13 NEERGAARD, P. 1977. *Seed Pathology*. London, MacMillan v 1, 839 p.
- 14 NESBITT, H.H.J. 1988. Three new species of Rhizoglyphine mites from Mexico and Chile (Acari: Acaridae). *International Journal of Acarology* 14(1):13-18
- 15 RICHARDSON, M.J. 1979. An annotated list of seed-borne diseases. 3 ed. Zurich, ISTA, *Seed Health Testing Handbook* 320 p.

# Resistencia de Tres Variedades de Fresa (*Fragaria* sp.) al Acaro *Tetranychus urticae* Koch (Acarina – Tetranychidae)<sup>1</sup>

C.E. Masís\*, H. Aguilar\*\*

## ABSTRACT

The susceptibility of strawberries to the spotted spider mites *Tetranychus urticae* Koch (Chandler, Parker and Selva varieties) was tested. In order to quantify the losses caused by the mite, half of the four experimental plots were treated with acaricides and the others served as controls. The Chandler variety showed better production and losses were smaller than the results for the Parker and Selva varieties. The Chandler variety is therefore recommended.

## INTRODUCCION

La araña roja, *Tetranychus urticae* es considerada la principal plaga del cultivo de la fresa en Costa Rica. Su control se efectúa por medio de acaricidas, por lo que surge la preocupación de una pronta aparición de resistencia a esos productos

La búsqueda de nuevas alternativas de combate, entre ellas, el uso de variedades resistentes, puede ser de gran utilidad en un programa de manejo integrado de *T. urticae*. Algunos autores como Chaplin *et al.* (1), Dabrowski *et al.* (2) y Shanks y Barrit (3), coincidieron en esta idea al estudiar la resistencia genética de algunas variedades de fresa a este ácaro.

El presente trabajo tuvo como principal objetivo verificar la presencia de algún tipo de resistencia al ácaro *T. urticae* en las tres variedades de fresa plantadas más comúnmente en Costa Rica.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 3 de abril 1990  
Agradecimientos al programa de fresas de la división agrícola de CINDE por el financiamiento de este proyecto.

\* Miembro del Programa Financiero de Apoyo a Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

\*\* Laboratorio de Acarología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

## COMPENDIO

Se evaluaron las variedades Chandler, Parker y Selva a fin de verificar su grado de resistencia al ataque del ácaro *Tetranychus urticae* Koch. Se utilizaron acaricidas en la mitad de las cuatro parcelas experimentales con el fin de verificar la pérdida real provocada por el ácaro al compararse con aquellas no tratadas. La variedad Chandler presentó resistencia, del tipo tolerancia, al manifestar reducciones en la producción inferiores a aquellas mostradas por Parker y Selva. Por lo tanto se recomienda la variedad Chandler por ser más tolerante al ataque del ácaro, así como la más productiva.

## MATERIALES Y METODOS

Los estudios fueron realizados en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, subestación de Fraijanes, provincia de Alajuela, en el período comprendido entre setiembre de 1988 y mayo de 1989, siendo estudiadas las variedades Selva, Parker y Chandler.

Se emplearon ocho parcelas por tratamiento, cada una de ellas constituidas por 20 plantas con espacios de siembra de 0.4 x 0.35 m.

Con el objeto de obtener los datos de producción de cada variedad, infestada o no, se realizaron aplicaciones semanales de productos acaricidas en cuatro de las ocho parcelas.

La infestación del campo experimental ocurrió de forma natural a la vigésima semana después de la siembra. El muestreo se realizó semanalmente, siendo recolectado un foliolo del tercio mediano de cada planta. En el laboratorio se procedió a evaluar toda la extensión del foliolo, contando el número de huevos y formas móviles.

Muestras foliares de cada variedad fueron sometidas al análisis de microscopía electrónica con el objeto de verificar cualquier diferencia morfológica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las primeras evaluaciones mostraron un rápido aumento, tanto del número de huevos como de formas móviles en la variedad Selva a partir de la prime-

ra semana de enero (Cuadro 1 y 2). Sin embargo, y de acuerdo con la Fig. 1, a partir de la séptima semana de iniciada la infestación, la población de ácaros en esta variedad inició una disminución bastante acentuada, probablemente debido a la falta de sustrato para alimentarse provocado por la elevada infestación de *T. urticae*. Aún en las parcelas tratadas con acaricidas la variedad Selva presentó poblaciones superiores, sin embargo no se detectó ninguna diferencia estadística (Cuadro 3). El aumento de la población de ácaros en las variedades Chandler y Parker, coincide con la disminución de esa población en la variedad Selva, lo que produjo un efecto compensatorio en el promedio

poblacional final presentado por cada variedad. Apparently los individuos que se encontraban en la variedad Selva se trasladaron luego hacia las plantas menos atacadas que correspondían a las variedades Parker y Chandler.

Con respecto a las variedades Chandler y Parker es posible observar (Cuadro 1 y 2) que las poblaciones de huevos y formas móviles en cada una de ellas fueron semejantes en el transcurso de las evaluaciones, por lo que posteriormente no se presentó ninguna diferencia estadística entre las dos.

Cuadro 1. Número promedio de huevos de *T. urticae* por hoja en cada variedad de fresa, Fraijanes, provincia de Alajuela, Costa Rica (1989)

Tratam/Sem.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	Promedio
Chandler	(s)	0.36	7.29	26.16	31.27	52.89	69.57	146.22	100.33	130.93	128.25	175.22	189.66	64.51	16.50	9.03	10.37	7.36	17.18	14.03	1197.20	63.01
Parker	(s)	6.43	7.05	23.54	29.56	84.40	89.15	192.66	193.00	137.41	109.78	146.24	94.30	62.32	14.86	49.91	10.22	12.06	15.59	18.72	1299.23	68.38
Selva	(s)	50.04	60.99	94.55	96.78	138.32	91.23	159.99	97.09	70.23	41.62	75.23	65.00	20.18	18.21	19.43	8.28	15.54	8.71	8.32	1140.00	60.01

(s) = sin acaricida

Cuadro 2. Número promedio de formas móviles de *T. urticae* por hoja en cada variedad de fresa, Fraijanes, provincia de Alajuela, Costa Rica (1989)

Tratam/Sem.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	Promedio
Chandler	(s)	0.04	2.62	9.06	5.85	12.77	24.24	40.16	46.40	59.78	58.32	101.55	117.69	85.94	69.21	32.05	16.66	6.58	6.92	10.28	706.12	36.16
Parker	(s)	0.92	2.30	16.14	11.96	30.40	35.63	72.14	79.22	62.41	75.00	98.78	82.60	91.92	45.98	46.94	12.18	9.62	7.59	16.12	797.85	41.99
Selva	(s)	11.55	21.65	45.81	48.77	52.98	49.54	103.99	67.38	47.57	58.34	43.27	67.04	38.23	41.17	18.17	9.70	13.79	7.21	6.66	752.82	39.62

(s) = sin acaricida

Según Sances *et al.* (4), infestaciones tempranas tienen un efecto más nocivo sobre el cultivo que las tardías, esto debido a la gran susceptibilidad que la planta presenta a esa plaga durante los estadios iniciales de desarrollo. Ante esa situación, la variedad Selva probablemente sea más afectada en términos de productividad, puesto que hay una preferencia del ácaro *T. urticae* por colonizar primero esta variedad y posteriormente Parker y Chandler (Fig. 1). El mismo autor sugiere que los ataques del tetránquido al inicio del establecimiento del cultivo provocan una disminución de la tasa fotosintética y transpiratoria, seguida por una disminución en la producción por planta, en tamaño individual de los frutos y en el número de frutos por planta.

La disminución de las pérdidas por el uso de acaricidas fue más evidente en las variedades Parker y Selva, que presentaron 26.1% y 27.7% más de producción que las parcelas desprotegidas. En el caso de la variedad Chandler se observó un menor efecto protector, ya que en las parcelas donde no se utilizaron acaricidas la producción fue 8.7% menor (Cuadro 4).

Estos resultados dan un promedio de reducción en la productividad de 20.65%, valor superior al encontrado por McMurtry (1966) y Wyman *et al.* (1979), mencionados por Sances *et al.* (4). Estos autores informan que las reducciones en la producción en plantaciones de fresa en el estado de California, varían de un 10% a un 15% como consecuencia del ataque de este ácaro.

Ante promedios de incidencias poblacionales semejantes (Cuadro 2) y bajo las mismas condiciones ambientales, es posible observar que la variedad Chandler posee características de resistencia del tipo tolerancia, considerando la menor disminución en la producción presentada. Shanks y Barrit (3) también verificaron la presencia de resistencia de este tipo en lugar de no preferencia y antibiosis al comparar cultivares de fresa atacados por *T. urticae*. Es probable que poblaciones superiores a las encontradas deban ser necesarias para provocar pérdidas más marcadas en la variedad Chandler, caracterizada también por su mayor productividad (Cuadro 3).

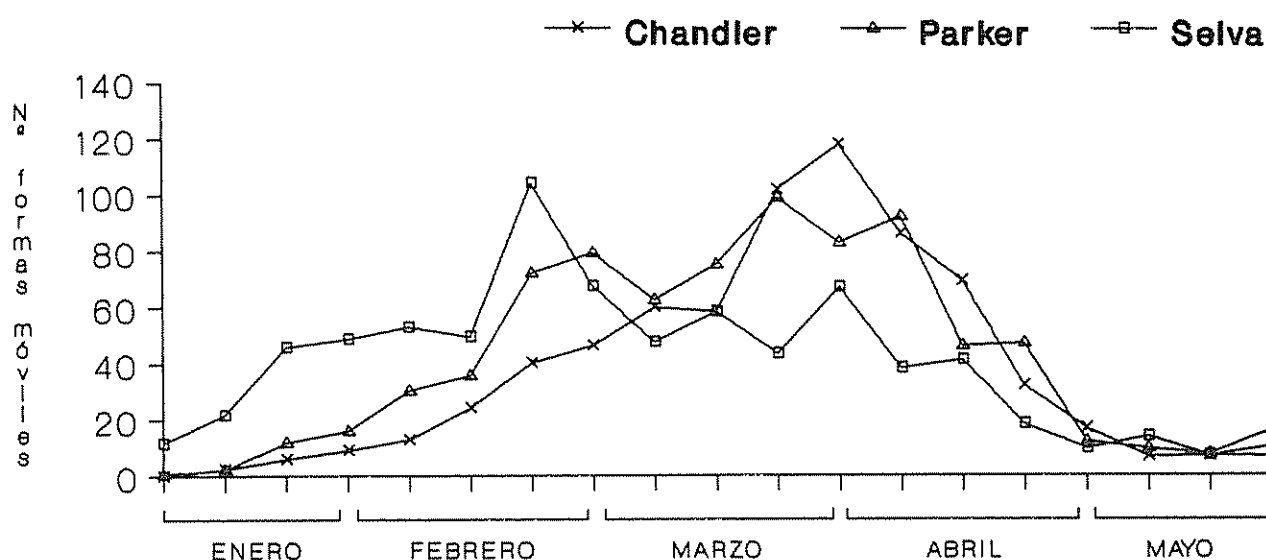


Fig 1 Fluctuación de la población del ácaro *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), en tres variedades de fresa. Subestación de Fraijanes, Alajuela, (1989)

Cuadro 3. Número promedio de formas móviles de *T. urticae* por hoja en cada variedad de fresa, Fraijanes, provincia de Alajuela, Costa Rica (1989)

Tratam/Sem.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	Promedio
Chandler (c)	0.11	0.26	1.61	3.42	0.89	0.30	3.06	1.86	0.57	0.83	1.09	6.39	8.36	6.16	6.79	20.70	2.76	1.34	0.58	67.11	3.53
Parker (c)	0.52	2.20	4.37	5.26	17.05	5.02	4.65	4.50	0.65	2.04	2.96	6.55	36.14	10.22	30.64	26.92	13.53	2.14	3.10	178.50	9.39
Selva (c)	3.18	5.00	16.68	20.10	10.95	3.06	4.82	2.58	0.60	1.78	3.38	17.01	20.17	23.50	41.65	49.82	16.02	6.17	1.94	248.41	13.07

(c) = con acaricida

En el rastreo efectuado por medio del microscopio electrónico de barrido se observó que no hay diferencias de ningún tipo entre las estructuras foliares de las tres variedades en estudio, por lo tanto la resistencia observada no se debe a las características morfológicas de cada variedad.

Considerando que en las variedades Selva y Parker las infestaciones ocurrieron con anterioridad a la Chandler, no se puede desechar la posibilidad de que éste haya sido uno de los motivos que provocaron una mayor disminución en la productividad, sin dejar de lado la posibilidad de que este factor esté ligado a características de tolerancia de la última variedad.

Cuadro 4. Promedio de producción (g) en diferentes variedades de fresa, Fraijanes, provincia de Alajuela, Costa Rica (1989).

Tratamiento		Frutos Ira.	Frutos 2da.	Total	% Reducción en rendimiento
Chandler	(c)	354.24 a	307.75 a	661.99 a	
Chandler	(s)	313.18 ab	291.07 ab	604.26 ab	8.7
Parker	(c)	250.15 b	173.86 c	424.01 c	
Parker	(s)	173.06 c	135.76 cd	308.82 d	27.7
Selva	(c)	141.74 c	134.88 cd	276.62 d	
Selva	(s)	110.69 c	93.81 d	204.50 d	26.1

\* En la misma columna, valores seguidos por la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Duncan a 5% de probabilidad

\*\* (c) = con acaricida (s) = sin acaricida



La aplicación de estos resultados en un programa de manejo de *T. urticae* en el cultivo de la fresa son de suma importancia pues, al ser Chandler la variedad más cultivada en Costa Rica, implica una disminución

en la utilización de productos acaricidas. La posterior determinación del nivel de daño económico colaborará en gran forma con el manejo integrado de *T. urticae*.

#### LITERATURA CITADA

1. CHAPLIN, C.E.; STOLIZ, L.P.; RODRIGUEZ, J.G. 1968. The inheritance of resistance to the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch in strawberries. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 92:376-380.
2. DABROWSKI, Z.T.; RODRIGUEZ, J.G.; CHAPLIN, C.E. 1971. Studies in the resistance or non-preference of strawberries to mites. IV. Effect of season on preference or non-preference of strawberries to *Tetranychus urticae*. Journal of Economic Entomology 64:806-809.

3. SHANKS, C.H.; BARRIT, B.H. 1975. Resistance of strawberries to the twospotted spider mite. Journal of Economic Entomology 64:806-809.
4. SANCES, I.V.; IOSCANO, N.C.; DATMAN, E.R.; LAPRE, L.F.; JOHNSON, M.W.; VOTH, V. 1982. Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding on strawberry. Environmental Entomology 11:733-737.

## Reseña de Libros

BALASUBRAMANIAM, K.S. *et al* (eds.). 1989. Weathering, its products and deposits. Volume I. Processes. Theophrastus Publications, S.A. Atenas, Grecia. 462 p.

La meteorización es el proceso que ha dado origen a gran parte del material inorgánico que forma los suelos y por tal razón, ese proceso es de gran importancia para los pedólogos y otros científicos agrícolas. Modernamente, se tiene una visión del ambiente como un lugar donde ocurren los procesos agroecológicos, los cuales son mejor comprendidos si se conoce el origen de los materiales inorgánicos involucrados.

Este volumen, el primero a publicarse sobre dos dedicados a la meteorización de los suelos, se orienta hacia los procesos que ocurren dentro de un contexto general. Los trabajos incluidos, de tipo general o especializado, se organizaron en cinco divisiones.

La primera división se dedica a conceptos generales en una breve introducción sobre la meteorización y a un capítulo sobre el origen del agua.

La segunda división incluye aproximadamente la mitad del volumen; se dedica a la mineralogía de los productos de la meteorización. Esta sección contiene mucha información y excelentes fotografías de minerales de arcilla tomadas con el microscopio electrónico, y es particularmente útil para los mineralogistas

de arcilla. La amplia bibliografía incluye mucha información procedente de Europa, la cual no es fácil de obtener en América Latina.

Para los especialistas en suelos es especialmente interesante el capítulo de A.D. Karathanasis sobre la solución del suelo, el cual ilustra la estabilidad de los minerales en equilibrio, en esta solución.

La tercera división se dedica a la geoquímica y especialmente a la influencia de un medio más acidificado sobre los procesos geoquímicos. Para los científicos del trópico es de especial interés el trabajo de Raymohashay sobre la meteorización que ocurre en una parte del Norte de la India, caracterizada por una mineralogía muy variada.

La cuarta división se refiere a la acción de los mares en la meteorización y discute tres problemas altamente especializados dentro de este campo.

La división más corta es la quinta, la cual presenta solamente dos trabajos referentes a los procesos de formación de loes y de decementación.

Lastimosamente, el volumen no tiene índices, lo que haría más fácil su lectura.

Este trabajo, escrito básicamente por geógrafos físicos y mineralogistas, contiene información útil, especialmente para los pedólogos.

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

**BOTHE, H.; BRUIJN, F.J.; NEWTON, W.E. (eds.)**  
1988. Nitrogen fixation: Hundred years after. G. Fisher, New York, 878 p.

Este volumen, producido con una rapidez asombrosa, presenta los trabajos de la Séptima Conferencia Internacional sobre Fijación de  $N_2$ , realizada en 1988 en la ciudad de Colonia, República Federal de Alemania. Se incluyen en el volumen las 65 conferencias invitadas, integradas en diez capítulos, conjuntamente con casi 400 resúmenes, presentados por investigadores de casi todo el mundo. Los trabajos invitados tienen, en general, bibliografías amplias. Este volumen tiene el mérito especial de presentar material muy actualizado y con un buen índice de autores, aunque no de materias.

El contenido se divide en once capítulos, el primero de los cuales, uno de los más cortos, se refiere a los aspectos históricos y a la evolución de la ciencia sobre la fijación de  $N_2$ .

El segundo capítulo se refiere al sistema químico involucrado en la fijación biológica de  $N_2$ .

El capítulo tercero se refiere a la bioquímica de la nitrogenosa y se divide en dos subcapítulos, uno sobre nitrogenasas alternas y el segundo sobre la nitrogenasa convencional.

Los organismos fotoautotróficos son el tópico del cuarto capítulo el cual trata, en tres subcapítulos, las bacterias fotosintéticas, las cianobacterias y la azola, respectivamente. Este es un capítulo bastante largo, con muchos trabajos breves, en estos temas que son motivo de considerable actividad en la investigación.

En el quinto capítulo se examinan los organismos ahora llamados quimiorganotróficos. Evidentemente, una buena parte se dedica a los *Azotobacter*. Se consideran también algunos aspectos de los rhizobios no simbióticos.

En el sexto capítulo se discute la organización y la regulación de genes involucrados en la fijación de  $N_2$ . Se discute esta problemática en tres subcapítulos, dedicados a *Klebsiella* y *Azotobacter*, a *Azospirillum* y a los Rhizobios. Este capítulo incluye no menos de diez de los trabajos invitados, debido a que el campo está en rápido desarrollo.

Los problemas de reconocimiento y de infección en el sistema leguminosa-rhizobio, es el tópico del séptimo capítulo, con más de cien páginas y con nueve trabajos invitados.

El octavo capítulo, el más largo, se dedica al estudio del desarrollo y funcionamiento de los nódulos en el sistema simbiótico leguminosa-rhizobio. En cuatro subcapítulos dedicados a la estructura de los nódulos, al metabolismo y el transporte del carbono en este sistema, a la hidrogenasa y finalmente, a los nodulinos y a las plantas mutantes, se examinan problemas relacionados con esos importantes temas.

En el capítulo noveno se estudia la simbiosis con *Frankia* y se presenta información sobre organismos recién descubiertos que fijan  $N_2$ .

La aplicación de la fijación de  $N_2$  en agricultura y en ciencias forestales, es el tópico del décimo capítulo, otro de los más completos. En el onceavo capítulo se presenta un breve resumen del Congreso, sin duda alguna, una tarea editorial bien difícil pero exitosamente realizada.

Este volumen es posiblemente el mejor resumen de los trabajos que se han escrito en este campo, unificando la información existente a nivel global; esta publicación hace posible que el especialista se actualice y que el novato encuentre una buena introducción al tema básico de la Séptima Conferencia Internacional sobre Fijación de  $N_2$ .

ELEMER BORNEMISZA  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

# El Género *Schizotetranychus* Trägårdh (Acari: Tetranychidae) en Costa Rica y Panamá

R. Ochoa\*, B. Gray\*\*, G. von Lindeman\*\*\*

## ABSTRACT

The genus *Schizotetranychus* Trägårdh (Acari: Tetranychidae) is reported from Costa Rica and Panama. Two new species of red spider mites are described: *Schizotetranychus freitezi* n. sp. and *Schizotetranychus pseudolycurus* n. sp., both found in leaves of *Oryza sativa* L., causing yellow spots on the surface in association with white mites on the underside.

## COMPENDIO

El género *Schizotetranychus* Trägårdh (Acari: Tetranychidae) ha sido encontrado en Costa Rica y Panamá. Dos nuevas especies de arañas rojas son descritas: *Schizotetranychus freitezi* spec. nov. y *Schizotetranychus pseudolycurus* spec. nov. ambas halladas en hojas de *Oryza sativa* L., causando manchas cloróticas en el haz en asociación con motas blancas en envés.

## INTRODUCCION

Freitez (8) y Salas (10) mencionan para Costa Rica una araña roja del género *Schizotetranychus* sp., sin embargo, por falta del material comparativo y literatura especializada, la especie no fue descrita.

En 1986, en pruebas de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Centro de Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica, y en 1988, en evaluaciones de plagas en el Programa de Hibridación de Arroz de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, se observó la presencia de otra especie de araña roja del género *Schizotetranychus*, atacando en ambas ocasiones, el follaje de algunas de las variedades y líneas

Baker y Pritchard (3), en sus revisiones de las arañas rojas de Centroamérica, no mencionan al género *Schizotetranychus* como representante de la acarofauna centroamericana. Por otro lado, Alvarado y Freitez (1), y Rossi de Simons (9), mencionan para Venezuela y Argentina especies de *Schizotetranychus* como plagas en arroz.

Las medidas son expresadas en micrómetros.

## DESCRIPCION

*Schizotetranychus* Trägårdh, 1915: 277.

El género se caracteriza por presentar un idiosoma óvalo-alargado con dos pares de setas para anales; setas duplex adyacentes y distales en el tarso I y un empodio grueso y generalmente dividido en dos estructuras uncinadas (2, 8).

*Schizotetranychus freitezi* spec. nov.

Diagnosis: Esta especie se asemeja a *Schizotetranychus oryzae* Rossi de Simons, pero se distingue por presentar la hembra estriación irregular transversal en el lóbulo genital y área pregenital; por su parte, el macho presenta diferencias en el delineado dorsal entre las setas sacrales internas y un aedeagus de cuerpo estrecho en su parte proximal.

Hembra: (Figs 1-6) Color verdoso, con dos manchas laterales y una dorsal verde-oscuro en el metapodosoma, con dos manchas laterales similares a las anteriores, pero no confluentes en el opistosoma. Gnatosoma, patas I y II, parte distal de las posteriores

1 Recibido para publicación el 27 de junio 1989  
Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Edward W. Baker, Systematic Entomology Laboratory, ARS, USDA, Beltsville, MD, USA, por la revisión del material. Al Dr. Shozo Ehara, Tottori University, Japón, por el envío de literatura utilizada en este trabajo. Al Ing. Francisco P. Freitez, por brindar la oportunidad de utilizar parte de su material y al Ing. Hugo Aguilar, Lab. Acarología, Universidad de Costa Rica, por la revisión del manuscrito y las sugerencias aportadas.

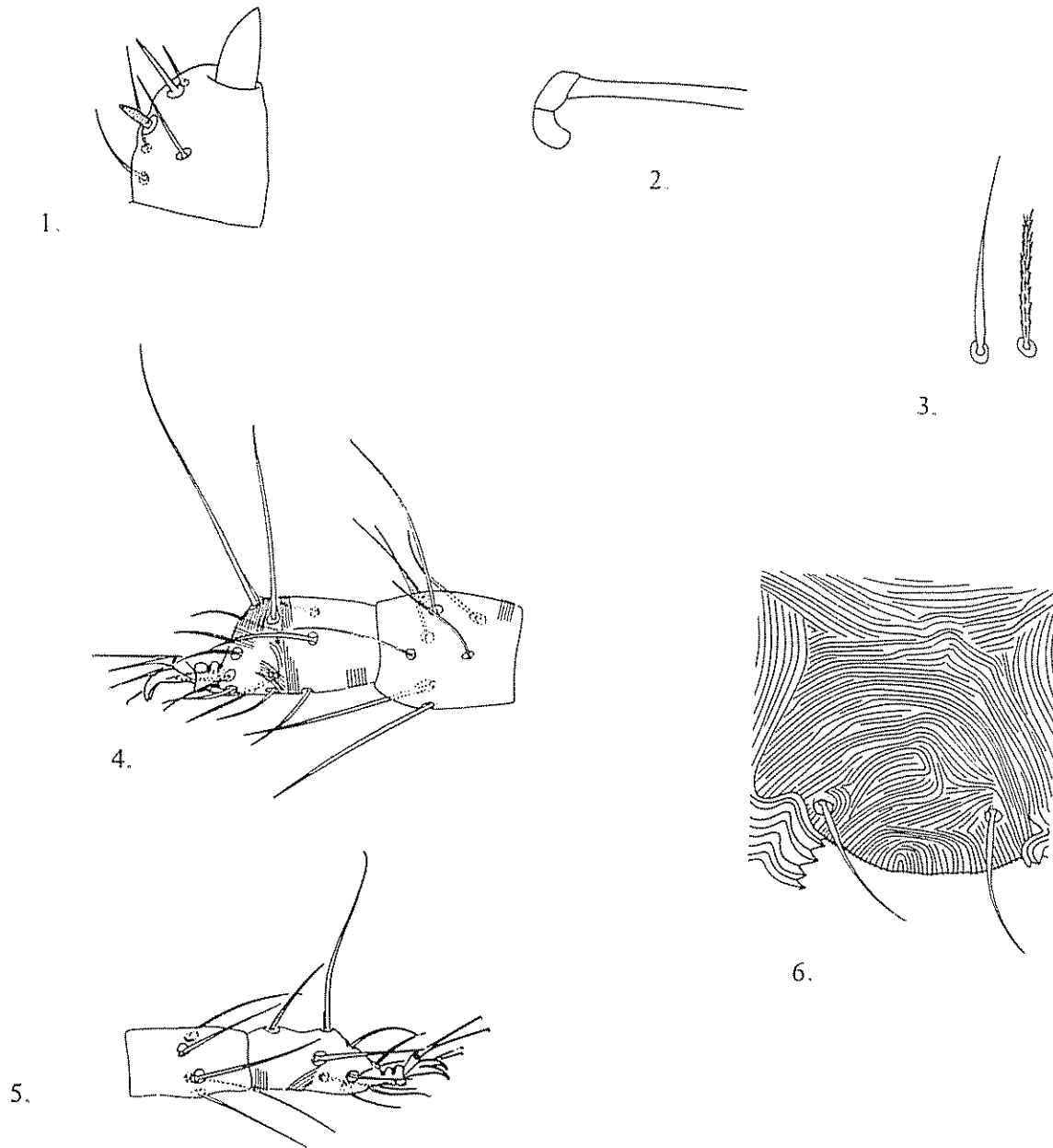
\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Proyecto MIP, Turrialba 7170, Costa Rica.

\*\* Facultad de Ciencias Agropecuarias, CEIAT, Universidad de Panamá, Panamá.

\*\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Proyecto MIP-Panamá Apdo 6-3786, El Dorado, Panamá.

ligeramente rojizas. Cuerpo oval alargado:  $455.1 \pm 1.9$  de largo y  $214.56 \pm 0.50$  de ancho. Rostro alargado  $93.5 \pm 1.5$ . Sensillum terminal del palpo con la terminación en forma cónica y esclerotizada. Estilóforo redondeado anteriormente, ligeramente sinuoso en su margen frontomedial. Peritremas encorvados distalmente. Líneas dorsales simples, longitudinales en el propodosoma y transversales en la región central del

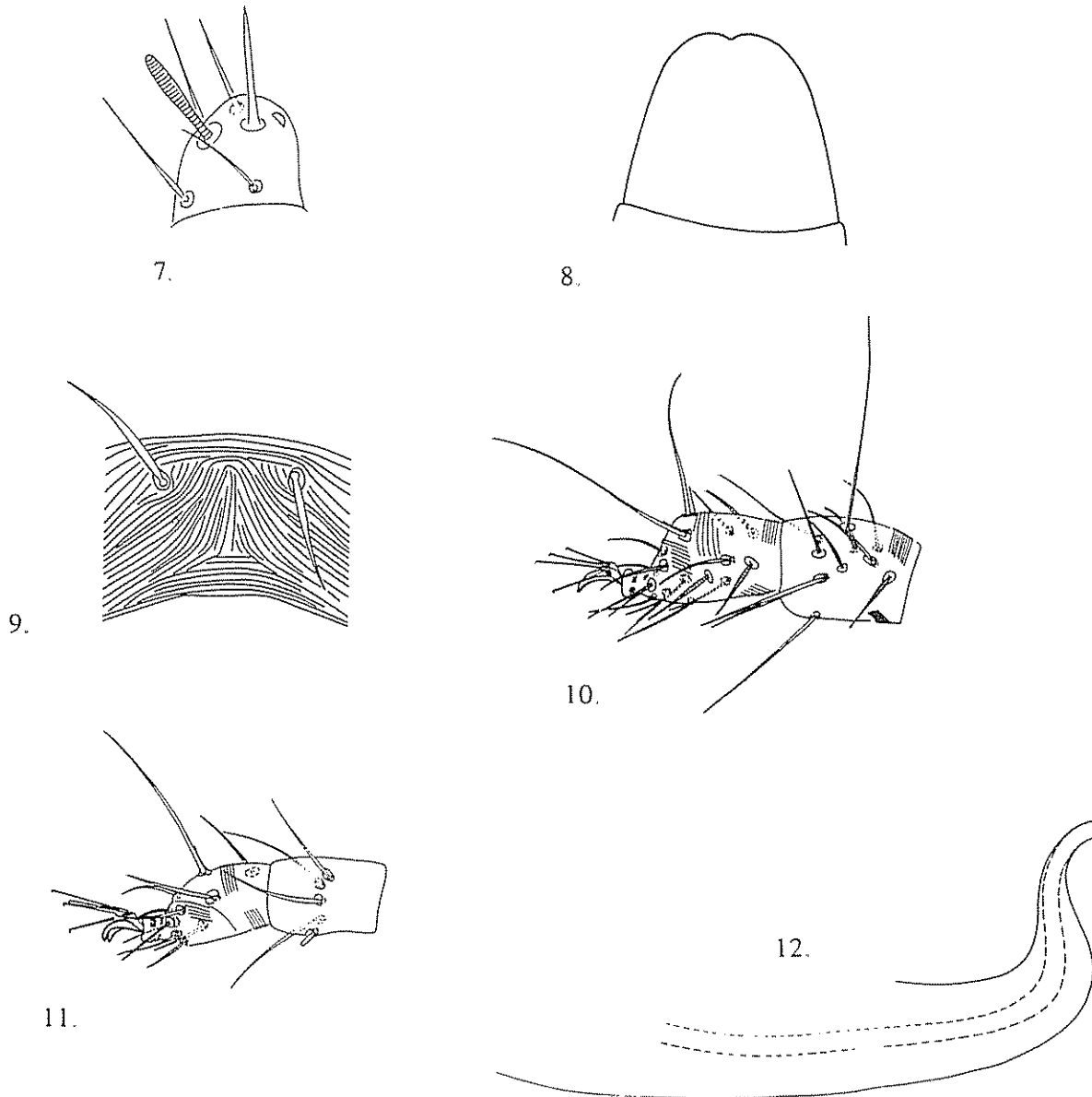
histerosoma. Setas dorsales del cuerpo más cortas que los intervalos entre sus bases, excepto las setas sacrales externas que son más largas que el intervalo entre su base y la de las setas clunales, las cuales a su vez son un tercio más largas que las setas postanales. Setas propodosomales I y III, humerales, histerosomales dorsolaterales II y III ( $34.83 \pm 1.43$ ), sacrales externas



Figs 1-6 *Schizotetranychus freitezi* sp.n , hembra: 1 sensillum terminal del palpo; 2. peritrema; 3. setas dorsales del cuerpo; 4 tibia y tarso I; 5. tibia y tarso II; 6. diseño de las estrías en el lóbulo genital y área pregenital.

(41.87 ± 0.2), clunales y postanales pilosas, las restantes simples y suavemente ensanchadas en las bases. Empodios simples y hendidos distalmente en dos estructuras uncinadas. Las setas táctiles de las patas, pilosas; tarso I con tres setas táctiles proximales a la seta duplex proximal y un solenidio casi a su mismo nivel; tibia I con siete setas táctiles y un solenidio;

genu I con cinco setas táctiles ; y fémur I con nueve setas táctiles. Tarso II con una seta táctil casi a nivel de la seta duplex y un solenidio proximal; tibia II con cinco setas táctiles; genu II con cuatro setas táctiles; y fémur II con seis setas táctiles. Delineado del lóbulo genital y área pregenital transversal e irregular.



Figs. 7-12. *Schizotetranychus freitezi* sp.n , macho: 7 sensillum terminal del palpo; 8 parte anterior del estilóforo; 9 diseño de las estriás histerosomales dorsocentrales entre las setas sacrales internas; 10 tibia tarso I; 11 tibia y tarso II; 12 aedeagus.

Macho: (Figs. 7-12) Color verdoso, con el extremo de su opistosoma anaranjado-rojizo, gnatosoma y patas I-II ligeramente rojizas. Cuerpo cuneiforme:  $307.9 \pm 2.1$  de largo y  $124.3 \pm 1.2$  de ancho. Rostro semialargado  $48.9 \pm 1.1$ . Sensillum terminal del palpo diminuto y semicircular. Peritremas encorvados distalmente. Delineado dorsal semejante al de la hembra, excepto entre las setas sacrales internas. Setas dorsales como en la hembra, excepto el primer par de histerosomales dorsolaterales que es piloso. Tarso I con tres setas táctiles y tres solenidios proximales a la seta duplex proximal; tibia I con siete setas táctiles y cuatro solenidios; genu I con cinco setas táctiles; y fémur I con nueve setas táctiles. Tarso II con una seta táctil casi a nivel de la seta duplex y un solenidio proximal; tibia II con cinco setas táctiles; genu II con cuatro setas táctiles; y fémur II con seis setas táctiles. Aedeagus sigmoideo, con cuerpo estrecho proximalmente, curvado hacia el dorso distalmente y de terminación entrecortada.

Esta especie ha sido nombrada en honor al Ing. Francisco P. Freitez, Estación Experimental Portuguesa, Acarigua, Venezuela, por sus trabajos y aportes al desarrollo de la Acarología costarricense.

Holotipo: Hembra, Sardinal, Carrillo, Provincia de Guanacaste, Costa Rica (Cols: L.A. Salas, G. Ulate, F.P. Freitez; Setiembre 1972) en *Oryza sativa* L.

Alotipo: Macho, Sardinal, Carrillo, Prov. Guanacaste, Costa Rica (Cols: L.A. Salas, G. Ulate, F.P. Freitez; setiembre 1972) en *Oryza sativa* L.

Paratipos: Hembras, ninfas, larvas y macho, Sardinal, Carrillo y Playa de Panamá, Prov. Guanacaste, Costa Rica, 5-30 msnm (Cols: L.A. Salas, G. Ulate, F.P. Freitez; setiembre-noviembre 1972) en *Oryza sativa* L. El material existe en la colección de referencia del Laboratorio de Acarología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Reconocimiento de campo: en arroz, las colonias se encuentran en el envés de las hojas, recubiertas por una tupida tela y dispuestas en sentido longitudinal, observándose en el haz manchas cloróticas en el mismo sentido. Cuando las poblaciones son altas, las hojas se arrollan transversalmente hacia arriba, localizándose colonias por el haz. Bajo la tela se encuentran huevos, larvas, ninfas y adultos, aunque estos últimos pueden andar libremente sobre las hojas. Las posturas, 9 a 37 huevos, se encuentran adheridas a la lámina foliar, estos son esférico-achatados, blanquecinos, amarillento-verdosos y sin estipe dorsal. La forma de la tela da idea de motas blancas (8, 10).

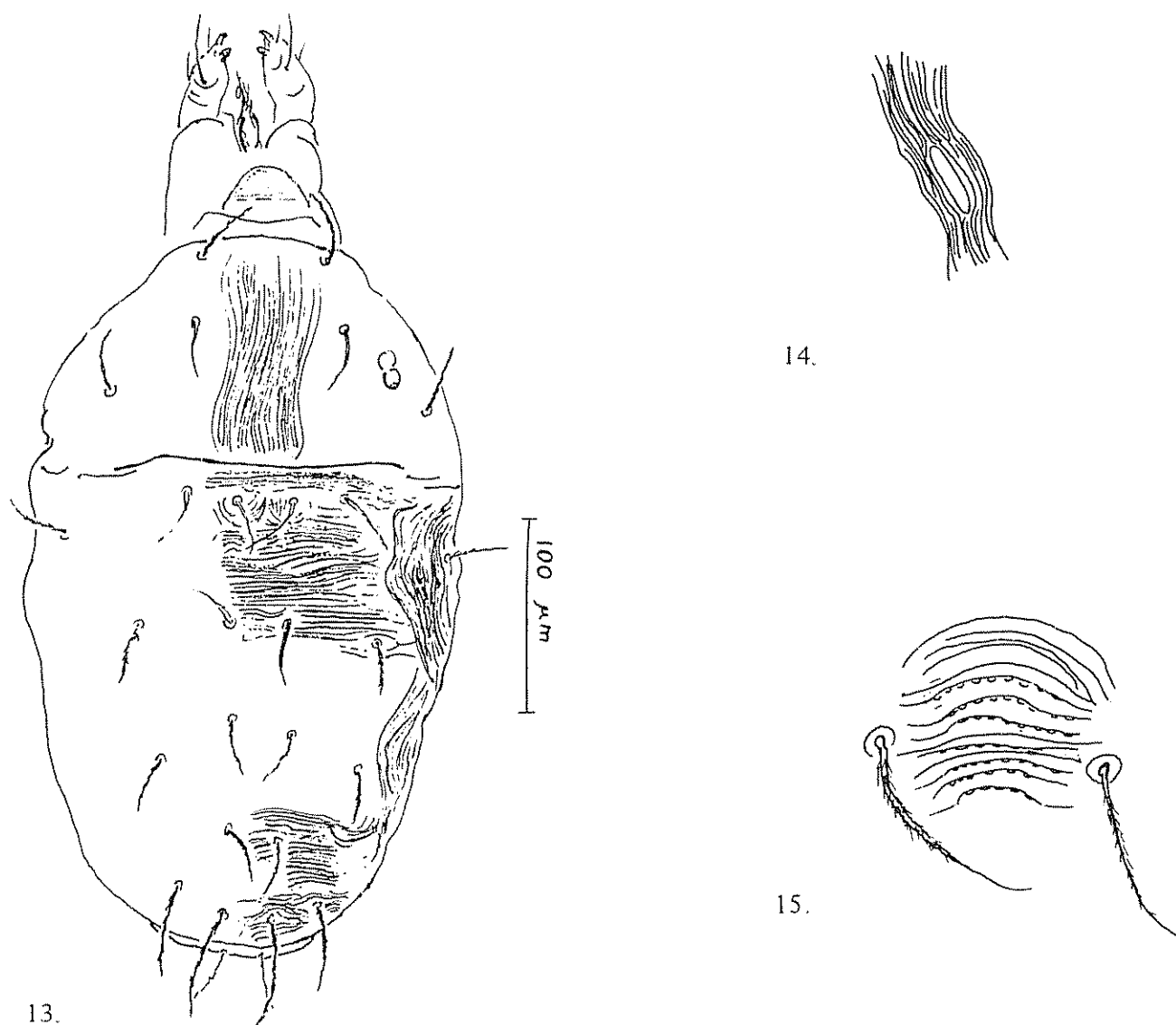
*Schizotetranychus pseudolycurus* spec. nov.

Diagnosis: Esta especie se asemeja a *Schizotetranychus lycurus* Tuttle & Baker, pero se distingue por presentar la hembra un delineado profuso y sus setas opistosomales pilosas.

Hembra: (Figs. 13-15) Color verdoso, con dos manchas laterales y una dorsal negro-verdosas en el metapodosoma, y dos manchas laterales similares a las anteriores en el opistosoma. Cuerpo oval alargado:  $498.45 \pm 1.02$  de largo y  $230.07 \pm 1.94$  de ancho. Rostro alargado  $107.28 \pm 0.97$ . Líneas dorsales simples, longitudinales en el propodosoma, transversales en la región central y medial del histerosoma e irregulares en la región lateral del metapodosoma. Línea dorsal divisoria del propodosoma-metapodosoma, generalmente marcada. Setas dorsales del cuerpo más cortas que los intervalos entre sus bases, excepto las setas sacrales externas que son más largas que el intervalo entre su base y la de las setas clunales, las cuales a su vez, son un tercio más largas que las setas postanales. Setas propodosomales I y III humerales, histerosomal dorsolateral II ( $27.83 \pm 0.12$ ), lumbares ( $28.14 \pm 0.31$ ), sacrales ( $33.52 \pm 0.53$ ), clunales y postanales pilosas, las restantes simples y suavemente ensanchadas en las bases. Empodios simples y hendidos distalmente en dos estructuras uncinadas. Las setas táctiles de las patas, pilosas; tarso I con tres setas táctiles proximales a la seta duplex proximal; tibia I con siete setas táctiles y un solenidio; genu I con cuatro setas táctiles; y fémur I con nueve setas táctiles. Tarso II con un solenidio casi a nivel de la seta duplex; tibia II con cinco setas táctiles; genu II con cuatro setas táctiles; y fémur II con seis setas táctiles. Delineado del lóbulo genital y área pregenital transversal y regular.

Macho: (Figs. 16-18) Color café-verdoso claro. Cuerpo cuneiforme:  $345.54 \pm 0.96$  de largo y  $132.5 \pm 0.45$  de ancho. Rostro semialargado  $51.86 \pm 0.41$ . Peritremas ligeramente encorvados distalmente. Delineado dorsal semejante al de la hembra. Setas propodosomales, humerales, histerosomales dorsolaterales II y III, sacrales y clunales pilosas, las restantes simples y suavemente ensanchadas en las bases. Tibia I con siete setas táctiles y dos solenidios; genu I con cuatro setas táctiles; y fémur I con siete setas táctiles. Tarso II con un solenidio a nivel de la seta duplex; tibia II con cinco setas táctiles; genu II con cuatro setas táctiles; y fémur II con seis setas táctiles. Aedeagus sigmoideo ( $16.4 \pm 0.64$ ), aguzándose de manera progresiva hacia su extremo distal.

Holotipo: Hembra, Corregimiento de Tocumen, CEIAT (Centro de Enseñanza e Investigaciones Agro-



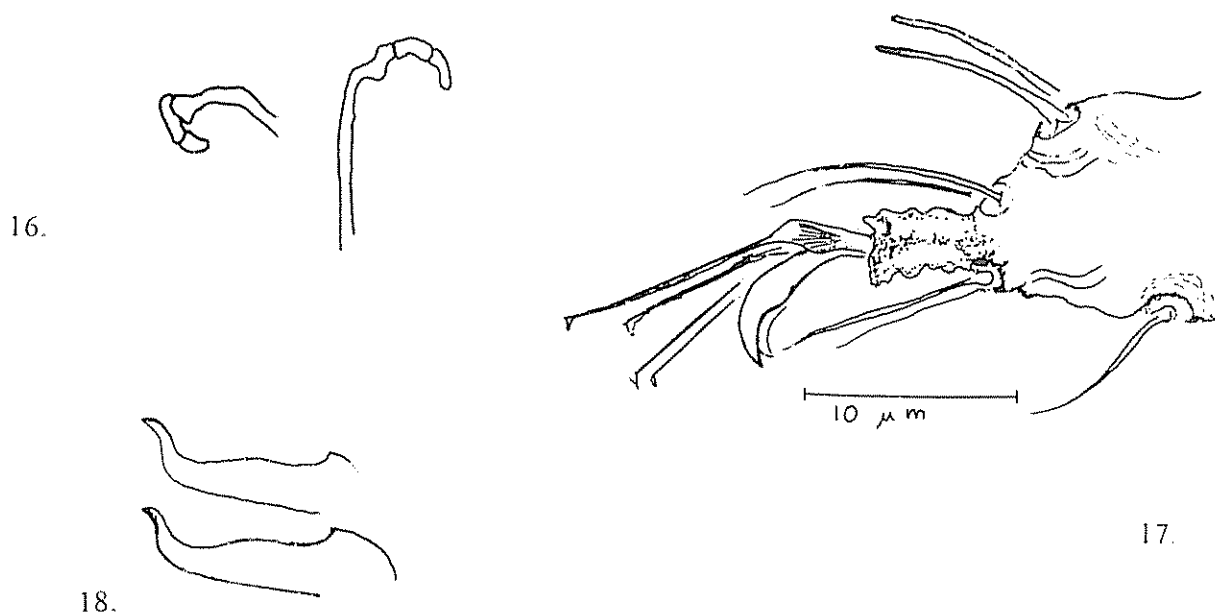
Figs. 13-15. *Schizotetranychus pseudolycurus* sp. n., hembra: 13. aspecto dorsal; 14. detalle dorsolateral del metapodosoma; 15. diseño de las estrías histerosonales dorsocentrales entre las setas sacrales internas.

pecuarias de Tocumen), Panamá, 9°02' latitud norte, 79°22' longitud oeste, 5-20 msnm (Col: B. Gray; junio 1988) en *Oryza sativa* L.

Alotipo: Macho, Corregimiento de Tocumen, CEIAT (Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Tocumen), Panamá, 9°02' latitud norte, 79°22' longitud oeste, 5-20 msnm (Col: B. Gray; junio 1988) en *Oryza sativa* L.

Paratipos: Hembras, ninfas, larvas y machos, San José, CIGRAS (Centro de Investigaciones en Granos y

Semillas), Universidad de Costa Rica, 1 250 msnm (Col: G. Bonilla, R. Ochoa; febrero-abril 1986) y Corregimiento de Tocumen, CEIAT (Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Tocumen), Panamá, 9°02' latitud norte, 79°22' longitud oeste, 5-20 msnm (Col: B. Gray; junio-setiembre 1988) en *Oryza sativa* L. El material existe en las colecciones de referencia del Proyecto MIP, CATIE, Costa Rica; Lab. Acarología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica; y la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.



Figs 16-18 *Schizotetranychus pseudolycurus* sp. n., macho; 16 peritremas; 17 tarso II; 18 aedeagus

Reconocimiento de campo: en arroz, las colonias se encuentran por el envés de las hojas, recubiertas por una tupida tela y dispuestas en sentido longitudinal. Por el haz, en concordancia con las colonias, se observan tonos claros a amarillentos en la hoja. Cuando la población es alta se pueden localizar adultos por el haz. Bajo la tela se encuentran larvas, ninfas, adultos y las posturas (8 a 20 huevos). Los huevos son esfero-achatados, blanquecinos a amarillento-verdoso, sin estipe dorsal. La forma y disposición de la tela da idea de motas blancas. La severidad del daño fue variable. Entre las líneas y variedades susceptibles al ataque de esta especie están: CR 1113, CR 5272, Orizica, Panamá 1048, Redondo x Ciwini, Suriname 70, T1-1821, T1-38 x Anabel y Y1-218. De éstas, la más afectada fue Suriname 70.

#### LITERATURA CITADA

1. ALVARADO, G.; FREITEZ, F. 1975. *Schizotetranychus paezi* sp. n. y *S. oryzae* (ACARINA: Tetranychidae) atacando arroz en Venezuela. *Agronomía Tropical* 26(2):159-165
2. BAKER, E.W.; PRITCHARD, A.E. 1960. The tetranychoid mites of Africa. *Hilgardia* 29(11):455-575.

#### DISCUSION

Al presente son dos las especies descritas de *Schizotetranychus* en arroz para Costa Rica y Panamá, a saber: *S. freitezi* spec. nov. y *S. pseudolycurus* spec. nov. Estos ácaros tienen importancia económica, ya que además del daño producido pueden ser difíciles de manejar debido a las telas que los protegen de depredadores y en algunos casos de productos químicos. El amarillamiento provocado por éstos en el arroz, puede ser confundido con el producido por ciertas enfermedades fungosas.

La variación en la severidad del daño mostrada por *S. pseudolycurus* spec. nov. sobre las diferentes variedades y líneas de arroz, hace pensar que es posible la selección de material resistente o tolerante al ácaro.

3. BAKER, E.W.; PRITCHARD, A.E. 1962. Arañas rojas de América Central (ACARI: Tetranychidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 23:309-346
4. EHARA, S. 1957. On three spider mites of *Schizotetranychus* from Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ. (Zoological Series IV)* 13(1-4):15-23



5. EHARA, S. 1973. Three species of the genus *Schizotetranychus* (ACARINA, Tetranychidae). *Annot Zool Jap* 46(4):224-232
6. EHARA, S.; WONGSIRI, I. 1975. The spider mites of Thailand (ACARINA: Tetranychidae). *MUSHI* 48(13):149-185.
7. EHARA, S.; IHO, Y.P. 1988. Spider of the Malay Peninsula (ACARINA: Tetranychidae). *J. Fac Educ Tottori Univ. Nat. Sci* 37(1):1-24
8. FREITEZ, F.P. 1974. Reconocimiento preliminar de ácaros fitoparásitos de la familia Tetranychidae (ACARINA) de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 150 p.
9. ROSSI DE SIMONS, N.H. 1966. Descripción de *Schizotetranychus oryzae* sp. n. (ACARI: Tetranychidae). *Revista de Investigaciones Agropecuarias (Serie 5)* 3(1):1-10.
10. SALAS, L.A. 1978. Algunas notas sobre las arañitas rojas (Tetranychidae: ACARI) halladas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 2(1):47-60.
11. TUTTLE, D.; BAKER, E.W. 1964. The spider mites of Arizona. University of Arizona. Technical Bulletin no. 158. 41 p.
12. TUTTLE, D.; BAKER, E.W. 1968. Spider mites of South western United States and a revision of the family Tetranychidae. Tucson, Ariz., USA, University of Arizona Press. 143 p.
13. TUTTLE, D.; BAKER, E.W.; ABBATIello, M.J. 1976. Spider mites of Mexico (ACARI: Tetranychidae). *International Journal of Acarology* 2(2):1-102.

# Leguminosas de Cobertura Asociadas con Tomate var. "Dina guayabo" y su Efecto sobre *Meloidogyne arabicida* López y Salazar<sup>1</sup>

J. A. Domínguez-Valenzuela\*, N. Marbán-Mendoza\*\*, R. De la Cruz\*\*

## ABSTRACT

The effects of six cover crop species of leguminous plants on growth and root galling of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) var. "Dina guayabo," inoculated with *Meloidogyne arabicida* (López y Salazar) were studied in greenhouse conditions at Turrialba, Costa Rica. *M. arabicida* is a nematode associated with the disease known as "Corchosis del Cafeto" (Coffee Corky Disease) found in coffee plantations in Juan Viñas, Cartago. When *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi* and *Centrosema pubescens* were co-cultivated with tomato in greenhouse pot tests, a significant ( $P = 0.05$ ) reduction in galling caused by *M. arabicida* was observed on tomato. The leguminous plants *Desmodium ovalifolium*, *Centrosema acutifolium*, *C. pubescens* and *C. macrocarpum* generally gave a lesser degree of root galling under the same conditions. All legumes tested caused a slight reduction in the vegetative growth of tomato plants. However, growth was significantly reduced ( $P = 0.05$ ) when compared to plants infested only with *M. arabicida* (control treatment). Consequently, we think that reduced plant size was primarily due to competition between legumes and tomato plants. The plants associated with *A. pintoi*, which reduced root galling by almost 50%, did not gain in vegetative growth. Only *C. pubescens* and *C. acutifolium* developed a few small-sized (1-2 mm) galls (1%) and did not support *M. arabicida* females.

## INTRODUCCION

Se considera que las leguminosas poseen una mayor variedad de toxinas que cualquier otra familia de plantas, tales como flavonoides, alcaloides, aminoácidos no proteínicos y proteínas poco comunes (11). Estas toxinas se concentran en hojas, vainas, semillas y raíces (12)

Muchos de estos metabolitos permanecen en el suelo e influyen decisivamente en la nutrición, adaptación, competencia, distribución, estímulo y supresión de malezas, insectos y fitopatógenos del suelo (3).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 16 de agosto 1990.  
Parte trabajo de tesis para Magister Scientiae, Programa Posgrado CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\* Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. Becario CONACYT.

\*\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica

## COMPENDIO

Se evaluó el efecto de seis especies de leguminosas de cobertura sobre el crecimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) var. "Dina guayabo", inoculado con *Meloidogyne arabicida* (López y Salazar) nematodo asociado a la enfermedad "Corchosis del Cafeto", localizada en Juan Viñas, provincia de Cartago, Costa Rica. Plantas de tomate co-cultivadas con *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoi* y *Centrosema pubescens* redujeron significativamente ( $P = 0.05$ ) el índice de agallamiento radical, comparado con plantas de tomate cultivadas solas. Las especies *Desmodium ovalifolium*, *Centrosema acutifolium* y *C. macrocarpum*, también redujeron el agallamiento, aunque en menor grado. Todas las leguminosas probadas redujeron ligeramente el crecimiento vegetal del tomate. Sin embargo, el crecimiento fue mucho menor ( $P = 0.05$ ) que el obtenido con plantas solas de tomate inoculadas con *M. arabicida* (testigo), lo cual se piensa que se debió al posible efecto de competencia entre las leguminosas y el tomate. Las plantas de tomate asociadas con *A. pintoi* (que redujo casi el 50% de agallamiento) no tuvieron ganancia en su crecimiento vegetal. Sólo *C. pubescens* y *C. acutifolium* desarrollaron pocas agallas (1%) de tamaño pequeño (1-2 mm) y sin hembra de *M. arabicida*.

Recientemente, se ha determinado que el mecanismo de reconocimiento de los nematodos está en gran medida gobernado por la relación lectinas-monosacáridos (L-M). En efecto, McClure y Zuckerman (10), demostraron que la lectina Conavalina A (Con A) se hallaba específicamente en residuos de manosa localizados sobre la cutícula de las estructuras sensoriales cefálicas de *Caenorhabditis elegans* y *Meloidogyne incognita*. Zuckerman (13) planteó la hipótesis de que el mecanismo quimiosensorial podría ser perturbado al ser intervenida la relación L-M, eliminando los azúcares de la cutícula mediante enzimas (por ej: manosidasas) o engañando al receptor manósico saturándolo con lectinas. Esta hipótesis ha sido apoyada mediante ensayos de laboratorio con *C. elegans* (4) y experimentos de invernadero y campo con *M. incognita* (6). Marbán-Mendoza *et al.* (8), demostraron por primera vez que los exudados radicales de la leguminosa *Canavalia ensiformis* contenían la lectina Con A y mostraron, además, que intercalando la leguminosa

con hospedantes susceptibles a *M. incognita* y *Nacobus aberrans* se reducía el índice de agallamiento.

El propósito del presente trabajo fue el estudio del efecto de la siembra de leguminosas forrajeras sobre el crecimiento y desarrollo de poblaciones de nematodos en agroecosistemas tropicales. Se seleccionó también al nematodo *Meloidogyne arabicida*, el cual está asociado a la enfermedad "Corchosis del Cafeto" (7) la que por su severidad puede llegar a ser un serio problema para la caficultura de Costa Rica.

#### MATERIALES Y METODOS

El nematodo *M. arabicida*, se obtuvo originalmente de plantas de cafeto (*Coffea arabica* cv Caturra) provenientes de la localidad de Juan Viñas, provincia de Cartago, Costa Rica, las cuales mostraban síntomas severos de la enfermedad "Corchosis del Cafeto". Este nematodo se multiplicó en plantas de tomate var. "Dina guayabo", la cual es tolerante a bacteriosis (*Pseudomonas solanacearum*) y altamente susceptible al nematodo.

El Programa de Pastos Tropicales del CIAT proporcionó las siguientes especies para ser probadas por su posible efecto detrimental sobre el nematodo: *Pueraria phaseoloides* CIAT-9900, *Desmodium ovalifolium* CIAT-350, *Centrosema macrocarpum* CIAT-5452, *C. acutifolium* CIAT-5277, *C. pubescens* CIAT-438 y *Arachis pintoi* CIAT-17434.

La propagación de estas especies se hizo por semilla escarificada y tratada previamente contra hongos, excepto para *A. pintoi*, del cual se usaron estolones de 20 cm de largo con 3 a 4 nudos.

Tanto las semillas de leguminosas como de tomate se pusieron a germinar en suelo (1:1, suelo de monte y arena) esterilizado con 453 g de bromuro de metilo/m<sup>3</sup> de suelo. En el caso de *A. pintoi* se trajeron estolones directamente del campo y se lavaron con agua corriente.

Plántulas de leguminosas de cuatro semanas de edad se trasplantaron a razón de una por maceta en un kilogramo de suelo (1:1 suelo de monte y arena) esterilizado con vapor, para un total de 10 macetas por especie de leguminosa. Cuatro semanas después a cada una de estas macetas se trasplantó una plántula de tomate de tres semanas de edad. Paralelamente, en 10 macetas adicionales se trasplantaron dos plántulas de tomate, las cuales sirvieron como testigo.

Leguminosas y tomate se asociaron durante cinco semanas, al final de cuyo período la mitad de las mace-

tas (con leguminosas + tomate y sólo con tomate) se inocularon con 5 000 ± 236 nematodos por maceta, lo cual se determinó mediante el macerado de 20 g de raíces de tomate severamente agalladas y previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto. La extracción de nematodos se hizo por el método de centrifugación en solución concentrada de sacarosa (460 g azúcar/litro de agua) a 2 000 rpm, durante dos minutos, determinándose así el número promedio de nematodos por gramo de raíz agallada. Las cinco macetas restantes con leguminosa y tomate y tomate solo, se usaron como testigos para la evaluación del peso fresco de raíz, peso seco de la parte aérea e índice de agallamiento radical. Las macetas se dispusieron sobre la mesa de una caseta de mallas en un diseño completamente aleatorizado.

Cinco semanas después de la inoculación se evaluaron los tratamientos, registrándose el índice de agallamiento medido en porcentaje de raíz con agallas (de 1 a 100%); índice de protección, obtenido mediante la diferencia entre la protección total (100%) y el porcentaje de agallamiento; asimismo, se determinó el peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea.

Los resultados se analizaron mediante un análisis de variancia y las respectivas comparaciones de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

El índice de agallamiento del tomate asociado con plantas leguminosas varió entre las distintas especies ( $P = 0.05$ ). El mayor porcentaje de agallamiento se obtuvo con el tomate sin leguminosa (testigo) y los menores con tomate asociado con *A. pintoi* y *P. phaseoloides* (Cuadro 1). El agallamiento en tomate asociado con *D. ovalifolium*, *C. acutifolium*, *C. macrocarpum* y *C. pubescens* fue estadísticamente igual ( $P = 0.05$ ) que el obtenido con el testigo (tomate + nematodo). Sin embargo, el asociado con *A. pintoi* y *P. phaseoloides* protegieron significativamente las raíces de tomate susceptible a *M. arabicida*.

No se encontraron diferencias entre los tratamientos con nematodos y sin nematodos ( $P = 0.05$ ), con respecto al peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea del tomate y de las distintas leguminosas probadas. Sin embargo, en el caso del peso fresco de raíz en tomate, hubo tendencia a mayores pesos en las plantas inoculadas con nematodos que en su contraparte sin nematodos. Solamente las raíces del tomate sin inocular (testigo) y el tomate asociado con *C. pubescens*, también libre de nematodos, manifestaron mayor peso de raíces (Cuadro 2).

Cuadro 1. Agallamiento radical (%) en tomate var. "Dina guayabo" por *Meloidogyne arabicida* asociado con seis leguminosas de cobertura.

Tratamiento	Agallamiento <sup>1</sup> (%) <sup>*</sup>	Red. Agallamiento <sup>2</sup> (%)
Tomate + nema	99.0 a	1.0
Tomate + <i>D. ovalifolium</i> + nema	89.0 ab	11.0
Tomate + <i>C. acutifolium</i> + nema	89.0 ab	11.0
Tomate + <i>C. macrocarpum</i> + nema	89.0 ab	11.0
Tomate + <i>C. pubescens</i> + nema	75.0 bc	25.0
Tomate + <i>P. phaseoloides</i> + nema	62.0 cd	38.0
Tomate + <i>A. pintoii</i> + nema	53.0 d	47.0

C.V. = 15.64

\* Medias de tratamiento seguidas por la misma letra no difieren entre sí (P = 0.05), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

1 Porcentaje de raíz de tomate con agallas

2 Porcentaje de reducción de agallamiento

No obstante, esto no influyó en el desarrollo de la parte aérea, ya que con excepción del tomate asociado con *A. pintoii*, las otras cinco asociaciones tendieron a desarrollar más peso en ausencia de *M. arabicida* que en su presencia (Cuadro 3). Se considera que bajo las condiciones del experimento, el grado de control obtenido cinco semanas después de la inoculación pudo haber favorecido un mayor desarrollo del tomate, tomando en cuenta el grado de protección que ofrecieron los socios (Cuadro 1) se esperaba que cinco semanas después de la inoculación, el crecimiento de las plantas de tomate fuera mejor. Sin embargo, se observa una tendencia de reducción del peso seco de la parte aérea de las plantas de tomate asociadas con leguminosas, cuando se comparan con el testigo (tomate + *M. arabicida*), lo cual indica un posible efecto de interferencia, el que fue más evidente en el caso de

*A. pintoii*, donde se presentó el mayor grado de control del nematodo, pero sin favorecer el desarrollo vegetal del tomate. En experimentos realizados en el campo con *A. pintoii* como cobertura en el cultivo de pejíbaya (*Bactris gasipaes* H.B.K.) Domínguez-Valenzuela (2), observó una reducción drástica en el crecimiento del cultivo, debido posiblemente a competencia por nitrógeno, particularmente cuando la nodulación por la bacteria *Rhizobium* sp. en la leguminosa era deficiente. Este autor indica haber corregido el problema mediante fertilización con nitrógeno.

Por otro lado, no se observaron diferencias (P = 0.05) de crecimiento entre las plantas leguminosas inoculadas con *M. arabicida* y las no inoculadas lo cual indica que estas no fueron afectadas ni por el nematodo ni por el tomate.

Cuadro 2. Efecto del asocio de seis leguminosas de cobertura con tomate var. "Dina guayabo" sobre el comportamiento de *Meloidogyne arabicida*, con base en el peso fresco de raíz de la planta.

Tratamiento	Peso Fresco de Raíz*			
	Tomate <sup>1</sup>		leguminosa <sup>2</sup>	
	+	-	+	-
Tomate	15.00 ab	19.50 a	-	-
Tomate + <i>C. acutifolium</i>	13.00 bc	11.00 bc	1.04 c	1.30 c
Tomate + <i>C. macrocarpum</i>	6.92 cdefg	11.82 bc	1.96 c	1.28 c
Tomate + <i>D. ovalifolium</i>	11.50 bc	8.22 cde	0.80 c	0.92 c
Tomate + <i>C. pubescens</i>	7.42 cdef	9.30 bcde	3.04 bc	2.46 c
Tomate + <i>P. phaseoloides</i>	5.10 defg	4.32 efg	5.02 ab	4.90 ab
Tomate + <i>A. pintoii</i>	1.46 fg	1.10 g	4.96 ab	5.70 a

1 C.V. = 48.3

2 C.V. = 62.4

+ Con *M. arabicida*- Sin *M. arabicida*

\* Medias de tratamiento seguidas por la misma letra no difieren entre sí (P = 0.05), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Cuadro 4. Incidencia de *P. capsici* según la selección y época de lectura, Turrialba, 1988.

Selección	Días después de trasplante (% incidencia)				
	60	90	120	150	200
BG-115	11 b*	11 a	18 a	18 a	18 a
Cholo	2 a	10 a	22 a	28 ab	28 ab
17248	11 b	18 b	22 a	30 ab	31 ab
17245	19 bc	37 cd	43 bc	46 c	47 c
Najera 2	15 b	30 c	35 b	59 d	59 d
Najera 1	24 c	40 d	65 d	72 c	72 e
A-10	11 b	31 c	50 c	65 de	65 de
MFW	24 c	52 e	65 d	80 f	82 f
Cervantes 1	30 cd	46 e	65 d	72 e	76 c
San Carlos 1	39 d	55 fg	85 e	89 ge	93 g
Morado tablón	43 d	63 g	73 d	90 g	92 g
Banano AIV	56 f	78 hi	89 ef	92 g	95 gh
Guayabo	64 fg	80 i	86 e	91 g	92 g
Cervantes 2	45 d	63 g	74 de	89 g	93 g
Tacares PL	32 cd	47 e	86 e	94 h	96 h
San Carlos 2	46 d	75 hi	91 f	97 h	97 h

\* Letras iguales en misma columna no difieren estadísticamente  $P = 0.05$

— Líneas moderadamente susceptibles: aquellas con una incidencia mayor al 50% 120 DDT y con un rendimiento entre 10-15 t/ha.

— Líneas susceptibles: aquellas con una incidencia superior al 50% y un rendimiento inferior a 10 t/ha.

De acuerdo con esta clasificación de respuesta, las líneas 'Cholo' y '17248' son líneas resistentes; '17245' y 'Najera 2' son líneas de resistencia intermedia; 'Najera 1' se comporta como una línea tolerante. Las líneas 'A-10' y 'MFW' son moderadamente susceptibles, considerándose las demás líneas susceptibles a *P. capsici*.

Cuadro 5. Rendimiento de diferentes selecciones de chile dulce según calidades, Turrialba, 1988.

Selección	Rendimiento (t/ha)			
	Fruta I	Fruta II	Fruta III	Fruta total
17248	18.2 a*	7.9 ab	4.2 ab	30.3 a
Nájera 2	10.7 bc	10.6 a	5.4 a	26.7 a
17245	11.4 b	5.5 b	2.3 c	19.2 b
Nájera 1	5.6 cd	6.2 b	3.3 bc	15.1 c
Cholo	7.6 bc	5.1 bc	2.3 c	15.0 c
A-10	7.2 bc	4.7 c	1.6 cd	13.5 cd
MFW	5.8 cd	4.9 c	2.5 c	13.2 cd
Cervantes 1	3.9 de	3.0 de	1.5 ed	8.4 de
San Carlos 1	3.1 de	2.5 de	2.5 c	8.1 de
Morado tablón	2.7 ef	3.1 d	1.1 d	6.9 e
Banana ALIOV	0.2 g	2.4 de	2.1 c	4.7 ef
Guayabo	1.7 f	1.6 ef	0.9 d	4.2 f
Cervantes 2	0.9 fg	0.9 f	2.1 c	3.9 f
Tacares PL	1.6 f	0.7 f	1.3 d	3.6 f
San Carlos 2	0.6 g	0.4 f	0.5 d	1.5 f

\* Letras iguales en misma columna no difieren estadísticamente  $P = 0.05$ .

## CONCLUSIONES

Los mayores porcentajes de protección de agallamiento por *Meloidogyne arabicida* en tomate se obtuvieron en el asocio con *Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens*. Sin embargo, estas mismas especies provocaron una disminución del peso fresco de raíz y peso seco de la parte aérea del tomate, probablemente por la mayor habilidad competitiva y

por lo limitado del volumen de suelo para dar cabida al relativamente gran desarrollo radical que tuvieron estas leguminosas.

Ninguna de las leguminosas ensayadas resultó ser hospedante del nematodo, aún cuando en *C. pubescens* y en *C. acutifolium* se encontraron índices de agallamiento de 1.0 y 0.6%, respectivamente, pero al disectar las agallas no se detectaron hembras.

## LITERATURA CITADA

1. CALDERON-VEGA, M. 1989. Reacción de diferentes genotipos de café a *Meloidogyne arabicida* López y Salazar (1989), gama de hospedantes y hongos fitopatógenos asociados. Tesis Mag. SC. Turrialba, C.R., CATIE 71 p.
2. DOMINGUEZ-VALENZUELA, J.A. 1990. Leguminosas de cobertura para el control de malezas en cacao (*Theobroma cacao* L.) y pejíbaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en Costa Rica. Tesis Mag. SC. Turrialba, C.R., CATIE (En prensa).
3. ESCARZEGA, G.A. 1987. Determinación del potencial alelopático del "Nescafé" (*Stizolobium pruriens*) sobre cinco cultivos y tres malezas. Tesis Prof. Inst. Tec. de Est. Sup. de Monterrey. México, Campus Querétaro 82 p.
4. JEYAPRAKASH, A.; JANSSON, H.B.; MARBAN-MENDOZA, N.; ZUCKERMAN, B.M. 1985. *Caenorhabditis elegans*: Lectin-mediated modification of chemotaxis. *Experimental Parasitology* 59:90-97.
5. LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1989. *Meloidogyne arabicida* sp. n. (Nemata: Heteroderidae) nativo de Costa Rica: Un nuevo y severo patógeno del café. *Turrialba* 39(3):313-323.
6. MARBAN-MENDOZA, N.; JEYAPRAKASH, A.; JANSSON, H.B.; DAMON, R.A. JUNIOR; ZUCKERMAN, B.M. 1987. Control of root-knot nematodes on tomato by lectins. *Journal of Nematology* 19:331-335.
7. MARBAN-MENDOZA, N. 1989. Corchosis del café: Una amenaza a la caficultura. Turrialba, C.R., CATIE. (Boletín Informativo MIP no. 13). 1-3 p.
8. MARBAN-MENDOZA, N.; KICKLOW, M.B.; ZUCKERMAN, B.M. 1989. Evaluation of control of *Meloidogyne incognita* and *Nacobbus aberrans* on tomato by two leguminous plants. *Revue Nematologie* 12(4):409-412.
9. MARBAN-MENDOZA, N.; TORRES, O.; CALDERON, V.M. 1989. Estudios preliminares sobre la Corchosis del Café en Costa Rica. In *Memorias del XII Simposio de Caficultura Latinoamericana* (12., 1989, San Pedro Sula, Hond. San José, C.R.). IICA-PROMECAFE.
10. McCLURE, M.A.; ZUCKERMAN, B.M. 1983. Localization of cuticular binding sites of Concanavalin A on *Caenorhabditis elegans* and *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 15:39-44.
11. N.A.S. 1979. Tropical Legumes: Resources for the Future. Washington, D.C., National Academy of Science. 332 p.
12. RICE, E.L. 1979. Allelopathy: An update. *The Botanical Review* 45:15-109.
13. ZUCKERMAN, B.M. 1983. Hypothesis and possibilities of intervention in nematode chemoresponses. *Journal of Nematology* 15:173-182.

# Respuesta de Líneas de Tomate de Mesa a *Pseudomonas solanacearum* en Época de Invierno en Costa Rica<sup>1</sup>

R. Meneses\*, M. Moreira\*\*, J.M. Jiménez\*\*\*, E. Bustamante\*\*\*

## ABSTRACT

The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* is one of the main problems of tomato growers in the western Central Valley of Costa Rica. Sixteen materials were tested during the rainy season of 1988 at the Fabio Baudrit Experimental Station of the University of Costa Rica. The experiment was carried out in a naturally infected field, and materials were evaluated under natural and artificial inoculation. Evaluations for resistance were made at 45, 60 and 90 days after planting. The artificially-inoculated plants were evaluated 15 and 30 days after inoculation. Hybrids CR-5 (Northrup King), FA-78 (Israel) and the varieties Catalina 88 (UCR) and Tropigrama 3, with yields of 25, 23, 30 and 24 MT/ha respectively, were the best materials. Catalina 87, Tropigrama 3, Dina Guayabo and CR-5 were the most resistant materials under natural and artificial infection. Dina Guayabo, 115-9 and 371 Vanguard showed resistance to *Erwinia carotovora*.

## INTRODUCCION

El tomate es considerado como el producto hortícola más importante y popular en la dieta del costarricense y como un cultivo de gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales. En Costa Rica se cultiva desde los 100 hasta los 1 200 msnm. No obstante, se produce solo en ciertas épocas y localidades debido principalmente al carácter endémico de diferentes plagas (patógenos, insectos) y a las condiciones de alta precipitación, lo cual incide, en muchos casos, en que la producción sea antieconómica.

Dentro de las enfermedades sobresalen la marchitez bacterial *Pseudomonas solanacearum*, el tizón temprano *Alternaria solani* y el complejo viral TMV, PVY, IEV, MAT y PVX. *P. solanacearum* es endémica en áreas tropicales y subtropicales. El patógeno es altamente destructivo en ambientes húmedos y cálidos

## COMPENDIO

Uno de los mayores problemas patológicos del cultivo del tomate en el Valle Central de Costa Rica es la pérdida de plantas por marchitez bacterial *Pseudomonas solanacearum*. Entre las alternativas de los productores para evitar pérdidas está la de sembrar en terrenos en que antes se cultivaba caña de azúcar. Sin embargo, la caña está siendo sustituida por café y las posibilidades de rotación con tomate son reducidas, por lo cual se sugiere probar materiales resistentes o tolerantes a *P. solanacearum*. El experimento se realizó durante la época lluviosa de 1988 en un lote naturalmente infectado por la bacteria en la EEFB de la Universidad de Costa Rica, ubicada a 840 msnm. Se probaron 16 materiales de tomate para mesa, utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los materiales se evaluaron bajo condiciones de inoculación artificial mediante punción en la tercera axila con una mezcla de cuatro cepas recolectadas en la zona de Alajuela. Para conocer la respuesta a *P. solanacearum* se efectuaron evaluaciones bajo condiciones de inóculo natural, a los 45, 60 y 90 días después de la siembra y a los 15 y 30 días después de la inoculación artificial. Los rendimientos indicaron que los híbridos con la mayor producción total de tomate fueron los siguientes: CR-5 (Northrup King), FA-78 (Israel) y los cultivares Catalina 87 (UCR) y Tropigrama 3 con 25, 23, 30 y 24 t/ha. "Catalina 87", Tropigrama 3, Dina Guayabo y CR-5 se comportaron como los mejores materiales en resistencia a *P. solanacearum* bajo ambas condiciones: inóculo natural y artificial. Los materiales Dina Guayabo, 115-9 y 371 Vanguard, se comportaron como resistentes a tallo hueco *Erwinia carotovora*.

dos (temperaturas arriba de 26°C) y la incidencia de la enfermedad aumenta en suelos con mal drenaje. La pérdida de plantas puede llegar hasta un 50% o más, dependiendo principalmente de la distribución de las bacterias en el suelo y de las condiciones de humedad. La marchitez bacterial es el factor limitante del cultivo en Costa Rica, El Salvador, Honduras y Panamá (1, 7, 9, 10, 11). En Panamá no se presentan pérdidas severas en el campo gracias al uso de cultivares resistentes logrados a través del Programa de Mejoramiento del IDIAP (3).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 16 de agosto 1990

\* Entomólogo Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

\*\* Especialista en Horticultura, Estación Experimental Fabio Baudrit M Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica

\*\*\* Fitopatólogo Asistente y Fitopatólogo respectivamente Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

El uso de variedades resistentes es el método más efectivo y económico para combatir la enfermedad. A pesar de los diferentes esfuerzos realizados en Costa Rica (4), en la actualidad no hay materiales disponibles que presenten características de resistencia y de buena calidad comercial. En pruebas efectuadas por

Stolberg *et al.* (12) Jiménez *et al.* (6) se identificaron algunos materiales promisorios tanto industriales como para mesa

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la resistencia a *P. solanacearum* de cultivares de mesa identificados como promisorios en pruebas realizadas por la Estación Experimental Fabio Baudrit M y el Proyecto MIP/CATIE en condiciones del trópico seco costarricense.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en terrenos de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica EEFB-UCR, situada a 10°01 latitud norte y 84°06 longitud oeste, con una altitud de 840 msnm. La temperatura promedio es de 22.4°C y la precipitación promedio 1 930 mm al año

El terreno es casi plano, con una pendiente de 0.5%. El suelo de la parcela se clasifica como un Andept, perteneciente a la serie Baudrit, y presenta una textura franca.

Dada la naturaleza del experimento, la preparación del terreno y el manejo del cultivo fueron realizados de acuerdo con las recomendaciones para la siembra comercial de tomate del Programa de Hortalizas de la EEFB (8). El trabajo de campo duró 132 días, desde el 5 de julio al 17 de noviembre de 1988.

La siembra de los cultivares se efectuó en forma directa. Se colocaron de cuatro a seis semillas por sitio de siembra y se raleó a una planta a los 21 días después de la siembra (DDS). Las distancias de siembra empleadas fueron 1.20 m entre hileras y 0.5 m entre sitios de siembra (16 668 plantas/ha)

Para facilitar la homogeneidad entre los tratamientos, se aplicó una fertilización básica a la siembra de 50-150-50-35 kg/ha de N-P205-K20-S04, respectivamente. El análisis de suelo realizado previo a la siembra, reveló que los nutrimentos se encontraban en el suelo en un nivel óptimo según las tablas presentadas por Bertsch (2).

La segunda fertilización se realizó a los 30 DDS y consistió en la aplicación de 75-225-75 kg/ha de N-P205-K20. A los 60 DDS se efectuó la tercera fertilización, en la cual se aplicaron 63-18-53-21-7 kg/ha de N-P205-K20-MgO-B203, respectivamente. La última fertilización se hizo a los 110 DDS, y consistió en la aplicación de 67 kg/ha de N. Se efectuaron cinco aplicaciones de fertilizantes foliares a partir de los 30 DDS, con un intervalo de 22 días entre cada una.

Se aplicó profos (Mocap 10% G) al momento de la siembra para la prevención del ataque de insectos del suelo y de nematodos.

Las plagas del follaje se combatieron con aplicaciones alternas de metomil (Lannate 90% PS), folidol (methil parathion 48% E) y acefato (Orthene 50% PS) durante la etapa de prefloración y durante la fructificación y maduración con Orthene y productos piretroides.

Para el combate de mal de talluelo *Rhizoctonia* sp se usaron en forma alterna productos como captan (Orthocide 50%), benomil (Benlate 50%) y captafol (difolatan 80%). Para la prevención o combate de enfermedades del follaje se aplicaron atomizaciones alternas a base de maneb (dithane M-45 80%), ferbam (Fermate 76%), clorotalonil (Daconil 75%), captan (Orthocide 50%) y mancozeb (Trímiltox Forte 80%) a las dosis comercialmente recomendadas

Las malezas se combatieron mediante aporques después de la segunda y tercera fertilización, complementadas con aplicaciones dirigidas a la maleza con herbicida quemante.

**Materiales experimentales.** De las selecciones de tomate evaluadas (Cuadro 1), las primeras seis líneas provenientes del Banco de Germoplasma del CATIE, han mostrado buena resistencia a la bacteria en condiciones del trópico húmedo (5). Asimismo, las líneas CR, híbridos provenientes de la Northrup King, han

Cuadro 1. Descripción líneas de tomate de mesa promisorias para resistencia a *P. solanacearum*, Alajuela 1989.

Línea	Tipo de semilla	Origen	Tipo de crecimiento
115-9	P A	Panamá	indeterminado
Dina Panamá	P A	Panamá	indeterminado
Dina Guayabo	P A	Panamá	semideterminado
Tropigrama 1	P A	Costa Rica	indeterminado
Tropigrama 2	P A	Costa Rica	indeterminado
Tropigrama 3	P A	Costa Rica	indeterminado
FA-78	Híbr.	Israel	indeterminado
BWR-5	Híbr.	Israel	indeterminado
Ravid	Híbr.	Israel	indeterminado
Rialto	P A	Italia	determinado
371 Vanguard	P A	Italia	indeterminado
Farmers 301	Híbr.	Italia	determinado
CR-2	Híbr.	USA	determinado
CR-3	Híbr.	USA	determinado
CR-5	Híbr.	USA	determinado
Catalina 87	P A	Costa Rica	determinado

PA = Polinización abierta.  
Híbr = Híbrido



Cuadro 2. Rendimiento (t/ha) de líneas promisorias de tomate en un suelo altamente infestado por *Pseudomonas solanacearum* Alajuela 1989.

Línea	Categorías de calidad			Total
	I	II	III	
CATALINA 87	5.7 e	12.7 a	11.6	30.0 a
CR-5	8.0 b	11.2 b	5.3	25.5 b
Tropigrama 3	6.8 c	8.5 c	8.9	24.2 b
FA-78	9.8 a	8.4 c	5.0	23.2 b
Tropigrama 1	3.9 e	6.6 e	12.0	22.5 c
CR-2	6.3 d	6.6 e	7.1	20.0 d
Dina Guayabo	4.1 e	7.0 d	6.9	18.0 d
Rialto	4.3 e	9.3 c	4.3	17.9 d
Dina Panamá	2.6 f	7.1 d	7.3	17.0 e
CR-3	5.4 e	6.4 e	4.7	16.5 e
115-9	1.8 f	6.0 e	9.7	16.5 e
371 Vanguard	0.5 e	5.7 e	9.0	15.2 e
Farmers 301	1.2 f	6.3 e	5.9	13.4 e
BWR-5	1.5 f	2.2 g	7.1	10.8 f
Tropigrama 2	4.0 e	5.1 f	7.7	16.8 e
Ravid	2.3 f	3.7 f	3.6	9.6 f

sido calificadas como resistentes a las condiciones del trópico semiseco centroamericano. Las demás líneas fueron obtenidas por la EEFB-UCR por diversas fuentes y evaluadas con anterioridad en prueba preliminar.

**El inóculo.** El ensayo se realizó bajo dos condiciones: con inoculación artificial y con inoculación natural. Para la inoculación artificial se utilizaron 15 plantas por línea; ésta se realizó a los 50 DDS mediante punción en la tercera axila (14). Se utilizó una mezcla de cuatro cepas recolectadas en los alrededores de la EEFB (cepas No. 195, 323, 328 y 329) de la colección del Proyecto MIP/CATIE. Para las condiciones de inoculación natural, se seleccionó el lote No. 9 de la EEFB debido a su historial de incidencia de marchitez bacteriana causada por *P. solanacearum*, en diferentes solanáceas durante experimentos realizados en ciclos anteriores.

**Diseño experimental.** Los cultivares se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental útil constó de 16 plantas (9.6 m<sup>2</sup>). Para evaluar el efecto de las lecturas de incidencia de las enfermedades, se utilizó un arreglo de parcelas divididas en el tiempo.

**Tolerancia o resistencia.** Para evaluar la respuesta a *P. solanacearum* se efectuaron evaluaciones a los 45, 60 y 90 DDS bajo condiciones de inoculación natural. En condiciones artificiales se evaluó la respuesta a los 15 y 30 días después de la inoculación.

En condiciones de inoculación natural se evaluó el rendimiento, desglosándose por el grado de categorías de calidad de la fruta, mediante la siguiente clasificación:

Clase I: Frutos con pesos superiores a 160 g y con diámetro mayor que 7 cm, fruta sana y con buena apariencia.

Clase II: Frutos con un peso entre 120 y 160 g y con diámetro entre 5.5-7.0 cm, fruta con buena sanidad y apariencia.

Clase III: Frutos con peso inferior a 120 g, con un diámetro menor que 5.5 cm; por lo general no presentan grado de madurez definido.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Rendimiento.** Por su producción total, destacaron varios materiales tales como: "Catalina", el híbrido CR-5, "Tropigrama 3", "FA-78" y "Tropigrama 1", cuya producción total fue superior a las 20 t/ha (Cuadro 2). De ellos, FA-78 y CR-5 fueron los de mejor rendimiento de tomate de primera calidad con 9.8 y 8.0 t/ha respectivamente.

Cuadro 3. Análisis de variancia para la incidencia de *Pseudomonas solanacearum* en el ensayo de inóculo natural. Alajuela, Costa Rica. 1988.

Fuente	DF	SC	Valor de F	P > F
Tratamientos	15	181.0008	7.02	0.0001
Bloques	3	4.3058	0.83	0.4823
Lectura	1	155.2381	90.26	0.0001
Trat x bloques	43	310.3688	4.20	0.0001
Trat x lecturas	15	35.2145	1.37	0.2082
Bloq x lecturas	3	9.6031	1.86	0.1505

CV = 39%

Cuadro 4. Análisis de variancia para la incidencia de *Erwinia carotovora* en el ensayo de inóculo natural. Alajuela, Costa Rica. 1988.

Fuente	DF	SC	Valor de F	P > F
Tratamientos	15	114 6949	10 09	0 0001
Bloques	3	42 0294	18 4	0 0001
Lecturas	1	16 1597	21 33	0 0001
Trat x bloques	43	363 7362	11 16	0 0001
Trat x lecturas	15	15 1040	1 33	0 2274
Bloq x lecturas	3	7 7256	3 40	0 0261

CV = 36%

Considerando que para el mercado nacional el tomate de primera y segunda calidad es el más aceptable, los materiales "CR-5", "Catalina 87", "FA-78" y "Tropigrama 3", alcanzaron los mejores rendimientos con 19.2; 18.4; 18.2 y 15.2 t/ha respectivamente.

Además del ataque de *P. solanacearum* se presentó *Erwinia carotovora* causante del tallo hueco, tanto en la prueba de inóculo artificial como natural. Al analizar la significancia de la incidencia de las enfermedades, se encontraron diferencias significativas al nivel del 0.0001 entre cultivares y épocas de lectura para la incidencia de *P. solanacearum*, *E. carotovora* y para marchitez total (incidencia de marchitez bacteriana más tallo hueco) (Cuadro 3, 4, 5).

No se encontraron diferencias significativas en la variable bloques para incidencia a *P. solanacearum*, lo cual refleja una adecuada aleatorización y buena distribución natural del agente causal de la marchitez bacteriana en el campo. *E. carotovora* se presentó con mayor severidad en los bloques donde se acumuló el agua; de ahí los resultados significativos en la variable bloques (Cuadro 4). Este nivel de significancia repercute en la variable de marchitez total, la cual muestra que la fuente de variación de bloques fue significativa al 0.05 (Cuadro 5).

Las diferencias significativas entre épocas se explican por el desarrollo y aumento normal de la epifitias con el tiempo. Las epifitias para las dos enfermedades tuvieron su inicio a los 55 DDS y llegaron a su pico máximo y estabilización a los 90 DDS. Por esta razón, únicamente se presentan los datos de incidencia de la última lectura efectuada (Cuadro 6). El desarrollo de la epifitias en este período fue muy rápido en las líneas susceptibles, debido en parte a que el período crítico de la planta (de floración a formación de frutos verdes) correspondió a una época de alta precipitación.

Al correlacionar las variables "incidencia de enfermedades" y "rendimiento", se encontró un coeficiente de correlación altamente significativo ( $P < 0.0001$ ) en todas las posibles combinaciones de variables (Cuadro 7). La producción total y cada una de las categorías de calidad de fruta son inversamente proporcionales a la incidencia de *P. solanacearum* y *E. carotovora*. El mejor coeficiente de correlación fue el de marchitez total con producción total con un  $R^2$  de  $-0.54$ . Los valores de correlación, aunque altamente significativos, tuvieron una baja magnitud posiblemente porque hay otros factores que participan en el rendimiento, tales como condiciones climáticas, constitución genética y adaptación de los cultivares, prác-

Cuadro 5. Análisis de variancia para la incidencia total de marchitez bacteriana en el ensayo de inóculo natural. Alajuela, Costa Rica. 1988.

Fuente	DF	SC	Valor de F	P > F
Tratamientos	15	220 2815	12 40	0 0001
Bloques	3	14 2632	4 01	0 03
Lecturas	1	127 192	107 39	0 0001
Trat x bloques	43	525 8863	10 33	0 05
Trat x lecturas	15	34 6248	1 95	0 0001
Bloq x lecturas	3	18 0757	5 09	0 004

CV = 29%

Cuadro 6. Incidencia de *Pseudomonas solanacearum* (Ps) y *Erwinia caratovora* (Er) bajo dos condiciones de inoculación, Alajuela 1989.

Linea	Inoculación natural <sup>1</sup>		Inoculación artificial <sup>2</sup>		
	% <i>Pseudomonas</i>	% <i>Erwinia</i>	<i>Pseudomonas</i> + <i>Erwinia</i>	% <i>Pseudomonas</i>	% <i>Erwinia</i>
BWR-5	0 a	6 ab	6 a	90	0
Dina Guayabo	4 ab	3 a	7 a	10*	—
Tropigrama 1	6 bc	20 c	26 c	35*	—
Dina Panam	7 bc	20 c	27 c	35*	—
115-9	7 bc	2 a	9 a	10*	—
Tropigrama 3	16 cd	13 b	29 c	25*	—
FA-78	14 cd	10 b	24 c	67	25
Catalina 87	15 cd	13 b	28 c	26	0
Farmers 301	18 dc	25 d	43 d	77	23
371 Vanguard	18 dc	4 a	22 bc	—	—
Rialto	25 e	13 b	38 d	70	0
CR-5	26 e	10 b	36 cd	40	0
CR-2	27 e	20 c	47 d	10	0
CR-3	44 f	16 bc	60 e	36	0
CR-4	—	—	—	10	0
CR-6	—	—	—	63	25

1 Lectura acumulativa a los 90 DDS

2 Lectura acumulativa a los 30 días después de la inoculación artificial de *P. solanacearum*.

Debido a la presión de la inoculación natural de *Erwinia* sp, las líneas susceptibles a este patógeno mostraron síntomas típicos de la enfermedad.

\* En la prueba realizada bajo condiciones de Turrialba, Cartago, Costa Rica no se incluyó esta línea

ticas culturales, condiciones edáficas, etc. Esto se aprecia al comparar el cv. BWR 5, con un 6% de incidencia total de la enfermedad bajo condiciones de inoculación natural y un rendimiento de 10 t/ha, en comparación con Catalina 87 con un 28% de incidencia total y un rendimiento de 30 t/ha

Al analizar las diferencias entre cultivares por su reacción a tallo hueco, se concluye que las líneas de origen panameño: Dina Guayabo y 115-9, así como la italiana 371 Vanguard, son resistentes a este patógeno (Cuadro 6). En la prueba de inoculación artificial, a pesar de que no se inoculó esta enterobacteriácea, los materiales FA-78, Farmers 301 y CR-6, mostraron una gran susceptibilidad a este patógeno ya que la pequeña herida que sufrió la planta en la inoculación fue suficiente para que la bacteria, posiblemente en estado epifítico, o como contaminante en el inóculo usado, entrara al tallo y causara la pudrición suave o tallo hueco.

Con respecto a *P. solanacearum*, se encontraron diferencias para algunos cultivares entre la inoculación natural y artificial. Por ejemplo, la BWR-5 fue la más resistente en la prueba de inóculo natural con un 6% de incidencia y la más susceptible en la prueba de

Cuadro 7. Coeficientes de correlación de la incidencia de marchitez bacterial y tallo hueco en la producción total y las diferentes categorías de calidad de fruto. Alajuela, Costa Rica. 1988.

Variable de rendimiento	Incidencia (%)		
	Ps	Er	Marchitez total
Cosecha total	-0.48	-0.40	-0.54
Fruto I	-0.32	-0.32	-0.40
Fruto II	-0.36	-0.30	-0.42
Fruto III	-0.38	-0.24	-0.38

Nota: Todos los coeficientes son significativos con una probabilidad de 0.0001

inóculo artificial con un 90% de incidencia. Se descarta el escape para explicar este fenómeno debido a que en el ensayo con inóculo natural no hubo diferencia entre bloques.

No se han encontrado diferencias entre la respuesta a la inoculación artificial en el tallo y la respuesta a la penetración radical que es la vía natural de acceso

al tallo (12, 14) Según esto, la discrepancia entre las dos condiciones ocurre por diferencias en la virulencia de las cepas utilizadas. La virulencia de las cepas obtenidas en Tacares y Grecia, usadas para la inoculación artificial, es diferente a la de las cepas existentes en la EEFB. Estos resultados confirman la resistencia vertical que muestran la mayoría de los cultivares de tomate a *P. solanacearum* (3, 5, 13).

Para determinar los cultivos resistentes a *P. solanacearum* en este ensayo, fue necesario conjuntar los resultados de los ensayos de inoculación natural y artificial. Los cultivares resistentes fueron Catalina 87, CR-2, CR-4, Dina Guayabo y 115-9 (Cuadro 6). Los cultivares Tropigrama 1, Tropigrama 3 y CR-5 mostraron resistencia intermedia. Este resultado solo puede usarse prácticamente para los lugares donde predominan las cepas utilizadas, a saber: Grecia, Tacares y La Garita de Alajuela.

El cv. Catalina 87 es una selección realizada en la EEFB con el criterio de exhibir resistencia a la marchitez bacterial así como alto rendimiento, a partir de descendencias del material original Catalina, obtenido en el Programa de Mejoramiento de Tomate establecido en los años 1981-85 entre el MAG y la UCR (4). Los resultados demuestran que estas selecciones han sido muy efectivas, ya que en pruebas realizadas por Jiménez *et al.* (6) y Stolberg *et al.* (12), Catalina era el testigo de susceptibilidad con incidencias superiores al 75% en pruebas con inoculación artificial. Selecciones continuas a partir de un material con amplia base genética va produciendo una acumulación de ge-

nes que en este caso, corresponden a resistencia, marchitez bacterial y buena producción.

Uniendo los factores de rendimiento y de resistencia a patógenos bacterianos que causan marchitez en tomate, se concluye que Catalina 87, CR-5 y Tropigrama 3 son cultivares de mesa promisorios para la región de Alajuela, Costa Rica.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La cepa usada para inóculo artificial difiere en su virulencia con respecto a la que prevalece en el suelo, según lo ilustra la reacción del cultivar BWR-5.
- Dentro de las líneas inoculadas artificialmente las más resistentes son CR-4, CR-2 y CATALINA 87.
- No hubo diferencia significativa entre cultivares al ataque de *Erwinia* sp.
- Se encontraron diferencias altamente significativas al nivel del 0.0001 en la respuesta a *P. solanacearum* de las líneas tanto bajo inoculación natural como artificial.
- Se dieron rendimientos relativamente bajos debido a las condiciones climáticas.
- Las líneas más promisorias por su tolerancia y buena cosecha son: CATALINA 87, resistente; CR-5, resistencia baja; Tropigrama 3, resistente; FA-78, resistencia baja.

#### LITERATURA CITADA

- 1 ALONSO, F.; PALMA, M. 1985 Diagnóstico parasitológico preliminar de los principales cultivos de El Salvador. San Salvador: CATIE/CENTA 23 p.
- 2 BERSCHT, F. 1986 Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José. Universidad de Costa Rica, Vicerrectoría de Acción Social 78 p.
- 3 DE LEON, G. 1987 Proceso para la obtención de resistencia de tomate a *Pseudomonas solanacearum* en Panamá. Manejo Integrado de Plagas 5:11-15.
- 4 HERNANDEZ, J. 1984. Selección de variedades de tomate *Lycopersicon esculentum* en Costa Rica. In Congreso Agronómico Nacional (6, San José, C.R.) v 2, p. 141-153.
- 5 JIMENEZ, J.M. 1988 Resistencia del tomate a *P. solanacearum* en el trópico húmedo. In Reunión Anual American Phytopathological Society - Sección Caribe (28, San Andrés. Col.) Memorias p 5.
- 6 JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; SHANNON, P.J.; FRENCH, J.; BERMUDEZ, W. 1987 Respuesta de tres cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) a dos manejos en condiciones de estación lluviosa del trópico húmedo. In Reunión Anual del PCCMCA (33, Guatemala, Guat.) Resúmenes Turrialba, C.R.: CATIE.
- 7 LASIRA, R.; MENESES, R. 1986. Inventario de plagas y enfermedades de Costa Rica. San José, C.R., CATIE. 30 p. (Serie Técnica Informe técnico No. 8).

8. MOLINA, M ; HERNANDEZ, J. 1983. Guía de producción de tomate. San José Universidad de Costa Rica Programa de Hortalizas. Estación Experimental Agrícola Labio Baudrit M. 5 p
9. MONTERROSO, D ; PAREJA, M. 1985. Inventario de los problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Guatemala. CATIE, Guatemala 54 p
10. MONTERROSO, D.; BUSTAMANTE, M. 1986. Aspectos generales del desarrollo agrícola y principales problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Honduras. CATIE/MIP, Tegucigalpa: (Serie Técnica Informe Técnico no 128) 61 p
11. PINOCHET, J. 1985. Inventario de plagas y enfermedades de Panamá. CATIE, Panamá (Serie Técnica Informe Técnico no. 70) 18 p
12. STOLBERG, A G.; BUSTAMANTE, E.; JIMENES, J M ; LASTRA, R ; GONZALEZ, W. 1987. Caracterización y evaluación de 171 introducciones de tomate (*Lycopersicon* spp.) contra patógenos de importancia económica en Costa Rica. In Reunión Anual del PCCMCA (33, 1987, Guatemala, Gual). Resúmenes Guatemala, ICTA.
13. THURSTON, D. 1976. Resistance to bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*) In Planning Conference and Workshop on the Ecology and Control of Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum* Raleigh, North Carolina p 58-67
14. WINSTEAD, N.; KILMAN, A. 1952. Inoculation technique for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum* Phytopathology 42:628-634

## Identificación y Evaluación de Líneas de Chile Dulce Resistentes a Marchitez Fungosa en Costa Rica<sup>1</sup>

J.M. Jiménez\*, E. Bustamante\*, W. Bermúdez\*, A. Gamboa\*

### ABSTRACT

Crown rot caused by *Phytophthora capsici* is a limiting factor in sweet pepper production in Central America. A survey conducted in 1988 showed that the incidence of the disease in Costa Rica varied from 40-80%. Cultural practices and resistant varieties are considered to be the most important control tools. Twenty lines of pepper were tested with *P. capsici* under humid tropic conditions. A good resistance level and yield was obtained from two cultivars: "Najera 2," with a yield was 26.7 t/ha and a wilt incidence (WI) of 30%, and "172248," with a yield of 30.3 t/ha and a WI of 18%. The control yielded 8.0 t/ha with a WI of 60%. Incidence was evaluated four months after transplant.

### INTRODUCCION

La marchitez o pudrición basal del tallo causada por *Phytophthora capsici* Leonian, es uno de los factores que más limita la producción de Chile *Capsicum* sp. en Centroamérica. En condiciones ambientales favorables el patógeno causa pérdidas se-

### COMPENDIO

El hongo *Phytophthora capsici* es un factor que limita la producción de chile dulce en la mayor parte de Centroamérica. Reconocimientos efectuados en Costa Rica en 1988, mostraron una incidencia que osciló entre el 40 y el 80%, dependiendo de la región muestreada. El método más efectivo para combatir este patógeno, además de prácticas culturales, es la resistencia genética. En condiciones de Turrialba, Costa Rica, se evaluó la respuesta de 20 líneas a *P. capsici* tres de Panamá, una de México y 16 de Costa Rica. Se identificaron dos materiales con buena resistencia y producción: la selección 'Najera 2', tipo de una punta, con un rendimiento de 26.7 t/ha y una incidencia de marchitez del 30%; y la '17248', tipo cuatro puntas, con una producción de 30.3 t/ha y un 18% de incidencia. En las selecciones susceptibles, la producción fue inferior a 8 t/ha y una incidencia superior al 60%. La incidencia fue evaluada a los cuatro meses del trasplante.

veras en un lapso relativamente corto. Según el diagnóstico inicial sobre problemas fitopatológicos realizado por el Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas (MIP) del CATIE, *P. capsici* es el factor más limitante de la producción del chile en Guatemala, Costa Rica y El Salvador (2, 9, 13)

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 16 de agosto 1990.

\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Proyecto Manejo Integrado de Plagas 7170 Turrialba, Costa Rica.

En reconocimientos efectuados durante el último trimestre de 1988, se determinó que la incidencia de la enfermedad en Costa Rica osciló entre un 70-

85% del patógeno. Esta incidencia repercutió en un alza del precio de la fruta, la cual se cotizó a US\$0 40 por unidad en los meses de octubre, noviembre y diciembre de dicho año (3). Este incremento representó un 200% de alza con respecto al precio regular del fruto de Chile.

El método más adecuado para combatir enfermedades en cualquier cultivo es el uso de cultivares resistentes. Justificado por la economía y efectividad del método, junto con la disminución en la contaminación por efecto de un menor uso de agroquímicos. Ningún otro método ha resultado efectivo en el manejo de la marchitez en Chile (4). A pesar de los diferentes esfuerzos realizados en Centroamérica, en la actualidad no se cuenta con cultivares de Chile dulce que presenten resistencia (14, 15).

Mediante investigaciones recientes, el Proyecto MIP identificó resistencia en materiales de Chile picante, no así en materiales dulces (7, 15).

Por lo anterior, se consideró importante seguir con la evaluación de materiales de Chile dulce para identificar, al menos, selecciones tolerantes a *P. capsici* que puedan ser recomendadas en un manejo integrado de la enfermedad.

Los objetivos de esta investigación fueron: Evaluar y establecer una clasificación de respuesta de resistencia a *P. capsici*, de selecciones de Chile dulce procedentes de Panamá y Costa Rica y segundo, caracterizar agrónomicamente dichas líneas.

#### MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el lote No. 1 de la Finca Experimental "La Montaña" del CATIE, ubicada en Turrialba, Costa Rica. La finca está localizada a 602 msnm con 9°53' latitud norte y 83°38' longitud oeste. La precipitación media anual es de 2 632 mm, con una temperatura media máxima de 27°C y la media mínima de 17.8°C y una humedad relativa media de 87.6%. En el Cuadro 1 se presentan los valores climáticos que se dieron durante el período experimental y en el Cuadro 2, las características edáficas del lote No. 1.

Este lote fue utilizado en 1986 para la reproducción de materiales de Chile y a inicios de 1987 para una prueba de resistencia a *P. capsici* mediante inoculación artificial del patógeno al cuello de planta (6).

En la presente investigación el control de malas hierbas se llevó a cabo en forma manual, en los primeros tres meses del cultivo, luego se aplicó paraquat cada seis semanas.

Las enfermedades foliares y de fruto se previnieron mediante aplicaciones de fungicidas cada 10-12 días: mancozeb (Manzate 200) 60 g/16 l + benomil (Benlate 50) g/16 l; mancozeb, hierro + óxido de cobre (Trimiltox Forte) 60 g/16 l; hidróxido de cobre (Kocide 101) 40 g/16 l. Las plagas insectiles, sobre todo *Neosilba* sp., se controlaron mediante aplicaciones semanales de acefato (Orthene 95) 40 g/16 l.

Dos semanas antes del trasplante se aplicó carbonato de calcio (1 500 kg/ha) debido a la acidez del suelo. La primera fertilización se realizó a los ocho días del trasplante, aplicándose 1 000 kg/ha de la fórmula 10-30-10; a los 75 días del trasplante se fertilizó con 600 kg/ha de 18-5-15-6-2; y finalmente al inicio de la cosecha se aplicó 250 kg/ha de nitrato de amonio.

La cosecha se inició a los tres meses del trasplante y duró cuatro meses con un total de 11 recolectas. Los frutos se categorizaron de acuerdo con la clasificación de Jiménez *et al.* (6).

En la fase final del ensayo (febrero, marzo, abril 1988) fue necesario una aplicación semanal de riego por aspersión.

Las líneas '17245', '17248', 'Cholo' son materiales de origen panameño (IDIAP) que pasaron por dos pruebas de selección en condiciones de trópico húmedo y en suelos altamente infestados con *P. capsici* (6). El material 'BG 115' es tipo picante proveniente de Chapingo, México, caracterizado por presentar alta resistencia a diferentes cepas de *P. capsici* a nivel de invernadero (7). Las demás selecciones son materiales criollos (cruces entre las variedades 'Mil Frutos' y 'Tres Puntas') seleccionadas en Costa Rica por su resistencia hacia el hongo o por su rendimiento (Cuadro 3).

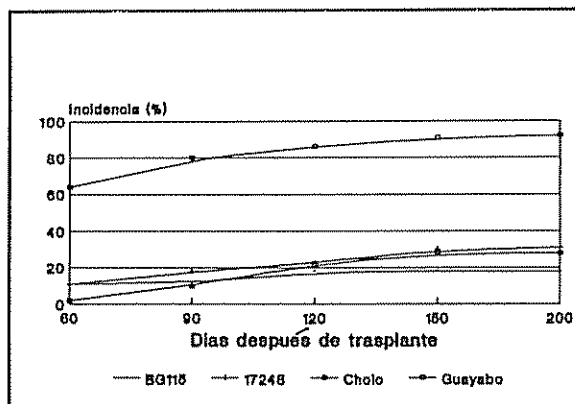


Fig 1 Incidencia de *P. capsici* por línea Turrialba, 1988.

Cuadro 1. Factores climáticos de agosto 1987 a abril 1988. La Montaña, Turrialba, Costa Rica.

Factores Climáticos				
	Temperatura media mensual °C	Estación mm/mes	Humedad Relativa %	Radiación Solar cal/día
Agosto	22.6	294	89	354
Septiembre	22.9	193	88	343
Octubre	22.4	445	89	354
Noviembre	22.2	148	87	370
Diciembre	21.9	230	87	349
Enero	21.1	366	86	369
Febrero	21.3	97	88	366
Marzo	21.5	196	85	391
Abril	23.3	3	83	469

El manejo del ensayo fue muy semejante al que realiza el agricultor del trópico húmedo (11, 15). El semillero se preparó aplicando bromuro de metilo ocho días antes de la siembra, a razón de una lata por 10 m<sup>2</sup>. El trasplante se realizó el 4 de setiembre de 1987. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La distancia de siembra fue de 1.20 m entre hileras y 0.5 m entre plantas. La unidad experimental consistió en 18 plantas, con una parcela útil de seis plantas.

Las lecturas de incidencia de *P. capsici* se efectuaron a los 60, 90, 120, 150 y 200 días después del trasplante. Se consideró muerta cualquier planta que presentara marchitez irreversible, mediante la observación de los signos del patógeno, para verificar el agente causal de la marchitez. En casos dudosos las plantas se llevaron al laboratorio para la realización de aislamientos.

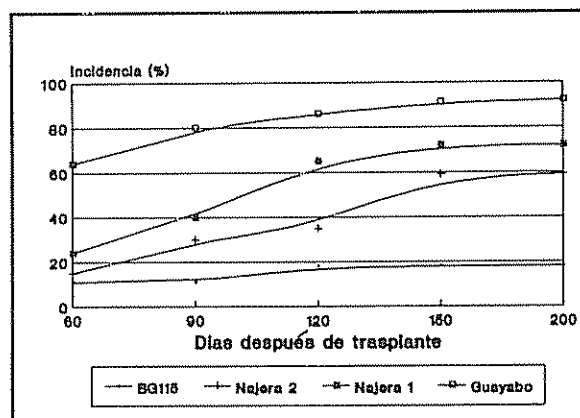
#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de incidencia de *P. capsici* por línea evaluada, muestran que la metodología de usar un suelo, inoculado artificialmente con el hongo seis meses antes, fue adecuada para determinar el nivel de resistencia de las líneas hacia el patógeno (Cuadro 4). Posiblemente esta metodología simula mejor las condiciones de un suelo infestado propiedad del agricultor, que otros procedimientos que tratan de evaluar resistencia (inoculación en invernadero, uso de hojas laboratorio, inoculación artificial en campo).

Este procedimiento de evaluación es capaz de determinar niveles intermedios de resistencia, lo cual es difícil por otras metodologías, debido a un aumento desproporcionado de inóculo o a una sobre exposición del material al patógeno (1).

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P = 0.001$ ) en la incidencia de *P. capsici* de las líneas evaluadas; asimismo, este nivel de significancia se presentó en todas las lecturas realizadas (Cuadro 4). La incidencia lograda en el testigo resistente, 'BG-115', apoya la conclusión de Jiménez *et al* (7) la cual afirma que la resistencia en este material es de tipo vertical. Este material en pruebas de invernadero a 12 cepas diferentes del hongo, se comportó como resistente con 0% de incidencia. Los resultados indicaron en el campo, que el 18% del material fue susceptible al hongo, por lo tanto es muy probable que si se continúa cultivando el 'BG-115' en el mismo campo, este material puede perder su resistencia a corto plazo, por incremento de la población virulenta del patógeno en el campo y no incluida en las cepas utilizadas en invernadero.

Al correlacionarse el rendimiento en t/ha e incidencia de la enfermedad, se consideró el índice de los

Fig. 2. Incidencia de *P. capsici* por línea, Turrialba, 1988

Cuadro 2. Análisis químico del suelo usado, lote No. 1, La Montaña, Turrialba, 1988\*.

pH	M.O. %	P ug/ml	K	Ca	Mg	Ace**	Cu	Zn	Mn
			Meq/100 ml				ug/ml		
4.8	6.0	31.3	0.44	1.66	0.5	2.10	2.0	2.7	5.2

\* Efectuado por el Laboratorio de Suelos del CATIE.

\*\* Acidez extraíble (mg/100 g suelo)

120 DDT (días después del trasplante) como el más adecuado para usar en una clasificación de respuesta de los materiales a *P. capsici* (Cuadro 6).

Otro componente importante en esta clasificación es el rendimiento logrado por cada línea, según Kopper (Kopper, N 1989 Rendimiento de materiales criollos, San José, Costa Rica. MAG. Comunicación Personal), el rendimiento promedio de materiales criollos es de 15 t/ha en condiciones de baja incidencia de *P. capsici*.

Con base en los anteriores argumentos se estableció la siguiente clasificación de respuesta:

- Líneas resistentes: las que presentan una incidencia menor de un 25% a los 120 DDT
- Líneas con resistencia intermedia: aquellas con una incidencia entre 25-50% a la misma época

- Líneas tolerantes: las de una incidencia superior al 50% pero con rendimientos superiores a 15 t/ha.

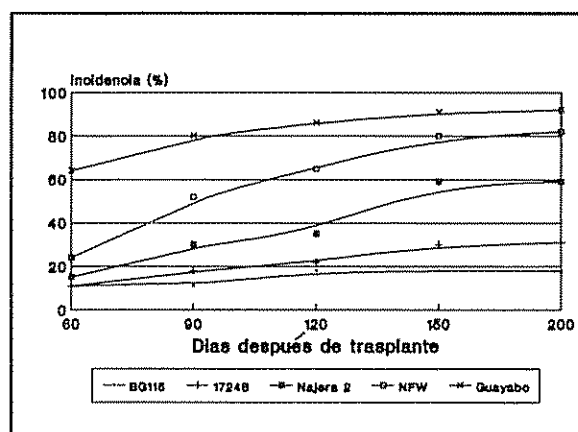


Fig 3 Incidencia de *P. capsici* por línea, Turrialba, 1988.

Cuadro 3. Selecciones de chile dulce probadas por su reacción a *P. capsici*. Turrialba, 1988.

Selección	Origen o lugar recolección	Tipo planta	Fruto	
			Tipo	Peso promedio (g)
17245	Panamá	intermedia	tres puntas	78
Cholo	Panamá	enana	cuatro puntas	72
17248	Panamá	intermedia	cuatro puntas	84
BG-115	México	enana	chile picante	15
A-10	Aragón, Turrialba	intermedia	una punta	79
Tacares PL	Grecia, Alajuela	grande	una punta	57
Najera 1	San Martín, Turrialba	grande	una punta	74
Najera 2	San Martín, Turrialba	grande	una punta	67
Milfrutos W	Turrialba	intermedia	una punta	66
Banano alto V	Alto Varas, Turrialba	grande	una punta	53
Morado tablón	Tobosi, Cartago	intermedia	una punta	65
Cervantes 1	Cervantes, Cartago	enana	tres puntas	70
Cervantes 2	Santiago, San Carlos	grande	una punta	54
San Carlos 1	Fortuna, San Carlos	grande	una punta	64
San carlos 2	Venecia, San Carlos	grande	una punta	52
Guayabo	Guayabo	grande	una punta	63



Cuadro 3. Efecto del asocio de seis leguminosas de cobertura con tomate var. "Dina guayabo" sobre el comportamiento de *Meloidogyne arabicida* con base en el peso seco de la parte aérea de la planta.

Tratamiento	Peso seco de parte aérea*			
	Tomate <sup>1</sup>		Leguminosa <sup>2</sup>	
	+	-	+	-
Tomate	5.50 b	8.50 a	-	-
Tomate + <i>C. acutifolium</i>	2.02 cde	3.30 c	0.66 cd	0.62 cd
Tomate + <i>C. macrocarpum</i>	1.00 ef	3.24 c	0.80 bcd	0.58 cd
Tomate + <i>C. pubescens</i>	1.20 ef	2.96 c	0.94 abcd	0.58 cd
Tomate + <i>D. ovalifolium</i>	1.42 def	2.62 cd	0.46 cd	0.28 d
Tomate + <i>P. phaseoloides</i>	0.74 ef	1.14 ef	2.00 a	1.98 a
Tomate + <i>A. pintoii</i>	0.42 f	0.38 f	1.60 abc	1.84 ab

1 C.V. = 41.48

2 C.V. = 78.86

+ Con *M. arabicida*- Sin *M. arabicida*\* Medias de tratamiento seguidas por la misma letra no difieren entre sí ( $P = 0.05$ ), según la prueba de rango múltiple de Duncan.

Los resultados anteriores sugieren que en el futuro se investiguen los mecanismos de acción por los cuales las leguminosas impiden la infección de los nematodos, y también el posible efecto de interferencia que dichas leguminosas pueden presentar a la planta cultivada. Es muy probable que el mecanismo sea similar al propuesto por Zuckerman (13), verificado por Jeyaprakash (4) y Marbán-Mendoza *et al.* (7). Estos autores mostraron que la lectina Con A exudada por la leguminosa *Canavalia ensiformis* interrumpe el mecanismo de orientación de los nematodos hacia las raíces de plantas hospederas.

En este ensayo se decidió someter a las plantas a una gran presión de inóculo (5 000 unidades/kg de suelo), con el propósito de aumentar drásticamente las posibilidades de infección de los nematodos que ocurren en espacios reducidos. Estas condiciones difícilmente se presentan en la naturaleza, razón por la cual se considera que en el futuro debe explorarse la posibilidad de evaluar en el campo la eficiencia de estas leguminosas para contrarrestar infecciones de *M. arabicida* en plantas susceptibles, particularmente en café. Más aún si se tiene en cuenta que algunas de estas especies se podrían utilizar como coberturas vivas durante la etapa previa a la producción del cultivo.

El café de los alrededores de Turrialba, Costa Rica, sufre de una enfermedad llamada "Corchosis del Café" (CDC) (7). La enfermedad es de naturaleza compleja y aunque se han aislado varios fitopatógenos de raíces infectadas (1), la asociación constante

ocurre sólo con *M. arabicida* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *Coffae* (9)

Se sugiere ensayar a las tres especies de leguminosas que redujeron más el índice de agallamiento del tomate, como cultivos de cobertura en las zonas de café afectadas por la enfermedad CDC, por las siguientes razones: 1) no hay tratamiento químico efectivo contra el nematodo asociado a la enfermedad; 2) hay una gran erosión de los suelos por el uso excesivo de herbicidas y lo pronunciado de las laderas; y 3) se reduciría en forma considerable el nivel de inóculo de nematodos en malezas susceptibles asociadas al cultivo (1). Sin embargo, conviene señalar que paralelo a estos ensayos deberán buscarse métodos de manejo apropiados para estas leguminosas, particularmente para *P. phaseoloides* y *C. pubescens* que poseen hábito de crecimiento trepador.

Por otra parte, es importante destacar que bajo las condiciones del experimento, las raíces de *A. pintoii* y de *P. phaseoloides* no mostraron formación de agallas. En general, de las leguminosas ensayadas sólo *C. pubescens* y *C. acutifolium* mostraron un ligero agallamiento radical de 1.0 y 0.6%, respectivamente, aunque al disectar las agallas no mostraron la presencia de hembras. Esto indica que las leguminosas utilizadas en este ensayo no son hospedantes de *M. arabicida*, y por lo tanto no podrían influir decisivamente en el sostenimiento del inóculo. Esto sin duda es de importancia epidemiológica, ya que los replantes libres de patógenos podrían tener mayores posibilidades de establecimiento por encontrarse en sitios con más bajo nivel de inóculo.

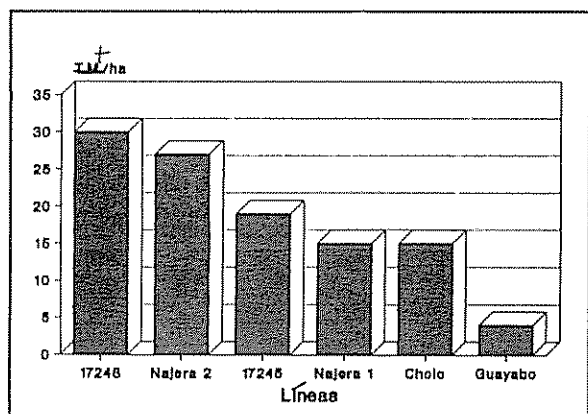


Fig 4 Rendimiento total de líneas de chile dulce, Turrialba

En las Figs 1, 2, 3 y 4 se presentan las curvas de incidencia de las cuatro líneas más resistentes y se comparan con el testigo resistente 'BG-115' y con los testigos susceptibles 'Tacaes' y 'Guayabo'.

De las cuatro líneas más resistentes, tres son de origen panameño y sólo una de origen costarricense. Los materiales 'Cholo' y '17245' muestran resistencia intermedia hacia el hongo (Figs 2 y 3). Algo de resaltar es que después de los 120 DDT, la incidencia permanece constante, lo cual sugiere la presencia de resistencia vertical en estos materiales (16)

Las líneas panameñas han pasado por dos pruebas de selección a *P. capsici* utilizando para ello inóculo artificial. En estas selecciones las plantas que resistieron sirven de madre para la generación futura. Los resultados obtenidos en este ensayo evidencian que usando esta metodología es posible ir aumentando la resistencia de un material hacia *P. capsici*, lo cual fue sugerido por Ovalle (15).

Cuadro 6. Coeficiente de correlación\* entre variables de rendimiento e incidencia de *P. capsici* a partir de los 60 días del trasplante.

Variable rendimiento	Incidencia días después de trasplante				
	60	90	120	150	200
Peso total	-0.66	-0.80	-0.84	-0.81	-0.91
Peso fruto I	-0.65	-0.79	-0.82	-0.81	-0.98
Peso fruto II	-0.56	-0.65	-0.70	-0.70	-0.74

\* Todos los coeficientes son significativos P = 0.001)

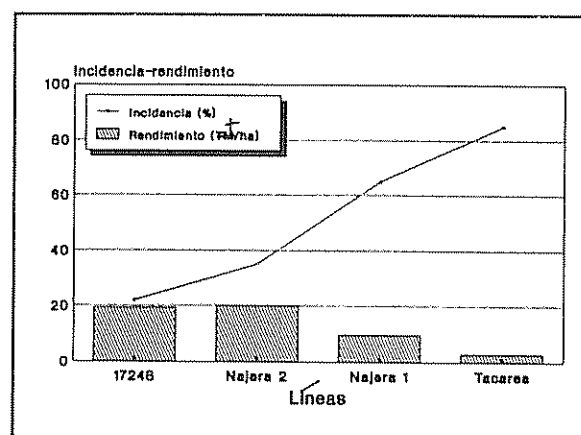


Fig 5 Incidencia y rendimiento a 120 DDT en líneas de chile dulce, Turrialba

La línea más productora fue la '17248', un material de porte intermedio y de fruto de cuatro puntas con posibilidades de uso para exportación (Fig 4). La línea produjo 20.3 t/ha con un 85% de fruta de primera y segunda. Estos rendimientos son muy semejantes a los obtenidos por Jiménez *et al* (8) al evaluar 'Yolo Wonder' (25 t/ha) y 'Pimiento maor' (34 t/ha) como cultivares promisorios para chile de exportación, en baja presión de inóculo de *P. capsici* y en condiciones del trópico semiseco costarricense.

La segunda línea más resistente 'Cholo' no mostró las aptitudes de rendimiento de la '17248', apenas cosechó 15 t/ha (Fig. 1) Posiblemente se debió a que es una planta de porte muy bajo y a su limitada capacidad de producción de frutos. En pruebas futuras es necesario utilizar una densidad mayor (30 000 a 40 000 plantas/ha) para aumentar su rendimiento a niveles aceptables (20 t/ha).

La línea con resistencia intermedia 'Najera 2' mostró ser la más productora por planta; a pesar de que a los 120 DDT la incidencia en 'Najera 2' estaba en un 35% en comparación con 18% del '17248' (Fig 4). Los resultados de rendimiento a esta época mostraban a la 'Najera 2' en igualdad de condiciones con la '17248'. Lo mismo sucedió con el rendimiento total donde no se encontraron diferencias significativas en rendimiento a estas líneas, a pesar de que '17248' apenas presentó una incidencia del 31%, en comparación con el 59% de la 'Najera 2' (Fig 5).

'Najera 2' es un híbrido natural entre 'Mil Frutos' y 'Tres Puntas' que presenta de un 10 a 15% de frutos tipo tres puntas. Es una planta de porte alto, con un período de cosecha de cuatro a cinco meses y con frutos de excelentes características para el mercado nacional.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificaron cuatro líneas promisorias por su resistencia a *P. capsici* y por sus buenas características de producción ('Najera 2', '17248', '17245', 'Cholo')

Se estableció una escala de respuesta a *P. capsici*, bajo condiciones de campo, la cual incluye: líneas resistentes; líneas con resistencia intermedia; líneas tolerantes; líneas moderadamente susceptibles, líneas susceptibles.

Es necesario comprobar la resistencia de estos materiales bajo diferentes condiciones ambientales y con otras variantes del hongo; asimismo se debe continuar con el método de aumentar o concentrar resistencia, mediante pruebas de inoculación artificial, usando para ello materiales que presenten características óptimas para el mercado nacional, como 'A-10', 'MFW', 'Najera 1 y 2'.

## LITERATURA CITADA

1. BARKSDALE, I.H. y PAPAVIDAS, G.C.; JOHNSTON, S.A. 1984. Resistance to foliar blight and crown rot of pepper caused by *Phytophthora capsici*. *Plant Disease* 68(6):506-509.
2. ALONZO, F.; PALMA, M. 1985. Diagnóstico parasitológico preliminar de los principales cultivos de El Salvador. San Salvador, CATIE/CENTA. 23 p.
3. CENADA. 1989. Informe de fluctuación de precios de hortalizas en el período enero 1988-diciembre 1988. San José. 6 p.
4. HEREDIA, A.; GALINDO, J. 1971. Herencia de la resistencia del chile (*Capsicum annuum*) al ataque de una cepa de *Phytophthora capsici*. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science: Tropical Region* 15:121-25.
5. JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1988. Respuesta de cuatro cultivares de chile dulce a marchitez bacteriana en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 7: 19-28.
6. JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1987. Respuesta de cuatro cultivares de chile dulce a marchitez fungosa en Costa Rica. In Reunión Anual APS (26, Sección Caribe) Memoria. p. 3.
7. JIMENEZ, J.M.; GONZALEZ, W.; BUSTAMANTE, E. 1988. Respuesta de introducción de chile dulce picante (*Capsicum* sp.) a la pudrición fungosa del tallo. In Reunión Anual del PCCMCA (33., 1987, Guatemala, Guat.). Memorias. San José, C.R. s.p.
8. JIMENEZ, J.M.; CANESSA, M.; GONZALEZ, V. 1981. Evaluación de variedades de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) para exportación. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. *Boletín Técnico* 19(1):17-26.
9. LASTRA, R.; MENESES, R. 1986. Inventario de plagas y enfermedades de Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 30 p. Serie Técnica, Informe Técnico no 80.
10. LEON, G. DE; GORDON, R. 1985. Cholo, nueva variedad nacional de pimentón. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 5 p.
11. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (C.R.). 1983. Manual de recomendaciones para cultivos agrícolas de Costa Rica. *Boletín Técnico* no 62:102-109.
12. MONTERROSO, D.; PAREJA, M. 1985. Inventario de problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Guatemala. Proyecto Regional de manejo Integrado de Plagas. Turrialba, C.R., CATIE/ROCAP. 14 p.
13. MONTERROSO, D.; BUSTAMANTE, M. 1986. Aspectos generales del desarrollo agrícola y principales problemas fitosanitarios de los principales cultivos de la República de Honduras. Tegucigalpa, Hond. CATIE/MIP. 61 p. Serie Técnica. Informe Técnico no 128.
14. MORA, B. 1977. Evaluación de la resistencia de cultivares de chile (*Capsicum* sp.) a la pudrición basal causada por *Phytophthora capsici*. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 30 p.
15. OVALLE, W. 1987. Estudios de la variabilidad de *Phytophthora capsici*, agente causal de la marchitez del chile *Capsicum annuum* y su combate por resistencia. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 100 p.
16. VAN DER PLANCK, J.E. 1984. *Disease Resistance in Plants*. 2 ed. New York, Academic Press. 206 p.

# Diagnóstico del Virus de la Tristeza de los Cítricos y su Vector en Costa Rica<sup>1</sup>

R. Lastra\*, G. Leandro\*\*, R. Meneses\*\*\*

## ABSTRACT

A study was carried out to confirm the presence and distribution of the Citrus Tristeza Virus (CTV) in Costa Rica. The most important citrus plantations in the provinces of San Jose, Alajuela, Guanacaste, Puntarenas and Limon were sampled for the virus. Two-hundred-and-seventy-two samples were analyzed by the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) technique. The results of this study indicated the presence of CTV in Costa Rica, mainly in Alajuela Province. The *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy), the most efficient vector of CTV, was identified in the samples collected in Limon, Costa Rica in 1989.

## COMPENDIO

La presencia del virus CTV en Costa Rica fue determinada mediante la técnica inmunológica conocida como "Enzyme-Linked Immunosorbent Assay" (ELISA). Se tomaron 272 muestras de las cuales 74 resultaron positivas en las plantaciones más importantes de las provincias de Alajuela, San José, Guanacaste, Limón y Puntarenas. Se recolectaron muestras de áfidos de los mismos lugares para determinar la presencia del vector más eficiente de la enfermedad, el áfido *Toxoptera citricidus* Kirk. Los resultados obtenidos indicaron que el CTV se encuentra en Costa Rica y está distribuido en la provincia de Alajuela, principalmente en los cantones de San Carlos, Guatuso, Atenas y Orotina. El áfido *Toxoptera citricidus* Kirk, vector más eficiente del CTV, se identificó en muestras de estos insectos recolectadas en Limón, Costa Rica.

## INTRODUCCION

La tristeza de los cítricos (CTV), es una enfermedad de origen viral, la cual se encuentra ampliamente difundida en los campos donde se cultivan cítricos.

Esta enfermedad, probablemente originaria de China, lugar de donde provienen muchas especies de cítricos (8), apareció en Africa del Sur a finales del siglo XIX y en 1930 fue introducida a la Argentina con la importación de plantas de cítricos de ese país. La enfermedad apareció en Brasil en 1937 extendiéndose a continuación por todos los países del continente americano (1). Durante 1980, se desató en Venezuela una epidemia de esta enfermedad posiblemente relacionada con la aparición del vector más eficiente de este virus, el áfido *Toxoptera citricidus* Kirk el cual penetró al país a través de la frontera con Brasil (4).

En Costa Rica, el cultivo de los cítricos se encuentra en una etapa de expansión iniciada en 1987, la cual podría afectar a unas 4 000 hectáreas que hay actualmente sembradas en la zona norte del país.

Síntomas similares a los presentados por la CTV se observaron en 1982 en Costa Rica, razón por la cual se enviaron algunas muestras a Alemania. Los resultados de este diagnóstico comprobaron la presencia de la enfermedad en el país (Solís, Vera 1989. Síntomas de la presencia de virus de la tristeza de los cítricos MAG San José, Costa Rica. Comunicación personal). En las fuentes consultadas no se encontró otra información sobre el tema a nivel de Costa Rica.

Debido al incremento de la citricultura y a su importancia en Costa Rica, se llevó a cabo este estudio con el fin de analizar la presencia del virus en el país y evaluar la diseminación del mismo en áreas productoras. Una evaluación de los áfidos presentes en las plantaciones de cítricos se llevó a cabo para determinar la presencia del vector más eficiente, el áfido *Toxoptera citricidus*.

## MATERIALES Y METODOS

Con el fin de determinar la presencia de la enfermedad en Costa Rica, se realizó un muestreo a nivel nacional entre junio y noviembre de 1986, en el cual se incluyeron las áreas productivas más importantes (Cuadro I).

La identificación del virus se llevó a cabo mediante la técnica serológica de ELISA. La inmunoglobulina conjugada para llevar a cabo esta prueba fue suministrada

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990.

\* Virólogo, Coordinador Programa de Estudios de Posgrado CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica

\*\* Fitopatólogo Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica.

\*\*\* Asistente de Investigación. Manejo Integrado de Plagas CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica.

trada por el Dr. Stephen M. Gainsey, USDA, Orlando, Florida. También se utilizó una prueba comercial para CTV (AGDIA Inc., Indiana, USA).

Las muestras de tejido vegetal recolectadas en el campo fueron analizadas en el Laboratorio de Fitopatología del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en San José, Costa Rica.

De cada árbol estudiado se recolectaron varias ramas jóvenes con la corteza verde, a las cuales se les eliminaron las hojas y se colocaron en bolsas de plástico dentro de un recipiente con hielo para su traslado al laboratorio. Después de tomar cada muestra, se lavaron las tijeras en una solución de cloo al 5% para evitar posibles contaminaciones.

El tejido cortical se cortó con un bisturí, incluyendo el tejido del *cambium* y se maceró en un mortero usando un homogenizador de tejidos a una dilución 1/20 (p/v) en PBS-Tween, pH 7.4, con 2% de polivinilpirrolidona (PVP-40) para su utilización en la técnica ELISA de inmunoabsorción con una enzima conjugada (6). Los platos de las pruebas de ELISA fueron leídos visualmente.

Simultáneamente a la recolección de muestras de plantas se recolectaron especímenes de áfidos presentes en el cultivo. Los áfidos se recolectaron en alcohol al 70% y se llevaron al laboratorio para su montaje e identificación con base en la técnica utilizada por Holman (3).

## RESULTADOS

Mediante la técnica serológica ELISA se confirmó la presencia del CTV en Costa Rica. De un total de 272 muestras examinadas, 74 resultaron positivas a la presencia del CTV (Cuadro 1).

El Muelle de San Carlos fue el sitio en donde se encontró un mayor porcentaje de muestras positivas, en comparación con los demás lugares que se revisaron durante el presente trabajo. Dada la importancia de este resultado para el país, se realizó un segundo muestreo que lo reconfirmó.

En un muestreo realizado en 1989 en la provincia de Limón se capturaron especímenes de *T. citricidus*. También se aprehendieron áfidos de otras especies, entre ellas *Aphis gossypii* Glover, *A. citricola* Van der Goot y *Rhopalosiphum rufiabdominalis* Sasaki. En las muestras de áfidos de la provincia de Limón, límite con Panamá, se identificó el áfido *Toxoptera citricidus* Kirk reportado como la especie más eficiente en la transmisión de este virus (2).

## DISCUSION

La presencia del CTV en Costa Rica fue reconfirmada con el muestreo que se llevó a cabo como parte de esta investigación, la cual no incluyó estudios para la identificación de las cepas del CTV que se encuentran presentes en Costa Rica pero en la actualidad se están realizando pruebas con el fin de identificarlas.

Cuadro 1. Resultados del análisis de muestras de cítricos para determinar el CTV en Costa Rica, 1987.

Fecha de muestreo	Procedencia			Resultado (ELISA)	
	Localidad	Provincia	No. de muestras	(-)	(+)
17-6-86	Acosta	San José	13	13	0
15-7-86	EEI BM-UCR	Alajuela	50	50	0
15-7-86	El Muelle, SC	Alajuela	112	41	71
16-7-86	Sarapiquí, SC	Alajuela	3	3	0
16-7-86	Sta. Clara, SC	Alajuela	1	1	0
16-7-86	Guatuso, SC	Alajuela	1	0	1
14-8-86	Pococí, EELD	Limón	6	6	0
22-8-86	Atenas-Orotina	Alajuela	44	42	2
28-8-86	Liberia	Alajuela	10	10	0
28-8-86	DAISA	Alajuela	4	4	0
28-8-86	Filadelfia	Alajuela	5	5	0
28-8-86	Cañas, EJNI	Alajuela	9	9	0
31-10-86	Buenos Aires	Puntarenas	13	13	0
31-10-86	Pejibaye	San José	1	1	0
Total			272	198	74

La citricultura en Costa Rica se está desarrollando a gran escala en la zona de San Carlos en la vertiente Atlántica. En esta zona fue donde se confirmó por primera vez a fines de 1989 la presencia de *T. citricidus*. Dicha combinación del virus y su vector crea una situación potencialmente peligrosa para el desarrollo de este cultivo y la dispersión del virus podría ser más rápida en el futuro debido a la eficiencia como vector de *T. citricidus* (7).

Una de las medidas que mejor resultado ha dado en Venezuela para el manejo de esta enfermedad es el uso de patrones tolerantes o resistentes. Los patrones trifoliados citranger Troyer y Carrizo y el citrumelo Swingle presentaron un comportamiento excelente tanto en producción como en calidad interna de la fruta. Los patrones Volkameriano y Cleopatra se comportaron adecuadamente (5).

La mayoría de las nuevas plantaciones de cítricos están siendo sembradas en Costa Rica con plantas injertadas sobre patrones tolerantes a CTV, con lo cual se espera que el impacto de dicha enfermedad sea bastante atenuado.

Algunos estudios realizados en Florida han permitido determinar que la idea de sustituir los patrones de naranja agria por naranja dulce, pueden tener más inconvenientes debido a que los patrones conocidos como tolerantes a CTV son sensibles a gomosis (*Phytophthora citrophthora*), lo cual puede ser un proble-

ma en lugares de tan alta pluviosidad como Costa Rica.

#### LITERATURA CITADA

- 1 CARRERO, J.M. 1982. Virosis y enfermedades afines de los cítricos. Publicaciones Extensión Agraria. Madrid, Ministerio Agricultura y Pesca 411 p.
- 2 DICKSON, R.C.; FLOCK, R.A. 1959. Insect vectors of tristeza virus. *Citrus virus diseases* University of California s.p.
- 3 HOLMAN, J. 1980. Los áfidos de Cuba. La Habana, Academia p. 27-29.
- 4 MENDI, R.; PLAZA, G.; BOSCAN, R.; MARTINEZ, J.; LASTRA, R. 1983. Spread of citrus tristeza virus and evaluation of tolerant rootstock in Venezuela. In Conference International Organization Citrus Virologist (9). Proceedings p. 95-99.
5. NORMAN, G. *et al.* 1961. Ten years of tristeza in Florida. *Citrus Industry* 42(12):224.
6. PLAZA, G.; LASTRA, R.; MARTINEZ, J.E. 1984. Incidencia del virus de la tristeza de los cítricos en Venezuela. *Turrialba* 34(2):125-128.
- 7 ROISTACHER, C.N.; BAR-JOSEPH, M. 1987. Aphid transmission of Citrus Tristeza Virus: a review. *Phytophylactica* 19:163-167.
8. ROISTACHER, C.N. 1981. A blueprint for disaster. *Citrograph* 67(1):4-5.
- 9 SMITH, K.M.A. 1972. *Textbook of plant virus disease* New York, Academic Press 680 p.

# Manejo Integrado de la Mazorca Negra y la Moniliasis del Cacao en el Trópico Húmedo Bajo de Costa Rica<sup>1</sup>

V.H. Porras\*, C.A. Cruz\*\*, J.J. Galindo\*\*\*

## ABSTRACT

The effect of sanitation (weekly removal of diseased pods), fungicide application and hand pollination was tested on the incidences of black pod (*Phytophthora palmivora*), moniliasis (*Moniliophthora roreri*) and cocoa yield, in the Atlantic Zone of Costa Rica. Sanitation was economical and highly effective in reducing the incidence of black pod and moniliasis under lowland humid tropic conditions, highly favorable for the development of both diseases. The incidence of black pod was reduced from 10.3 to 6.7% and moniliasis from 70.1 to 44.8% and yield increased from 201 to 1 101 kg/ha. The highest incidence of moniliasis was observed on pods less than 45 days old. With hand pollination, yield increased to 1 534 kg/ha in plots with sanitation and to 2 093 kg/ha in plots with sanitation and fungicide application. There was no additional effect of fungicide compared to plots where only sanitation was carried out in naturally pollinated plots, in significantly reducing the incidence of black pod and moniliasis or increasing cocoa yield. Differences among cultivars in the incidence of black pod and moniliasis and cocoa yield were significant. Mean yield varied between 2 417 kg/ha on 'UF-29' x 'Catongo' and 854 kg/ha on 'UF-613' x 'UF-29'. Black pod incidence varied between 15.9% on 'UF-667' x 'Pound-7' and 7.9% on 'UF-29' x 'Catongo'. Moniliasis incidence varied between 52.0% on 'UF-677' x 'Pound-7' and 30.8% on 'IMC-67' x 'UF-676'.

## INTRODUCCION

El cacao (*Theobroma cacao* L.) se cultiva en Costa Rica en el trópico húmedo bajo, donde la precipitación anual varía de 2 000 a 4 000 mm (4). La alta humedad favorece el daño causado por enfermedades como la mazorca negra y la moniliasis, las cuales se consideran como importantes factores limitantes de la producción (9, 23).

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de agosto 1990

La realización del trabajo fue parcialmente financiado por el American Cocoa Research Institute (ACRI). Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias del M.S. Wilberth Phillips al presente artículo

\* Fundación Hondureña de Investigación La Lima, Honduras

\*\* Diversificación Agrícola, Turrialba, Costa Rica

\*\*\* Fitopatólogo, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales, Turrialba, Costa Rica.

## COMPENDIO

En la Zona Atlántica de Costa Rica se probó el efecto de la remoción semanal de frutos enfermos, la aplicación de fungicidas y la polinización manual sobre las incidencias de la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la producción de cacao. La remoción de frutos enfermos fue efectiva y económica para reducir las incidencias de mazorca negra y moniliasis en las condiciones del trópico húmedo, altamente favorable para el desarrollo de ambas enfermedades. La incidencia de mazorca negra se redujo del 10.3 al 6.7% y la de moniliasis del 70.1% al 44.8% y los rendimientos se incrementaron de 201 a 1 101 kg/ha/año. La mayor pérdida por moniliasis ocurrió en frutos menores de 45 días. Con la polinización manual se logró un incremento del rendimiento a 1 534 kg/ha en los tratamientos con remoción de frutos enfermos y a 2 093 kg/ha en los tratamientos con remoción y aplicación de fungicidas. En los tratamientos con polinización natural no hubo efecto adicional del fungicida, en comparación con la sola remoción, tanto para reducir la incidencia de las enfermedades, como para incrementar la producción. Hubo diferencias significativas entre los cultivares en relación con el rendimiento y con la reacción a la mazorca negra y la moniliasis. Los rendimientos promedio variaron entre 2 417 kg/ha en el cv. 'UF-29' x 'Catongo' y 854 kg/ha en el cv. 'UF-613' x 'UF-29'. La incidencia de mazorca negra varió entre el 15.9% en el cv. 'UF-667' x 'Pound-7' y el 7.9% en el cv. 'UF-29' x 'Catongo' y la incidencia de moniliasis varió del 52.0% en el cv. 'UF-677' x 'Pound-7' al 30.8% en el cv. 'IMC-67' x 'UF-676'.

La mazorca negra es causada por varias especies de *Phytophthora*, siendo *P. palmivora* el agente causal detectado en Costa Rica. El hongo ataca raíz, ramas, tronco y brotes, pero el principal daño se da en las mazorcas, las cuales se pierden 10 a 20 días después que aparecen los primeros síntomas (12). En Costa Rica se ha informado de incidencias de mazorca negra de hasta un 45% (17).

La mayor incidencia de mazorca negra ocurre durante las épocas de alta humedad y se incrementa cuando ésta coincide con bajas temperaturas. *P. palmivora* sobrevive en el suelo húmedo por períodos prolongados (12). El agua que corre a lo largo de ramas y tronco es el principal agente de diseminación del patógeno, así como el salpique de suelo infestado. Los insectos también pueden servir como agentes de diseminación del patógeno, aunque son de menor im-

portancia. Las mazorcas enfermas que permanecen adheridas al árbol constituyen la mayor fuente de inóculo (13, 16). La aplicación de fungicidas cúpricos ha mostrado ser efectiva para el control de la mazorca negra; sin embargo, el método es costoso debido al alto número de aplicaciones requeridas (12, 17).

La moniliasis causada por *Moniliophthora roreri*, apareció en Costa Rica a finales de 1978 y hasta el año 1983 había causado una reducción del 80% en la producción nacional (9, 23). El hongo ataca únicamente las mazorcas, especialmente los frutos menores de 90 días, los cuales son los más susceptibles. Esta susceptibilidad decrece al aumentar la edad de la mazorca. El período de incubación es relativamente largo y varía con la edad de la mazorca infectada, el cultivar y los elementos climáticos (7, 9, 23).

*M. roreri* sobrevive durante las estaciones secas o entre períodos de cosecha, en las mazorcas enfermas que permanecen en el árbol. La capacidad de liberación de conidios es mayor durante el primer mes, después de formado el estroma. Los frutos enfermos que permanecen en el árbol se momifican y continúan produciendo conidios infectivos por períodos hasta de nueve meses. La producción de conidios en frutos momificados se incrementa durante los períodos de alta humedad. La liberación de los conidios ocurre cuando la humedad relativa es menor al 80% y su diseminación se realiza por medio del viento (22, 23).

Los conidios necesitan una película de agua sobre la mazorca para germinar, desarrollar el tubo germinativo e iniciar la infección, proceso que puede tomar de cinco a ocho horas (7). Los períodos de precipitación favorecen la alta incidencia de la enfermedad (7, 8, 23).

Las prácticas culturales para reducir la alta humedad dentro de la plantación han sido muy efectivas para reducir la incidencia de la moniliasis (2, 3, 9). Al estudiar el ciclo de la enfermedad es evidente que la remoción periódica de frutos enfermos es un medio efectivo para reducir el nivel de inóculo (8). También, se ha probado un gran número de fungicidas para el control de la moniliasis, pero además de ser muy costosos, han mostrado que no son efectivos (8, 9).

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del manejo integrado por medio de las prácticas culturales, la poda sanitaria (remoción semanal de frutos enfermos) y la aplicación de fungicidas, sobre la incidencia de la mazorca negra y la moniliasis. Además, se probó el efecto de la polinización manual sobre la producción de cacao. Se ha presentado un informe preliminar de estas investigaciones (21).

## MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo durante los años 1985-1986, en la Estación Experimental "La Lola" del CATIE, ubicada en Matina, Provincia de Limón, a 40 msnm, con 3 610 mm de precipitación promedio anual (período 1952-1986) y temperatura medio, máxima y mínima de 24.6, 30.1 y 20.5°C, respectivamente y la humedad relativa media y mínima de 89.4 y 60.1%, respectivamente (4).

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. En las parcelas principales se colocaron los tratamientos: i) remoción semanal de frutos enfermos por *P. palmivora* y *M. roreri* (remoción), y ii) aplicación de fungicidas más remoción. En las subparcelas se realizaron los tratamientos de polinización natural y manual. Las sub-parcelas, de 36 árboles, incluían seis árboles de cada uno de los siguientes cultivares: 'IMC-67' x 'UF-676', 'Pound-12' x 'Catongo', 'UF-29' x 'Catongo', 'UF-613' x 'Catongo', 'UF-613' x 'UF-29' y 'UF-677' x 'Pound-7', los cuales estaban plantados a una distancia de 4 x 4 m y tenían una edad de 20 años.

Al inicio de cada ciclo de producción se aplicó un fertilizante 18-6-5 a razón de 600 kg/ha/año y como parte integral de los tratamientos se usaron prácticas culturales, tales como podas periódicas del cacaotero y del sombrío, construcción de drenajes y control de malezas, con el propósito de disminuir la humedad dentro de la plantación. También, se hizo una remoción total de frutos sanos y enfermos, tanto en el área experimental, como en un borde de 50 m de ancho en todo el perímetro.

La polinización manual se realizó en cada ciclo de producción durante 30 días, en el pico de la floración, el cual se determinó por el conteo semanal de flores. A las tres semanas de iniciada la polinización manual, se aplicaron los fungicidas y se continuó cada dos semanas durante tres meses. La aplicación se realizó con bomba manual de espalda, dirigida a los frutos en desarrollo. Se realizaron seis aplicaciones de fungicidas, según recomendaciones de previas investigaciones (10, 18) así: las tres primeras con clorotalonil (7.5 g/l) y las otras tres con óxido cuproso (15 g/l).

Los frutos con síntomas de moniliasis se removieron semanalmente y se dejaron donde cayeron sin alteración alguna, tanto en el área experimental como en los bordes. Los frutos con síntomas de mazorca negra se removieron y colocaron en los espacios abiertos de la plantación, retirados de los árboles de cacao. Los frutos sanos de cosecha se recolectaron cada dos semanas.



Para estimar el rendimiento y la incidencia de mazorca negra y moniliasis en el manejo tradicional y para evitar la contaminación de inóculo entre parcelas, especialmente de moniliasis, se estableció un testigo con un manejo similar al realizado por los agricultores, que incluía remoción de frutos enfermos y cosecha una vez por mes. El testigo estaba separado de las parcelas principales por un borde de 100 m cultivado de cacao, al cual se le realizó la remoción semanal de frutos enfermos. Las parcelas del testigo estaban establecidas con los mismos cultivares y número de árboles y repeticiones mencionados anteriormente.

El registro de los datos sobre la incidencia de mazorca negra, moniliasis y el número de frutos sanos fue tomado para cada uno de los seis cultivares por tratamiento. Los rendimientos por parcela se transformaron a kg/ha/año. Los datos sobre incidencia de enfermedades se transformaron por el arcoseno  $\sqrt{x}$ . Se realizó análisis de variancia, prueba de rango múltiple y correlaciones.

También se tomaron datos de temperatura, precipitación y humedad relativa. Se determinaron correlaciones entre estos parámetros, la incidencia de mazorca negra y la moniliasis.

Las labores de la remoción, polinización manual y aplicación de fungicidas se cuantificaron en horas/hombre y se transformaron en unidades monetarias para conocer el costo de cada práctica.

## RESULTADOS

Los análisis se presentan en conjunto, dado que entre los dos años de evaluación no se observaron diferencias significativas en las incidencias de mazorca negra y moniliasis y en los rendimientos (Cuadros 1, 2, 3).

Cuadro 1. Efecto de la polinización natural y manual sobre la incidencia de mazorca negra, moniliasis y rendimiento en híbridos de cacao. La Lola, Limón, Costa Rica.

Tratamiento	Moniliasis %	Mazorca negra %	Rendimiento kg/ha/año
Polinización natural	42.3 a <sup>1</sup>	6.3 a	1 075 a
Polinización manual	39.8 a	16.9 b	1 814 b

<sup>1</sup> Promedios en cada columna con la misma letra no difieren en forma significativa, según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P: 0.05)

La polinización manual resultó en un incremento significativo de la producción, obteniéndose un rendimiento de 1 814 kg/ha/año (kg/ha), comparado con 1 075 kg/ha en el tratamiento con polinización natural, lo cual representa un incremento del 69% en la producción (P: 0.01) (Cuadro 1).

La incidencia de mazorca negra fue significativamente mayor en los tratamientos con polinización manual con un 16.9%, en comparación con el 6.3%, en los tratamientos con polinización natural (P: 0.05). Entre los dos tratamientos de polinización no hubo diferencias significativas en la incidencia de moniliasis: mientras en los tratamientos con polinización natural la incidencia de moniliasis fue de 42.3%, en los tratamientos con polinización manual la incidencia fue de 39.8% (Cuadro 1).

El progreso en el desarrollo de la epidemia de moniliasis fue similar en las parcelas con ambos métodos de polinización. La mayor pérdida de mazorcas ocurrió durante sus primeros 45 días de edad, cuando son más susceptibles a la enfermedad (7, 8). Después de los cuatro meses de edad de las mazorcas, la tasa de incidencia disminuyó considerablemente.

La remoción redujo en forma significativa las incidencias de mazorca negra y moniliasis, en relación con el testigo en donde esta práctica no se aplicó (P: 0.01). En el testigo, se obtuvieron incidencias de 10.3 y 70.1% de mazorca negra y moniliasis, respectivamente, en tanto que las mismas fueron de 20.0 y 44.6% en el tratamiento con remoción y polinización manual y de 6.7 y 44.8% en el tratamiento con remoción y polinización natural (Cuadro 2).

La remoción también tuvo un efecto significativo sobre el incremento de la producción (P: 0.01). El rendimiento aumentó de 201 kg/ha en el tratamiento sin remoción, a 1 101 kg/ha en el tratamiento con remoción y polinización natural, lo cual representa un incremento del 447% de la producción. En el tratamiento con remoción y polinización manual el rendimiento fue de 1 534 kg/ha (Cuadro 2).

En los tratamientos con polinización manual, la aplicación de fungicidas tuvo un efecto significativo en la reducción de las incidencias de mazorca negra y moniliasis, comparada con el tratamiento que recibió únicamente remoción (P: 0.05). Con fungicida y remoción las incidencias de mazorca negra y moniliasis fueron de 13.8 y 35.0%, respectivamente, en tanto que con solo remoción fueron de 20.0 y 44.6%. En los tratamientos con polinización natural y remoción, no hubo efecto significativo sobre las incidencias de ambas enfermedades debido a la aplicación del fungicida (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de remoción semanal de frutos enfermos, aplicación de fungicidas y polinización natural y manual sobre la incidencia de moniliasis, mazorca negra y rendimiento en híbridos de cacao. La Lola, Limón, Costa Rica.

Tratamiento	Polinización natural			Polinización manual		
	Moniliasis %	M. negra %	Rendimiento kg/ha/año	Moniliasis %	M. negra %	Rendimiento kg/ha/año
Remoción	44.8 a <sup>1</sup>	6.7 a	1 101 a	44.6 a	20.0 a	1 534 a
Remoción + fungicida	39.7 a	5.8 a	1 049 a	35.0 b	13.8 b	2 093 b
Testigo	70.1 b	10.3 b	201 b			

1 Promedios en cada columna con la misma letra no difieren en forma significativa, según la prueba de Rango Múltiple de Duncan (P: 0.05)

Para la producción tampoco se encontraron diferencias significativas, por el uso del fungicida en los tratamientos con remoción y polinización natural; con remoción y sin fungicida el rendimiento fue de 1 101 kg/ha y con fungicida de 1 049 kg/ha. En los tratamientos con polinización manual estas diferencias fueron significativas, incrementándose el rendimiento de 1 534 kg/ha, al usar solo la remoción, a 2 093 kg/ha con el uso del fungicida (Cuadro 2)

Hubo diferencias significativas entre los cultivares en relación con el rendimiento y la reacción a mazorca negra y moniliasis. Los rendimientos promedios variaron entre 2 417 kg/ha en el cv 'UF-29' x 'Catongo' y 854 kg/ha en el cv 'UF-613' x 'UF-29'. La incidencia de mazorca negra varió entre 15.9% en el cv 'UF-677' x 'Pound-7' a 7.9% en el cv 'UF-29' x 'Catongo' y la incidencia de moniliasis varió de 52.0% en el cv 'UF-667' x 'Pound-7' a 30.8% en el cv 'IMC-67' x 'UF-676' (Cuadro 3)

Entre los cultivares hubo diferencias en respuesta a la aplicación de fungicidas. Con respecto a mazorca negra, se agrupan en los cv. 'UF-29' x 'Catongo', 'UF-613' x 'UF-29' y 'UF-677' x 'Pound-7' que tuvieron una reducción promedio de incidencia del 0.5%; y los cv. 'Pound-12' x 'Catongo', 'UF-613' x 'Catongo' e 'IMC-67' x 'UF-676' del 6.7%. En relación con la moniliasis se agrupan en los cv. 'Pound-12' x 'Catongo', 'UF-613' x 'UF-29' e 'IMC-67' x 'UF-676' que tuvieron una reducción promedio de incidencia del 3.8%; el cv. 'UF-29' x 'Catongo' del 7.7%; y los cv. 'UF-613' x 'Catongo' y 'UF-677' x 'Pound-7' del 12.7% (Cuadro 3).

Al estimar el valor de cada operación se encontró que la remoción tuvo un costo de US\$85 por ha/año; la aplicación de fungicida incluyendo el costo del fungicida US\$75 por ha/año y la polinización manual de

US\$303 ha/año. El precio del kg de cacao seco fue de US\$1.7. El tratamiento con polinización manual y aplicación de fungicida fue el que proporcionó la mayor ganancia (Cuadro 2).

Al estudiar el efecto de los parámetros climáticos sobre el desarrollo de la moniliasis, se encontró una correlación significativa positiva entre la incidencia de moniliasis con la precipitación (r: 0.6) y con la temperatura máxima (r: 0.9) y negativa con la temperatura mínima (r: 0.7), que ocurrieron tres meses antes de la aparición de los primeros síntomas.

#### DISCUSION

Los resultados muestran que la remoción semanal de frutos enfermos fue un método muy efectivo para reducir el daño causado por *P. palmivora* y *M. royeri*, aun bajo las condiciones de alta presión de inóculo y de clima favorable para el desarrollo de las dos enfermedades

En el área de trabajo la presión de inóculo de moniliasis fue muy alta, debido a las fincas cacaoteras adyacentes a las parcelas experimentales, las cuales fueron abandonadas por los agricultores por motivo de la llegada de la moniliasis a Costa Rica (9, 23). Además, durante la época de la investigación las condiciones ambientales prevalecientes fueron favorables para el desarrollo y las incidencias de mazorca negra y moniliasis. La lluvia fue abundante, con un promedio por año de 2 919 mm y un máximo de 488.8 mm por mes (4)

*M. royeri* ataca únicamente el fruto y, los frutos enfermos que quedan en el árbol son la principal fuente de inóculo (8, 9, 22, 23). *P. palmivora* ataca varios órganos de la planta, pero los frutos enfermos

Cuadro 3. Efecto de remoción de frutos enfermos, aplicación de fungicidas y polinización natural y manual sobre la incidencia de moniliasis, mazorca negra y rendimiento en seis híbridos de cacao. La Lola, Limón, Costa Rica.

Cultivar	Moniliasis		Mazorca negra		Rendimiento	
	%	Prom.	%	Prom.	kg/ha/año	Prom.
<b>'UF-29' x 'CATONGO'</b>						
Remoción	42.8		7.4		2 328	
Remoción + fungicida	35.1	39.0 b <sup>1</sup>	8.3	7.9 a	2 506	2 417 a
<b>'POUND-12' x 'CATONGO'</b>						
Remoción	36.6		16.2		1 818	
Remoción + fungicida	33.7	35.2 b	10.5	13.4 b	2 097	1 958 b
<b>'UF-613' x 'CATONGO'</b>						
Remoción	48.3		14.7		1 127	
Remoción + fungicida	37.0	42.7 b	7.9	11.3 a	1 449	1 288 c
<b>'UF-613' x 'UF-29'</b>						
Remoción	49.4		10.3		751	
Remoción + fungicida	44.5	47.0 b	7.8	9.1 a	956	854 d
<b>'UF-677' x 'POUND-7'</b>						
Remoción	59.0		15.8		962	
Remoción + fungicida	45.0	52.0 c	15.9	15.9 b	1 422	1 192 c
<b>'IMC-67' x 'UF-676'</b>						
Remoción	32.6		16.0		923	
Remoción + fungicida	29.0	30.8 a	8.4	12.2 ab	998	961 cd

1 Promedios en cada columna con la misma letra no difieren en forma significativa según la prueba de Rango Múltiple de Duncan (P: 0.05)

que permanecen en el árbol son la principal fuente de inóculo (13, 16). La remoción total de frutos que se realizó antes de la época de floración redujo el inóculo inicial y la remoción semanal de frutos enfermos redujo el inóculo durante el ciclo de producción. Este conjunto de medidas son muy efectivas en el manejo de enfermedades con ciclos compuestos de producción de inóculo (24).

Se ha demostrado que la remoción semanal de frutos enfermos es un método económico y efectivo para reducir la incidencia de moniliasis. Esto se comprobó al compararla con remociones quincenales o mensuales (2, 6, 9, 10). Según las condiciones ambientales, la esporulación sobre los frutos enfermos ocurre de siete a 10 días después de la aparición de los primeros síntomas (8, 22, 23). Por consiguiente, la eliminación semanal de frutos enfermos, no esporulantes, reduce las fuentes de inóculo en la plantación durante el ciclo de producción.

Las mazorcas removidas y afectadas por moniliasis se dejaron sobre el suelo. Estas mazorcas se examina-

ron después de una y dos semanas y se observó la formación de estroma y conidios de *M. royeri*. Algunos informes indican que los frutos afectados por moniliasis que se dejan en el suelo, no son fuentes importantes de inóculo (1, 5). Sin embargo, otros informes señalan que estos frutos enfermos pueden originar infección (8). Los conidios de *M. royeri* pueden desprenderse por salpique, y además pueden ser diseminados por las pequeñas corrientes ascendentes que ocurren dentro de la plantación (14). Los frutos afectados por moniliasis que permanecen en el suelo pueden ser fuentes de inóculo por uno o dos meses (8), período durante el cual ocurre la máxima producción de conidios (22). La presencia de estos frutos enfermos permite una fuente continua de inóculo; por lo tanto, es necesario esclarecer su verdadero papel y cuantificar el valor relativo de las diferentes fuentes de inóculo en el desarrollo de una epidemia de moniliasis.

Por efecto de la polinización manual hubo una concentración de frutos de la misma edad en el tronco y parte baja de las ramas principales, por debajo de

1.8 m sobre el nivel del suelo. Además, muchos de los frutos estaban en contacto entre sí. Esta concentración de frutos facilitó la aplicación y efecto de fungicidas pero resultó en un incremento de la incidencia de mazorca negra (Cuadros 1 y 2). Estos resultados coinciden con los informes de Thorold (12), quien observó que los árboles con mayores rendimientos tienen una proporción mayor de mazorca negra que los de menores rendimientos. Este fenómeno puede estar asociado a la forma de diseminación del inóculo de *P. palmivora*, por medio del agua de lluvia que corre a lo largo de las ramas y del tronco (16), que incrementa las posibilidades de afectar frutos que se encuentran cercanos entre sí o agrupados.

Hubo una abundante formación de frutos al iniciarse cada uno de los ciclos de producción. Pero, un gran número de frutos menores de 45 días, fueron afectados por *M. roveri*, en el período de mayor susceptibilidad a la moniliasis (7, 8, 9). Estas infecciones tempranas dieron como resultado una alta incidencia de moniliasis, al compararlo con resultados de otras investigaciones (2, 3, 6). Las condiciones de la zona atlántica de Costa Rica son favorables para *M. roveri*, por la alta precipitación y la presión de inóculo proveniente del gran número de fincas cacaoteras abandonadas, que ascienden a unas 14 000 ha del cv "Martina", susceptible a la moniliasis (9, 23). Aunque las mayores pérdidas ocurrieron al principio, esta alta incidencia inicial no disminuyó significativamente los rendimientos, probablemente porque afectó a mazorcas que se pierden en forma de marchitez (*chevelle wilt*) al iniciarse el ciclo de producción, debido a factores climáticos, fisiológicos y patológicos (12).

Según resultados de previas investigaciones, los conidios de *M. roveri* pueden causar infección hasta 30 m en la dirección del viento, a partir de una fuente de inóculo colocada a 2 m sobre el nivel del suelo (11). En esta investigación, los bordes de 50 m que se dejaron alrededor del área experimental no fueron suficientes para prevenir la contaminación por inóculo de *M. roveri*, proveniente de las áreas vecinas.

Según varios informes de la literatura se considera que la remoción periódica de frutos enfermos no es un método importante para el control de la mazorca negra del cacao (12, 15). Sin embargo, en la presente investigación, la remoción fue efectiva para reducir la incidencia de la mazorca negra causada por *P. palmivora*. Esta diferencia en resultados puede estar influenciada por la especie del agente causal, el área geográfica, las condiciones ambientales, los cultivares y el manejo de la plantación (12, 15).

Las diferencias en los resultados del efecto de la remoción para reducir la incidencia de mazorca negra,

también puede deberse a que en las otras investigaciones se ha estimado la acción aislada de la poda sanitaria (15). Uno de los objetivos de la poda sanitaria es reducir la cantidad de inóculo de *P. palmivora*, que al ser dejado en la plantación puede conducir al desarrollo de una epidemia de mazorca negra (13, 15). *P. palmivora* ataca varios órganos de la planta y sobrevive en el suelo; para lograr que la remoción de frutos enfermos sea efectiva debe estar combinada con otras prácticas de manejo de la enfermedad tales como podas, destrucción de otras fuentes de inóculo, disposición de los frutos enfermos lejos de los árboles de cacao para evitar incremento de inóculo en el suelo y salpique, uso de cultivares resistentes y aplicación de fungicidas para destruir el inóculo que pueda permanecer en el árbol (12, 15). Este efecto combinado tiene como resultado final un nivel adecuado de control, que no se puede lograr con ninguna práctica aislada (15).

Los fungicidas usados han mostrado protección contra *M. roveri* y *P. palmivora* (10, 17, 18). Hasta época reciente, los fungicidas han sido recomendados como el principal medio para el control de la mazorca negra (15, 17). Sin embargo, en esta investigación las aplicaciones que se hicieron a árboles con polinización natural, en condiciones de manejo similares a los agricultores, no se observó efecto del fungicida para lograr una reducción adicional de la incidencia de mazorca negra o moniliasis, en relación con el obtenido por la remoción semanal de los frutos enfermos. En numerosas pruebas realizadas en varios países, se ha observado que la aplicación de fungicidas, además de ser un método costoso por el gran número de aplicaciones, no es efectivo para reducir la incidencia de moniliasis (8, 9).

En los árboles en que se realizó polinización manual, se observó un efecto del fungicida para reducir la incidencia de moniliasis y mazorca negra y se obtuvo un aumento en la producción. Debido a la polinización manual hubo un gran número de frutos de la misma edad, concentrados en la parte baja del árbol, que quizá incrementa las posibilidades de infección de un mayor número de frutos en un momento dado (13, 16), contrario a lo que sucede con la polinización natural donde frutos de diversas edades están distribuidos por todo el árbol, disminuyendo los riesgos de infección de un segundo fruto en un tiempo dado. El tratamiento con polinización manual se puede comparar con un sistema de producción intensiva, en el cual el uso racional de fungicidas, podría ser parte del manejo integrado de las enfermedades del cacao.

Los aumentos en la producción obtenidos con la polinización manual son similares a los resultados de otras investigaciones (25). La polinización manual

tuvo efectos significativos para incrementar los rendimientos. Aunque el valor de la polinización fue alto, debido al costo de la mano de obra y al hecho de que varias polinizaciones se perdieron por cambios bruscos de temperatura y humedad, el tratamiento con polinización manual produjo la mayor ganancia. Además, la polinización manual por ser una práctica sencilla puede constituirse en una fuente adicional de ingresos para las familias con mano de obra disponible.

Aunque hubo diferencias entre los cultivares por su respuesta a las dos enfermedades, en conjunto mostraron niveles moderados de resistencia a mazorca negra y de susceptibilidad a moniliasis. En la literatura se informa sobre la respuesta de los clones, que hacen parte de los híbridos utilizados en esta investigación y pueden dar alguna indicación acerca de la resistencia o susceptibilidad de estos híbridos a las dos enfermedades. Según las investigaciones, el cv 'Pound-7' es resistente y los cvs 'Catongo', 'Pound-12' y 'UF-29' son moderadamente resistentes a *P. palmivora* (19); estos mismos cultivares son susceptibles a *M. roleri* (20).

Debido a la estructura de esta investigación es difícil conocer el efecto separado que tienen las prácticas culturales como podas periódicas del cacaotero y del sombrío, construcción de drenajes y control de malezas, sobre las incidencias de mazorca negra y monilia-

sis. Sin embargo, en la literatura se reconoce su valor para reducir la incidencia de estas enfermedades (2, 3, 15), al disminuir la humedad dentro de la plantación, la cual favorece la diseminación, germinación e infección ocasionadas por *P. palmivora* y *M. roleri*. De esta manera, estas prácticas tienen efectos complementarios a los tratamientos probados.

La remoción semanal de frutos enfermos y las prácticas culturales para reducir la humedad dentro del cacaotal demostraron ser efectivas para reducir significativamente las pérdidas causadas por la mazorca negra y la moniliasis, aún en las condiciones altamente favorables en el trópico húmedo, para el desarrollo de estas dos enfermedades. Estas son prácticas sencillas y económicas, al alcance del pequeño y mediano agricultor, que es el típico cultivador de cacao. Para que estas prácticas sean más efectivas, se requiere disponer de cultivares resistentes. Existen materiales con niveles de moderado a resistente para la mazorca negra (19). Sin embargo, para la moniliasis, aunque se han identificado fuentes de resistencia a *M. roleri* (20), se recomienda la realización de mayores esfuerzos de investigación para entregar cultivares resistentes a los agricultores, con el objeto de que sean parte del paquete de manejo integrado de las enfermedades del cacao.

#### LITERATURA CITADA

1. ARANZAZU, F. 1987. Comportamiento de los frutos de cacao afectados por *Monilia* dejados sobre el suelo. In Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (10, Santo Domingo, Rep. Dom.) Actas Santo Domingo, Rep. Dom. p. 457-460.
2. BARROS, O. 1980. El control de la moniliasis en Cacaoteras del Dique. *El Cacaotero Colombiano* 15:31-44.
3. BARROS, O. 1966. Valor de las prácticas culturales como método para reducir la incidencia de monilia en plantaciones de cacao. *Agronomía Tropical* 22:605-612.
4. CATIE (C.R.) 1987. Registro de datos meteorológicos de la Estación Experimental "La Lola" Turrialba, C.R. 5 p.
5. CUBILLOS, G. 1981. Exploraciones acerca de la importancia que tienen los frutos enfermos sobre el suelo como fuentes primarias de infección de *Moniliophthora roleri* (Cif. and Par.) *El Cacaotero Colombiano* 8:27-34.
6. CUBILLOS, G.; ARANZAZU, F. 1979. Comparación de tres frecuencias de remoción de frutos enfermos en el control de *Monilia roleri* Cif. y Par. *Cacaotero Colombiano* 8: 27-34.
7. DESROSIERS, R.; SUAREZ, C. 1974. *Monilia* pod rot of cocoa. In *Phytophthora Disease of Cocoa*. Ed. by P.H. Gregory. London, Longman. p. 273-277.
8. EVANS, H.C. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora (Monilia) roleri*. Kew, Surrey, England. Commonwealth Mycological Institute. Phytopathological Paper no. 24.
9. GALINDO, J.J. 1987. La moniliasis del cacao en Centroamérica. In *Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la región centroamericana*. Ed. by J. Pinochet. Turrialba, CATIE. C.R., Boletín Técnico no. 110. p. 7-16.
10. GONZALEZ, L.C.; SANCHEZ, J.A.; PORRAS, V.H.; UMAÑA, S.; MURILLO, D. 1983. Evaluación del fungicida clorotalonil y la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao. *Agronomía Costarricense* 7: 1-7.
11. GREEN, M.J. 1977. Estudios sobre *Monilia roleri* adelantados en Caldas, Colombia. *El Cacaotero Colombiano* 2:25.
12. GREGORY, P.H. ed. 1974. *Phytophthora Disease of Cocoa*. London, Longman. 348 p.

13. GRIFFIN, M.J.; IDOWU, O.L.; MADDISON, A.C.; TAYLOR, B.; WARD, M.R. 1981. Sources of infection. In *Epidemiology of Phytophthora on Cocoa in Nigeria*. Ed. by P.H. Gregory, A.C. Madison. England, CMI, Kew p 75-95
14. INGOLD, C.T. 1971. Fungal spores, their liberation and dispersal. Oxford. s.p
15. MACKENZIE, D.R.; ELLIOT, V.J.; KIDNEY, B.A.; KING, E.D.; ROYER, M.H.; THEBERGE, R.L. 1983. Application of modern approaches to the study of the epidemiology of diseases caused by *Phytophthora*. In *Phytophthora. its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. Ed. by D.C. Erwin, S. Bartnicki-García, P.T. Tsao. St. Paul, MN. APS p. 303-314.
16. MADDISON, A.C.; GRIFFIN, M.J. 1981. Detection and movement of inoculum. In *Epidemiology of Phytophthora on Cocoa in Nigeria*. Ed. by P.H. Gregory, A.C. Madison. England, CMI, Kew.
17. NEWHALL, A.G. 1967. Copper fungicides for the control of *Phytophthora* pod rot of cocoa. In *Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (2., Itabuna, Bahía Bras)*. Actas p. 219-228.
18. MURILLO, D.; GONZALEZ, L.C. 1984. Evaluación en laboratorio y campo de fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao. *Agronomía Costarricense* 8:83-89.
19. PHILLIPS, W.; GALINDO, J.J. 1989. Método de inoculación y evaluación de la resistencia a *Phytophthora palmivora* en frutos de cacao (*Theobroma cacao*). *Turrialba* 39(4):488-496.
20. PHILLIPS, W.; GALINDO, J.J. 1986. Reaction of cocoa cultivars to inoculation with *Monilia roleri*. *Phytopathology* 76:375.
21. PORRAS, V.H.; GALINDO, J.J.; CRUZ, C. 1986. Effect of sanitation, fungicide application and hand pollination on moniliasis and black pod incidence. *Phytopathology* 76:1116.
22. PORRAS, V.H.; GONZALEZ, L.C. 1984a. Liberación de conidios de *Monilia roleri* de frutos enfermos de cacao dejados en el árbol. *Fitopatología* 19:9-12.
23. PORRAS, V.H.; GONZALEZ, L.C. 1984b. Epifitología de la moniliasis del cacao (*Monilia roleri*) y su relación con el ciclo de producción en la zona de Matina, Costa Rica. *Fitopatología* 19:78-84.
24. VAN DER PLANK, J.E. 1963. *Plant disease: Epidemics and Control*. New York, Academic Press. 349 p.
25. VERA, J.; MOGROVEJO, J.; MOREIRA, M. 1981. La polinización suplementaria y cortes en tallo como prácticas simples para incrementar los rendimientos de cacao. In *Conferencia Internacional de Investigación de Cacao (8., Cartagena, Col.)*. Actas p 31-35.

# Efecto Residual del Glifosato sobre el Desarrollo y Rendimiento del Tomate de Trasplante<sup>1</sup>

L. C. Salazar\*, G. von Lindeman\*\*

## ABSTRACT

A herbicidal trial was mounted during the dry season (January to May 1989) in the Experimental Station of the Faculty of Agronomy, University of Panama, to determine the relationship between a glyphosate residuality in the soil and the growth and yield of tomato, *Lycopersicon esculentum*. Tomato plants were transplanted on January 25 and 26. Three rates of glyphosate were evaluated: 0, 1.0 and 2.1 kg ae/ha, applied 0, 1, 2, 6, 9 and 13 days before transplanting tomato plants. The experimental variables measured were herbicide relative toxicity, crop height at 34 days after transplant (DAT), dry foliage weight at 42 DAT, and tomato yield. It was found that there was no visual injury in the foliage and growth of tomato plants which could be related to glyphosate soil residuality. Height, biomass and tomato crop yield were not affected.

## COMPENDIO

Durante la época seca (entre los meses de enero a mayo de 1989), se estableció en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, un experimento para determinar la posible acción residual del herbicida glifosato en el suelo y el desarrollo y su relación con el rendimiento del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*. El trasplante de tomate se realizó el 25 y 26 de enero. Se evaluaron tres dosis de glifosato, 0, 1.0 y 2.1 kg ea/ha, aplicadas en diferentes épocas previas al trasplante, 0, 1, 2, 6, 9 y 13 días antes del trasplante. Las variables experimentales medidas fueron: toxicidad relativa del herbicida, altura del cultivo a los 34 DDT, peso del follaje seco de las plantas de tomate a los 42 DDT y el rendimiento del fruto. Bajo las condiciones en que se condujo este estudio se encontró que no hubo ningún efecto fitotóxico visual real o aparente en el follaje, desarrollo y vigor de las plantas de tomate, que pudiese ser atribuido a una residualidad del glifosato en el suelo. Tampoco la altura, producción de biomasa y el rendimiento del cultivo de tomate se vieron afectados.

## INTRODUCCION

El herbicida glifosato (Roundup) es un producto sistémico, no selectivo, aplicado al follaje y de muy amplio espectro sobre malezas anuales y perennes (gramíneas, cyperáceas y otras dicotiledóneas) siendo su persistencia o residualidad en el suelo relativamente nula, por lo que ofrece poca o ninguna actividad preemergente (Weed Science Society of America, 1979).

El uso de este compuesto antes del trasplante del cultivo de tomate lo realizan ciertos agricultores para el combate de diferentes malezas, muy en especial, del *Cyperus rotundus* (pimientilla), que es una maleza de gran importancia agrícola en los países de Centroamérica y Panamá.

A pesar de que el glifosato es reportado como un herbicida carente de acción residual en el suelo, algunos productores de tomate *Lycopersicon esculentum* en diferentes áreas de Centroamérica, han observado recientemente efectos fitotóxicos y, en ocasiones, muerte de plantas del cultivo, causadas por un aparente efecto del herbicida. Como una generalidad, se asevera que, dichos efectos se ponen de manifiesto después de realizar el trasplante del tomate, particular-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 2 de julio de 1990.

\* Especialista en Malezas, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

\*\* Especialista en Malezas, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá.

mente cuando se trasplanta inmediatamente después de la aplicación del glifosato. Al presente, es muy escasa la información experimental que se tiene al respecto.

El objetivo central de este estudio consistió en determinar la relación existente entre la posible acción residual del glifosato en el suelo y el desarrollo y rendimiento del cultivo con respecto a la aplicación de diferentes dosis y épocas de glifosato antes del trasplante.

#### MATERIALES Y METODOS

**Localización:** Este estudio se condujo en el Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen (CEIAT), de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, localizado en ciudad de Panamá.

**Manejo del ensayo:** El estudio comprendió el período de enero a mayo de 1989, coincidiendo con la época seca del país. Se estableció en un suelo de textura franca, cuyas características físicas y químicas aparecen en el Cuadro 1. La preparación del suelo se realizó con arado, rastra y finalmente se surcó. El herbicida glifosato utilizado contiene en su formulación comercial de Roundup una concentración de 359 g del equivalente ácido/litro. La aplicación del herbicida se realizó sobre suelo sin vegetación, con aspersora de espalda CP-3, asperjando un volumen de solución de 416 l/ha. Se utilizó la variedad de tomate DINA línea 1-49, ubicándose los semilleros en un invernadero del Centro Experimental hasta el momento de su traslado al campo. El trasplante se hizo el 25 y 26 de enero de 1989, con 3 960 plantas en todo el ensayo. Se aplicó 682 kg/ha de abono completo de 12-24-12, 16 días después del trasplante (DDT) y 31 kg/ha de nitrógeno a los 22 y 41 DDT. También se empleó el abono foliar Bayfolan a razón de 60 ml/galón de agua aplicado a los 20, 26, 35 y 48 DDT. Con la aplicación de abono completo y nitrogenado se hicieron aporques y limpieza de malezas en forma general. No se utilizó otro herbicida además del glifosato para controlar malezas en el ensayo.

Para el control de las chinillas, *Diabrotica adelpha*, *Diabrotica balteata* y *acalymma* spp, que se presentaron pocos días después del trasplante, se realizaron dos aplicaciones del insecticida deltametrina (Decis) con intervalo de ocho días, a razón de 2 ml del producto comercial/galón de agua. Se efectuaron los riegos necesarios y se realizaron cuatro cosechas en total. El sistema de riego utilizado fue de flujo por gravedad, haciendo surcos distanciados a 1.20 m entre sí, de manera que el agua quedara a lo largo del surco

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo del sitio del ensayo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tocumen, Panamá, 1989.

Variable	Valor	Interpretación
Textura	: Franca	
pH	: 6.20	Alcalino
Fósforo (P)	: 2.00 ppm	Bajo
Potasio (K)	: 70.00 ppm	Mediano
Calcio (Ca)	: 18.20 meq/100 g	Alto
Magnesio (Mg)	: 8.05 meq/100 g	Alto
Aluminio (Al)	: Trazas	Bajo
Materia orgánica	: 3.35%	Mediano
Manganeso (Mn)	: 160.00 ppm	Alto
Hierro (Fe)	: 580.00 ppm	Alto
Zinc (Zn)	: 3.00 ppm	Bajo
Cobre (Cu)	: 11.00 ppm	Alto

cuando se le cerraba el paso y así lograr humedecer completamente el suelo en contacto con las raíces de las plantas de tomate.

**Metodología experimental:** se empleó un diseño de bloques al azar, en arreglo de parcelas divididas, y cuatro repeticiones. Las parcelas principales la constituyeron las épocas de aplicación del herbicida, realizadas 0, 1, 2, 6, 9 y 13 días antes del trasplante (DAT). Las subparcelas las conformaron las dosis de 0, 1.0 y 2.1 kg ea/ha (0, 3.0 y 6.0 l/ha del producto comercial).

Las parcelas principales de cinco surcos distanciados 1.20 m entre sí, fueron de 17.0 m de largo y 4.80 m de ancho. Las plantas de tomate dentro del surco estuvieron separadas a 0.50 m. Distancias de 1.20 m entre parcelas principales, 1.0 m entre subparcelas y 2.0 m entre repeticiones fueron dejadas en el experimento. El área total del ensayo fue de 2 575.20 m<sup>2</sup>.

**Colecta de datos experimentales:** Las variables experimentales medidas fueron: Toxicidad relativa del herbicida sobre el tomate trasplantado, altura de plantas de tomate a los 34 DDT, obteniéndose cinco valores de altura en cada subparcela, para después promediar a un solo valor por réplica. Peso de follaje seco de las plantas de tomate a los 42 DDT, cortando la parte aérea de tres plantas en cada subparcela, las que se dejaron secar a 60°C hasta peso constante, para después promediar a un solo valor por réplica. El rendimiento (kg/ha) se determinó con base en cuatro cosechas de 25 plantas de tomate tomadas de los tres surcos centrales. La última cosecha se llevó a cabo el 2 de mayo. No se tomaron en cuenta más cosechas para este experimento por presentarse el inicio de la época lluviosa.



## RESULTADOS Y DISCUSION

Ningún efecto fitotóxico visual que pudiese ser atribuido a una posible residualidad del glifosato en el suelo, pudo ser apreciado en las plantas de tomate. Las diferencias observadas fueron de índole morfológico y vegetativo (tamaño, crecimiento, desarrollo, vigor), propias o inherentes al mismo crecimiento de las plantas del cultivo o del medio ambiente circundante.

En el Cuadro 2 se muestran las diferentes variables medidas durante la ejecución del experimento. Se observa que la altura, el peso del follaje seco y el rendimiento en peso de la producción no fueron estadísticamente diferentes, de acuerdo con los análisis de varianza realizados. Ello corrobora lo indicado en el párrafo anterior, respecto a la carencia de síntomas de trinitales visibles en el follaje o en la sobrevivencia

de las plantas de tomate. Andino *et al.* (1), encontraron que cuando se usó el glifosato antes de la siembra directa de tomate no hubo ningún efecto fitotóxico del herbicida en el cultivo. En este mismo trabajo, también se reporta que el herbicida aplicado antes del trasplante del cultivo de tomate, aparentemente causó síntomas de fitotoxicidad, pero estos no fueron consistentes ni resultaron estadísticamente significativos.

Diferentes estudios señalan que el herbicida glifosato no tiene actividad residual en el suelo. Sprankle *et al.* (7), encontraron que cantidades tan altas como 56 kg/ha de glifosato fueron rápidamente inactivados en suelos limosos arcillosos y suelos con alto contenido de materia orgánica. Baird *et al.* (2), señalan que el glifosato pierde sus propiedades como herbicida cuando es aplicado e incorporado en suelos minerales, en dosis superiores a las normales.

Cuadro 2. Valores promedio de las variables: altura 34 DDI; peso seco del follaje 42 DDI; rendimiento en kg/ha del tomate.

Aplicación del herbicida (DAT)	Dosis de glifosato/ha		Altura* (cm)	Peso follaje seco* (g)	Rendimiento* (kg/ha)
	kg ea	l PC			
0	0	0	27.7	10.32	12.348
	1.0	3.0	26.2	10.56	11.089
	2.1	6.0	25.2	8.75	12.348
1	0	0	25.8	11.28	12.348
	1.0	3.0	26.3	11.24	12.348
	2.1	6.0	24.4	12.49	13.608
2	0	0	25.0	13.56	12.600
	1.0	3.0	25.0	12.00	10.332
	2.1	6.0	23.7	11.38	13.104
6	0	0	27.5	13.20	11.844
	1.0	3.0	26.1	10.36	11.340
	2.1	6.0	26.9	13.23	14.112
9	0	0	25.5	10.44	13.608
	1.0	3.0	26.0	11.39	16.632
	2.1	6.0	25.2	10.35	9.828
13	0	0	27.6	11.93	11.340
	1.0	3.0	24.2	10.08	10.583
	2.1	6.0	25.5	11.19	9.828
CV Epocas			15.14%	29.98%	35.88%
CV Dosis			7.98%	30.47%	32.88%

DAI = días antes del trasplante.

kg ea = kilogramos del equivalente ácido.

l PC = litros del producto comercial.

CV = coeficiente de variación.

\* No hubo diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos según la prueba de "F".

Sin embargo, cabe señalar que otros estudios indican que el glifosato podría tener una actividad residual en el suelo bajo ciertas condiciones. Rodríguez y Worsham (5), encontraron que el glifosato aplicado al follaje del trigo era exudado de las raíces hacia el suelo, causando inhibición de la raíz y daños de plántulas de maíz que crecían en el mismo suelo. Brewster y Appleby (3), informan que aplicaciones preemergentes de glifosato en el suelo húmedo a los 0, 2 y 4 días después de la siembra de trigo, causó daño a un número sustancial de plantas, inclusive con dosis tan bajas como 1.7 kg/ha, particularmente en el caso en que la aplicación fue más cercana a la emergencia del trigo. Salazar y Appleby (6), encontraron que 3.4 kg/ha de glifosato aplicado hasta cinco días antes de la emergencia de la gramínea *Agrostis tenuis* causó daño significativo al crecimiento de las plantas. Los mismos autores también reportan que semillas de dos leguminosas *Medicago sativa* y *Trifolium pratense* colocadas 24 horas después de tratar la superficie de un suelo con 1.0 y 3.0 kg/ha de glifosato, se vieron afectadas considerablemente en la germinación y el crecimiento de las plantas. Las especies en mención absorbieron el herbicida del suelo a través de sus raíces, ya que el glifosato permaneció en el suelo por un período suficiente como para reducir significativamente el crecimiento de dichas especies.

Las características del suelo (textura, pH, materia orgánica, fertilidad) utilizado en este estudio, difieren de la mayoría de los suelos mencionados en la revisión bibliográfica de este artículo

Los trabajos realizados por Sprankle *et al.* (7) y Baird *et al.* (2) señalan que no se encontró actividad o residualidad del glifosato, independientemente del tipo de suelo. No obstante, los estudios de Brewster y Appleby (3), Salazar y Appleby (6), indican que la humedad del suelo pareció ser un factor más importante que los tipos de suelo a considerarse en la residualidad del glifosato. Todas las aplicaciones del glifosato previos al trasplante de tomate, se hicieron prácticamente sobre suelo carente de vegetación y con muy poca humedad.

Con los datos obtenidos en este ensayo es difícil precisar la razón de la inactividad del glifosato. Hance (4), concluyó que la baja actividad o residualidad del glifosato en el suelo obedece generalmente a una combinación de dos factores: una moderada absorción del herbicida en el suelo y una baja toxicidad propia del mismo producto cuando se aplica a las raíces de las plantas.

El tipo de suelo donde se llevó a cabo el experimento tiene mucha similitud en cuanto a pH, textura, contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes, con los suelos donde durante la estación seca del país se produce comercialmente tomate en gran escala, como son las provincias de Herrera, Los Santos y Coclé. Por lo tanto, bajo las condiciones en que se ejecutó el estudio, estos resultados preliminares pudiesen tener aplicabilidad en dichas zonas tomateras.

#### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se condujo el estudio, no se observó ningún daño aparente o real en el follaje, ni en el desarrollo, tamaño y vigor de las plantas de tomate, que pudiese tener alguna relación con la residualidad del glifosato en el suelo.

La altura, producción de biomasa (follaje seco) y rendimiento del cultivo de tomate no se vieron afectados por las aplicaciones de glifosato realizadas antes del trasplante.

Es probable que las condiciones que puedan promover fitotoxicidad al tomate recién trasplantado estén relacionadas con condiciones particulares de suelo, humedad del suelo, clima u otros, lo que evidenciaría la diferencia de respuestas obtenidas en diferentes sitios. Otra posible causa puede ser que el producto absorbido y traslocado a través de las malezas desde el follaje hasta las raíces quede disponible en la solución del suelo para que las raíces del cultivo lo absorban.

#### LITERATURA CITADA

- ANDINO, J.S.; GARRO, J.E.; DE LA CRUZ, R. 1989. Efecto del glifosato en pretrasplante y siembra directa sobre el crecimiento del cultivo del tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no 12 p. 1-11.
- BAIRD, D.D.; UPCHURCH, R.P.; HOMESLEY, W.B.; FRANZ, J.E. 1971. Introduction of a new broad-spectrum post-emergence herbicide class with utility for herbaceous perennial weed control. Proc. North Cent. Weed Control Conf. 26:64-68.
- BREWSTER, B.A.; APPLEBY, A.P. 1972. Preemergence soil activity of N-(phosphonomethyl) glycine on winter wheat. Res. Prog. Rep. West. Soc. Weed Sci. p. 90.
- HANCE, R.J. 1976. Adsorption of glyphosate by soil. Pestic. Sci. 7:363-366.
- RODRIGUEZ, J.J.; WORSHAM, A.D. 1980. Exudation of glyphosate from treated vegetation and its implication in increasing yields of no-till corn and soybeans. Abstr. Weed Sci. Soc. Am. p. 92.

6 SALAZAR, L.C.; APPLBY, A.P. 1982. Herbicidal activity of glyphosate in soil. *Weed Science* 30:463-466

7 SPRANKLE, P.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. 1975. Rapid inactivation of glyphosate in the soil. *Weed Science* 23:224-228

## Nodulación y Rendimiento del Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tratado con Diferentes Herbicidas en Dos Sistemas de Labranza<sup>1</sup>

J.D. Alvarez-Solis\*, A.B. Vesga-Cala\*\*, M. Cárdenas\*\*\*, A. Tasistro\*\*\*

### ABSTRACT

A field experiment was established to evaluate the effect of soil tillage (zero and minimum tillage) and herbicide application (linuron + alachlor, bentazon, and EPTC + paraquat) on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) nodulation and yield. The number of plant nodules did not vary between the tillage systems. Nodule weight, biomass production and seed yield were 2.4, 1.4 and 1.8 times higher in zero tillage than minimum tillage, respectively. The herbicides had no effect on nodulation. In zero tillage the seed yield was higher with a linuron + alachlor application, while with minimum tillage no difference was noted between herbicide treatment and the control. These results show that tillage affects the common bean nodulation capacity and yield, and suggests a higher stability of symbiotic nitrogen fixation in zero tillage, without any damage to common bean nodulation with the application of evaluated herbicides.

### INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una fuente de proteínas fundamental en la alimentación de los habitantes de América Latina, y además tiene gran importancia debido a la superficie dedicada a su cultivo. Varios estudios donde se ha evaluado el beneficio de la fijación simbiótica del nitrógeno en los rendimientos del frijol común, han mostrado que generalmente existe poca respuesta a la inoculación rizobiana (2, 13, 18, 20) otros señalan que la respuesta es moderada (6, 25).

El establecimiento de una simbiosis efectiva en la reducción del nitrógeno atmosférico depende de factores propios de la planta y de la bacteria, así como

### COMPENDIO

Se estableció un experimento en el campo para evaluar el efecto de la labranza del suelo (cero y mínima) y la aplicación de herbicidas (linurón + alaclor, bentazona y EPTC + paraquat) sobre la nodulación y el rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). El número de nódulos de las plantas no varió significativamente entre los dos sistemas de labranza. El peso seco de los nódulos, la producción de biomasa y el rendimiento de grano fueron, respectivamente, 2.4, 1.4 y 1.8 veces más altos en labranza cero. Los herbicidas no afectaron la nodulación. En labranza cero el rendimiento de grano fue mayor con la aplicación de linurón + alaclor, mientras que con labranza mínima no se observaron diferencias entre los tratamientos con herbicidas y el control. Estos resultados muestran que la alteración del medio edáfico, a través de la labranza, afecta la capacidad de nodulación y de rendimiento del frijol común. Así también, sugieren una mayor estabilidad de la fijación simbiótica del nitrógeno en el sistema de labranza cero, sin que existan daños sobre la nodulación del frijol común en la aplicación de los herbicidas evaluados.

de las condiciones del medio ambiente (9, 13). Se ha reportado que la actividad humana sobre el medio edáfico, a través de la labranza, modifica las características físicas y químicas del suelo y afecta la microflora del suelo (7, 8). El efecto de la labranza en la simbiosis ha sido poco estudiado (13, 24).

El sistema de labranza cero ha tenido amplia aceptación en los últimos años, principalmente en los Estados Unidos de Norteamérica. Las razones de esta rápida aceptación han sido: incrementos en la producción, mejor manejo del agua, reducción de labor y de los requerimientos de energéticos (21). Además, este sistema permite la retención de los residuos del cultivo anterior sobre la superficie del suelo y reduce el riesgo de erosión (11). Sin embargo, mucha gente tiene gran interés en la calidad del medio ambiente y cuestiona esta práctica agrícola, en donde la maleza se controla con herbicidas en sustitución del método mecánico correspondiente a la labranza (26) y el efecto que estos plaguicidas pueden tener sobre la microflora del suelo. Se ha evaluado el efecto de algunos herbicidas en el crecimiento *in vitro* de los rizobias

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 20 de agosto 1990.

\* Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Laboratorio de Microbiología Agrícola. Apartado Postal 63, 29200 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

\*\* Fertilizantes Mexicanos, S.A.

\*\*\* Universidad Autónoma de Chapingo.

(10, 14, 15), pero pocos trabajos han evaluado el efecto de los herbicidas en la sobrevivencia de *Rhizobium* en el suelo (17) y en la nodulación de las leguminosas (3)

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el efecto que la alteración del medio edáfico, a través de la labranza y la aplicación de herbicidas tiene en la nodulación y en el rendimiento del frijol común. Para lo cual se estableció en el campo una comparación entre el sistema de labranza cero y labranza mínima y se utilizaron herbicidas (linurón + alaclor, EPTC + paraquat, bentazona) en dosis cercanas a las recomendadas para el control de malezas en el cultivo del frijol común y de otras leguminosas

#### MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó en la Estación Experimental de la Universidad Autónoma de Chapingo, México, durante el ciclo agrícola primavera-verano en condiciones de temporal, con una temperatura media anual de 16.6°C y una precipitación anual de 574.6 mm; el cultivo anterior fue maíz en sistema de labranza cero. El análisis fisicoquímico del suelo se realizó en el Laboratorio de Edafología de Fertilizantes Mexicanos, S.A. La información se presenta en el Cuadro 1

Se utilizó frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario 107, con una densidad de siembra de 60 kg de semilla/ha. El diseño experimental fue bloques completos al azar con un arreglo de tratamientos en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. Las parcelas mayores correspondieron a los sistemas de labranza (cero y mínima), las parcelas medianas a los tratamientos con herbicidas (linurón + alaclor, 0.5 + 0.96 kg/ha preemergentes, bentazona 0.96 kg/ha + surfactante WF al 0.3% postemergente, EPTC 3.2 kg/ha, sobre la línea de siembra + paraquat 0.2 kg/ha postemergente dirigida, y testigo sin herbicida), y las parcelas menores a las fuentes de nitrógeno (*R. leguminosarum* bv. *phaseoli* cepas FM-138 y FM-141, 40 kg de N/ha, como urea y testigo sin N). El tamaño de las parcelas menores fue de 5 x 3 m, con cinco surcos de 5 m cada uno y con 75 cm de distancia entre surcos. En todos los casos se aplicó al "voleo" 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha como superfosfato triple. El tratamiento con labranza cero consistió en la aplicación de glifosato + sulfato de amonio, 1.08 + 1.5 kg/ha, después de haber sembrado en líneas abiertas con una pala. El tratamiento con labranza mínima se realizó con un cultivador rotativo a 10 cm de profundidad, una semana antes de la siembra. El EPTC se aplicó utilizando un atomizador rotativo Herbi, adaptado para aplicar el herbicida a "cho-

rrero" sobre la semilla. Para la aplicación de los otros herbicidas se utilizó una aspersora manual experimental de aire comprimido, con boquilla 8002 Tee Jef. Los inoculantes de *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* cepas FM-138 y FM-141 se prepararon y aplicaron a la semilla de acuerdo con el procedimiento descrito por Vincent (23). La dosis de inoculación fue de 350 g de inoculante/60 kg de semilla y la técnica de aplicación consistió en humedecer con agua la semilla y mezclarla con el inoculante (caldo de cultivo crecido hasta 10 x 10<sup>7</sup> células/ml + turba, volumen: peso, 1:1), hasta impregnar la superficie de la semilla, sembrando inmediatamente

A los 45 días de establecido el ensayo en el campo, se obtuvieron al azar cinco plantas de los surcos laterales de cada parcela y se analizó el número y peso seco de los nódulos y el peso seco de la raíz y del follaje. Al momento de la cosecha se obtuvo el rendimiento de grano (kg/ha) para cada una de las parcelas y para la evaluación de este parámetro se utilizaron las plantas de los tres surcos centrales. Los resultados se procesaron con base en el análisis de variancia (16) y donde el efecto de los tratamientos o interacciones entre tratamientos mostró diferencias significativas, se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan (P ≤ 0.05).

#### RESULTADOS

##### Efecto del sistema de labranza en la nodulación, la producción de biomasa y el rendimiento de grano del frijol común

Entre los dos sistemas de labranza se presentaron diferencias contrastantes para la mayoría de los parámetros evaluados en el presente estudio. Los valores más altos correspondieron al sistema de labranza cero. Referente a la nodulación del frijol común se observó que el número de nódulos de las plantas analizadas no

Cuadro 1. Características fisicoquímicas del suelo de la Estación Experimental de la Universidad Autónoma de Chapingo, México.

Textura:	franco
Arena	48%
Limo	28%
Arcilla	24%
Materia orgánica	1.2%
pH	6.7%
Conductividad eléctrica	1.27 mmhos/cm
Capacidad de intercambio catiónico	17 me/100 g
N	0.11%
P	12 ppm

Cuadro 2. Nodulación, producción de biomasa y rendimiento de grano del frijol común (*P. vulgaris*) en dos sistemas de labranza.

Sistema de labranza	Nódulos		Peso seco (g)		Rendimiento (kg/ha)
	Número	peso seco (mg)	raíz	follaje	
Cero	209 a <sup>1</sup>	214 a	2.07 a	10.13 a	441.5 a
Mínima	174 a	91 b	1.44 b	6.95 b	243.8 b

1 Los valores seguidos por la misma letra para cada parámetro no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

fue significativamente diferente entre los dos sistemas de labranza, sin embargo, el peso seco de los nódulos fue, con significancia estadística, 2.4 veces más alto en labranza cero. Así también, la producción de biomasa (peso seco de la raíz y del follaje) evaluada 45 días después de la siembra y el rendimiento de grano fueron, respectivamente, 1.4 y 1.8 veces más altos en labranza cero (Cuadro 2).

Por otra parte, con respecto a la respuesta del frijol común a la inoculación con *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* (cepas FM-138 y FM-141), se observó que en los dos sistemas de labranza no existieron diferencias significativas en el número y en el peso seco de los nódulos entre los tratamientos inoculados y el testigo sin inocular y sin fertilizante nitrogenado. El tratamiento con fertilizante nitrogenado inhibió la nodulación en ambos sistemas de labranza. De manera similar, no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de grano entre las diferentes fuentes de nitrógeno (en el Cuadro 3 se presenta el promedio de los dos sistemas de labranza). Sin embargo, para el peso seco del follaje se detectó una interacción significativa entre los sistemas de labranza y las fuentes de nitrógeno (Cuadro 4). Donde se observa que en el sistema de labranza cero, la producción de follaje no fue significativamente diferente entre los tratamientos inoculados y los no inoculados, con y sin fertilizante nitrogenado, mientras que en labranza mínima el tratamiento con fertilizante nitrogenado superó con significancia a los tratamientos inoculados.

#### Efecto de los herbicidas en la nodulación, la producción de biomasa y el rendimiento de grano del frijol común

Las mezclas de los herbicidas evaluados no afectaron significativamente el número y el peso seco de los nódulos (Cuadro 5). Las diferencias se presentaron en la producción de biomasa y en el rendimiento de grano. En relación con la producción de biomasa, para el peso seco de la raíz no se detectaron diferencias signifi-

ficativas entre los tratamientos con herbicidas, pero entre éstos y el testigo sin herbicida, correspondieron los valores más bajos al testigo. En el peso seco del follaje, únicamente los tratamientos con linurón + alaclor y con bentazona superaron significativamente al testigo sin herbicida (Cuadro 5).

En el rendimiento de grano se detectó una interacción significativa entre los sistemas de labranza y los tratamientos con herbicidas (Cuadro 6), donde se observa que en el sistema de labranza mínima, no se presentaron diferencias significativas entre los diferentes herbicidas y en relación con el testigo sin herbicida, sin embargo, en labranza cero el tratamiento con linurón + alaclor superó significativamente a los otros tratamientos con herbicida y al testigo.

#### DISCUSION

El experimento en el campo estuvo sujeto a una fuerte escasez de lluvias, lo cual explica parcialmente el bajo rendimiento de grano obtenido en el presente trabajo.

Cuadro 3. Respuesta del frijol común (*P. vulgaris*) a la inoculación con *R. leguminosarum* bv. *phaseoli*.

Fuente de Nitrógeno	Nódulos		Rendimiento (kg/ha)
	número	peso seco (mg)	
Inoculado			
Cepa FM-138	215 a <sup>1</sup>	168 a	313 a
Cepa FM-141	208 a	163 a	369 a
No inoculado			
Con N	146 b	109 b	349 a
Sin N	197 a	179 a	340 a

1 Los valores seguidos por la misma letra para cada parámetro no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

Cuadro 4. Producción de follaje (g) del frijol común (*P. vulgaris*) inoculado y no inoculado en dos sistemas de labranza.

Sistema de labranza	Inoculado		No inoculado	
	Cepa FM-138	Cepa FM-141	Con N	Sin N
Cero	10 a <sup>1</sup>	9.1 a	11.1 a	10.3 a
Mínima	6 b	6.1 b	8.3 a	7.5 ab

1 Los valores seguidos por la misma letra dentro de cada sistema de labranza no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

Las diferencias en la producción de biomasa y de grano observadas entre los dos sistemas de labranza pueden estar relacionadas con la disminución en el peso de los nódulos encontrada en labranza mínima. Otras investigaciones (5, 19) han reportado la existencia de correlación positiva entre el peso de los nódulos y la fijación simbiótica del nitrógeno. Una evidencia del efecto de la labranza mínima sobre la nodulación y su influencia en el rendimiento de grano del frijol común se presentó en la producción de follaje, debido a que en la labranza mínima los valores más altos correspondieron al tratamiento con fertilizante nitrogenado, mientras que en la labranza cero no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos inoculados y los no inoculados, con y sin fertilizante nitrogenado.

Las causas de las diferencias en el peso de los nódulos entre los dos sistemas de labranza no son claras. sin embargo, la mayor capacidad de almacenamiento de agua en el sistema de labranza cero parece haber sido decisiva. De acuerdo con Bustamante (4) la labranza permite mayor exposición del suelo a la desecación, lo cual ocasiona que la humedad sea baja y

que la temperatura del suelo se incremente. Voss y Sidiras (24) compararon la nodulación de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill) entre el sistema de labranza cero y la labranza convencional y encontraron 2.5 veces mayor cantidad de tejido nodular en labranza cero, y sugirieron que la diferencia pudo ser el resultado del aumento de la temperatura del suelo en la labranza convencional y de la mayor capacidad de almacenamiento de agua en labranza cero. Varios estudios (1, 12, 22) han mostrado la estrecha relación que existe entre la humedad del suelo y la nodulación de las leguminosas. Los efectos reportados indican una influencia en la sobrevivencia, multiplicación y migración de los rizobias en el suelo, o bien, un efecto en el proceso de nodulación. En las condiciones de baja humedad en que se desarrolló el cultivo del frijol común en el presente trabajo, la ausencia de diferencias en el número de nódulos entre los dos sistemas de labranza y el efecto negativo de labranza mínima en el peso de los nódulos, indica que la infección de la raíz del frijol común por la bacteria simbiote se presentó con la misma intensidad en los dos sistemas de labranza, pero que la calidad, y por lo tanto, la efectividad de los nódulos fue afectada por la labranza mínima.

Cuadro 5. Nodulación y producción de biomasa del frijol común (*P. vulgaris*) tratado con diferentes herbicidas.

Herbicidas	Nódulos		Peso seco (g)	
	número	peso seco (mg)	raíz	follaje
Linurón + alaclor	178 a <sup>1</sup>	130 a	1.84 a	9.5 a
Bentazona	172 a	129 a	1.84 a	9.2 a
EPTC + paraquat	220 a	176 a	1.77 a	8.4 ab
Sin herbicida	196 a	175 a	1.55 b	7.1 b

1 Los valores seguidos por la misma letra para cada parámetro, no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

Cuadro 6. Rendimiento de grano (kg/ha) del frijol común (*P. vulgaris*) en dos sistemas de labranza, tratado con diferentes herbicidas.

Sistema de labranza	Herbicidas			
	Linurón + alaclor	Bentazona	EPIC + paraquat	Sin herbicida
Cero	534.4 a <sup>1</sup>	402.1 b	438.3 b	387.1 b
Mínima	215.8 a	234.6 a	236.7 a	288.2 a

1 Los valores seguidos por la misma letra dentro de cada sistema de labranza no difieren significativamente entre sí ( $P \leq 0.05$ )

La ausencia de diferencias en la nodulación y en el rendimiento de grano de frijol común, entre los tratamientos inoculados con las cepas FM-138 y FM-141 y el testigo sin inocular y sin fertilizante nitrogenado, en los dos sistemas de labranza, sugiere que las cepas nativas fueron igual de infectivas y efectivas que las cepas contenidas en los inoculantes, o que fueron las responsables de la nodulación en los tratamientos inoculados; sin embargo, el no haber utilizado técnicas para la detección de las cepas introducidas, no permitió conocer el número de nódulos formados por las cepas nativas en los tratamientos inoculados. Otras investigaciones (2, 18, 20) también encontraron poca respuesta del frijol común a la inoculación rizobiana. Así también, Huntington *et al.* (13) no encontraron diferencia en la respuesta del frijol común a la inoculación entre labranza cero y labranza convencional.

Por otra parte, la ausencia de efecto de los herbicidas sobre la nodulación del frijol común observado en el presente trabajo, difiere de los resultados de Bollich

*et al.* (3) quienes al trabajar con la soya encontraron que el linurón y el alaclor disminuyeron el peso de los nódulos sin afectar el rendimiento del cultivo. Sin embargo Moorman (17) reporta que cuando los herbicidas fueron aplicados en las dosis recomendadas, éstos tuvieron poco o ningún efecto en la sobrevivencia de *Bradyrhizobium japonicum* en el suelo. Lo que parece indicar que existen diferencias en la susceptibilidad a los herbicidas entre los cultivos de leguminosas, o bien, como se ha demostrado en cultivos *in vitro*, entre diferentes cepas o especies de *Rhizobium* (10, 14, 15)

Los resultados del presente trabajo muestran que la alteración del medio edáfico, a través de la labranza, afecta la capacidad de nodulación y de rendimiento del frijol común. Así también, sugieren una mayor estabilidad de la fijación simbiótica del nitrógeno en el sistema de labranza cero, sin que existan daños en la nodulación del frijol común con la aplicación de los herbicidas evaluados en las dosis utilizadas

#### LITERATURA CITADA

- 1 ABDEL-WAHAB, A.M.; ZHRAN, H.N. 1979. The effects of water stress on  $N_2$  ( $C_2H_4$ ) fixation and growth of four legumes. *Agriculture* 28:383-400
- 2 BOUCHER, D.H.; ESPINOZA, M. 1982. Cropping system and growth and nodulation responses of bean to nitrogen in Tabasco, Mexico. *Tropical Agriculture* 59(4):279-282
- 3 BOLLICH, P.K.; DUNIGAN, E.P.; HARGER, I.R.; KICHEN, L.M. 1984. Effects of herbicides on nodulation, nitrogen fixation and seed yield of soybeans in Louisiana. *Louisiana Agric. Exp. Sta. Bull.* no. 762
- 4 BUSTAMANTE, B.I.D. 1976. Influencia de diversos métodos de labranza sobre el rendimiento de dos variedades de alfalfa y la alteración del medio físico del suelo en la rotación maíz (*Zea mays* L.) -alfalfa (*Medicago sativa* L.). Tesis Mag. Sc. Colegio de Posgraduados de Chapingo, México. 281 p.
- 5 DOBEREINER, J.; ARRUDA, N.B.; PENTEADO, A. 1976. Avaliação da fixação do nitrogênio em leguminosas, pela regressão do nitrogênio total das plantas sobre o peso dos nódulos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 1:233-237
- 6 DOBEREINER, J.; CAMPELO, A.B. 1977. Importance of legumes and their contribution to tropical agriculture. In *A treatise on dinitrogen fixation*, section IV: Agronomy and ecology. Ed. by Hardy, R.W.F.; Gibson, A.H. New York, Wiley. p. 191-220
- 7 DORAN, J.W. 1980a. Microbial changes associated with residue management with reduced tillage. *Soil Science Society of America Journal* 44(3):518-524.

- 8 DORAN, J.W. 1980b. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Science Society of America Journal* 44(4):765-771.
- 9 DOWLING, D.N.; BROUGHTON, W.J. 1986. Competition for nodulation of legumes. *Annual Review of Microbiology* 40:131-157.
- 10 HAMED, A.S.; SALEM, S.A. 1977. Effect of some pesticides on the growth of *Rhizobium leguminosarum* in liquid culture media. In *Soil biology and conservation of the biosphere*. Ed. by Szegui, J. Budapest, Hungary, Akademia Kiadó p. 213-219.
- 11 HARROLD, L.L.; EDWARDS, W.W. 1974. No tillage system reduces erosion from continuous corn watersheds. *Transactions of the ASAE* 17(3): 414-416.
- 12 HUNT, P.G.; WOLLUM, A.G.; MATHENY, T.A. 1981. Effect of soil water on *Rhizobium japonicum* infection, nitrogen accumulation and yield in bragg soybean. *Agronomy Journal* 73:501-505.
- 13 HUNTINGTON, I.G.; SMITH, M.S.; THOMAS, G.W.; BLEVINS, R.L.; PEREZ, A. 1986. Response of *Phaseolus vulgaris* to inoculation with *Rhizobium phaseoli* under two tillage systems in the Dominican Republic. *Plant and Soil* 95:77-85.
- 14 IBRAHIM, A.N.; TEWFIK, M.S.; SALEM, K.G. 1977. Symbiotic nitrogen fixation by broad bean and growth of *Rhizobium leguminosarum* strains as influenced by certain herbicides. In *Soil biology and conservation of the biosphere*. Ed. by Szegui, J. Budapest, Hungary Akademia Kiadó. p. 201-207.
- 15 KECSKES, M. 1972. A survey of herbicide sensitivity and resistance of rhizobia. *Symp. Biol. Hung.* 11:405-415.
- 16 LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1985. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura México. Ed. Trillas 270 p.
- 17 MOORMAN, T.B. 1986. Effects of herbicides on the survival of *Rhizobium japonicum* strains. *Weed Science* 34:628-633.
- 18 NUÑEZ, R.E.; VALDEZ, M. 1978. Bean inoculation in the valley of Mexico under unirrigated conditions. In *Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics*. Ed. by Dobereiner, J.; Burris, R.H.; Hollaender, A. New York, Plenum Press p. 335-336.
- 19 NUTMAN, P.S. 1965. Symbiotic nitrogen fixation. *Agronomy* 10:360-386.
- 20 QUINTERO, J.J.; GONZALES, S.M.; CALZADO, C.; CASTILLO, M.A.; PEÑA, M. 1983. Efecto de la inoculación del frijol en zonas de temporal en Durango. *Turrialba* 33:303-309.
- 21 RILEY, D.; COUTTS, J.; GOWMAN, A.M. 1975. Placement, mobility and plant uptake of nutrients in no-tillage systems. *Proceedings of No-tillage Forage Symposium*. Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center p. 150-158.
- 22 SPRENT, J.I. 1976. Water deficits and nitrogen-fixing root nodules. In *Water and plant growth*. Ed. by Kozłowski, T.T. New York, Academic Press. p. 291-315.
- 23 VINCENT, J.M. 1975. *Manual práctico de rizobiología*. Buenos Aires, Hemisferio Sur 199 p.
- 24 VOSS, M.; SIDIRAS, N. 1985. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 20(7):775-782.
- 25 WESTERMANN, D.I.; KLEINKOPF, G.E.; PORTER, L.K.; LEGGETT, G. 1981. Nitrogen sources for bean seed production. *Agronomy Journal* 73:660-664.
- 26 WILLIAMS, M.E. 1972. Agricultural chemical pollution as affected by reduced tillage systems. *Proceedings of No-tillage Systems Symposium*. Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center p. 30-39.



## Notas y Comentarios

SHAMOS, M. (ed.). *Great Experiments in Physics*. Constable. 1988. 370 p.

Ahora que esta fascinante antología está disponible a un precio módico en rústica, no hay científico en las ciencias físicas —desde el maestro de escuela hasta el investigador— que no deba tenerlo en su biblioteca. Aquí se encuentra la mayoría de los grandes nombres de la Física: Galileo y Newton sobre las leyes del movimiento; Coulomb, Oersted, Faraday, Lenz, Hertz y Maxwell sobre el electromagnetismo; Young y Fresnel sobre la interferencia y la difracción de la luz; Joule sobre el equivalente mecánico del calor; Roentgen y Becquerel sobre los rayos-X y la radiactividad; y Thompson, Einstein, Milikan, Plank, Bohr y Rutherford sobre física atómica.

Los artículos incluidos en *Great Experiments in Physics* están editados cuidadosamente para hacerlos accesibles a estudiantes de primer año de física. La teoría electromagnética de Maxwell sin las ecuaciones de Maxwell es como Hamlet sin el Príncipe. Pero, la introducción a cada capítulo y las notas marginales detalladas son extremadamente iluminantes. La lectura de este libro es excitante y profundamente emotiva para cualquiera que considere que los nombres que he mencionado están entre los gigantes de la cultura.

Estos gigantes han tenido obstáculos para la defensa de sus nuevas ideas, como se conoce en la historia de la ciencia. Este tema me ha fascinado desde hace mucho tiempo. Después de laboriosas investigaciones, he conseguido localizar los comentarios originales de los revisores (los llamados referees) de los manuscritos clásicos y aquí presento algunos extractos de ellos.

1. Galileo Galilei, sobre el movimiento acelerado: “Su Santidad, he examinado el manuscrito recientemente adquirido por vuestros agentes en Holanda y lo encuentro tan inicuo como podría esperarse del Santo Oficio. Las enseñanzas del divino Aristóteles están una vez más coloradas en la boca de un cabeza dura”. “En lo que se refiere a los argumentos del señor Galileo, éstos son toda una mezcla de péndulos cuyos hilos tropiezan con clavos y juegos de niños con bolas que ruedan en planos inclinados de madera; por ello, creo que pocos los tomarán en serio. Su Santidad, sería mejor mostrar una noble indiferencia en relación con estos disparates”

2. Newton, sobre sus leyes del movimiento: “El señor Newton se esforzó mucho en la filosofía natural

pero, recientemente, sólo se ha interesado en la alquimia y la teología. Ahora se ha presentado con un grueso libro en latín en el que dice que todas las cuestiones filosóficas están resueltas. Está muy bien escrito, y tan lleno de definiciones y leyes que la mente entra pronto en un torbellino”.

“Aunque reconoce el trabajo de varios caballeros de la Sociedad, cuando escribe sobre péndulos, esto es, Sir Christopher Wren y Mr. Wallis, pero cuando presenta lo que llama su ley de gravitación, no menciona a nadie sino a él mismo, aunque todos saben que Sir Christopher y Mr. Halley estuvieron antes que él. El libro no debe circular sin que esto se corrija”.

3. Young, sobre la interferencia de la luz: “Mr. Young nos ha dado, en su conferencia Bakeriana, un verdadero ataque sobre la hipótesis de ópticos modernos, que permiten la supremacía de la gran teoría corpuscular de Newton, junto con la descripción de diversos experimentos sutiles, como las sombras que proyectan dos cuchillos inclinados, por un pelo fino o por dos rendijas estrechas”.

“Enfatiza mucho en la luz fina y de bandas oscuras que aparecen en el filo de las sombras y afirma que esto no es buen augurio para la hipótesis de Newton. Sin embargo, como Mr. Young mismo acepta, cuando cesa por un segundo su diatriba, Sir Isaac mismo hizo este experimento y no le fue difícil explicar que sólo la emanación de las partículas de luz es acompañada siempre por ondulación del medio etéreo que lo acompaña en su recorrido”.

4. Oersted, sobre el electromagnetismo: “El profesor Oersted quizás ha buscado evadir el escrutinio de los consultores al imprimir su folleto privadamente y circularlo en esta Sociedad y en otros lugares. Oersted se imagina que nosotros vamos a creer con mayor facilidad su experimento debido a que invitó a varios notables de Dinamarca, caballeros, profesores y aquellos decorados por el rey. Clama que los experimentos fueron llevados a cabo durante sus días de estudiante, lo que si fuera cierto sería algo sorprendente. Creo que la Sociedad debería repetir el experimento en condiciones más sobrias”.

5. Einstein, sobre el efecto fotoeléctrico: “El autor, un amanuense de Zurich, ha intentado un doctorado de tiempo parcial y ha mostrado ya una considerable promesa en sus escritos previos sobre la teoría cinética y termodinámica. Ahora, se aventura en el área más de moda y peligrosa de la “hipótesis cuántica” del profesor Plank y reclama elucidar el efecto fotoeléctrico que descubrió, primero, el profesor Hertz

y que ha sido recientemente muy estudiada por el Sr. Lenard. Creo que el autor debería ser invitado a aclarar la extensión en que es esencial la "hipótesis cuántica" en su análisis o si hay que considerarla simplemente como una "interpretación útil pero especulativa de los fenómenos".

6. Chadwick, sobre el neutrón: "El autor muestra, me parece, algo convenientemente: que la radiación neutral que emana del berilio, al ser bombardeado por partículas alfa, no es una radiación gamma, como lo postula Bothe y Becker, sino que consiste de partículas neutras con una masa de alrededor de 1".

"Identifica a éstos con la combinación fotón-electrón, postulada por Rutherford, y sugiere o que ellos forman un pequeño dipolo o que el protón puede estar embebido dentro del electrón. Ambas figuras encierran serias dificultades de estabilidad no tocadas por el autor y sugiero que estas especulaciones sean omitidas sin ocasionar con ello ninguna pérdida".

Como se puede ver, esto siempre ha sido así.

MICHAEL ROWAN-ROBINSON  
PROFESOR DE ASTROFISICA  
QUEEN MARY COLLEGE  
LONDRES, INGLATERRA

## Poblaciones de Malezas y Nematodos Hospedados por Algunas de ellas en los Cultivos de Ñame de la Basse-Terre (Guadalupe)<sup>1</sup>

J. Fournet\*, A. Kermarrec\*, F. Dos Santos\*

### ABSTRACT

Three types of weed communities prevail in yam fields in Basse-Terre (Guadeloupe); they are characterized by their composition in ecological species groups, and by environmental conditions. The weed hosts of *Pratylenchus coffeae* in *Dioscorea rotundata* fields are mainly *Rottboellia cochinchinensis*, *Setaria barbata*, *Senna obtusifolia*, *Mimosa pudica* and *Phyllanthus debilis*.

### COMPENDIO

Tres tipos de poblaciones de malezas fueron puestos en evidencia en los cultivos de ñame de la Basse-Terre (Guadalupe). Se caracterizan por su composición en grupos ecológicos de especies y por las condiciones del medio correspondientes. Las especies que pueden servir de viveros al nematodo *Pratylenchus coffeae* en los cultivos de *Dioscorea rotundata* son principalmente *Rottboellia cochinchinensis*, *Setaria barbata*, *Senna obtusifolia*, *Mimosa pudica* y *Phyllanthus debilis*.

### INTRODUCCION

Con el objeto de que sirvan de base para la generalización de los resultados de ensayos de herbicidas realizados en Guadalupe, es necesario caracterizar las poblaciones de malezas en función de los cultivos y las condiciones ecológicas. Un estudio fitoecológico de larga duración fue iniciado a este

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 16 de agosto 1990.

Se agradece a Pascale Hemon, estudiante ISTOM; José Anais, técnico en Fitonematología, Michel Artigues, Christian Marquestaut y Eric Moinard, Voluntarios de Ayuda Técnica

\* INRA Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane, BP 1232 F97184 POINTE A PITRE Cedex

efecto; la primera parte se refiere a las malezas de la Basse-Terre (región montañosa de Guadalupe, Fig. 1) Solo se presentan aquí los resultados obtenidos en cultivos de ñame (*Dioscorea* spp.). Se completan con observaciones sobre los nematodos del ñame alojados por algunas de ellas. Los nematodos del ñame pertenecen a algunos de los siguientes géneros: *Pratylenchus*, *Scutellonema*, *Meloidogyne*, *Rotylenchulus* y *Helicotylenchus*. El principal parásito de los tejidos internos de las raíces y tubérculos de *Dioscorea* es en las Antillas Francesas y al menos en Guadalupe, *Pratylenchus coffeae* (17, 18). Su presencia en las raíces de las malezas en cultivos de *D. rotundata*, la especie más sensible a este nematodo fue investigada en la comuna de Petit Bourg

## MÉTODOS

### Fitoecología

Trescientos cincuenta relevamientos fueron realizados siguiendo un plan de muestreo estratificado en función del cultivo y la pluviometría. Sesenta y dos relevamientos fueron realizados sobre cultivos de ñame (*Dioscorea alata*, *D. cayenensis*, *D. rotundata*, *D. trifida*). En cada sitio muestreado se anotó por un lado, la abundancia de cada especie de maleza y por otro, 63 variables del medio relativas al clima, al suelo, a la topografía y a las condiciones del cultivo

La nomenclatura botánica es la utilizada por uno de los autores (5), con algunas modificaciones (12, 13, 14).

Para la interpretación de los datos se utilizaron las técnicas de fitoecología del C.E.P.E. de Montpellier

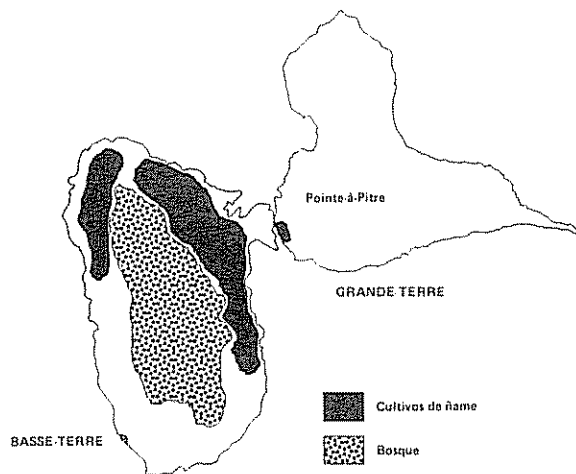


Fig. 1. Zonas principales de cultivo de ñame en la Basse-Terre.

(Francia), presentadas en otros trabajos (4, 6, 7, 8, 10, 11), como también el análisis factorial de correspondencias. Las especies son repartidas en grupos ecológicos (grupos de especies que a menudo se encuentran juntas y que presentan perfiles ecológicos cercanos para las variables que el análisis da como "eficaces"). Los relevamientos son repartidos en comunidades vegetales, cada una caracterizada por su composición en grupos ecológicos y por las condiciones del medio.

### Nematología

Cinco plantas de cada una de las adventicias más abundantes en los cultivos de *D. rotundata* de Petit-Bourg (sitio llamado Montebello) se trasplantaron, bajo abrigo, en macetas de 14 cm de diámetro llenas de tierra. A los 15 días, luego de la estabilización del sistema radicular, cada planta fue inoculada con 300 *Pratylenchus coffeae* (en promedio 250 larvas, 44 hembras y 12 machos). Los nematodos inoculados a las raíces fueron recién extraídos de tejidos de ñame en conservación. Siete semanas más tarde, las raíces de las malezas fueron lavadas y molidas, y los nematodos extraídos por la técnica de flotación-centrifugación (16). Los parásitos extraídos fueron contados con lupa binocular, y su abundancia referida a 10 g de raíces frescas.

## RESULTADOS

### Estudio fitoecológico

#### Observaciones florísticas

En el total de 350 relevamientos se encontraron 276 especies de malezas. Los 62 relevamientos sobre ñame contenían 136 especies de las cuales 102 estaban presentes en más de un relevamiento. Las halladas en más del 25% de los relevamientos fueron, en orden de frecuencia decreciente:

*Emilia sonchifolia* (L.) DC  
*Mimosa pudica* L.  
*Vernonia cinerea* (L.) Less  
*Borreria latifolia* (Aubl.) Schum.  
*Oxalis barrelieri* L.  
*Phyllanthus debilis* Klein.  
*Ipomoea setifera* Poir.  
*Cleome rutidosperma* DC.  
*Vigna hosei* (Craig) Baker  
*Urena lobata* L.  
*Cyperus rotundus* L.  
*Digitaria bicornis* (Lam.) R. & S.  
*Euphorbia heterophylla* L.  
*Senna obtusifolia* (L.) Irw. & Barn.  
*Setaria barbata* (Lam.) Kth.

Cuadro 1a. Grupos ecológicos de malezas.

Composición Botánica	Características Ecológicas
<p><i>Acalypha arvensis</i> Poepp &amp; Endl.  <i>Begonia hirtella</i> Link  <i>Bidens pilosa</i> L var <i>pilosa</i>  <i>Blechnum brownii</i> Juss  <i>Clidemia hirta</i> (L.) D Don  <i>Laporteia aestuans</i> (L.) Chew  <i>Panicum trichooides</i> Sw  <i>Paspalum nutans</i> Lam  *<i>Phenax sonneratii</i> (Poir.) Wedd.  *<i>Piper dilatatum</i> L.C. Rich  <i>Xanthosoma</i> sp.</p>	<p>Grupo ruderal nitrófilo. Montañas, llanuras. Altura &gt; 100 m. Pluviometría &gt; 2 000 mm. Sobre todo ladera al sotavento y sur de la Basse-Terre. Prefiere suelos húmedos y ricos. Pendiente a menudo fuerte. Desmalezado frecuentemente nulo.</p> <p>Precedente: plátano, bosque, plantas de tubérculos.  Cultivos: plátano, plantas de tubérculos, berenjena</p>
<p><i>Ageratum conyzoides</i> L.  <i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb. (var)  *<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.  <i>Digitaria</i> sp.  <i>Elephantopus spicatus</i> Juss. ex Aubl.  *<i>Mikania micrantha</i> Kunth var. <i>micrantha</i>  <i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.  <i>Phyllanthus urinaria</i> L.  <i>Sida rhombifolia</i> L. var. <i>rhombifolia</i>  <i>Solanum americanum</i> Mill.  <i>Solanum torvum</i> Sw var. <i>torvum</i>  <i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gartn.</p>	<p>Grupo ruderal y de parcelas cultivadas. Altura principalmente &gt; 100 m. Pluviometría &gt; 1 500 mm. Sobre todo en ladera al sotavento y sur de la Basse-Terre. Mismos suelos que el grupo anterior. húmedos, pero de riqueza variable. Pendiente a menudo fuerte. Desmalezado frecuentemente nulo.</p> <p>Precedente: nunca caña de azúcar  Cultivos: evita la caña y ñame sin tutor</p>
<p><i>Egiphila martinicensis</i> Jacq.  *<i>Hemidiodia ocimifolia</i> (Willd.) K. Schum.  *<i>Oxalis debilis</i> Kunth in HBK var. <i>corymbosa</i> (DC.) A. Lourteig  <i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth</p>	<p>Grupo ruderal y de parcelas cultivadas de llanura y montaña. Altura 100-400 m. Estación seca poco marcada. Prefiere suelos marrones a halosita, andosoles y vertisoles, sobre todo cerca del bosque. Abono orgánico frecuente. Prefiere pendientes fuertes.</p> <p>Precedente: plátano, parcelas abandonadas o bosque.  Cultivos: principalmente plátano, berenjena, plantas a tubérculos</p>
<p><i>Chamaecrista glandulosa</i> (L.) Greene var. <i>swartzii</i> (Wikstr.) Irwin &amp; Barn.  <i>Hypoxis decumbens</i> L.  <i>Panicum pilosum</i> Sw  <i>Passiflora rubra</i> L.  <i>Physalis pubescens</i> L. var. <i>pubescens</i>  *<i>Scleria pterota</i> Presl  *<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.</p>	<p>Grupo ruderal subforestal, encontrado mucho en desmontes recientes en el norte de la ladera al sotavento. Suelos pedregosos, a menudo con pendientes fuertes. Desmalezado químico frecuentemente nulo. Altura 150-500 m.</p> <p>Precedente: bosque  Cultivos: ñames tutorados, aroideas, berenjena</p>
<p><i>Centrosema pubescens</i> Benth.  <i>Eleusine indica</i> (L.) Gartn.  <i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy  <i>Momordica charantia</i> L.  <i>Oxalis barrelieri</i> L.  <i>Paspalum conjugatum</i> Berg var. <i>conjugatum</i>  <i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth  <i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.</p>	<p>Grupo de especies indiferentes a todas las variables en la zona estudiada: se encuentra en todos los cultivos y en casi todas las situaciones ecológicas (Grupo artificial)</p>

Cuadro 1b. Grupos ecológicos de malezas.

<p><i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench sp <i>nictitans</i> var <i>diffusa</i> (DC.) Irv &amp; Barn.  <i>Crotalaria pallida</i> Alton  *<i>Emilia fosbergii</i> Nicholson  <i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl  <i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell in Fern.  <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven  *<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Ktze.  <i>Paspalum melanospermum</i> Desv  <i>Paspalum virgatum</i> L.  <i>Polygala planellasi</i> Molinet &amp; Maza  <i>Rolandra fruticosa</i> (L.) O. Ktze.</p>	<p>Grupo ruderal y de praderas de la ladera al barlovento, sobre suelos bien drenados, de pH &lt; 5, habiendo recibido en general, algún abono orgánico o mineral, pero pobres en magnesio. Desmalezado químico raro o nulo. Cultivos regados en clima bastante seco (más de tres meses por debajo de 50 mm de lluvia)</p> <p>Precedente: huerta, plantas de tubérculos, sabana natural.  Cultivos: berenjena, ñames, piña.</p>
<p>*<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Br  *<i>Paspalum paniculatum</i> L.</p>	<p>Grupo ruderal encontrado principalmente en valles y llanos, por debajo de los 400 m de altura, sobre todo en cultivos regados sobre suelos ácidos y de drenaje malo, habiendo recibido un abono orgánico. Evita las partes altas de las parcelas. Desmalezado químico frecuente (sobre todo paraquat).  Precedente: plátano, huerta, sabana, piña  Cultivos: sobre todo piña, aroideas, berenjena, plátano.</p>
<p>*<i>Amaranthus dubius</i> Mart.  <i>Chamaesyce hirta</i> Millsp.  <i>Digitaria horizontalis</i> Willd.  *<i>Portulaca oleracea</i> L.</p>	<p>Grupo de parcelas cultivadas, principalmente en cultivos regados, en zonas desmontadas de más de cinco años. Prefiere suelos profundos y sobre todo planos bajos. Herbicidas, abonos orgánico y mineral corrientes.  Precedente: huerta, plátano, sabana.  Cultivos: principalmente berenjena y plantas de tubérculos</p>
<p><i>Borreria parviflora</i> Meyer  <i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.  <i>Desmodium incanum</i> DC.  *<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.  *<i>Urena lobata</i> L.</p>	<p>Grupo ruderal mesófilo, principalmente en cultivos regados desmalezados químicamente. Suelos de kaolinita o halosita, con baja CIC, habiendo recibido un aporte mineral (cal, escorias), planos o con poca pendiente.  Cultivos: todos salvo plátano</p>
<p>*<i>Trimezia martinicensis</i> (Jacq.) Kunth in Griseb.  *<i>Wedelia trilobata</i> (L.) Hitch.</p>	<p>Grupo ruderal y de praderas de suelos ferralíticos y ferralíticos-aluviales de la ladera mesófila al barlovento. A menudo con baja CIC. Principalmente en fuertes pendientes o altas planicies.  Precedente: aroideas, ñames, boniato (batata), sabana.  Cultivos: piña, ñames</p>

*Eleusine indica* (L.) Gaertn.  
*Croton hirtus* L'Hérit.  
*Ipomoea tiliacea* (Willd.) Choisy  
*Cynodon dactylon* (L.) Pers.  
*Commelina diffusa* Burm. f.  
*Sida rhombifolia* L.  
*Eleutheranthera ruderalis* (Sw.) Sch. Bip.  
*Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small.  
*Jacquemontia tamnifolia* (L.) Griseb.  
*Phyllanthus urinaria* L.  
*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton.  
*Sida acuta* Burm.

Las 136 especies presentes se repartieron en 40 familias y 102 géneros; 18 familias estaban representa-

das por más de una especie. Las familias más representadas, por orden de importancia decreciente fueron:

Poaceae (25 esp., 11 géneros)  
Euphorbiaceae (14 esp., 6 géneros)  
Asteraceae (12 esp., 11 géneros)  
Fabaceae (12 esp., 9 géneros)  
Cyperaceae (5 esp., 4 géneros)  
Malvaceae (5 esp., 3 géneros)  
Lamiaceae (5 esp., 3 géneros)  
Rubiaceae (5 esp., 1 género)

#### *Variables eficaces*

Las variables de las cuales ciertas clases están correlacionadas a la presencia o ausencia del número más

Cuadro 1c. Grupos ecológicos de malezas.

<p><i>Eschynomene americana</i> L.  <i>Amaranthus viridis</i> L.  <i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.  <i>Caladium bicolor</i> (Ait.) Vent.  <i>Chamasyce glomerifera</i> Millsp.  <i>Chamasyce hyssopifolia</i> (L.) Small  <i>Cleome aculeata</i> L.  <i>Croton lobatus</i> L.  <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.  *<i>Cyperus rotundus</i> L.  <i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.  <i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.  <i>Euphorbia heterophylla</i> L.  <i>Ipomoea setifera</i> Poir.  <i>Malachra fasciata</i> Jacq.  <i>Mimosa pigra</i> L.  <i>Mimosa pudica</i> L.  <i>Panicum maximum</i> Jacq.  *<i>Phyllanthus debilis</i> Klein.  <i>Sida acuta</i> Burm.  <i>Triumfetta lappula</i> L.  <i>Vigna hosei</i> (Craig.) Baker</p>	<p>Grupo ruderal y de parcelas cultivadas de la ladera al barlovento y del norte de la Basse-Terre. Altura &lt; 150 m. Pluviometría 1 700-3 000 mm. Se encuentra también en sotavento bajo riego. Suelos ferralíticos-aluviales, ferralíticos, ferrisoles, y antiguamente remodelados, desmontados desde hace tiempo, con baja CIC. Prefiere las depresiones, planicies o poca pendiente. Desmalezado químico muy corriente. Mecanización frecuente.</p> <p>Precedente: plantas de tubérculos, huerta, caña de azúcar.  Cultivos: evita solo plátano y aroideas.</p>
<p><i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) Schum.  <i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.  <i>Cleome rutidosperma</i> DC.  <i>Croton glandulosus</i> L.  *<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) R. &amp; S.  <i>Digitaria longiflora</i> (Retz.) Pers.  <i>Eleutheranthera ruderalis</i> (Sw.) Sch. Bip.  <i>Eryngium foetidum</i> L.  <i>Heliotropium angiospermum</i> Murr.  <i>Indigofera spicata</i> Forsk.  <i>Jacquemontia tamnifolia</i> Griseb.  <i>Phyllanthus stipulatus</i> (Raf.) Webst.  *<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton.  <i>Senna obtusifolia</i> (L.) Irwin &amp; Barneby.  <i>Spigelia anthelmia</i> L.  <i>Vigna adenantha</i> (G. Meyer), Marechal &amp; al.</p>	<p>Grupo muy próximo al precedente, pero en situaciones más secas. Altura principalmente &lt; 100 m. Pluviometría 1 700-2 000 mm. (a veces menos y bajo riego). Mismos tipos de suelos pero frecuentemente más pendientes y recientemente muy remodelados, antiguamente desmontados. Desmalezado químico muy común. Cultivos a menudo mecanizados.</p> <p>Precedente: sabana, caña de azúcar, plantas de tubérculos.  Cultivos: evita solo plátano y aroideas.</p>

grande de especies en los relevamientos son llamadas eficaces. Dichas variables (especialmente 16) son citadas por orden de importancia decreciente:

1. Roca madre
2. Ladera (barlovento/sotavento)
3. Región
4. Cultivo presente
5. Altura
6. Tipo de suelo
7. Microrelieve
8. Meses < 100 mm de lluvia
9. Meses < 50 mm de lluvia
10. Medio próximo dominante
11. Pluviometría
12. Cultivos precedentes

13. Herbicidas utilizados
14. Mecanización
15. Relieve del sector
16. Climax forestal probable

Algunas están correlacionadas entre ellas, por ejemplo: el tipo de suelo está relacionado con la roca madre y con la pluviometría; la pluviometría a la altura; etc.

#### Grupos ecológicos

Los cuadros 1a, b, c resumen la composición florística y las características ecológicas de los principales grupos ecológicos que conciernen a los cultivos de ñame.

Cuadro 2. Características de las comunidades de malezas.

Comunidades vegetales	Características ecológicas	Características botánicas
1	Barlovento norte y centro Ñame y berenjena Suelos ferralíticos y ferralíticos-aluviales a menudo truncados (remodelados), con baja CIC, no pedregosos Pluviometría 1 700-3 000 mm Sin desmalezado químico, o solo paraquat/diquat	Abundancia de los grupos <i>Phyllanthus-Cyperus</i> y <i>Rottboellia-Cleome</i> , comunes en los cultivos de caña de azúcar de la región Presencia frecuente del grupo <i>Wedelia-Trimezia</i> . El grupo <i>Emilia-Marsypianthes</i> se encuentra en las parcelas sin desmalezado químico.
2	Barlovento al centro Suelos aluviales y ferralíticos no truncados, no pedregosos. Pendiente < 6% Pluviometría 2 000-4 000 mm. Precedente: plátano, sabana, plantas de tubérculos Desmalezado: paraquat + diquat, raramente manual	Comunidad próxima a la precedente: grupo <i>Wedelia-Trimezia</i> ausente. Abundancia frecuente del grupo <i>Amaranthus-Portulaca</i>
3	Sotavento al norte Desmonte del bosque reciente en bosques xerófilos o xero-mesófilos Altura > 150 m Suelos ferralíticos o ferralíticos, pedregosos, humíferos Pendiente > 15% Pluviometría 1 500-3 000 mm Demalezado manual o nulo Precedente: bosque. "jardín criollo"	Comunidad muy diferente de las otras: ausencia casi total de los grupos <i>Phyllanthus-Cyperus</i> y <i>Rottboellia-Cleome</i> Abundancia del grupo <i>Stachytarpheta-Scleria</i> característico de esta comunidad y del grupo <i>Commelina-Mikania</i> de los platanales Presencia del grupo <i>Phenax-Piper</i> (plátano de altura)

## Comunidades vegetales

El Cuadro 2 enumera las características ecológicas y florísticas de las tres comunidades puestas en evidencia. Las comunidades 1 y 2 están próximas; se les encuentra una al lado de la otra en una misma parcela, al pie de la cadena montañosa del lado oriental, en el llano del noreste y en el norte de la Basse-Terre. La tercera, bien diferente, se le localiza en los cultivos de zonas recientemente desmontadas en el norte de la ladera al sotavento

El Cuadro 3 es una presentación sinóptica de la composición de las comunidades vegetales en grupos ecológicos de malezas

En cada una de las tres comunidades, las especies que sobrepasan más seguido una cobertura del 5% son las siguientes:

## Comunidad 1:

*Borreria latifolia*  
*Cleome rutidosperma*  
*Digitaria bicornis*  
*Vernonia cinerea*  
*Mimosa pudica*  
*Setaria barbata*  
*Digitaria horizontalis*  
*Emilia sonchifolia*  
*Ipomoea setifera*

## Comunidad 2:

*Digitaria bicornis*  
*Phyllanthus debilis*  
*Cyperus rotundus*

## Comunidad 3:

*Oxalis barrelieri*  
*Solanum torvum*  
*Vernonia cinerea*

Cuadro 3. Importancia de los grupos ecológicos en las comunidades vegetales de malezas.

Comunidades vegetales ->	1	2	3
Grupos ecológicos de malezas			
Phenax-Piper			+
Commelina-Mikania	+	+	□
Hemidiodia-Oxalis	.	.	+
Stachytarpheta-Scleria			□
"Indiferentes"	□	□	□
Emilia-Marsypianthes	+		
Alternanthera-Paspalum	:	.	
Amaranthus-Portulaca	+	□	
Emilia-Urena	□	:	□
Wedelia-Trimezia	□		:
Phyllanthus-Cyperus	□	□	+
Rottboellia-Cleome	□	□	.

- . Gr. raro y siempre muy escaso
- :
- +
-

### Estudio nematológico

Las malezas más abundantes de las parcelas muestreadas y que pertenecen a las comunidades 1 y 2 son, por orden alfabético: *Cleome ruidosperma*, *Cyperus rotundus*, *Eleutheranthera ruderalis*, *Emilia sonchifolia*, *Mimosa pudica*, *Oxalis barrelieri*, *Phyllanthus debilis*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Senna obtusifolia*, *Setaria barbata* y *Vigna hosei*

Solo *Setaria barbata* y *Rottboellia cochinchinensis* son buenos huéspedes de *P. coffeae*, seguidas de lejos por *Senna obtusifolia*, *Mimosa pudica* y *Phyllanthus debilis*. El número máximo de parásitos observados por 10 g de raíces frescas es:

<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	900
<i>Setaria barbata</i>	320
<i>Senna obtusifolia</i>	80
<i>Mimosa pudica</i>	40
<i>Phyllanthus debilis</i>	10

Otros nematodos potenciales del ñame han sido encontrados en ciertas adventicias: *Meloidogyne incognita* sobre raíces de *Eleutheranthera ruderalis* y *Aphelenchoides* sp sobre *Cyperus rotundus*, *Setaria barbata* y *Rottboellia cochinchinensis*.

### DISCUSION

#### Estudio fitoecológico

Hemos admitido, de manera un poco prematura, que las poblaciones de malezas no dependían de la especie de *Dioscorea*, como consecuencia, las distintas especies de ñame no fueron distinguidas en los relevamientos. El análisis crítico de los 62 relevamientos realizados sobre cultivos de ñame no parece desmentir este supuesto, aunque algunas pequeñas diferencias no puedan ser excluidas.

Los relevamientos, en cambio, distinguían los ñames con o sin tutor, pero estos últimos son insuficientes para poder sacar conclusiones claras. Sin embargo, las diferencias (bastante pequeñas) parecen reflejarse más sobre la abundancia que sobre la presencia de las especies de malezas.

#### Estudio nematológico

*Pratylenchus coffeae* posee una gama de huéspedes superior a 150 especies vegetales (1, 2, 3, 9, 19). Kaplan y McGowan (15) estudiaron la calidad hospedante de 17 especies de malezas de plantaciones de cítricos en Florida, y mostró que sólo dos (*Momordica charantia* y *Schoenus therebentifolius*) permiten una importante multiplicación de este parásito. En nuestro estudio, *Cyperus rotundus*, (conocido (1) por ser huésped de más de 20 géneros de nematodos, entre ellos *Pratylenchus*) no aceptó el inóculo experimental del nematodo de las lesiones radiculares.

### CONCLUSIONES

Entre las malezas encontradas, muchas presentan una distribución muy amplia; los resultados de este estudio pueden sin duda ser generalizados a muchas islas montañosas volcánicas de las Pequeñas Antillas. Sin embargo, debería observarse una cierta prudencia pues la insularidad puede inducir una deriva genética que seguramente tiene repercusiones sobre las exigencias ecológicas de las especies.

Este estudio del papel de vivero de nematodos de las principales especies de malezas de las parcelas de *Dioscorea rotundata* en la región de Petit-Bourg, aunque no exhaustivo, permitió señalar el peligro de no controlar *Rottboellia* y *Setaria* en este cultivo. Arrancar y quemar las raíces de estas malezas es la solución más segura para reducir la presión de estos parásitos.

### LITERATURA CITADA

- BENDIXEN, L. E. 1988. Major weed hosts of nematodes in crop production. Ohio Agricultural Research Development Center. (Special Circular no. 119). 22 p.
- BENDIXEN, L. E. 1988. Weed hosts of *Heterodera*, the cyst, and *Pratylenchus*, the root-lesion nematodes. Ohio Agricultural Research Development Center. (Special Circular, no. 117). 52 p.
- BENDIXEN, L. E. 1988. A comparative summary of the weed hosts of *Heterodera*, *Meloidogyne* and *Pratylenchus* nematodes. Ohio Agricultural Research Development Center. (Special Circular no. 118). 33 p.
- DAGEI, P.; GODRON, M. 1982. Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. París, Masson. 163 p.



5. FOURNET, J. 1978. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. Paris, INRA 1654 p.
6. FOURNET, J. 1983. Approche phytoécologique de l'amélioration fourragère des jachères dans un transect de la péninsule sud d'Haïti. *Acta Oecologica* 4(3):273-296
7. FOURNET, J.; MONSTIEZ, P. 1987. Essai de caractérisation phytoécologique des formations herbacées pâturées de Grande-Terre (Guadeloupe) *Agronomie* 7(10):833-851
8. GODRON, M. 1971. Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse de Doctorat d'Etat Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 247 p.
9. GOODEY, B.; FRANKLIN, M.; HOOPER, D. 1965. The nematode parasites of plants catalogued under their hosts. Bucks, England, Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB) 214 p.
10. GOUNOT, M. 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Paris. Masson. 314 p.
11. GUILLERM, J.L. 1971. Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces. *Oecologia Plantarum* 6:209-225
12. HOWARD, R.A. (ed.) 1977. Flora of the Lesser Antilles II. Pteridophyta. Cambridge. Arnold Arboretum, Harvard University 414p.
13. HOWARD, R.A. (ed.) 1979. Flora of the Lesser Antilles III. Monocotyledonae. Cambridge, Arnold Arboretum, Harvard University 586 p.
14. HOWARD, R.A. (ed.) 1988. Flora of the Lesser Antilles. IV. Dicotyledonae (part 1). Cambridge, Arnold Arboretum, Harvard University 673 p.
15. KAPLAN, D.T.; MCGOWAN, J.B. 1982. Ability of selected common weeds and ornamentals to host *Pratylenchus coffeae*. *Nematropica* 12(2):165-170.
16. KERMARREC, A.; SCOTTO LA MASSESE, C. 1972. Données nouvelles sur la composition et la dynamique de la nématofaune des sols des Antilles françaises. *Annales de Zoologie et d'Ecologie Animale* 4(5):513-527
17. KERMARREC, A.; DEGRAS, L.; ANAIS, A. 1988. Une grave maladie parasitaire de l'igname "Grosse-Caille" (*Dioscorea cayenensis rotundata*) due au nématode des lésions racinaires (*Pratylenchus coffeae*) *Bulletin Agronomique des Antilles et de la Guyane* 7:36-38
18. KERMARREC, A.; ANAIS, A.; ARNOLIN, R.; GAMINETTE, F.; DESGRANGES, M.H.; DOS SANTOS, F. 1989. Sensibilité de cultivars de *Dioscorea alata*, *D. cayenensis* et *D. trifida* aux nématodes *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus coffeae* et *Scutellonema bradys*. In 25th Annual Congress of the Caribbean Food Crops Society (25e., Guadeloupe) s.p.
19. MANUEL, J.S.; BENDIXEN, L.E.; RIEDEL, R.M. 1982. An annotated bibliography of weeds as reservoirs for organisms affecting crops. Nematodes Ohio Agricultural Research Development Center, Ohio State University. (Research Bulletin no. 1146). 34 p.

# Use of Bioassays for Herbicide Persistence Studies in the Humid Tropics<sup>1</sup>

*A. Oyeniyi\**, *O.A. Akinyemiju\*\**

## ABSTRACT

The importance of bioassay techniques in monitoring herbicide persistence and soil residue levels is briefly reviewed. Factors that make for reliable bioassay procedures such as the choice of test organisms, appropriate monitoring of environmental variables, and relevant statistical procedures are highlighted. Examples are given of selected indices used in expressing bioassay results. Need for the development of simple, easily adaptable bioassay procedures for recommended herbicides in the humid tropics, especially where facilities for chemical analysis are inadequate, is emphasized.

## COMPENDIO

Este artículo examina brevemente la importancia de técnicas de bio-ensayos en el Manejo de la Resistencia de los Herbicidas y del nivel de residuos del suelo. Factores que forman la selección de organismos-pruebas, el control adecuado de las variables del medio, y los procedimientos estadísticos apropiados se ponen de relieve. Asimismo, se dan ejemplos de índices seleccionados utilizados para expresar resultados de bio-ensayos y se pone de relieve la necesidad de desarrollar procesos de bio-ensayos sencillos, fácilmente adaptables a los herbicidas recomendados en la zonas tropicales húmedas, especialmente en las zonas donde las facilidades para análisis químicos son inadecuadas.

## INTRODUCTION

The use of herbicides for weed control is a necessary technology in large-scale farming. An appropriate herbicide for a cropping situation must persist long enough to control the weeds and then dissipate to avoid being an environmental hazard. Extended persistence could endanger the environment by injuring the following crops, having deleterious effects on beneficial soil organisms, incorporation into the food chain, and water contamination. It is therefore necessary to monitor the persistence of any herbicide applied within a specific environment and quantify its residue after application.

Persistence has been defined as the length of time a herbicide remains active or remains in the soil (34). The two major methods of monitoring herbicide persistence are: chemical analysis and the use of living organisms, or bioassays. The former measures the chemical residue in treated soil, and can also differentiate between the parent compound and its metabolites. Chemical analysis has been used extensively to monitor or determine residue levels of herbicides in soils and plant materials.

Table 1 shows the list of some herbicides the residues of which were determined by various chemical methods and the limits of detection observed. However, there are constraints to using the chemical analysis method in monitoring herbicide persistence, especially in the humid tropics. These include grossly inadequate technical expertise in the use of necessary equipment and chemicals, local unavailability of the equipment and materials, together with the problem of after sales service.

Bioassay, the second method of determining herbicide residue in both plants and soil, has been defined by Santelmann (46) as the measurement of a biological response by a living organism to determine the presence and or concentration of a chemical in a substrate. This method has been used extensively either as a complement to chemical analysis or by itself (1, 6, 7, 12, 20, 21, 22, 27, 40, 48, 49, 52, 53). Bioassays are limited in scope and applicability as they only measure those herbicide residues which are biologically active, they do not differentiate between parent compound and bioactive metabolites, and are influenced by environmental variables. In spite of these limitations, they are still widely used because of their relative simplicity and versatility (31).

Most of the reported work in herbicide bioassays is carried out in temperate locations, and their ready applicability in the tropics is hindered by non-avail-

<sup>1</sup> Received for publication 11 July 1989

\* Department of Agricultural Science, Oyo State College of Education, Ilesa, Nigeria.

\*\* Department of Plant Science, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

ability and adaptability of test species, different climatic conditions (temperature, rainfall, relative humidity), and edaphic factors of soil organic matter, clay fractions, and microbial populations, among others. Under tropical conditions there is therefore a need to use locally-available plant species in the development of bioassays to monitor the persistence and residue levels of herbicides.

The purpose of this paper is to discuss the subject matter of bioassay in the tropical environment as it applies to herbicide research, emphasizing the choice of test organisms, choice of correct indices to express results, and the need to develop appropriate bioassays for herbicides commonly used in the tropics.

## MATERIALS AND METHODS

### Role of bioassays in measuring herbicide persistence

The major advantages of bioassays in persistence studies include their relative simplicity and versatility (31), their high sensitivity (24, 27), the detection of toxic metabolites which may be undetected by chemical assays (12), the low cost of execution as no sophisticated equipment and materials are required (31, 46), and the ability to quantify only the biologically active portion of a chemical which has direct application to field conditions (5). The basic assumptions when using bioassay are that the bioassay species will show an injury response in proportion to herbicide concentrations; the response obtained is

reproducible (46); and the suitable indicator organisms should be sensitive to minute amounts of the chemical and respond by clear, easily-observable and measurable symptoms (31). In spite of the numerous advantages of bioassay, factors such as variations in environmental conditions, species heterogeneity and adaptability, soil properties and length of time required to complete the assay, could limit their usefulness and reproducibility.

### Reproducibility of responses in bioassays

One common criticism of bioassay techniques is that responses obtained from specific techniques are often not easily reproducible. In a collaborative study by workers in 12 different laboratories in Europe, Myfeller *et al* (42) studied the reproducibility of bioassay techniques by comparison and statistical treatment of the ED50 values (g herbicide/g soil). The techniques used include two direct seeding methods (DSM), a transplanting method (TPM), and a shoot extension method (SEM). The herbicides used include atrazine, metribuzin, tri-allate and trifluralin while *Lepidium sativum* and *Brassica rapa* were test species. They reported that reproducibility was best in the SEM. They found good reproducibility between participating laboratories and concluded that their study demonstrated that bioassay techniques may be useful tools in herbicide residue studies. Such positive results should assure users of bioassay techniques that reproducibility could be appropriate if environmental conditions are carefully monitored.

Table 1. Chemical analysis of some herbicides in different substrates.

Herbicide	Method <sup>1</sup>	Substrate	Limit of detection (ppm)	References
Atrazine	GC	Soil	0.03	40
Atrazine	SPEC	Soil	1.17	3
Diuron	GC	Soil	0.06	40
Hexazinone	GC	Soil, plant material & animal tissue	0.04	30
Hexazinone	GC	Soil	0.004	33
Prometryn	SPEC, GC	Soil	0.3	47
Simazine	GLC	Plant	0.05	2
Simazine	GC	Soil	0.05	40

<sup>1</sup> GC = Gas chromatography, GLC = Gas liquid chromatography, SPEC = spectrophotometry

### Choice of test organisms

Several test organisms could be used as bioassays for a specific herbicide and also many herbicides, even those belonging to different chemical groups, could be tested by the same organism (31). The necessary criteria for the choice of test organisms include: sensitivity of the organism to minute quantities of the herbicide; species must exhibit a gradual increase in susceptibility with increasing herbicidal concentrations (46); and species must respond by clear, easily-observable and measurable symptoms (31)

It is proposed that the investigator take into consideration the following non-exhaustive list of factors before making a choice regarding the test organisms(s):

- Exclude crop plants known to be tolerant to the herbicide in question; for example, one should not use corn as a bioassay material for atrazine since the latter is readily degraded into non-herbicidal hydroxy-atrazine within the plant
- Carry on an extensive literature review to guide in the choice of plants, although considerable variations in susceptibility to chemicals within families and even within species, do occur.
- Note that certain species are known to be highly sensitive to a large number of herbicides, for example, tomato (*Lycopersicon esculentum*); Cucumber (*Cucumis sativus* L.) and oats (*Avena sativa* L.).
- Note that succulent or soft-tissued species are usually more susceptible than woody ones.
- Concerning the mode of action of herbicides, species with non-permeable or tough seed coats should not be used as test organisms for germination inhibitors.
- An initial application of the recommended dosage to a fairly large number of potential test plants could be helpful in eliminating tolerant species before real experiments are set up.
- Investigators should endeavour to use adapted or indigenous species as opposed to newly-introduced species to eliminate the effect of environmental non-adaptation. This was also emphasized by Kohn (35)

In most of the reported works, the investigators used temperate species and there is a need to use

species that are indigenous to specific environments to permit easy adoption by farmers or extension workers who may wish to monitor the persistence of such herbicides in their immediate environments. A list of bioassay species used in selected herbicides bioassays is presented in Table 2.

Table 2. Species used in selected herbicide bioassays.

Herbicide	Bioassay species and references <sup>1</sup>
Alachlor	Japanese millet (4), Chlorella (54)
Amiben	Cucumber (6), Soybean (14)
Atrazine	Oat (31, 40, 45), Cucumber, Foxtail millet and Sunflower (32), Rice (53), Tomato (53, 1)
Bromacil	Pumpkin (51), Watermelon (20), Mustard (31)
Dalapon	Millet (29), Oat (28), Cucumber (19)
Diuron	Barley (18), Cucumber (21, 31), Pumpkin (51)
Paraquat	Wheat (50), Bean (9), Watermelon (20), Duckweed (24)
Simazine	Oat (31, 48), Duckweed (43), Strawberry (16)
Trifluralin	Barley, Cucumber (8), Morning glory, Alfalfa, Velvetleaf, Foxtail (44), Oat (15)
2, 4-D	Duckweed (11), Chlorella (29), Tomato (37, 41), Cotton (38), Cucumber (22), Sorghum (31)

1 List is by no means exhaustive

### DISCUSSION

#### Measurements of response in bioassay

Measurements of response in bioassays are of two major types, plant part response and whole plant response. Plant part response could be in the form of root or shoot-growth inhibition, chlorosis or necrosis, or various morphological changes. Total plant response could be in the form of inhibition of germination or emergence of seeds, chlorosis, suppression or inhibition of plant growth. Visual rating of injury symptoms, which involves the visual scoring of plant conditions, is also useful as a measurement of plant response to herbicide effect in bioassays. Water consumption pattern has also been used as a measurement of plant response in bioassays, which may in fact show greater sensitivity than plant weight and height measurement (46).

#### Factors in bioassay sensitivity

Several reviews in herbicide bioassay have highlighted the main factors in bioassay sensitivity (5, 10, 31, 46). These include test organism species, chemical and physical properties of soil, type of herbicides used, plant growth, environmental conditions, herbicide application methods, and the age or stage of development of test plants. All these factors must be

precisely specified in any bioassay procedure as any variation could lead to difficulties in reproducibility and reliability.

#### Indices for expressing bioassay response

**Visual injury response:** For visual estimation of injury due to herbicide application, it is most important that the two extremes of the rating scale be precisely defined. Usually, scales range from 0 or 1 to 5 or 10 upwards or downwards. In such a case each plant constituting a replication should be rated individually and in the control allowing calculations of an average rate.

Below is an example of a rating scale ranging from 0 to 7 to estimate the injury of strawberry (*Fragaria x Ananassa* Duchesne), blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) and apple stocks (*Malus pumila* Mill) to some soil-applied herbicides (17)

- 0 = dead plant
- 1 = moribund
- 2 = alive with some green tissue, no growth
- 3 = very stunted but still making growth
- 4 = considerable (50%) growth inhibition
- 5 = readily-distinguishable growth inhibition
- 6 = some detectable adverse effects
- 7 = undistinguishable from control

It is important to define each injury level precisely and assign its numerical value appropriately. It is desirable that scores be transformed to probits before response curves are drawn, especially in dosage response assays (16, 17). Workers reported that visual scoring of plant conditions was the most informative method of assessing response of certain fruit crops to soil applied herbicides.

In visual injury response, symptoms which are typical of a certain group of herbicides or of a given compound could be used for qualitative assay and if the intensity of symptoms is dose-related, it may be used for quantitative determinations (31). Such symptoms include epinasty and stem malformations, chlorosis, necrosis and various degrees of wilting of plants. Even where the symptoms are dose-related, it is better to compare the response to other quantitative measurements, such as weight or plant height, before conclusions are drawn.

**Objective measurements:** Objective measurements include weight, length of plant or plant parts, oxygen evolution, photosynthesis and respiration.

These measurements are expressed as percentages of corresponding control. Also, transformation of

data to logarithms is often necessary before drawing dose-response curves. Several workers have expressed plant sensitivity to a herbicide in terms corresponding to the LD50 values of animal toxicity studies (46).

Today, there are various simple ways of expressing plant sensitivity to a herbicide in bioassay studies:

- **GR50 and ED50:** These values represent the herbicide concentration required to inhibit plant growth by 50%. Upchurch (52) was the first to define GR50 as the amount of herbicide required to cause a 50% growth reduction in plants. He used dry shoot weight data expressed as a percentage of untreated control plants. Sheets (48) defined ED50 as the amount of herbicide in the soil which reduced the yield of a specific species by 50%. He obtained this by plotting the fresh weight expressed as a percentage of the untreated control against the logarithm of herbicide concentration.

- **I50:** Kraty and Warren (36) expressed the concentration of herbicides that caused 50% inhibition either of photosynthesis or respiration as I50.

- **Selectivity Index (SI):** Fryer and Makepeace (13) used selectivity index to express the difference in response of two plant species to one herbicide, and defined it as:

$$SI = \frac{ED50 \text{ Species 2}}{ED50 \text{ Species 1}}$$

- **Tolerance Index (TI):** Clay (16) used TI to assess the tolerance of strawberries to herbicides in different experiments, and defined it as:

$$TI = \frac{ED \text{ value of test herbicide}}{ED \text{ value of a standard herbicide}}$$

- **Dose-Response Index (RI):** Similarly used by Clay (16) to express the degree of response to increases in dose of a particular herbicide, and defined as:

$$RI = \frac{ED50 \text{ value}}{ED20 \text{ value}} \text{ for each herbicide}$$

- **Speed of Action Index (SAI)** used to express the length of time required for the herbicide injury to show with respect to a particular organism when compared with that of a standard herbicide, and defined as:

$$SAI = \frac{\text{Time to minimum ED value test herbicide}}{\text{Time to minimum ED value standard herbicide}}$$

- **Disappearance Time (DT):** expressed by Brown (13) as the time required for a percentage of the

herbicide to disappear from the soil. He designated them as  $DT_{10}$ ,  $DT_{20}$  ...  $DT_{50}$  ...  $DT_{100}$  corresponding to time required for 10, 20, ... 50 or 100% of the chemical to disappear.

Finally, the choice of which index or indices to use will depend largely on the aims and objectives of the bioassay.

#### Need for data transformation in bioassay

Data transformation becomes necessary when data violate any of the four basic assumptions of the analysis of variance. These assumptions, according to Little and Hills (39) include:

- error terms are randomly, independently and normally distributed; sample variances are homogeneous; non-correlation of variances and means of different samples; and additivity of main effects.

Most of the time, data emanating from bioassay tests do violate one or more of these assumptions, and transformation therefore becomes imperative. Examples of such data are:

- Data based on counts expressed as percentages or proportions of the total sample which normally have a binomial distribution. Variances in such data are related to the means in a way. The arc sine or angular transformation should be used if the range of percentages is greater than 40, if less, there is no need for transformation (39).
- Assumption of additivity is usually violated by data emanating from insect or disease studies and in dose response experiments. Logarithmic transformation is necessary to revert it to the additive model (26).
- Square root transformation is appropriate for data made up of small whole numbers, most especial-

ly data obtained in counting rare events like number of infested plants in a plot, insects caught in a trap or number of a particular weed species on a plot. In these sets of data, the variance tends to be proportional to the mean. The square root should first be taken prior to commencing the analysis of variance. If data contain small values in percentage from (0-30) then  $\sqrt{x + \frac{1}{2}}$  should be used instead of  $\sqrt{x}$ , where  $x$  = the observed value to be transformed

#### CONCLUSION

Limitations in the use of bioassays have been extensively discussed elsewhere (5, 10, 31). However, in spite of their limitations, bioassays remain a quick means of monitoring herbicide persistence and quantifying herbicide residue in the soil which can complement or confirm chemical analysis. It may even be the only means of monitoring persistence of herbicides, especially where infrastructure for chemical analyses is inadequate. Considerable improvement in sensitivity of bioassays is possible if experimental conditions are standardised (42). Bioassay investigators should endeavour to use locally-available species as test organisms to enable easy adoption of such procedures by educated farmers and extension workers who may wish to use the method to monitor the persistence of a particular herbicide. Appropriate indices must be employed to express the results of bioassay tests to elucidate the inherent advantages in the test carried out.

Because of the potential environmental hazards posed by persistent herbicides, there is a need to develop bioassays for commonly used herbicides so as to provide a ready means of monitoring their persistence. Bioassay procedures should be simple enough to be followed by the average educated farmer or extension worker whose responsibility it is to encourage farmers to adopt herbicide technology in their farm operations.

#### LITERATURE CITED

1. AKINYEMIJU, O.A. 1987. Persistence of atrazine in a humid tropical soil in the early and late cropping seasons. *Crop Protection*.
2. AKINYEMIJU, O.A.; DICKMANN, D.I.; LEAVITT, R.A. 1983. Distribution and metabolism of simazine in simazine-tolerant and intolerant *Populus* sp. Clones. *Weed Science* 31:775-778.
3. AKINYEMIJU, O.A.; OGUNYEMI, S.O.; OJO, I.O. 1986. Persistence of atrazine in a humid tropical soil. *Nigerian Journal of Agronomy* 1(1):15-22.
4. AKOBUNDU, I.O.; SWEET, R.D.; DUKE, W.B. 1975. A method of evaluating herbicide combinations and determining herbicide synergism. *Weed Science* 23:20-25.

- 5 APPLEBY, A.P. 1985 Factors in examining fate of herbicide in soil with bioassays. *Weed Science* 33(2):2-6
- 6 BAKER, R.S.; WARREN, G.F. 1962 Selective herbicidal action of amiben on cucumber and squash. *Weeds* 10:219-224
- 7 BANKS, P.A.; MERKLE, M.G. 1979 Soil detection and mobility of fluridone. *Weed Science* 27:309-312
- 8 BARDSLLEY, C.E.; SAVAGE, K.K.; CHILDENS, V.O. 1967. Trifluralin behaviour in soil I Toxicity and persistence as related to organic matter. *Agronomy Journal* 59:159-160
- 9 BARNES, D.L.; LYND, J.O. 1967. Factors in paraquat induced chlorosis with phaseolus foliar tissues. *Agronomy Journal* 59:364-366.
- 10 BEHRENS, R. 1970 Quantitative determination of triazine herbicides in soils by bioassay. *Residue Rev* 32:355-369
- 11 BLACKMAN, G.E.; ROBERTSON-CUNNINGHAM, R.C. 1954 Interactions in the physiological effects of growth substances on plant development. *Journal of Experimental Botany* 5:184-203.
- 12 BRATTAIN, R.L.; FAY, P.K.; LOCKERMAN, R.N. 1983. Comparison of bioassays for atrazine residue in soils. *Agronomy Journal* 75:192-194.
- 13 BROWN, A.W.A. 1978 Ecology of pesticides. New York, John Wiley 343 p
- 14 BURNSIDE, O.C. 1965. Longevity of amiben, atrazine and 2, 3, 6-TBA in incubated soils. *Weeds* 13:274-276.
- 15 CAMPER, N.D.; CARTER JUNIOR, G.E. 1974. Biological activity of several dinitroaniline herbicides in bioassay tests. *Proceedings Southern Weed Science Society* 27:359
- 16 CLAY, D.V. 1980. Indices and criteria for comparing the tolerance of strawberries to herbicides in dose response experiments. *Weed Res.* 20:91-96
- 17 CLAY, D.V.; DAVISON, J.G. 1978. An evaluation of sandculture techniques for studying the tolerance of fruit crops to soil-acting herbicides. *Weed Res.* 18:139-147
- 18 COGGINS JUNIOR, C.W.; CRAFTS, A.S. 1959. Substituted urea herbicides: their electrophoretic behaviour and the influence of clay colloids in nutrient solution on their phytotoxicity. *Weeds* 7:349-358.
- 19 CORBIN, F.I.; UPCHURCH, R.P. 1967. Influence of pH on detoxification of herbicides in soil. *Weeds* 15:370-376.
- 20 DASILVA, J.F.; FADAYOMI, R.O.; WARREN, G.F. 1976. Cotyledon disc bioassay for certain herbicides. *Weed Science* 24:250-252.
- 21 DOWLER, C.C. 1969. A cucumber bioassay test for the soil residues of certain herbicides. *Weeds* 17:309-310.
- 22 ESHELL, Y.; WARREN, G.F. 1967. A simplified method for determining phytotoxicity, leaching and adsorption of herbicides in soils. *Weeds* 15:115-118.
- 23 FRYER, J.D.; MAKEPEACE, R.I. 1977. *Weed control handbook 1. Principles*. Blackwell Scientific Publications p 212-260
- 24 FUNDERBURK, N.H.; LAWRENCE, J.M. 1963. A sensitive method for determination of low concentrations of diquat and paraquat. *Nature (London)* 199:1011-1012
- 25 GILL, H.S.; RANDHAWA, S.K. 1984. Studies on atrazine residue toxicity with mash and cowpea as indicator plants. *Indian Journal of Weed Science* 16:227-233.
- 26 GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. 1976. *Statistical procedures for agricultural research with emphasis on rice*. Los Baños, Manila, Philippines International Rice Research Institute. 294 p
- 27 GROVES, E.M.; KENI FORSTER, R.K. 1985. A corn (*Zea mays* L.) bioassay technique for measuring chlorsulfuron in three Saskatchewan soils. *Weed Science* 33:825-828
- 28 HARRIS, C.I. 1964. Movement of dicamba and diphenamid in soils. *Weeds* 12:112-115
- 29 HOLSTUN JUNIOR J.I.; LOOMIS, W.E. 1956. Leaching and decomposition of 2, 2-dichloropropionic acid in several Iowa soils. *Weeds* 4:205-217.
- 30 HOLT, R.F. 1981. Determination of hexazinone and metabolite residues using nitrogen selective gas chromatography. *Journal of Agricultural Food and Chemistry* 29:165-172.
- 31 HOROWITZ, M. 1976. Application of bioassay techniques to herbicide investigations. *Weed Res.* 16:209-215
- 32 JAYAKUMAR, R.; ALI, A.M. 1984. Response of cucumber, finger millet, foxtail millet and sunflower to soil residues of atrazine and 2, 4-D. *Indian Journal of Weed Science* 16:133-135.
- 33 JENSEN, K.I.N.; KIMBALL, K.R. 1987. Persistence and degradation of the herbicide Hexazinone in soils of lowbush blueberry fields in Nova Scotia. In *Annual Meeting WSSA (27., St. Louis Missouri, (U.S.A.) Proceedings St. Louis Missouri, USA*
- 34 KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. 1975. *Weed Science: Principles and Practices*. New York, John Wiley. 431 p.
- 35 KOHN, G.K. 1980. Bioassay as a monitoring tool. *Residue Reviews* 76:99-129.
- 36 KRAKTY, B.A.; WARREN, G.F. 1971. A rapid bioassay for photosynthetic and respiratory inhibitors. *Weed Science* 19:658-661.

37. LEASURE, J.K. 1958. A study of some bioassay methods for herbicide volatility. *Weeds* 6:310-314.
38. LEONARD, O.A.; WEAVER, R.J.; KAY, B.L. 1962. Bioassay method for determining 2, 4-D in plant tissues. *Weeds* 10:20-22.
39. LITTLE, I.M.; HILLS, F.J. 1972. Statistical methods in Agricultural Research. Univ. of California, Davis. 242 p.
40. MARRIAGE, P.B. 1975. Detection of triazine and urea herbicide residues by various characteristics of oat seedlings in bioassays. *Weed Res* 15:291-298.
41. MUZIK, I.J.; WITWORTH, J.W. 1963. Growth regulating chemicals persist in plants. Qualitative bioassay. *Science* 140:1212-1213.
42. MYFFELER, A.; GERBER, H.R.; HURLE, K.; PESTEMER, W.; SCHMIDT, R.R. 1982. Collaborative studies of dose response curves obtained with different bioassay methods for soil applied herbicides. *Weed Res* 22:213-222.
43. PARKER, C. 1965. A rapid bioassay method for the detection of herbicides which inhibit photosynthesis. *Weed Res* 5:181-184.
44. PRENDEVILLE, G.M.; JAMES, C.S.; WARREN, G.F.; SCHREIBER, M.M. 1969. Antagonistic responses with combinations of carbamate and growth regulator herbicides. *Weed Sci* 17:307-309.
45. ROGERS, E.G. 1962. Leaching of four triazines in three soils as influenced by varying frequencies and rate of simulated rainfall. *Proc. Southern Weed Conf* 15:268.
46. SANTELMANN, P.W. 1977. Herbicide Bioassay. In B. Truelove(ed) *Research Methods In Weed Science Southern Weed Sci. Soc. Auburn, Alabama* p. 79-87.
47. SANTELMANN, P.W.; WEBER, J.B.; WIESE, A.F. 1971. A study of soil bioassay techniques using prometryne. *Weed Sci* 19:170-174.
48. SHEETS, I.J. 1959. The comparative toxicities of monuron and simazine in soil. *Weeds* 7:189-194.
49. SOUTH, D.B.; SUNG SHI-JEAN, S. 1980. A new method for screening herbicides for use in pine nurseries. *Can J. For. Res* 10:164-168.
50. TAYLOR, R.D.; AMLING, H.J. 1963. Persistence and penetration of two dipyriddy quaternary salts in sandy loam soil. *Proc. Southern Weed Conf.* 16:405.
51. TRUELOVE, B.; DAVIS, D.E.; JONES, L.R. 1974. A new method for detecting photosynthesis inhibitors. *Weed Science* 22:15-17.
52. UPCHURCH, R.F. 1958. The influence of soil factors on the phytotoxicity and plant selectivity of diuron. *Weeds* 6:161-171.
53. UTULU, S.N.; AKOBUNDU, Y.O.; FAYEMI, A.A.A. 1986. Persistence and downward movement of some selected herbicides in the humid and sub humid tropics. *Crop Protection* 5:129-136.
54. WEIDNER, C.W.; LAVY, I.L. 1975. Use of an algae bioassay for determining trace amounts of atrazine, alachlor, butylate and picloram. *Research Report North Central Weed Control Conf.* p. 41.



# Efecto del Manejo de Malezas y la Labranza sobre la Babosa del Frijol<sup>1</sup>

A Pitty\*, K.L. Andrews\*\*

## ABSTRACT

This literature review focuses on the effects of tillage systems and weed management on pest slug populations *Sarasinula plebeia* (Fischer) (Soleolifera: Veronicellidae), and the extension methods used to transmit management technologies to resource-scarce Honduran farmers. Zero tillage and poor control of broad-leaved weeds increase slug populations. Further research is needed to fully understand alternate food sources of slugs under field conditions and the role of natural enemies in different tillage systems. Extension methods must be intelligible to farmers and compatible with their conditions. Encouraging the use of herbicides to control broadleaf weeds by stressing immediate benefits derived by reducing competition in maize is preferable to focusing primarily on long-term benefits in slug control in relay-planted beans.

## COMPENDIO

Esta revisión de literatura enfoca el efecto del sistema de labranza y el manejo de malezas sobre las poblaciones de la babosa *Sarasinula plebeia* (Fischer) (Soleolifera: Veronicellidae) y el método de extensión usado para transmitir su manejo en Honduras. El sistema de cero labranza y la falta de control de las malezas de hoja ancha incrementan las poblaciones de babosa. Sin embargo, se necesita más investigación sobre las fuentes alternas de alimentación bajo condiciones de campo, y sobre los enemigos naturales en diferentes sistemas de labranza. El método de extensión necesita ser entendible y compatible con las condiciones del campesino. Transferir el sistema de manejo integrado de la babosa, enfocando el beneficio de usar herbicidas en el maíz de primera, favorecerá su adopción en vez de indicar que el uso de herbicidas solamente es para reducir las poblaciones de babosas en siembras de frijol de postrera.

## INTRODUCCION

La primera vez que fue notorio el daño de la babosa del frijol en Centroamérica fue en El Salvador en 1967 (18). En Honduras los daños se hicieron crónicos en 1970, en Nicaragua en 1973, en Guatemala en 1976, en Costa Rica en 1981 y en 1984 se reportó en Panamá y Belice (5) *Sarasinula plebeia* (Fischer) (Soleolifera: Veronicellidae) es la especie de babosa que causa daño económico; las otras especies que existen en la región aparentemente no repercuten en la economía y si lo hacen es en forma esporádica (8).

La babosa causa un daño parecido al de los gusanos cortadores ya que corta las plantas tiernas a ras del suelo. Causa defoliación al alimentarse de las hojas del frijol desde que la planta emerge hasta que tiene unos 20 días; en ocasiones la babosa llega a alimentarse de las vainas (18) y de las flores del frijol (15).

A veces la babosa acaba con el cultivo y debido a esto en algunos lugares los agricultores han abandonado la siembra de frijol o siembra en las laderas de las montañas donde hay menor infestación de babosas, comparados con los valles (1). En casos extremos los campesinos han emigrado del área (21). En Centroamérica se estima que medio millón de agricultores son afectados por esta plaga (5), causando pérdidas estimadas entre 15 y 20% del rendimiento potencial de 27 a 45 millones de dólares al año (1).

A los cultivos sembrados al inicio de la estación lluviosa se les denomina siembras de primera y a los cultivos subsiguientes, postreras. Generalmente, el maíz se siembra en primera y el frijol en postrera (siembras en relevo) y al llegar a la madurez fisiológica las plantas de maíz se doblan y/o deshojan y se queman, sembrando el frijol entre los surcos del maíz. La babosa no causa daño al maíz, pero la

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 8 de junio 1990.

Nuestro sincero agradecimiento a USAID-Honduras por proporcionar los fondos necesarios para efectuar este trabajo (Donación 522-0222) y a los Ingenieros Romi Muñoz, Alí Valdivia y Alfredo Rueda y al Dr. J Bentley por la revisión del manuscrito y sus valiosos comentarios.

\* Jefe Sección de Malezas Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal No. 93. Tegucigalpa, Honduras.

\*\* Jefe Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal No. 93 Tegucigalpa, Honduras. Profesor asociado del Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Gainesville, FL 32611, USA.

población aumenta de 10 a 25 veces durante el ciclo de este cultivo.

La babosa también causa problemas de salud ya que sirve de huésped intermedio del nematodo *Angiostomylus costaricensis* (Moreira y Céspedes), agente causal de la angiostrongiliasis abdominal en humanos. Las ratas son el hospedero definitivo del nematodo; las babosas se infestan al alimentarse de heces de ratas, contaminadas con larvas del primer estadio. El hombre se convierte en huésped definitivo al ingerir alimentos contaminados con la baba de la babosa que contiene larvas o al ingerir accidentalmente babosas infestadas (17). En Costa Rica y Honduras, el 75% y 11% de las babosas respectivamente, se han encontrado infestadas (17, 19). Los gastos médicos ocasionados por esta enfermedad pueden ascender a unos 5 millones de dólares por año (1).

La babosa es una plaga relativamente nueva y existe poca investigación. La mayoría de la literatura sobre sistemas de labranza y manejo de vegetación ha sido generada en la Escuela Agrícola Panamericana en Honduras. La investigación de otras instituciones se ha enfocado en el control químico. En este artículo se revisa la literatura referente al efecto del manejo de malezas y el sistema de labranza sobre las poblaciones de babosas, indicando logros y lagunas existentes en el conocimiento del manejo de la babosa. Además se analizan las lecciones aprendidas sobre el sistema de extensión usado por la Escuela Agrícola Panamericana, para transferir el sistema de manejo integrado de la babosa basado en control de malezas y labranzas al campesino hondureño.

### Manejo de malezas

La babosa del frijol es polífaga, sin embargo, tiene una fuerte preferencia por las plantas de hoja ancha, algunas de las cuales son malezas comunes en Centroamérica. Andrews *et al.* (6), en el laboratorio sometieron a la babosa a una alimentación forzada donde una especie de maleza era el único alimento disponible; encontraron que las malezas *Nicandra physalodes* (L.) (Gaertn.) y *Melampodium divaricatum* (Rich.) DC. eran consumidas en igual cantidad que el frijol (Cuadro 1). La *Tithonia rotundifolia* (Miller) Blake y *Commelina diffusa* Burn. f. fueron consumidas pero en menor cantidad que el frijol. Las plantas de las familias de las Gramíneas, Ciperáceas, Oxalidáceas y Euforbiáceas fueron las menos consumidas. Posiblemente esto se debe a la dureza de las plantas o a barreras morfológicas (tricomas, pelos) y sustancias químicas en las plantas (10). La maleza *Euphorbia*

*heterophylla* L. (Euforbiáceas) contiene látex y brota abundantemente al recibir una herida, esto podría influir para que la babosa no la coma. Algunas plantas de la familia Oxalidáceas contienen ácido oxálico y la maleza *Portulaca oleracea* L. contiene 1.5-2% de ácido oxálico (L. Padgett de Cerrato y G. Nuñez, comunicación personal, 1989). Este ácido podría actuar como repelente para que la babosa no las use como alimento. El grupo de gramíneas utilizado tiene en las hojas formaciones de sílica, las cuales podrían disuadir a la babosa para que no las coma.

Las malezas más consumidas en la alimentación forzada fueron incluidas en otro estudio de preferencia alimenticia donde las babosas tenían acceso simultáneo a cuatro especies de malezas. Bajo estas condiciones *N. physalodes* fue más consumida que el frijol y *T. rotundifolia* fue consumida en iguales cantidades que el frijol (Cuadro 1). Las malezas usadas en estos estudios son frecuentes en Centroamérica. Durante el cultivo del maíz cuando no hay frijol, la babosa podría alimentarse de estas malezas y llegar a reproducirse. Probablemente haya muchas otras malezas apetecibles para la babosa que no fueron probadas.

Ensayos de campo sobre la dinámica poblacional corroboran los resultados de la preferencia alimenticia bajo condiciones de laboratorio. Se ha observado que las densidades poblacionales más altas se encuentran en lugares donde predominan las malezas de hoja ancha y se ha visto a la babosa alimentándose vorazmente de *Commelina* spp. En lugares donde predominan las gramíneas las poblaciones de babosas son más bajas (4). En Costa Rica el daño es mayor cuando el frijol se siembra bajo el sistema "tapado", en este sistema el frijol se siembra en lotes enmalezados y luego se corta la maleza y la planta crece rodeada de materia orgánica en descomposición (20). Cabe notar que las malezas cortadas en este sistema no se mueren y rebrotan poco después de cortadas.

Un estudio realizado por del Río *et al.* (11), da una clara evidencia del efecto de las malezas y de un cebo envenenado sobre las poblaciones de babosas. Se usaron lotes tratados con herbicidas, con herbicida más cebo y como testigo el lote manejado por el agricultor (sin herbicida ni cebo). En el cultivo del maíz en primera, durante los dos primeros meses los tres tipos de manejo tenían igual incidencia baja de babosas. Sin embargo, a partir de la mitad del tercer mes y durante el resto del ciclo del cultivo del maíz y todo el ciclo del frijol, los lotes del agricultor tenían más babosas que los demás lotes; donde se usó herbicida más cebo existía el menor número de babosas (Fig. 1).

Sin embargo ciertas malezas de hoja ancha pueden disminuir las poblaciones de babosas. En Costa Rica se reporta que frijolares infestados con la maleza rabi-guana (*Mimosa velloziana*) son menos atacados por la babosa; esto se atribuye a la gran cantidad de espinas que tiene la planta, lo cual dificulta la movilización de la babosa sobre la planta (20)

Aunque la preferencia alimenticia de hojas anchas sobre gramíneas ya fue determinada en condiciones de laboratorio (6) y corroborada en observaciones de campo (4), se necesita establecer si bajo condiciones de campo existen otras fuentes de alimentación para la babosa además de las malezas de hoja ancha. Está establecido que prefiere alimentarse de malezas de hoja ancha en vez de gramíneas, pero no se ha establecido si puede alimentarse, sobrevivir y reproducirse usando otra fuente alimenticia durante la época del cultivo del maíz. Posiblemente en condiciones de "hambre" (ausencia total de malezas de hoja ancha) la babosa se vea obligada a alimentarse de residuos vegetales en descomposición, hongos, heces, etc. hasta llegar a completar su ciclo de vida. Hay indicación de que bajo condiciones de laboratorio, la babosa del frijol puede sobrevivir por unos ocho meses alimentándose de una dieta a base de zanahoria, pero sin crecer ni llegar a reproducirse (A. Rueda, comunicación personal, 1989). En condiciones de laboratorio se han visto babosas alimentándose de papel toalla y papel filtro (R. Caballero, comunicación personal, 1989); esto indicaría que tal vez pueden usar otra fuente de alimento que contenga celulosa, tales como los rastrojos del campo. Bajo condiciones de campo se

les ha observado alimentándose de heces humanas en descomposición (observación personal) y ha sido establecido que se alimentan de heces de roedores. Se han encontrado altas poblaciones de babosas alrededor de las casas de los agricultores, donde existen piedras, basuras, pedazos de madera y en lugares con alta humedad.

El principal medio de control de malezas usado por el campesino centroamericano es mecánico (azadón, machete, cultivación, etc.). Sin embargo, el uso de herbicidas está aumentando aceleradamente. DeWalt y DeWalt (12) indican que en el sur de Honduras en un lapso de 10 años el porcentaje de los agricultores que usaba herbicidas pasó de 0 a 66%. También indican que los agricultores hablan de los herbicidas en términos casi reverenciales y que esta actitud positiva se debe a que reduce los costos del deshierbe y los hace independientes de la mano de obra extra, la cual a veces es difícil de encontrar, es cara y los empleados no trabajan duro. En ocasiones, los herbicidas usados no son aplicados a tiempo y el control de las malezas no es satisfactorio ya que las malezas se hacen más tolerantes al herbicida (12). Generalmente, el manejo de malezas efectuado por el campesino no es satisfactorio y casi siempre hay muchas malezas creciendo en el cultivo. Esto proporciona alimento y refugio a la babosa, además de ayudar a mantener un microambiente húmedo favorable para la babosa. Una ventaja del control mecánico de malezas comparado con el control químico es que algunas babosas son destruidas cuando se usa azadón; sin embargo el total que puede ser afectado es desconocido y puede ser bien bajo, aunque algunos agricultores reportan haber matado entre 500 a 1 000 babosas en una mañana (A. Valdivia, comunicación personal, 1989).

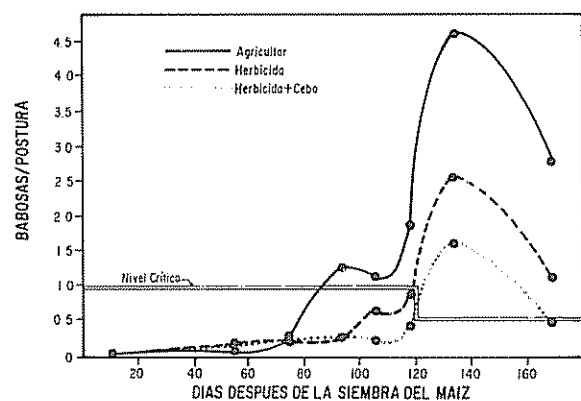


Fig. 1. Efecto de tres manejos de las babosas del frijol sobre sus poblaciones en el sistema maíz-frijol en relevo (del Río *et al.*, 1989)

#### MEIODOS DE LABRANZA

Hunter (16), trabajando en Inglaterra, determinó la población de babosas (familias Arionidae, Limmacidae y Milacidae) inmediatamente antes y después de labrar el suelo y encontró una reducción en el número

de babosas presentes después de la labranza. Aunque este estudio no es totalmente extrapolable, ya que se efectuó con babosas de otras familias que viven más enterradas en el suelo que la babosa del frijol; nos indica el efecto del laboreo del suelo en la reducción de las poblaciones de babosas.

Las babosas tienen un cuerpo blando que no soporta daños mecánicos; el movimiento del suelo por el arado y la rastra puede dañar a las babosas y huevos que están enterrados. El arado mueve el suelo de las capas inferiores a la superficie del suelo y viceversa; las babosas al quedar expuestas en la superficie del suelo mueren por desecación causada por el sol, o pueden ser comidas por los pájaros u otros depredadores.

Durante el día y durante la época seca, las babosas viven enterradas en el suelo o debajo de algún objeto que las proteja de las condiciones ambientales que le son adversas. La babosa generalmente se entierra entre 0-25 cm de profundidad para protegerse de la sequía en el verano, aunque pueden encontrarse hasta a un metro de profundidad (15). El sistema de cero labranza presenta ciertas ventajas para el agricultor, sin embargo, hay indicaciones de que las poblaciones de babosas son mayores en este sistema comparado con la labranza convencional (13).

En la Escuela Agrícola Panamericana en El Zamorano; Honduras, se efectúa un estudio a largo plazo

sobre métodos de labranza. Se compara el efecto del sistema de cero labranza y la labranza convencional sobre la dinámica poblacional de las plagas en el sistema maíz-frijol en relevo. Los lotes bajo labranza convencional han sido arados y rastreados durante los últimos 40 años, los lotes bajo cero labranza (sin laboreo del suelo) recibieron este mismo tratamiento hasta el inicio del estudio en 1985.

Después del primer año de estudio, Fisher *et al.* (13) reportaron que al final del ciclo del maíz o tres semanas antes de sembrar el frijol, la población de babosas era 10 veces mayor en labranza cero comparada con labranza convencional. Esta diferencia fue atribuida a la combinación del daño del arado y la rastra usados en la labranza convencional sobre la babosa y a la diferencia en la clase de vegetación predominante en los dos tipos de labranza. Las malezas gramíneas (*Digitaria* sp., *Leptochloa* sp. y *Cenchrus* sp.) eran predominantes en la labranza convencional, mientras que en las de cero labranza las malezas de hoja ancha (*Amaranthus* sp., *T. rotundifolia*, *Commelina* sp. y *Richardia scabra* L.) eran las más abundantes. Este estudio corrobora con evidencia los resultados de Andrews *et al.* (1) sobre preferencia alimenticia.

Valdivia (22) en estos mismos lotes también reportó mayor incidencia de babosas en estos mismos lotes bajo el sistema de cero labranza, comparado con la labranza convencional. Sin embargo, Vega *et al.* (24), al año siguiente reportaron iguales poblaciones de ba-

Cuadro 1. Consumo foliar diario de varias malezas y del frijol por la babosa bajo dos tipos de alimentación. Modificado de Andrews (6).

Especie	Familia	Alimentación	
		Forzada	Preferencia
		mm <sup>2</sup>	
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Leguminosa	1 008	764
<i>Nicandra physalodes</i>	Solanacea	1 064	1 184
<i>Melampodium divaricatum</i>	Compuesta	1 043	302
<i>Tithonia rotundifolia</i>	Compuesta	695	754
<i>Commelina diffusa</i>	Comelinacea	555	69
<i>Ageratum conyzoides</i>	Compuesta	240	24
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amarantacea	143	49
<i>Ipomoea nil</i>	Convolvulacea	83	20
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	Compuesta	30	NP <sup>1</sup>
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacacea	18	NP
<i>Emilia sonchifolia</i>	Compuesta	12	NP
<i>Panicum maximum</i>	Gramínea	11	NP
<i>Pseudoelephantopus spicatus</i>	Compuesta	10	NP
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidacea	5	NP
<i>Cyperus rotundus</i>	Ciperacea	2	NP
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euforbiacea	0	NP
<i>Paspalum notatum</i>	Gramínea	0	NP

1 NP = No fue probada.

bosas en ambos sistemas, excepto en una fecha en la cual hubo mayor número de babosas en labranza convencional que en cero. Esto indica que a largo plazo el efecto del método de labranza puede ser diferente comparado con los primeros años. Posiblemente se debe a que en 1987 (22) se hicieron muchas aplicaciones de cebo en cero labranza lo que pudo influir la población del año siguiente. Se conoce que las poblaciones de artrópodos y nematodos son mayores en suelos bajo cero labranza que en suelos arados (7). Puede ser también que después de cuatro años bajo el sistema de labranza cero o reducida, se hayan establecido en el suelo poblaciones de depredadores o patógenos, las cuales actúan como control biológico ayudando a suprimir las poblaciones de babosas.

En otro estudio sobre sistemas de labranza en la Escuela Agrícola Panamericana, actualmente en su tercer año se han arado y rastreado lotes que estuvieron por muchos años sin cultivar, mientras que otros lotes se mantuvieron bajo cero labranza. Después de el primer y el segundo año de estudio las poblaciones de babosas son mayores en la labranza cero, comparadas con la labranza convencional (23).

#### Programa de extensión para el manejo de la babosa

En el manejo integrado de la babosa desarrollado por la Escuela Agrícola Panamericana, el control de malezas de hoja ancha en el cultivo del maíz en primera, es un componente esencial (2, 3). Al eliminar las malezas de hoja ancha, se les quita el alimento y no pueden crecer y reproducirse, reduciéndose las poblaciones de babosa en el frijol de postrera.

Para el campesino el efecto negativo de las malezas en la producción debido a la competencia es menos obvio que los efectos de una plaga insectil o una enfermedad (especialmente defoliadoras), ya que ve el efecto defoliador o aniquilador de la plaga. Las malezas afectan al cultivo al competir y robarle nutrientes, agua y luz, parámetros difíciles de evaluar y que no son visibles. Además, el campesino no tiene un lote totalmente libre de malezas durante todo el ciclo del cultivo que le sirva para comparar la producción con los lotes enmalezados. En Honduras solamente el

11% de los campesinos con menos de 5 ha poseen una bomba de mochila, la cual es indispensable para la aplicación de herbicidas (9). Debido a esto, la falta de capital para adquirir herbicidas y equipo, el control de malezas con herbicidas no es muy usado, aunque su uso aumenta en forma acelerada (12).

En el programa de extensión, la recomendación de controlar las malezas, como parte del manejo integrado de babosa, no ha hecho referencia al efecto negativo de la competencia de las malezas con el cultivo. La recomendación de controlar las malezas de hoja ancha durante el cultivo del maíz en primera para disminuir el desarrollo y reproducción de la babosa y así reducir los daños en el frijol de postrera, no debe ser tan obvia ni razonable para el campesino. Es probable que si controla químicamente las malezas en primera, no lo va a hacer solamente para reducir las poblaciones de babosas en postrera. Posiblemente la mejor manera de que adopte la práctica es usando lotes demostrativos donde pueda ver las ventajas del control químico de malezas, tanto en el aumento de la producción de maíz al reducir la competencia de malezas, como en la consecuente reducción del número y daño de las babosas en el frijol de postrera. Demostrarle al campesino el efecto negativo de la competencia de malezas con el cultivo del maíz es más fácil, realista y obvia, ya que el efecto es en el cultivo actual, en vez de un efecto en el cultivo posterior. Es un ejemplo de un enfoque común en el manejo integrado de plagas (14). De hecho, el control adecuado de malezas tiene otros beneficios, como por ejemplo la eliminación de *Mocis latipes* (Guen.) en el maíz, el cual solamente oviposita en las malezas gramíneas.

El manejo de malezas en primera como un medio de reducir las poblaciones de babosas en postrera, debe ser enfocado como un efecto secundario que se obtiene sin inversión extra de capital. La inversión en herbicida, equipo y mano de obra que se efectúa en el cultivo del maíz se recupera con la producción extra obtenida al reducir la competencia de malezas con el maíz y la reducción de las poblaciones de babosas que atacan el frijol en postrera.

#### LITERATURA CITADA

1. ANDREWS, K.L. 1988. La importancia de las babosas veronicelidos en Centroamérica. Ceiba 28. (En prensa).
2. ANDREWS, K.L.; RUEDA, A. 1987. Control de la babosa en primera. Publicación MIPH-EAP no. 126. 20 p.
3. ANDREWS, K.L.; RUEDA, A. 1987. Control de la babosa en postrera. Publicación MIPH-EAP no. 137. 7 p.
4. ANDREWS, K.L.; LEMA, F. 1986. Dinámica poblacional de la babosa, *Vaginulus plebeius* (Stylomenatophora: Veronicellidae) en lotes de maíz-frijol en relevo. Turrialba 36:77-80.

5. ANDREWS, K.L.; DUNDEE, S. 1988. Las babosas veronicéllidos en Centroamérica con énfasis en *Sarasinula plebeia* (= *Vaginulus plebeius*). Ceiba 28 (en prensa).
6. ANDREWS, K.L.; VALVERDE, V.H.; RAMIREZ, O. 1985. Preferencia alimenticia de la babosa (*Sarasinula plebeia* (Fisher)). Ceiba 26:59-65.
7. BLEVINS, R.L.; SMITH, M.S.; THOMAS, G.W. 1984. Changes in soil properties under no-tillage. In No-Tillage Agriculture: Principles and Practice. Ed by R.E. Phillips; S.H. Phillips. N.Y., Van Nostrand Reinhold Company. 306 p.
8. CABALLERO, R.; THOME, J.W.; ANDREWS, K.L. 1988. Taxonomía de la babosa: El valor de suplementar estudios morfológicos con investigación bioecológica. In Semana Científica Universidad Nacional Autónoma de Honduras (6, 1988, Tegucigalpa, Hond.). Memoria. p. 10.
9. CENSO Nacional Agropecuario 1974 Tegucigalpa p. 110.
10. COTO, I.D.; SAUNDERS, J.L. 1985. Prevención alimenticia de la babosa, *Diplosolenodes occidentale*, Soleolifera: Veronicellidae, con repelentes botánicos. Ceiba 26:66-75.
11. DEL RIO, L.; RUBIO, J.; ANDREWS, K.L. 1989. Dinámica poblacional de la babosa del frijol, *Sarasinula plebeia* Fischer, en tres sistemas de manejo de la plaga en Honduras. Publicación MIPH-EAP no. 206. 9 p.
12. DEWALI, B.R.; DEWALI, K.M. 1984. Sistemas de cultivo en Pespire, Sur de Honduras: Un enfoque de agroecosistemas. Estudios de Antropología e Historia no. 4. 88 p.
13. FISHER, R.W.; ANDREWS, K.L.; RUEDA, A.; SOBRADO, C.E. 1986. Impacto económico de prácticas culturales y químicas en el control de la babosa del frijol, *Sarasinula plebeia* (sensu lato) en Honduras. In Congreso de la Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas (4, 1986, Guatemala, Guat.). Memoria. p. 155-166.
14. GOODELL, G. 1984. Challenges to international pest management research and extension in the third world: Do we really want IPM to work? Bulletin of the Entomological Society of America 30:18-26.
15. HOEHN, R.E.; GRAJETA, D.; CANTORAL, O. 1988. Biología, ecología y comportamiento de las babosas: La situación de la babosa en Chiquimula, Guatemala. Ceiba 28 (en prensa).
16. HUNTER, P.J. 1967. The effect of cultivation on slugs of arable land. Plant Pathology 16:153-156.
17. KAMINSKY, R.G.; ANDREWS, K.L.; MORAN, R. 1987. *Angiostrongylus costaricensis* en babosas en Honduras. Revista Médica Hondureña 55:4-8.
18. MANCIA, J.E. 1971. La babosa (*Vaginulus plebeius* Fisher) nueva plaga del cultivo de frijol en El Salvador. In Reunión del PCCMCA (17. 1971, Panamá.) [Informe] p. 43-60.
19. MORERA, P. 1988. Los veronicéllidos como problema para la salud humana. Ceiba 28(2) (en prensa).
20. RODRIGUEZ, C.L. 1988. Consideraciones sobre la distribución y ecología de las babosas en Costa Rica. Ceiba 28(2) (en prensa).
21. SETT, C.R.; CANO, M.F. La babosa (*Vaginulus* sp.) un problema fitosanitario en Guatemala. Ceiba 28(2) (en prensa).
22. VALDIVIA, A.R. 1988. Evaluación de dos tipos de labranza y dos manejos de rastrojo en el sistema maíz y frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 52 p.
23. VALDIVIA, A.R.; PITTY, A.; MARENCO, J.; ANDREWS, K.L. 1989. Evaluación de dos tipos de labranza en el sistema maíz y frijol en relevo. Tegucigalpa, Hond. Publicación MIPH-EAP no. 195.
24. VEGA, J.; PITTY, A.; VALDIVIA, A.R. 1989. Efecto de la labranza sobre las poblaciones de babosas (*Sarasinula plebeia* Fischer) y gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en maíz y frijol en relevo. Tegucigalpa, Hond. Publicación MIPH-EAP no. 194.