

ISSN 1659-0082

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Diciembre 2005

No. 76

CATIE
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

- En congruencia con el lema institucional del CATIE de *producir conservando, conservar produciendo*, esta revista tiene como objetivo contribuir con el desarrollo de sistemas agrícolas y forestales sostenibles, la conservación de los recursos naturales, y la protección de la salud de los agricultores y los consumidores.
- Constituye un foro de discusión, así como un instrumento para la difusión de los resultados de investigación, experiencias prácticas y transferencia de tecnologías en los campos de la protección vegetal y la agroecología, con énfasis en la región neotropical.
- Cuenta con una sólida trayectoria, pues se publica de manera ininterrumpida y puntual, en forma trimestral (en marzo, junio, setiembre y diciembre) desde setiembre de 1986. Hasta marzo de 2002 se denominó *Manejo Integrado de Plagas*.
- Tiene un contenido versátil, ya que además de artículos científicos incluye textos de formato diverso (hojas técnicas, boletines, secciones especializadas, reseñas bibliográficas y anuncios de eventos), para así estimular la formación de redes de colaboración en el ámbito continental, en investigación, transferencia de tecnología, enseñanza y cooperación técnica, para contribuir así al desarrollo social y económico de los países de América Latina y el Caribe.
- Está indizada en bases de datos prestigiosas, como CAB International, Agrícola, Agris, Latindex y la International Society for Plant Information (ISPI), y además aparece en foros electrónicos especializados.
- Para garantizar su idoneidad, cada trabajo es revisado por al menos dos expertos en el tema de pertinencia, y dicho proceso es complementado con el arbitraje del Comité Editorial. Asimismo, se cuenta con un *Comité Editorial Internacional*, integrado por científicos de renombre mundial, que supervisa la calidad técnica de la revista y hace recomendaciones sobre políticas, contenido, formato, etc.
- Las ideas y opiniones contenidas en los artículos publicados son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del CATIE o de los patrocinadores de la revista.
- Sus costos de producción son cubiertos con aportes directos del CATIE, de la *Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI)*, del *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA/FAS/ICD/RSED)*, de los suscriptores, y de los patrocinadores comerciales o filantrópicos mencionados en la contraportada de la revista.
- Los idiomas exclusivos de publicación son español y portugués; solamente en casos muy calificados se aceptan artículos en inglés. Las *instrucciones para los autores* aparecen en las últimas páginas de la revista. En caso de duda, se puede consultar un número reciente, o contactar a la Editora.
- Los materiales contenidos en la revista pueden ser citados o reproducidos, siempre y cuando se mencione la fuente.
- El valor de la suscripción anual es de US\$ 30 (América Central), \$ 35 (resto de América Latina, el Caribe, Asia y África), \$ 45 (otros países), incluye el costo del correo aéreo. La versión electrónica (internet) cuesta \$ 20.

Comité Editorial

Dr. Luko Hilje, *Director*
Dra. Vera Sánchez
M.Sc. Nelly Vásquez
M.Sc. Gabriela Soto
Dr. Joseph Saunders †
Gabriela Gitli, *Editora*

Comité Internacional

Dr. David Williams
(USDA/FAS, Washington)
Dr. Miguel Altieri
(Universidad de California, Berkeley)
Dra. Ann Braun
(Paideia Resources, Nueva Zelanda)
Dr. Steve R. Gliessman
(Universidad de California, Santa Cruz)
Dr. Michael E. Irwin
(Universidad de Illinois, Champaign)
Dr. Kevin Walker
(IIICA, Costa Rica)

Dirección: Luko Hilje

Editora: Gabriela Gitli

Diseño y diagramación: Unidad de Comunicación

Secretaría: Yorlene Pérez

Versión electrónica: Yorlene Pérez

Tiraje

1150 ejemplares.

Correspondencia

Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología
CATIE

7170 Turrialba, Costa Rica

Tel. (506) 558 2633/558 2408

Fax: (506) 558 2045/558 2060

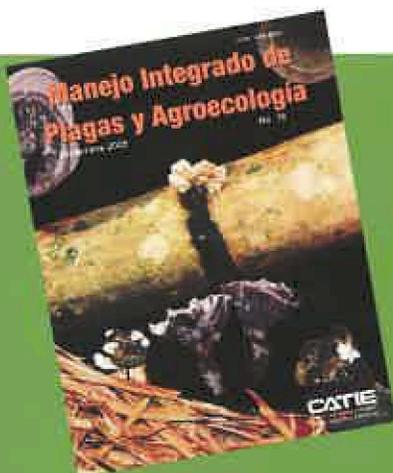
Correo electrónico: ggilti@catie.ac.cr ó ccmip@catie.ac.cr

www.catie.ac.cr

Fecha de inicio y periodicidad:

No 1, setiembre, 1986

Cuatrimestral (abril, agosto, diciembre).



En Colombia, la guadua (*Guadua angustifolia*) se perfila como una nueva alternativa no solo para la construcción, sino también para la industria textil, la artesanía, los productos farmacéuticos, alimentos, el forraje industrial y la producción de pulpa y papel, pero se conoce poco acerca de los beneficios que puede ofrecer a nivel microbiológico. Por su alto contenido de lignina y celulosa, la presencia de hongos macromicetos que descomponen estos materiales para su supervivencia puede generar posibilidades para la obtención de fibra en diversos procesos industriales, terapéuticos o alimenticios.

En su artículo "Reconocimiento de macromicetos asociados al cultivo de *Guadua angustifolia* en Caldas, Colombia" (p. 25), Restrepo et al. identificaron y preservaron cuatro géneros de macromicetos asociados al cultivo de guadua: *Pleurotus*, *Schizophyllum*, *Lenzites* y *Polyporus*, que aparecen en nuestra portada.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Diciembre 2005

No. 76



BIOGRAFÍA

Luis Ángel Salas Fonseca (1915-1999): maestro del diagnóstico agrícola 1-4
Ronald Ochoa

FORO

El agroecosistema café orgánico en México
E. Escamilla P., O. Ruiz R., G. Díaz P., C. Landeros S., D.E. Platas R.,
A. Zamarrípa C., V.A. González H.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

**Efectos de la aplicación de cal dolomítica y yeso agrícola en cafetales
(*Coffea arabica*) afectados con Mal de Viñas en Guatemala** 17-24
Mario Braeuner, Rodolfo Ortiz, Charles MacVean

**Reconocimiento de macromicetos asociados al cultivo de
Guadua angustifolia en Caldas, Colombia** 25-31
Gloria María Restrepo F., Patricia Eugenia Vélez A., Paula Andrea Botero A.,
Catalina Pulido V.

**Depredación por hormigas sobre la broca del café *Hypothenemus hampei*
(Coleoptera: Scolytidae) en cafetales cultivados bajo dos niveles
de sombra en Colombia** 32-40
María Cristina Gallego Roperro, Inge Armbrecht

**Evaluación de atrayentes alimenticios para la captura de la mosca mexicana
de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el Soconusco, Chiapas, México** 41-49
Eugenio Ríos, Jorge Toledo, David Mota-Sánchez

**Comparación del contenido de nutrientes de bokashis elaborados
con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica** 50-56
Humberto A. Leblanc, Manuel E. Cerrato, Luis A. Vélex

**Evaluación de formulaciones de *Beauveria bassiana* (Vuill.) en el campo
sobre el picudo de la yema del manzano *Amphidees* spp.
(Coleoptera: Curculionidae) de Arteaga, Coahuila, México** 57-63
Gallegos-Morales, G., Olayo-Paredes, R.P., Guerrero-Rodríguez, E.,
Sánchez-Valdez, V.M., Sánchez-Pérez, F. de J., Cepeda-Siller, M.

NOTAS TÉCNICAS

**Conformación del cepario de hongos aislados de diferentes sustratos
en varias regiones de Antioquía, Colombia** 64-70
Yamillé Saldarriaga, Ana I. Gutiérrez, Nadya L. Cardona, Inés E. Giraldo

**Estudio exploratorio de los problemas de salud humana derivados del uso
de plaguicidas en Bellavista, Municipio de Villa Guerrero, Estado de México** 71-80
M. Oliva, J.C. Rodríguez, G. Silva

EXPERIENCIAS

**Diagnóstico sobre el conocimiento y manejo de *Bemisia tabaci* por los
productores del norte nicaragüense** 81-85
Claudio Nunes, Eric Lucas, Daniel Coderre

HOJA TÉCNICA

**Selección de plantas de cacao resistentes a la moniliasis usando savia
del floema y fluidos embrionarios de frutos jóvenes** 86-88
Enrique Arévalo G., Cecilia Ortiz B., Luis Zúñiga C., Janet Gonzales V.

BOLETINES

Plagas Forestales Neotropicales 89-91
Boletín de Producción Orgánica 92-94

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CATIE

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son: el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros, los cuales a su vez conforman su Consejo Superior.

Misión y Visión

Misión

Contribuir a la reducción de la pobreza rural en el trópico americano, promoviendo una agricultura y manejo de recursos naturales competitivos y sostenibles, a través de la educación superior, investigación y cooperación técnica.

Visión

El centro científico regional para la agricultura y el manejo de los recursos naturales dedicado al desarrollo rural sostenible y a la reducción de la pobreza en América tropical.

Director General

Pedro Ferreira Rossi

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

Glenn Galloway

Proyección Externa

Alan González

Administración y Finanzas

Viviana Sánchez

Representaciones Nacionales del CATIE

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

COLOMBIA

Convenio Universidad Tecnológica de Pereira-CATIE.
Apartado Postal 097, Pereira, Colombia
Tel. directo (00576) 321 3651
Telefax: (57) 63218738
Correo electrónico: catiecolombia@utp.edu.co

EL SALVADOR

Apartado Postal 1-96
1a. Calle Poniente y 61 Ave. Norte. Edif. Bukela, Planta baja, San Salvador, El Salvador
Tel.: (503) 2261 2036/2037
Fax: (503) 2261 2039
Correo electrónico: catieelsalvador@integra.com.sv

GUATEMALA

Apartado postal 76-A, 2da Ave. 7-15. Zona 14, Los Arcos. Guatemala
Tels. (502) 2366 2650
Fax (502) 2366 1080
Correo electrónico: catieguatemala@intelnet.net.gt

HONDURAS

Primera planta, edificio principal Secretaría de Agricultura y Ganadería SAG Bulevar Miraflores avenida La FAO Tegucigalpa, Honduras
Tel. (504) 235 6609
Fax (504) 235 6610
Apartado postal# 2088 Tegucigalpa, Honduras
correo: catiehonduras@multidata.hn

NICARAGUA

Apartado Postal #4830 Km 8 1/2 Carretera a Masaya Ministerio de Agricultura, Managua, Nicaragua
Tel.: (505) 276 1026/1109
Fax: (505) 276 1108
Correo electrónico: catienicaragua@tmx.com.ni

PANAMÁ

Apartado Postal 08160-1332 Clayton Ciudad del Saber Edificio No. 20, Planta Baja. Panamá, Panamá
Tel. (507) 317 0514
Fax: (507) 317 0518
Correo electrónico: catiepanama@cwpanama.net

BOLIVIA

Calle Batallón Colorados Edificio El Condor No.24. Piso 10, Oficina 1006
Tel. (591) 2 2442 193
Fax: (591) 2 2790 666
Correo electrónico: catiebolivia@catie.ac.cr

Representaciones Nacionales del IICA

BELICE

Dr. Salvador Monge Representante IICA Apartado Postal #448, Belmopán, Belice
Tel.: (00501) 822 0022
Fax: (00501) 822 0286
Correo electrónico: salvador.monge@iica.int

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

www.catie.ac.cr



Luis Ángel Salas Fonseca (1915-1999): maestro del diagnóstico agrícola

Ronald Ochoa¹

Don Luis Ángel Salas nació en la Ciudad de Atenas, provincia de Alajuela, Costa Rica, el 1 de junio de 1915. Cursó la enseñanza primaria en las escuelas Ascensión Esquivel y República de Guatemala y la secundaria en el Instituto de Alajuela, todas ellas instituciones públicas de la provincia de Alajuela. Desde aquellos primeros años demostró un gran interés por las ciencias y el deporte. Desde 1935, cuando empezó, y por casi una década, se destacó en el ámbito deportivo profesional como portero titular en el equipo de fútbol de la Liga Deportiva Alajuelense, donde sus grandes atajadas le dieron la membresía en la portería de la Selección Nacional de Costa Rica. Combinó sus habilidades deportivas en la cancha de fútbol con los libros en la Universidad, hasta que sus obligaciones con la agronomía lo apartaron definitivamente de su deporte favorito.

En 1937 obtiene el Bachillerato en Ciencias Agrícolas, y en 1939 se gradúa como Ingeniero Agrónomo de la Escuela Nacional de Agricultura, la que a partir de 1941 pasaría a ser la Facultad de Agronomía, nombrada recientemente como Facultad de Ciencias Agroalimentarias, en la Universidad de Costa Rica. El Ingeniero Salas, o como cariñosamente lo llamamos, don Luis Ángel, es uno de los pioneros en la docencia de la profesión de la Licenciatura en Ingeniería Agronómica de Costa Rica. El 7 de diciembre de 1940 se casa con doña Grace Muñoz de Salas; con su soporte y apoyo, don Luis Ángel Salas se enfoca en la agricultura y el manejo de plagas.

De 1940 a 1942, trabajó en la Universidad de Costa Rica como profesor de Entomología, lo cual lo impulsó a buscar una especialización en los Estados Unidos de América. Es así como durante el período

de la Segunda Guerra Mundial, don Luis Ángel Salas estudió Entomología en el Agricultural and Mechanical College of Texas (Texas A&M) donde, en 1944, obtuvo su Maestría en Ciencias.

A su regreso a Costa Rica, firmó un contrato con el Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela, donde trabajó durante casi 6 años, y donde entre 1949 y 1950 fue Jefe de la División de Entomología y Zoología del Instituto Nacional de Agricultura de dicho Ministerio. Su desempeño en ese país y su visionaria habilidad lo llevarían nuevamente a Costa Rica, a mediados de los años 50, como profesor de Zoología de Invertebrados en la Facultad de Agronomía. Durante ese tiempo, don Luis Ángel Salas visualizó la necesidad para el país de contar con otras especialidades, como la Acarología, Nematología, Control Biológico y Sistemática, en razón de lo cual regresó a los Estados Unidos para estudiar estas disciplinas en la Universidad de California (Berkeley) y la Universidad de Florida (Gainesville), donde obtuvo diplomados en estas ciencias en 1958 y 1960, respectivamente.

En 1961, don Luis Ángel Salas es nombrado Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica; además, durante ese mismo período fue miembro del Consejo Universitario y de varias comisiones y juntas, en las que, con sus valiosos aportes, contribuyó al desarrollo de lo que hoy es la Universidad de Costa Rica. Entre sus principales contribuciones están el diseño de los planes de estudio de las carreras en Agricultura, la obtención del terreno y la construcción del edificio que alberga a la actual Facultad de Ciencias Agroalimentarias. En 1962 fundó la cátedra de Acarología. Durante su administración, modernizó los laboratorios de Entomología y Nematología; así-

¹ Systematic Entomology Laboratory, USDA, ARS, Barc-West, Beltsville, Maryland 20705, EUA. rochoa@sel.barc.usda.gov



El Dr. Salas en el Laboratorio de Entomología, Acarología y Nematología de la Escuela de Agronomía (antes Escuela de Fitotecnia) de la Universidad de Costa Rica (foto: Facultad de Agronomía, UCR)

y Nematología; asimismo, realizó múltiples gestiones para que muchos de los profesores y profesionales de la Universidad realicen estudios de doctorado y maestría en el exterior. En sus labores como miembro de la Junta de Ahorro y Préstamo de la Universidad ayudó a todos los trabajadores de la institución a conseguir un sentimiento de superación y llevar una vida digna. Como indica el Ingeniero Agrónomo Gilbert Fuentes González, en un homenaje póstumo, con la frase “Nunca tantos debieron a tan pocos ...”, durante su discurso de inauguración del XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales y del V Congreso Nacional de Entomología, actividades dedicadas al Ing. Salas por sus notables contribuciones al desarrollo de la Agricultura y Entomología costarricenses.

De 1962 a 1976 desempeñó el cargo de Presidente de la Fundación Nacional de Clubes 4-S de Costa Rica, a la cual brindó una dedicación extraordinaria, en apoyo a la implementación de programas dirigidos a jóvenes de zonas rurales de Costa Rica. Como miembro y socio fundador del Club de Leones de San Pedro, por más de 25 años, colaboró en programas de desarrollo y soporte a la comunidad costarricense.

En 1966 fue nombrado Profesor Asociado de la Universidad de Costa Rica. En 1967 viajó a Holanda, donde realizó estudios de posgrado en Nematología.

En este mismo año, Don Luis Ángel Salas fue nombrado Presidente de la Conferencia Internacional de la FAO sobre el Mundo Joven pro Agricultura y Desarrollo, llevada a cabo en Toronto, Canadá. En 1968 fue nombrado Catedrático de la Universidad de Costa Rica.

Desde 1969 a 1985 se desempeñó como Profesor de Acarología y Nematología de la Facultad de Agronomía. En 1986 fue nombrado Profesor Emérito de la Universidad de Costa Rica. En sus casi 50 años de dedicación continua a la enseñanza y el desarrollo de la Agricultura, Nematología, Acarología y Entomología, miles de estudiantes pasamos por sus aulas, tanto teóricas como de laboratorio, y quienes tuvimos la oportunidad de ser sus asistentes aprendimos tanto de su conocimiento científico como de sus cualidades humanas.

Aun a sus 73 años de edad, Don Luis Ángel Salas realizó giras por todo el país, desde las llanuras de Guanacaste hasta las laderas del volcán Irazú, con el fin de recolectar material para el laboratorio de Acarología, con su fiel asistente de muchos años, Tec. Justo Azofeifa. El material, recolectado en bolsas plásticas, estaba conformado por frutas, ramas y suelo, todo ello para obtener los diminutos ácaros con la meta de incrementar la colección de referencia de ácaros fitoparásitos de la Universidad.



El Dr. Salas enseñando a sus estudiantes a montar especímenes en láminas de vidrio para su estudio bajo el microscopio (foto: Facultad de Agronomía, UCR)

Perteneció a las Sociedades Científicas de Entomología y de Hematología de los Estados Unidos de América, a la Sociedad de Helmintos de Washington, a la Asociación Latinoamericana de Fitotecnia y al Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica.

Participó en congresos y reuniones relacionados con diferentes aspectos de la Agricultura y Entomología, en Colombia, México, Italia, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Brasil, Jamaica, Costa Rica y los Estados Unidos de América.

Don Luis Ángel Salas cuenta con más de 50 trabajos de investigación, entre artículos científicos y tesis de Ingeniero Agrónomo. Entre sus trabajos más importantes están sus estudios en nematodos que afectan el café, la mosca del Mediterráneo en Costa Rica, plagas del algodón en Venezuela, arañitas rojas de Costa Rica, los ácaros eriófididos de los cítricos, tomate y la palma de coco, ácaros de la familia Phytoseiidae y su importancia en el control biológico de plagas.

Además, don Luis Ángel Salas fue galardonado con varias distinciones, como la Medalla Nacional al Mérito Agrícola, el Premio Anual al Mérito Agrícola y la Estatuilla "La Simiente", máximo galardón que otorga el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica a sus miembros.

Don Luis Ángel Salas tuvo la visión de dotar de personal altamente calificado, así como de la infraestructura necesaria que sustentó el desarrollo de los Programas de Agronomía en la Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Fue el fundador de una escuela multidisciplinaria, con varias generaciones de profesionales de éxito en la Entomología, Acarología y Nematología, en el ámbito nacional e internacional. Su trabajo en la Agricultura influyó en tres generaciones de profesionales y profesores de la Facultad, empezando por sus colegas, Ing. Fabio Baudrit, Ing. Alberto Sáenz Maroto, Dr. Rodrigo Gámez Lobo, Ing. Álvaro Cordero, Ing. Jorge Mario Delgado, Ing. Rodrigo Pinto, Ing. Gilberto "Gato" Gutiérrez, Ing. Guillermo "Macho" Iglesias, Ing. Arturo Borbón, Dr. Eddy Echandi y Dr. Álvaro Willi, seguido por Dr. Luis Carlos González, Ing. Édgar Vargas, Ing. Gilbert Fuentes e Ing. Willy Loría, terminado con sus estudiantes Ing. Paco Freitez, Ing. Rogelio Faerron, Dr. Róger López, Dr. Hugo Aguilar, Ing. Magda González, Dra. Merle Dormond y mi persona.

Don Luis Ángel Salas fue un hombre íntegro y de familia, de una cultura y educación profesional extraordinarias, con una habilidad muy especial como moderador y conciliador. Poseía finas cualidades, entre ellas el análisis minucioso de sus observaciones de campo, la recopilación paciente de cientos de datos y la búsqueda de la respuesta más ética al problema; cualidades que fueron el sustento de su desarrollo como científico y profesor. Don Luis Ángel Salas falleció el 16 de octubre de 1999; le sobreviven su esposa, doña Grace Muñoz de Salas, y sus tres hijos, Luis Guillermo, Mario y Dennis.

Agradecimientos

Quiero agradecer a doña Grace de Salas, Sr. Justo Azofeifa, Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, y al Prof. Carlos Julio Rosales, Venezuela, por la información brindada. A los Drs. Alma Solís, USDA-ARS-SEL, Gregory Evans, APHIS-USDA, USA, Jollyana Malavasi Gil, Hugo Aguilar Piedra y Maritza Mena Campos, Universidad de Costa Rica, por la revisión de esta biografía y las sugerencias aportadas.

Algunas publicaciones de Luis Ángel Salas

Dormond, M; Salas F, LA. 1982. Eficacia de siete acaricidas en el combate químico de las arañitas rojas *Tetranychus neocaledonicus* André y *T. urticae* Koch (Tetranychidae: Acari) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Congreso Agronómico Nacional (5). Resúmenes. San José, CR. 1:41
_____; Salas F, LA. 1984. Pruebas de acaricidas en chayote para el combate químico de la arañita roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Congreso Agronómico Nacional (6). Resúmenes. San José, CR. 1:314-315.

- Fernández Y, F; Salas F, LA. 1952. Una nota sobre el algodoncillo de sabana (*Hibiscus sulfurens* H.B.K.) como planta hospedera del gusano de la hoja del algodonero, *Alabama argillacea* (Hubner) Acta Científica Venezolana 3(1):11-12. Venezuela.
- González, M; Salas, LA; Hernández, RL. Factores bióticos y abióticos que regulan la población de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en naranja. (Trabajo presentado a consideración del Comité Editorial de la revista Agronomía Costarricense para su publicación en un próximo número).
- Ochoa, R; Salas, LA. 1987. Una nueva especie de falsa arañita roja, *Brevipalpus galliprodians* (Acari: Tenuipalpidae) en poro-poro (*Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.). Turrialba (Costa Rica) 37(3):227-228.
- _____; Salas, LA. 1989. The genus *Brevipalpus* in Costa Rica (Acari: Tenuipalpidae). Internat. J. Acarol. 15(1):21-30.
- Salas F, LA. 1951. Una nota sobre *Heliothis virescens* (F) como insecto del Algodonero en Venezuela. Agr. Tropical (Maracay) 1(1):67-69.
- _____. 1958. Informe sobre el estudio de la mosca del mediterráneo en Costa Rica. San José, CR, Editorial Universitaria. 53 p. ilustr.
- _____; Echandi, E. 1961. Parasitic nematodes in coffee plantations of Costa Rica. Coffee. Int. Inst. Agric. Sciences 3(8):6-9.
- _____; Vargas G, E. 1976. *Aphelenchoides ritzemabonsi* (Schwartz) (Nematoda: Aphelenchoididae) como causante de la "falsa mancha angular" del frijol en Costa Rica. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (22). Memorias. San José, CR. v. 1-L31 - 1a - L31-3.
- _____. 1978. Algunas notas sobre las arañitas rojas (Tetranychidae: Acari) halladas en Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(1):47-59.
- _____; Vargas G, E. 1984. El nematodo foliar *Aphelenchoides besseyi* Christie (Nematoda: Aphelenchoididae) como causante de la falsa mancha angular del frijol en Costa Rica. Agronomía Costarricense 8(1):658.
- _____. 1978. Acaros predadores de la familia Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) registrados en Costa Rica y su importancia en el combate biológico de ácaros fitoparásitos. Congreso Agronómico Nacional (3). Resúmenes. San José, CR, 1:150-151.
- _____. 1982. El ácaro de la base de las hojas de la piña *Dolichoetranych floridanus* (Banks) (Tenuipalpidae: Acari) en Costa Rica. Congreso Agronómico Nacional (5). Resúmenes. San José, CR. 1:44.
- _____. 1982. *Aculops lycopersici* (Massee) (Eriophyidae: Acari) una nueva plaga del tomate en Costa Rica. Congreso Agronómico Nacional (5). Resúmenes. San José, CR. 1:44.
- _____. *Eriophyes guerreronis* (Keifer) (Eriophyidae: Acari) el ácaro de la roña del cocotero en Costa Rica, su distribución geográfica e importancia económica. Congreso Agronómico Nacional (5). Resúmenes. San José, CR.
- _____. 1984. Acaros erifióideos hallados recientemente en Costa Rica infestando plantas de valor agrícola u ornamental. Congreso Agronómico Nacional (6). Resúmenes. San José, CR. 1:312-313.
- _____; Ochoa, R. 1985. *Tenuipalpus chamaedorea*, una nueva especie de falsa arañita roja (Acari: Tenuipalpidae) en pacaya (*Chamaedorea* spp.). Agronomía Costarricense 9(2):171-174.
- _____; Ochoa, R. 1986. Una nueva especie de acaro plano, *Tenuipalpus costarricensis* (Acari: Tenuipalpidae), en Costa Rica. Agronomía Costarricense 10(1-2):203-205.
- _____; Ochoa, R. 1986. El genero *Tenuipalpus* Donn. en Costa Rica (Acari: Tenuipalpidae). Agronomía Costarricense 10(1-2):207-210.

"El agroecosistema café orgánico en México"

E. Escamilla P.¹
 O. Ruiz R.²
 G. Díaz P.³
 C. Landeros S.²
 D.E. Platas R.²
 A. Zamarripa C.³
 V.A. González H.⁴

RESUMEN. En México, la caficultura se considera como una actividad estratégica fundamental, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de divisas y empleos, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y alrededor de 30 grupos indígenas y, en forma reciente, de enorme relevancia ecológica, pues más del 90% de la superficie cultivada con café se encuentra bajo sombra diversificada, que contribuye a conservar biodiversidad y como proveedor de vitales servicios ambientales a la sociedad. No obstante su relevancia, el sector cafetalero ha estado inmerso en las recurrentes crisis por la caída de los precios en el mercado internacional. El café orgánico y de comercio justo son alternativas para poder seguir aprovechando el café como eje de desarrollo comunitario y regional. Por las características socioeconómicas y culturales de los caficultores mexicanos, al igual que por las características físicas de los cafetales, ambas descritas en este trabajo, sus mejores oportunidades para desarrollar ventajas competitivas radican en la producción de estos cafés diferenciados. Esta producción tendrá un mayor potencial en la medida que desencadene o se inscriba en procesos más amplios de desarrollo rural.

Palabras clave: calidad física y sensorial, certificación orgánica, *Coffea arabica*, comercio justo, desarrollo rural, cafés especializados.

ABSTRACT. The coffee agroecosystem in Mexico. In Mexico, coffee-growing is a key activity, because it integrates supply chains, generates foreign currency and employment, constitutes the income source of many small producers and around 30 groups of indigenous peoples and, more recently, it has acquired an enormous ecological relevance, for over 90% of coffee-cultivated surface lays under diversified shade, which contributes to biodiversity conservation and as a provider of environmental services. However, the Mexican coffee sector has been deeply immersed in recurrent crises due to the fall of international prices. Organic and fair-trade coffees are alternatives to maintain coffee as an axis for community and regional development. Given the economic, social and cultural features of Mexican coffee-growers, as well as the physical characteristics of their plantations, both described in this paper, their best opportunities to build competitive advantages lay in producing these differentiated coffees. These production will be more successful if it unleashes or is inscribed in wider rural development processes.

Key words: *Coffea arabica*, fair trade, organic certification, rural development, specialized coffee.

Introducción

En México, el cultivo y consumo del café como bebida data de la última década del siglo XVIII; a más de doscientos años de su introducción, el grano es considerado uno de los cultivos de mayor importancia económica, sociocultural y ambiental (Pérez y Díaz 2000). El café ocupa una superficie de 664.794 ha, distribuidas entre 481.084 caficultores, conformando

58 regiones productoras en 12 estados, para un total de 404 municipios y 4572 comunidades del país. De esta actividad dependen tres millones de personas que participan en el sector cafetalero. Más del 80% de la producción nacional de café se obtiene en seis entidades: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo (Santoyo et ál. 1995, FIRA 2003, UACH 2005).

¹ Universidad Autónoma Chapingo. CRUO-CENIDERCAFE. Huatusco, Veracruz. México. espreschoca@yahoo.com.mx

² Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. Tepetates, Veracruz. México. octavio@colpos.mx.

³ INIFAP. Campo Experimental Xalapa. Xalapa, Veracruz. México. diaz.gabriel@inifap.gob.mx y Campo Experimental Rosario Izapa, Chiapas. México. zamarripa.alfredo@inifap.gob.mx

⁴ Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Montecillo, Estado de México. México. vagh@colpos.mx

La caficultura se considera una actividad estratégica fundamental en el país, debido a que permite la integración de cadenas productivas, la generación de divisas y empleos, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores y alrededor de 30 grupos indígenas y, en forma reciente, de enorme relevancia ecológica, pues más del 90% de la superficie cultivada con café se encuentra bajo sombra diversificada, que contribuye considerablemente a conservar biodiversidad y como proveedor de vitales servicios ambientales a la sociedad (Moguel y Toledo 1999, Escamilla y Díaz 2002, Vandermeer 2003, Giovannucci y Juárez 2006).

No obstante su relevancia, el sector cafetalero ha estado inmerso en las recurrentes crisis por la caída de los precios en el mercado internacional. La más reciente, en el período 1998-2004, fue considerada la más severa del pasado siglo. Las consecuencias de esta crisis son diversas y sus repercusiones impactan desfavorablemente al sector; sus indicadores más relevantes son la elevada e incontenible migración de productores, el abandono de las plantaciones, el enorme impacto ambiental al sustituir cafetales por otros cultivos más agresivos con la ecología, los niveles de incidencia de la broca del grano, la disminución de la producción y exportación de café mexicano y, sobre todo, la dramática caída del nivel de desarrollo humano en las regiones cafetaleras (Castillo et ál. 2000, UACH 2005, Guadarrama et ál. 2006).

En México se han impulsado y desarrollado diversas alternativas para superar esta situación desfavorable e incluso poder seguir aprovechando el café como eje de desarrollo comunitario y regional. Entre estas experiencias, las más exitosas son la producción y comercialización de café orgánico y el comercio justo certificados; de esta manera, el café mexicano se ha diferenciado e incursionado en mercados muy especializados (Roozen y VanderHoff 2002, Pohlan 2002, Sosa et ál. 2004).

La tendencia mundial creciente en favor de los cafés de especialidad se refleja en que actualmente los mercados de cafés diferenciados importan entre 7 y 9 millones de sacos de café verde, que representan del 9 al 12 % de las importaciones mundiales. En particular, sobresalen los cafés especiales que incluyen estándares sociales y ambientales, derivados de la mayor preocupación mundial por estos asuntos. Entre los más conocidos están los cafés orgánicos, los amigables con el ambiente y el comercio justo (Giovannucci y Juárez 2006).

Los cafés orgánicos son los líderes certificados de café en los EUA, seguidos por el comercio justo. Ambos mercados crecen aceleradamente y cada vez más los compradores demandan las dos certificaciones. También los mercados europeos de cafés sostenibles están dominados por el comercio justo y orgánico: el mercado orgánico mundial en el 2005 fue de 700.000 sacos (Giovannucci y Juárez 2006). Así mismo, se estima que entre el 2006 y el 2010 los índices de crecimiento del café orgánico serán de 10 a 20% al año (CCA 1999).

El café orgánico se cultiva mediante una estrategia productiva orientada a la obtención de café de calidad y la protección del ambiente, sin la aplicación de insumos de síntesis química, y que se rige por normas de producción y procesamiento, mismas que son vigiladas mediante un proceso de certificación que garantiza al consumidor la adquisición de alimentos de calidad sin residuos químicos, como son fertilizantes y plaguicidas (CERTIMEX 1998).

México ha sido pionero en la exportación de café orgánico y es el líder mundial en comercio justo (Sosa et ál. 2004, Giovannucci y Juárez 2006, Guadarrama et ál. 2006). La producción de café orgánico en México inició hace más de cincuenta años con la experiencia de la Finca Irlanda en el Soconusco en Chiapas, pero es hasta la crisis cafetalera de 1989-1994 cuando se consolida la producción orgánica al ser retomada por las organizaciones cafetaleras, debido a que esta actividad se caracteriza por incluir los conocimientos de la caficultura tradicional, evita el uso de insumos sintéticos procedentes del exterior e intensifica el uso de mano de obra, bajo normas y reglamentos establecidos por agencias certificadoras. De esta manera, el café orgánico se integra a procesos organizativos democráticos y autogestionados de organizaciones de pequeños productores, aspectos sociales que además han impulsado la creación del comercio justo (AMAE/IFOAM/UACH 1995, Roozen y VanderHoff 2002).

Los principales productores orgánicos son en su mayoría grupos muy bien organizados, muchos de ellos en comunidades indígenas (Foto 1), ubicadas principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla, que exportan directamente a mercados de especialidad y reciben ingresos significativos. Entre las organizaciones más exitosas están UCIRI, ISMAM, CEPCO, Majomut, MICHIZA, La Selva, Federación Indígena Ecológica, Tiemelonla Nich K Lum, Tosepan Titataniske, Unión Regional de Huatusco y REDCAFES, por citar algunas (Sosa et ál. 2004, Giovannucci y Juárez 2006).



Foto 1. Familia cafetalera de la etnia tzeltal en el Municipio de Chilón, Sierra Norte de Chiapas

En el 2002, México aportó el 66% del total mundial con una producción de 47.461 t de café orgánico (FIRA 2003). Los principales destinos del café orgánico son Estados Unidos, Alemania, Holanda, Suiza, Japón, Italia, Dinamarca, España, Francia, Australia, Inglaterra y Bélgica (Sosa et ál. 2004).

El cultivo orgánico en México se ha desarrollado con éxito, impulsado por las propias organizaciones de productores; sin embargo, este dinámico sector enfrenta diversos problemas que requieren apoyo científico y técnico. Las necesidades de investigación y desarrollo del sector cafetalero orgánico son diversas; entre las más importantes están el incremento de los rendimientos, la reducción en los costos de producción,

y el mejoramiento de la calidad del grano y la bebida, factores asociados con el proceso de producción, beneficiado y comercialización. El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento del agroecosistema café orgánico en México para determinar su importancia y distribución en los principales estados productores, así como conocer el perfil socioeconómico de los caficultores, las principales características agroecológicas de los cafetales y determinar su productividad.

Materiales y Métodos

El área de estudio incluye los cinco principales estados productores de café en México, que son Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla y Guerrero. El estudio se dividió en dos fases: la primera consistió en determinar los principales indicadores del café orgánico mediante consultas a la base de datos de la Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos (CERTIMEX S.C). Las variables analizadas fueron superficie cultivada, número de productores, producción de café, superficie promedio, rendimientos por hectárea, municipios y comunidades productoras. Además, con un SIG Arc/view 3.2 se elaboró un mapa de municipios productores de café orgánico.

En la segunda fase se estudiaron los agroecosistemas de café orgánico, con un enfoque de investigación-desarrollo y con la participación de nueve organizaciones que producen café orgánico certificado (Cuadro 1 y Fig. 1). Se encuestaron 79 productores para determinar sus características socioeconómicas, y las variables estudiadas fueron edad, escola-

Cuadro 1. Organizaciones participantes en el estudio

Organización	Estado	Área de influencia	Grupo étnico
Nubes de Oro S. de S. S.	Chiapas	Municipio Mapastepec	Mestizo
Unión de Campesinos Ecológicos de Acacoyagua S. de S. S. (UCEA)	Chiapas	Municipio Acacoyagua	Mestizo
Café Neey S. P. R. de R. I.	Oaxaca	Comunidad Rancho Grande del Municipio de Valle Nacional	Chinanteco
Productores de Café Santo Domingo S.C. de R. L.	Oaxaca	Comunidad de Santo Domingo del Municipio de Coatlán	Mestizo
Unión de Sociedades para la Producción Agropecuaria Sustentable A. C. (UNISOPRAS)	Veracruz	Regional. Varios municipios de las regiones de Huatusco y Córdoba	Mestizo
Unión Regional de Pequeños Productores de Café Agropecuaria, Forestal de la Zona de Huatusco S. S. S.	Veracruz	Regional. Varios municipios de la región de Huatusco	Mestizo
Red de Organizaciones Cafetaleras Sustentables A. C. (REDCAFES)	Veracruz	Regional. Municipios de Chocamán, Ixhuatlán y Tepatlaxco	Mestizo
Sociedad Cooperativa Agropecuaria Regional Tosepan Titataniske	Puebla	Municipio de Cuetzalan	Nahuas
Sociedad Cooperativa La Pintada	Guerrero	Comunidad La Pintada del Municipio de Atoyac de Álvarez	Mestizo

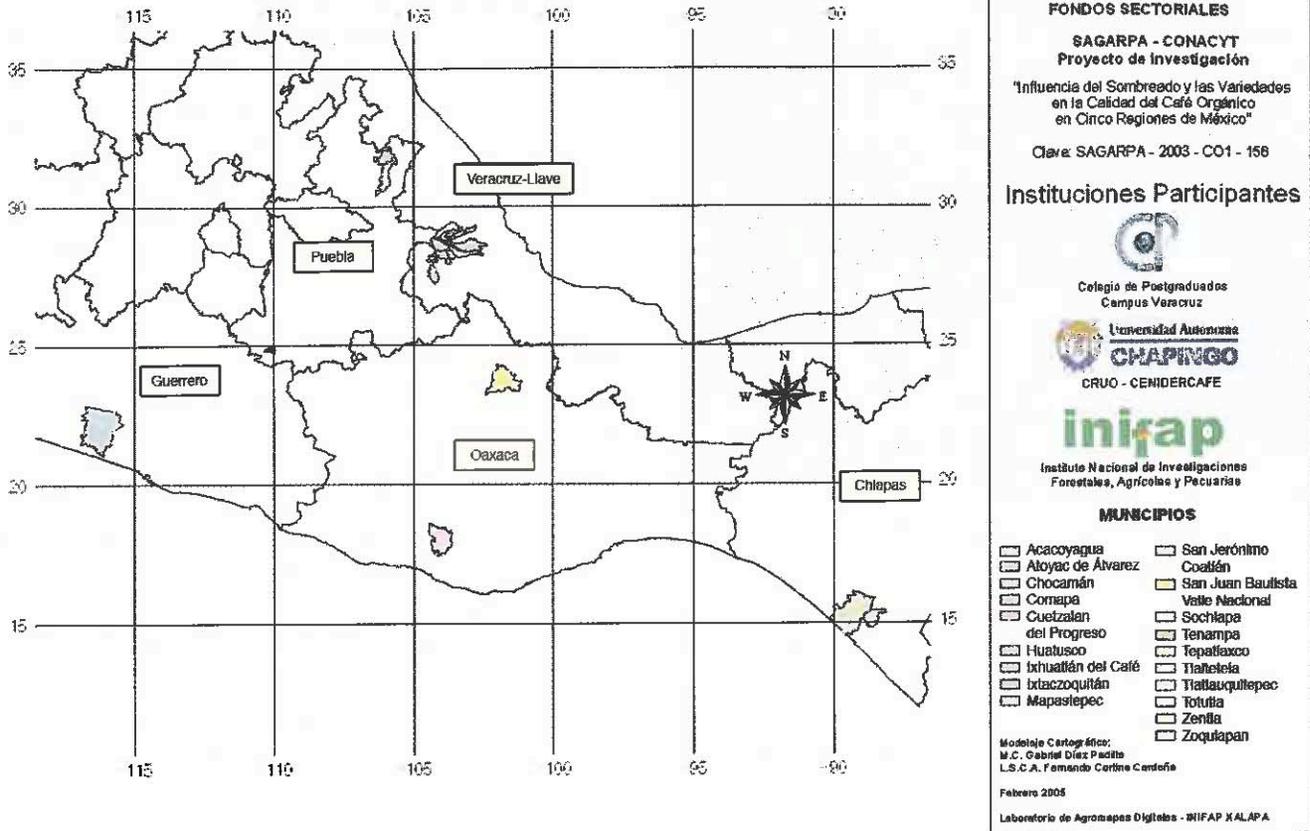


Figura 1. Ubicación de las regiones de estudio.

riedad, tamaño de la familia, experiencia cultivando café orgánico, superficie cultivada, asistencia técnica, número de trabajadores que participan en el cultivo y la cosecha, familiares migrantes, gasto e ingreso semanal y cultivo de maíz para autoconsumo (Foto 2).

Los cafetales se evaluaron al mismo tiempo, considerando como criterio de selección la distribución altitudinal en cada área de influencia de las organizaciones (comunidad, municipio o región). Se georreferenciaron los predios cafetaleros con GPS Garmin y el software ARC View 3.2, y se realizó su caracterización ambiental, determinando la clasificación climática (García 1988) y edáfica (FAO-UNESCO 1988). Se caracterizó la tecnología de producción orgánica mediante la medición de diversas variables agroecológicas, como son altitud (msnm), características químicas de los suelos (pH y contenidos de materia orgánica, N, P y K), sombra (sistemas de cultivo, especies de sombra, total de árboles, cobertura arbórea, diversidad y riqueza vegetal), densidad de cafetos y evaluación de variables agronómicas, entre las que se incluyen variedades cultivadas, densidades de plantación, manejo del tejido productivo, fertilización



Foto 2. Entrevista a productor de café orgánico en Cuetzalan, Puebla

orgánica, manejo de arvenses, prácticas de conservación de suelos y presencia de plagas y enfermedades.

Finalmente, se determinó la productividad expresada en kilogramos de café pergamino por hectárea ($qq\ ha^{-1}$), comparando los datos de CERTIMEX y los obtenidos directamente con los productores. Las

variables se evaluaron estadísticamente con el programa STATISTICA 6.1 (StatSoft Inc. 2003), utilizando estadística descriptiva, análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey HSD).

Resultados y discusión

Indicadores de la producción de café orgánico

Diversas agencias certificadoras están acreditando proyectos orgánicos en México, entre las que destacan OCIA-México, Naturland, IMO Control y Bioagricoop, entre otras con importante presencia en el sector cafetalero (Sosa et ál. 2004). Sin embargo, CERTIMEX es hasta el momento la única certificadora nacional, con una destacada trayectoria e importante cobertura de proyectos de café orgánico en el país. Los datos de esta agencia

son confiables y permiten generar información valiosa y actual sobre ciertas variables relativas a este dinámico sector.

Con base en la información de CERTIMEX, se determinó que la superficie cultivada con café orgánico de es 66.390 ha, por 28.316 productores, que representan el 9,9% y el 5,8% respectivamente del total nacional. En el estado de Chiapas se concentra el 57,9% de los productores y el 64,7 de la superficie de café orgánico en el país, seguido de Oaxaca. La producción del ciclo 2004-05 fue de 437.553 qq de café pergamino seco, que equivale a 335.500 sacos de café oro para exportación, lo cual representa alrededor del 10% de la producción nacional de café. Más del 70% de la producción nacional de café orgánico es aportada por Chiapas (Cuadro 2). De

Cuadro 2. Indicadores de la producción de café orgánico en México

Estados	Superficie (ha)	Productores	Producción (qq)	Municipios	Comunidades	Superficie promedio (ha)	Rendimiento (qq/ha-1)
Chiapas	38.445	18.337	305.637	70	942	2,10	7,95
Oaxaca	20.636	6176	66.241	47	175	3,34	3,21
Veracruz	2463	1079	38.496	16	58	2,28	15,63
Puebla	3678	1983	21.994	2	29	1,86	5,98
Guerrero	1168	741	5185	10	47	1,58	4,44
Total (promedio)	66.390	28.316	437.553	145	1251	2,34	6,59

Fuente: elaboración de los autores a partir de datos de CERTIMEX S.C. (2005).

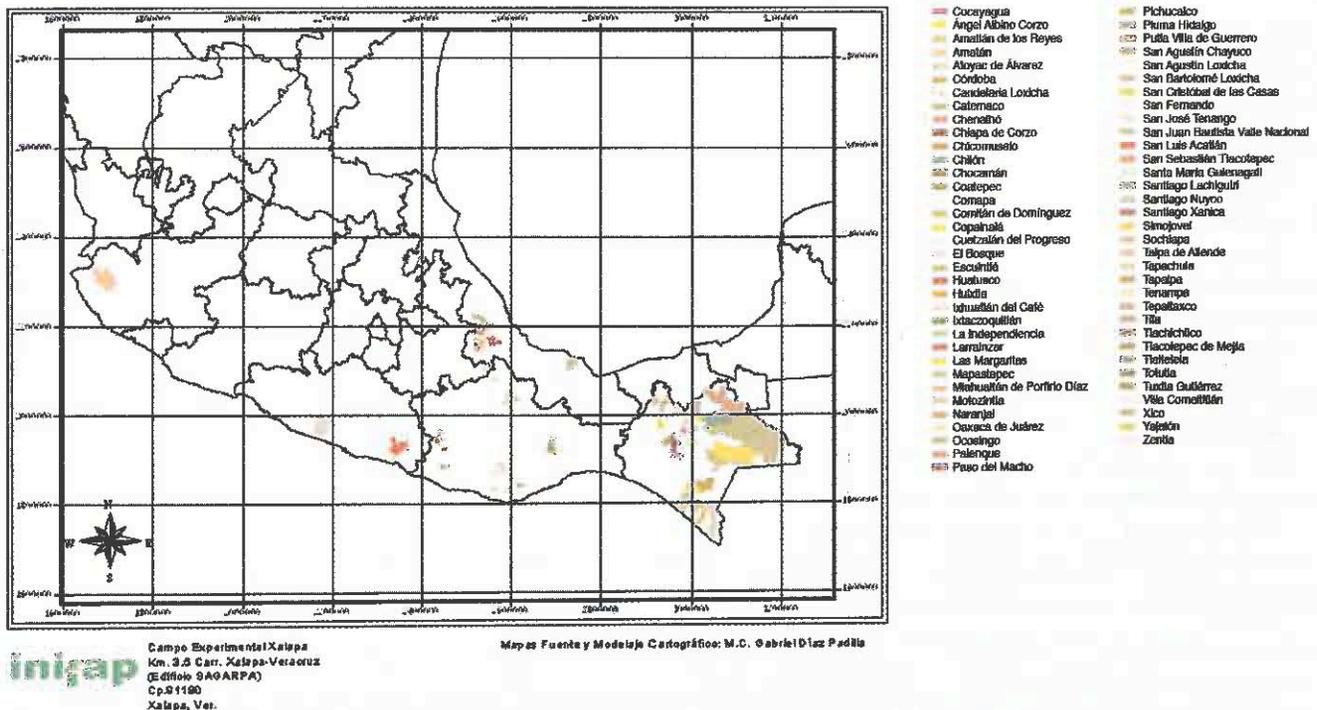


Figura 2. Municipios productores de café orgánico en México

un total de 404 municipios cafetaleros en México, se registra la presencia de café orgánico en el 36%, y de un total de 4572 comunidades cafetaleras en el país, el 27,5% reporta su cultivo. Aunque el volumen de producción orgánica es aún pequeño en relación al total nacional, el café orgánico tiene una gran importancia económica y social en los más de 145 municipios y 1251 comunidades donde se produce, caracterizados por pequeños productores minifundistas y en la mayoría de los casos indígenas, que se han organizado para diferenciar su producto y darle valor agregado (Fig. 2).

Se ratifica la importancia de Chiapas y Oaxaca en la producción de café orgánico; ambos estados aportan el 90% de la superficie cultivada, el 86,5% de los productores y el 84,9% de la producción. La superficie promedio por productor orgánico es de 2,3 ha, mayor al promedio nacional, que es de 1,4 ha (SAGARPA 2005).

Perfil socioeconómico de los productores

Los indicadores sociales y económicos permiten determinar las características más importantes de los caficultores orgánicos, donde predominan los pequeños

productores. También se ratifica la polarización del sector cafetalero mexicano, matizando sus marcados contrastes regionales (Cuadro 3).

La edad promedio de los caficultores orgánicos es de 49 años, con variaciones regionales de entre 43 y 54 años, lo cual muestra que su población está envejeciendo. Por otro lado, el número de familiares migrantes por productor, que en promedio es de 1,5, refleja la intensa migración, en particular hacia los EUA. Ambas tendencias constituyen un enorme problema social y representan una amenaza para el sector orgánico, debido a que los hijos de los productores se están desvinculando de la producción, beneficiado y comercialización del café, situación que limita la transmisión de estos valiosos conocimientos entre generaciones (Foto 3).

El promedio de escolaridad es de cinco años, que no finalizan el ciclo de educación primaria, de seis años en el país, aunque con diferencias entre estados. Por ejemplo, los productores de Guerrero presentan la máxima escolaridad, debido a que en la organización seleccionada participan algunos profesionales, mientras que en Chiapas se tiene el nivel más bajo, con tan solo 2,2 años de estudio. La

Cuadro 3. Perfil socioeconómico de los caficultores orgánicos

Variable	Chiapas	Oaxaca	Veracruz	Puebla	Guerrero	Promedio/ total	ANOVA
Casos	16	20	18	17	8	79	
Edad (años)	46	45	52	54	43	49	SDE ^(z)
Escolaridad (años)	2,25b	4,8ab	6,2a	4,8ab	7,6a	4,9	$p = 0,009$
Número de integrantes de la familia	7,7a	4,6b	6,8ab	6,2ab	6,0ab	5,6	$p = 0,007$
Experiencia cultivando café (años)	23,9c	27,8c	31,5ab	43,4a	34,7ab	31,9	$p = 0,001$
Superficie con café (ha)	5,6a	4,5ab	5,4a	2,2b	8,0a	4,8	$p = 0,000$
Asistencia técnica ^(v)	1,9ab	1,2b	6,0a	3,6ab	0,4b	2,8	$p = 0,047$
Número de trabajadores para labores de cultivo	2,1	2,6	3,4	1,8	3,9	2,6	SDE
Número de trabajadores para la cosecha	7,3ab	4,0b	11,3ab	4,5ab	15,5a	7,6	$p = 0,012$
Número de familiares migrantes	0,9	1,7	1,9	2,1	1,4	1,6	SDE
Gasto semanal (US\$) ^(x)	32,90	41,39	42,86	48,84	51,69	42,68	SDE
Ingreso semanal (US\$) ^(x)	27,76	48,52	64,08	53,02	71,29	51,13	SDE
Cultivo de maíz para consumo propio (%)	93,8	65,0	44,4	58,8	25,0	61,0	

^(z) SDE = sin diferencia estadística; ^(v) asistencia técnica = número de veces que los técnicos visitan el cafetal durante el año; ^(x) la paridad peso-dólar fue de \$10,87, con fecha 22 de diciembre del 2006.



Foto 3. Caficultores de Veracruz participando en curso de capacitación sobre la calidad del café

familia más numerosa se localiza en Chiapas, con 7,7 miembros, superando ampliamente el resto de los estados. La mayor experiencia en el cultivo del café se encuentra en Puebla, relacionado con una zona indígena nahua y con la organización Tosepan Titataniske, la más antigua de las nueve estudiadas. La menor experiencia se reporta en Chiapas, debido a que las dos organizaciones se ubican en regiones que fueron colonizadas más recientemente. La asistencia técnica, valorada en el número de visitas que realizan los técnicos a los cafetales por año, es muy alta en Veracruz, con seis, y muy baja en Guerrero, lo cual refleja las diferentes condiciones de comunicación y acceso a los cafetales. El número promedio de trabajadores requeridos por productor para las labores del cultivo es de entre 2,6 y 7,6 para el levantamiento de la cosecha. En Guerrero y Veracruz se requiere un mayor número de cortadores; en el primer caso, esto se relaciona con la mayor disponibilidad de superficie, y en el segundo, con los niveles de mayor productividad de café. El balance entre el ingreso y el gasto semanal es negativo para el estado de Chiapas y ligeramente positivo para el resto de los estados. Más del 60% de los productores orgánicos cultivan maíz para el consumo propio; estos se concentran en Chiapas, con más del 90% de los productores entrevistados, mientras que lo contrario ocurre en Guerrero, donde solo la cuarta parte cultiva este producto básico de la población mexicana.

No obstante el liderazgo de Chiapas en el café orgánico, los productores de este estado presentan los niveles más bajos de escolaridad, la familia más numerosa y los ingresos más bajos en comparación con los productores de los demás estados.



Foto 4. Comunidades cafetaleras en Chiapas

A pesar de los esfuerzos que realizan los productores y sus organizaciones por diferenciar su producto, los resultados del estudio confirman que la gran mayoría del café orgánico se cultiva en zonas montañosas dispersas, aisladas, marginadas, con escasa infraestructura y con altos niveles de pobreza, en donde el grano es prácticamente la única fuente de ingreso económico. No es casual que los principales estados productores de café en México sean también los más pobres del país (Foto 4).

Caracterización ambiental de las regiones productoras de café orgánico

Se determinaron las principales características ambientales de las cinco regiones productoras de café orgánico (Cuadro 4). Con relación al clima, se identificaron templados, semicálidos y cálidos, siendo los climas semicálidos del tipo (A)C(m) los más frecuentes y representativos de las áreas con cultivo de café. El rango altitudinal de las plantaciones de café orgánico fluctúa desde 260 hasta 1503 msnm, con un promedio de 933 m. Cabe mencionar que la mayoría de los cafetales orgánicos se cultivan a una altitud superior a los 900 msnm, que producen cafés clasificados como de altura y estrictamente altura. Tradicionalmente, la altitud ha sido el criterio para determinar las calidades del café en varios países cafetaleros; sin embargo, faltan estudios sobre la calidad física y sensorial en las diversas regiones, como los realizados por Pérez et ál. (2005) en las regiones cafetaleras de Veracruz, donde determinaron que la temperatura es el factor más adecuado para explicar la calidad del café en el contexto ecofisiológico y, además, encontraron interesantes cualidades sensoriales en la bebida.

Cuadro 4. Caracterización ambiental de los cafetales orgánicos en varios estados de México

Variable	Chiapas	Oaxaca	Veracruz	Puebla	Guerrero	Promedio	ANOVA
Clima	Am, (A)C(m), C(w1)	Am, (A)C(m)	(A)C(m), (A)C(m)(f)	(A)C(fm) A(f)	Aw2,(A)C(w2)	—	—
Rango altitudinal (msnm)	595-1432	639-1282	696-1410	260-954	855-1503	—	—
Altitud promedio (msnm)	1020ab	918b	1105ab	564c	1192a	933	$p = 0,000$
Geología	Ígneo	Calizas	Ígneo y Calizas	Calizas	Ígneo	—	—
Suelo ⁽²⁾	Cambisol Feozem	Rendzina Feozem	Acrisol, Luvisol, Andosol	Litosoles	Cambisol Andosol	—	—
pH	5,0b	4,9ab	4,7a	4,7a	5,0b	—	$p = 0,012$
Materia orgánica (%)	4,04	5,37	5,87	5,61	6,11	5,34	SDE ^(y)
N total (%)	0,33	0,40	0,39	0,41	0,37	0,38	SDE
P mg/kg	29,59a	4,44b	21,23ab	27,04a	12,48ab	19,04	$p = 0,010$
K mg/kg	0,25ab	0,2b	0,55a	0,27ab	0,191b	0,30	$p = 0,020$

⁽²⁾ Según descripción de FAO-UNESCO; ^(y) SDE = sin diferencia estadística.

Los suelos se derivan de materiales volcánicos y sedimentarios; en el caso de Veracruz están presentes ambos materiales. Se encontraron siete tipos diferentes de suelos, que van desde los típicos suelos volcánicos, como son los Andosoles, hasta los suelos con alta presencia de rocas calizas, como los Litosoles. Los suelos son ácidos, con niveles de pH que varían desde 4,7 hasta 5,0. Los contenidos de materia orgánica y nitrógeno total se clasifican de altos a muy altos, en cambio el fósforo se encuentra en niveles bajos en Oaxaca y en niveles altos en el resto de las regiones. El potasio se ubica en niveles bajos en Oaxaca y Guerrero.

Características agroecológicas de los cafetales

En el Cuadro 5 se presentan algunas características agroecológicas de los cafetales orgánicos. En relación con la sombra, se encontraron entre seis y nueve especies arbóreas por unidad de superficie estudiada (625 m²), con un promedio de 8,6; el número total de árboles por hectárea varía de 256 hasta 524. En Puebla se encuentran los cafetales con el mayor número de especies arbóreas de sombra, la mayor cantidad de árboles por hectárea y el porcentaje más alto de cobertura arbórea. Los árboles de mayor altura corresponden a los cafetales de Guerrero, donde alcanzan más de 24 m. Los índices de diversidad y riqueza más altos se encontraron en Guerrero y Chiapas, respectivamente. La densidad promedio de cafetos por hectárea es de 2816, y solo en Veracruz supera las 3000 plantas.

Las condiciones ambientales particulares en que se desarrolla la cafecultura orgánica confieren al cultivo sostenibilidad ambiental, porque ayudan a la conservación y protección de la biodiversidad y ofrecen múltiples servicios ambientales, entre los que destacan la captura de carbono, producción de oxígeno, conservación y recarga de mantos freáticos, y conservación del paisaje natural, como han mencionado ya varios autores (Moguel y Toledo 1999, Escamilla y Díaz 2002, Vandermeer 2003, Giovannucci y Juárez 2006).

La sombra es una característica que permite diferenciar entre los cafetales mexicanos. Se determinaron cuatro sistemas de cultivo (Escamilla y Díaz 2002), que son: de montaña o rusticano, policultivo tradicional, policultivo comercial y especializado. Estos sistemas responden a diversas estrategias desarrolladas por los productores en función de su experiencia y conocimientos; sin embargo, predominan los policultivos que caracterizan a los caficultores minifundistas, donde cobra importancia el aprovechamiento integral del cafetal. El 48% de los cafetales estudiados presenta la modalidad de policultivo, ya sea tradicional (Foto 5) —integrando diversos árboles de vegetación nativa y secundaria, así como diversos frutales (tanto nativos como introducidos) y, en menor grado, árboles de leguminosas del género *Inga*—, o bien, en policultivos comerciales, intercalando otros cultivos destinados al mercado y que contribuyen a complementar los ingresos de los productores. El



Foto 5. Cafetal orgánico en sistema de policultivo tradicional en Guerrero



Foto 6. Secado de café orgánico en Veracruz

policultivo tradicional predomina en Veracruz y el policultivo comercial en Puebla, donde es frecuente la intercalación de pimienta, zapote mamey, macadamia y vainilla. El sistema de montaña, donde predominan las especies arbóreas de la vegetación nativa, es muy importante en Guerrero y Chiapas. Finalmente, el sistema especializado, caracterizado por la presencia dominante de árboles del género *Inga*, es frecuente en Oaxaca, y constituye los cafetales que tienen los valores más bajos de diversidad y riqueza (Cuadro 5).

Los productores orgánicos cultivan exclusivamente *Coffea arabica* L. Los cultivares con mayor presencia en los cafetales son Typica y Borbón, aunque se tienen preferencias regionales; por ejemplo, en Veracruz, Guerrero y Chiapas es importante la presencia de Typica, en cambio en Puebla son importantes los cultivares Caturra y Garnica. Un rasgo distintivo del cultivo orgánico es la preferencia y el arraigo hacia las variedades cultivadas tradicionales con mayor adaptación al ambiente y con alta calidad del grano y la bebida, condición que puede potenciarse en los mercados de especialidad (Foto 6).

En el manejo de arvenses se realizan los deshierbes con machete; el 90% prefiere el corte de 5 a 10 cm y el 65% realiza dos deshierbes al año. Cabe mencionar que el 70% de los productores identifica especies nobles en sus cafetales, en particular del género *Commelina*. El 80% realiza prácticas de conservación de suelos; la práctica más frecuente es el establecimiento de barreras vivas. Otras prácticas de conservación reportadas son las terrazas individuales, barreras muertas, terraza en banco y trazo en curvas de nivel. El 63% de los productores reporta la aplicación de fertilizantes orgánicos, con mayor frecuencia en Chiapas, Puebla y Veracruz; sin embargo, solo el 48% lo aplica cada año. La aplicación de abono orgánico está en función de la disponibilidad de material; en Veracruz se identificaron a los productores que aplican mayores cantidades de abonos. El 82% de los productores entrevistados realizan la poda, y de este total el 46% efectúa la poda profunda de rehabilitación y el 40,5% lleva a cabo el sistema de poda tradicional denominada “veracruzana”. El 53% de los productores encuestados regula la sombra, en el caso

Cuadro 5. Características agroecológicas de los cafetales orgánicos en México

Variable	Chiapas	Oaxaca	Veracruz	Puebla	Guerrero	Promedio	ANOVA
Especies de sombra ^(z)	7,87	7,45	8,11	9,70	6,37	8,6	Sin diferencia
Total de árboles (ha ⁻¹)	276,8b	406,4ab	392,0ab	524,8b	256,0b	387,2	p = 0,007
Altura máxima de la sombra (m)	17,3ab	15,7b	12,8b	14,4b	24,3a	22,2	p = 0,001
Cobertura arbórea (%) ^(y)	72,6ab	76,4a	74,8ab	81,41a	58,3b	74,5	p = 0,009
Índice de diversidad ^(x)	0,16ab	0,08c	0,12abc	0,09bc	0,18a	0,12	p = 0,001
Índice de riqueza ^(w)	0,486a	0,299b	0,392ab	0,326b	0,480ab	0,38	p = 0,004
Cafetos por hectárea	2721	2889	3152	2755	2197	2816	Sin diferencia

^(z) Estos datos se determinaron con base en una superficie de 625 m² en los cafetales estudiados (un cuadro de 25 x 25 m); ^(y) la cobertura de sombra o arbórea se determinó con un densitómetro (GRS); ^(x) índice de diversidad de Shannon-Weaver; ^(w) índice de riqueza de Margalef.

de Chiapas lo hace el 69% y en Puebla el 59% de los casos podan anualmente su sombra (Cuadro 5).

Las plagas más importantes son la broca del grano *Hypothenemus hampei* Ferr. (56%) y la tuza *Heterogeomys hispidus* Le Conte (29%). En cuanto a las enfermedades, solo se reportan las causadas por hongos, donde las más frecuentes son ojo de gallo (*Mycena citricolor* Berk. et Curt. Sacc.), mal de hilachas (*Corticium koleroga* Cooke Van Hoehnel) y roya (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.). Algunos problemas fitosanitarios de menor frecuencia, como los nematodos (*Meloidogyne* spp.), se restringen a ciertas regiones. En general, para prevenir los problemas de enfermedades se recurre a las prácticas agrícolas que regulan las condiciones microambientales del cafetal, como son regulación de sombra y poda de cafetos, además de la aplicación oportuna de abono y el control de hierbas. Solo en el caso de la broca se reportan diversos métodos de control, como son cosecha sanitaria, trampas y hongos entomopatógenos.

Dadas las condiciones de topografía accidentada de los cafetales mexicanos, la tecnología de producción de café orgánico con cultivo bajo sombra diversificada y con prácticas variadas de conservación de suelos permite revertir o disminuir el impacto ambiental de manera inmediata, protegiendo los suelos y conservando la biodiversidad.

Productividad de los cafetales orgánicos

En relación con la productividad, expresada en quintales de café pergamino seco por hectárea (qq ha⁻¹), se tienen dos fuentes de información. La primera se deriva de los registros de CERTIMEX (Cuadro 2), donde el promedio de los orgánicos es de 6,6 qq ha⁻¹, inferior a los 8,3 qq ha⁻¹ que constituyen el promedio nacional (UACH 2005). Cabe señalar que en Oaxaca se reportan los rendimientos más bajos, aunque tienen en promedio la mayor disponibilidad de superficie para el cultivo de café orgánico. En Veracruz se obtuvieron los rendimientos más altos (15,6 qq ha⁻¹), que casi duplican el rendimiento nacional. La segunda fuente de información (Cuadro 6) fueron los registros obtenidos durante las entrevistas con los productores, en donde se calculó un promedio de 8,55 qq ha⁻¹, con contrastes regionales; los mayores niveles se localizan en Veracruz (10,6 qq ha⁻¹) y los más bajos en Puebla (5,2 qq ha⁻¹). Los promedios de productividad entre ambas fuentes de información muestran una diferencia de casi 2 qq ha⁻¹; es probable que esta diferencia se deba a que los productores generalmente reportan una productividad menor a la Agencia, para evitar rebasar sus estimaciones y que esto les genere sanciones. En general, se aprecia que la productividad de los cafetales orgánicos

Cuadro 6. Manejo en el agroecosistema café orgánico en México

Variable	Chiapas	Oaxaca	Veracruz	Puebla	Guerrero	% nacional
Sistema de cultivo más frecuente	Montaña	Especializado	Policultivo tradicional	Policultivo comercial	Montaña	
Variedades cultivadas más frecuentes	Borbón y Typica	Mundo Novo	Typica	Caturra y Garnica	Typica	
Dos deshierbes con machete por año (%)	94,0	80,0	33,0	71,0	25,0	65,0
Prácticas de conservación de suelo (%)	100	50	83,3	88,2	87,5	80,0
Establecimiento de barreras vivas (%)	50,0	40,0	61,1	29,4	12,5	33,2
Aplicación de abono cada año (%)	75,0	30,0	50,0	84,7	0	47,9
Cantidad de abono por cafeto (kg)	1,19	0,72	4,61	1,76	0,25	
Cantidad de abono aplicado al cafetal (kg/año)	469,7	520,0	2 998,1	955,9	75,0	
Poda veracruzana (%)	31,0	15,0	67,0	47,0	13,0	40,0
Poda de recepa (%)	69,0	40,0	6,0	47,0	75,0	46,0
Regulación anual de sombra (%)	68,8	55,0	38,9	58,8	37,5	51,8
Principales plagas	Broca	Broca y tuza	Broca y nematodos	Broca y tuza	Broca y tuza	
Principales enfermedades	Ojo de gallo	Ojo de gallo	Ojo de gallo	Ojo de gallo	Ojo de gallo y mal de hilachas	
Rendimiento (qq ha ⁻¹)	10,5	8,6	10,6	5,3	6,3	8,5

en México es baja, similar o ligeramente inferior al promedio nacional, que a su vez se ubica entre los más bajos a nivel mundial. Esta situación debe llevar a la búsqueda de opciones agroecológicas apropiadas para mejorar estos rendimientos.

Conclusiones

El crecimiento del cultivo de café orgánico en México se debe a diversos factores ambientales y socioculturales, como son la diversidad de condiciones agroecológicas, la predominancia de cafetales bajo sombra diversa, la presencia y conocimientos de la caficultura tradicional, en donde prevalece la cosmovisión indígena, y sobre todo los propios esfuerzos de los productores, en especial las organizaciones de los estados de Chiapas y Oaxaca, que participan exitosamente en los mercados especiales y comercializan directamente su producto. No obstante el éxito del café orgánico hasta el momento, la superficie cultivada y el volumen de producción es aún pequeño con respecto al café convencional (alrededor del 10%), y la realidad es que la mayoría de los productores mexicanos están desorganizados y su producción no está diferenciada; sin embargo, por las características socioeconómicas y culturales de los caficultores, sus mejores oportunidades para desarrollar ventajas competitivas radican en la producción de estos cafés diferenciados. El café orgánico tiene un potencial considerable de calidad, la mayor parte del grano es cultivado en zonas de óptima altitud (< 900 msnm), bajo sombra diversificada, con predominio de variedades arábicas tradicionales (Typica y Borbón) y con prácticas importantes de conservación de suelos. Sin embargo, también se encontró que la baja productividad está relacionada con la edad avanzada de las plantaciones, el manejo inadecuado de la poda de cafetos y la regulación de sombra, la deficiente protección fitosanitaria y la limitada aplicación de abonos. Para remediar lo anterior se requieren importantes esfuerzos de todo el sector para mejorar la tecnología de producción orgánica, buscando que esta actividad sea más productiva y competitiva bajo el enfoque de sostenibilidad. Por último, el café orgánico tendrá un mayor potencial en la medida que desencadene o se inscriba en procesos más amplios de desarrollo rural.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los Fondos Sectoriales SAGARPA-CONACYT por el financiamiento al proyecto de investigación "Influencia del sombreado y las variedades en la calidad del café orgánico en cinco regiones de México" (clave del proyecto: SAGARPA-2003-C01-156). Así mismo, se extiende un especial agradecimiento a las organizaciones que apoyaron esta investigación.

Literatura citada

- AMAE-IFOAM-UACH. 1995. Conferencia internacional sobre café orgánico. Memorias. Federación Internacional de movimientos de agricultura orgánica (IFOAM), Asociación Mexicana de Agriculturas Ecológicas, A.C. (AMAE). México, Universidad Autónoma Chapingo. 218 p.
- Castillo P, G; Díaz C, S; Escamilla P, E; Rodríguez P, B. 2000. Caficultura en Veracruz y Tabasco: análisis integral, investigación y tecnología. Primer Foro Sigolfo-Fundación Produce Veracruz. Veracruz, México. *s.p.*
- CCA. 1999. Measuring Consumer Interest in Mexican Shade-grown Coffee: An Assessment of the Canadian, Mexican and US Markets.. Commission for Environmental Cooperation Montréal, Québec, CA. 43 p. Disponible en www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm
- CERTIMEX. 1998. Normas para la producción y procesamiento de productos ecológico. Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos. Oaxaca, Oax., MX, Universidad Autónoma de Chapingo. 83 p.
- Escamilla P, E; Díaz C, S. 2002. Sistemas de cultivo de café en México. Huatusco, Ver., MX, Universidad Autónoma de Chapingo, Fundación Produce de Veracruz A.C. 57 p.
- FAO-UNESCO. 1988. Soil map of the world. World Soil Resources Report, 60. Roma, IT, FAO.
- FIRA. 2003. Situación de la Red Café, oportunidades de desarrollo en México. FIRA-Banco de México. México. Boletín informativo 519(34):105.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4 ed. Distrito Federal, MX, Offset Larios. 217 p.
- Giovannucci, D; Juárez C, R. 2006. Análisis Prospectivo de Política Cafetalera. México, Proyecto Evaluación Alianza para el campo 2005. FAO. SAGARPA. 74 p.
- Guadarrama Z, C; Escamilla P, E; Trujillo O, LE; Partida S, G. 2006. El valor agregado en la cadena agroalimentaria del café en México: cambio de entorno y perspectivas. Chapingo, MX, Universidad Autónoma Chapingo. CRUCENIDERCAFÉ. 167 pp. *En prensa.*
- Moguel, P; Toledo, V. 1999. El café en México. Ecología, cultura indígena y sustentabilidad. Xalapa, Ver. MX, Red de información y acción ambiental de Veracruz. Jarocho Verde 11:3-12.
- Pérez P, JR; Díaz C, S. 2000. El café, bebida que conquistó al mundo. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 151 p.
- Pérez P, E; Partida S, JG; Martínez P, D. 2005. Determinación de las subdenominaciones de origen del café Veracruz (estudio preliminar). Revista de Geografía Agrícola 35:23-56.

- Pohlan, J. 2002. México y la cafecultura chiapaneca. Reflexiones y alternativas para los caficultores. Alemania, ECOSUR. SHAKER. VERLAG. 386 p.
- Roozen, N; VanderHoff, F. 2002. La aventura del comercio justo. Una alternativa de globalización por los fundadores de Max Havelaar. México, Ed. Atajo. 231 p.
- SAGARPA. 2005. Plan Rector del Sistema Producto Café en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Universidad Autónoma de Chapingo. Consejo Poblano del Café. México, REMEXCAFE S.C. INCA RURAL A.C. 92 p.
- Santoyo C, VH; Díaz C, S; Rodríguez P, B. 1995. Sistema Agroindustrial café en México. Diagnóstico, problemática y alternativas. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 157 p.
- Sosa M, L; Escamilla P, E; Díaz C, S. 2004. Organic Coffee. *In* Wintgens, JE. ed. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. Weinheim, DE, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. p. 339-354.
- StatSoft Inc. 2003. Statistica. Data Analysis Software System. Versión 6. www.statsoft.com
- UACH. 2005. Acciones de Fomento Productivo y Mejoramiento de la Calidad del Café en México, 2004. Evaluación Nacional Externa. Huatusco, Veracruz. MX, Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-CENIDERCAFÉ). SAGARPA. Consejo Mexicano del Café. 104 p.
- Vandermeer, JH. 2003. The coffee Agroecosystem in the Neotropics: Combining Ecological and Economic Goals. *In* Tropical Agroecosystems. Estados Unidos, CRC Press. p. 159-194.

Efectos de la aplicación de cal dolomítica y yeso agrícola en cafetales (*Coffea arabica*) afectados con Mal de Viñas en Guatemala

Mario Braeuner¹
Rodolfo Ortiz¹
Charles MacVean²

RESUMEN. Se investigó el efecto del encalamiento (cal y yeso) sobre la química del suelo y el desarrollo de síntomas del decaimiento letal del café, “Mal de Viñas”, en Guatemala. Una hipótesis sobre las causas del decaimiento propone toxicidad de aluminio en suelos ácidos, la cual se probó en el campo mediante manipulaciones de acidez y de aluminio intercambiable en dos fincas afectadas por Mal de Viñas en Santa Rosa, Guatemala. Se aplicó cal dolomítica y yeso agrícola en dosis de entre 5 y 15 t/ha en un diseño factorial, y dos años después se midió el pH, la saturación de Al, Ca y Mg, así como la producción de grano de café y el desarrollo de síntomas del decaimiento. El pH (en KCl) subió desde un valor pre-tratamiento de aproximadamente 4,0 hasta 4,8 – 5,2, sin diferencias entre dosis de 5 y 10 t/ha de cal. La saturación de Al bajó de 14% a 3-5% en función de la dosis de yeso. Estos efectos se manifestaron en todo el perfil de suelo muestreado hasta una profundidad de 28 cm, y la reducción de Al se obtuvo de igual manera por aplicación de cal dolomítica o por yeso agrícola, sin efectos aditivos. No obstante estos cambios significativos en la química del suelo, todos los tratamientos mostraron síntomas incipientes de Mal de Viñas y no hubo diferencias en la producción de grano. Estos resultados sugieren que la acidez del suelo no es un factor causal preponderante del síndrome de decaimiento, y que el encalamiento por sí solo no es una medida correctiva suficiente. Los resultados concuerdan con otros estudios sobre la naturaleza del Mal de Viñas y apuntan a la importancia de otros factores, principalmente la cobertura de sombra y una gama de consecuencias derivadas.

Palabras clave: aluminio, café, Mal de Viñas, pH del suelo, sombra.

ABSTRACT. Effects of field applications of lime and gypsum in coffee plantations (*Coffea arabica* L.) affected by “Mal de Viñas” lethal decline in Guatemala. We tested the effects of liming (lime and gypsum) on soil chemical parameters and the development of “Mal de Viñas” symptoms, a lethal decline of coffee in Guatemala. One of the various hypotheses of its causes involves aluminum toxicity in acid soils, which we field tested through manipulations of acidity and exchangeable aluminum on two coffee plantations affected by Mal de Viñas lethal decline in Santa Rosa, Guatemala. We applied lime and gypsum at rates of between 5 and 15 t/ha in a factorial design on both farms, and after two years measured changes in pH, Al, Ca and Mg saturation, as well as bean production and the development of decline symptoms. Soil pH (in KCl) increased from a pre-treatment value of about 4.0 to between 4.8 – 5.2, with no difference between 5 vs. 10 lime t/ha. Al saturation dropped from 14% to 3-5% as a function of the rate of gypsum application. These effects were manifest throughout the sampled soil profile to a depth of 28 cm, and reductions in Al were obtained equally from application of lime or gypsum, with no additive effects. Despite these significant changes in soil chemistry, all treatments showed symptoms of incipient Mal de Viñas decline and there were no differences in bean production. These results suggest that soil acidity is not the main cause of the decline and that liming by itself is not a sufficient corrective measure. The results agree with other studies on the nature of Mal de Viñas decline and point to the importance of other factors, primarily shade cover and all its derived effects, in the spread of the disease.

Key words: aluminum, coffee, shade, soil pH, Mal de Viñas.

¹ Consultores independientes. Durante el estudio, los autores laboraban en la Universidad del Valle de Guatemala, Instituto de Investigaciones. Guatemala. ortizr@solucionesanaliticas.com

² Decano, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, U. Rafael Landívar, Guatemala. cmacvean@url.edu.gt Durante el estudio, el autor laboraba en la Universidad del Valle de Guatemala, Instituto de Investigaciones.

Introducción

La caficultura del departamento de Santa Rosa y áreas colindantes en la región sudoriental de Guatemala ha sido afectada desde hace años por un decaimiento letal de cafetos conocido como "Mal de Viñas", el cual ha sido responsable de mortandad masiva, severas pérdidas y la resiembra anual de miles de plantas (ANACAFE 1989, Riveiro 1989, MacVean et ál. 1992). El Mal de Viñas, conocido en Guatemala desde principios del siglo pasado, presenta síntomas de amarillamiento en el follaje, pobre desarrollo de raicillas y una defoliación progresiva e irreversible que culmina con la muerte de la planta. A pesar de sus efectos devastadores, su etiología y control han permanecido confusos (Gutiérrez et ál. 1988, Riveiro y Flores 1989) hasta que, recientemente, nuevos enfoques demostraron que sus causas son primordialmente abióticas (Morales et ál. 1996, Ortiz et ál. 1996).

Una de las hipótesis sobre las causas abióticas del Mal de Viñas es la de niveles tóxicos de metales solubles en el suelo (Lemus 1989). Esta hipótesis se fundamenta en la aplicación a largo plazo de ciertos fertilizantes nitrogenados (particularmente sulfato de amonio) sin aplicaciones de cal, lo cual provoca una disminución gradual del pH. A su vez, aumenta el grado de solubilización de Al^{3+} y Mn^{2+} en los suelos y se puede ver perjudicado el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas (Foy et ál. 1978, Fassbender y Bornemisza 1987, Galindo 1989). Morales et ál. (1996) demostraron que el decaimiento se debe primordialmente a causas abióticas y no a agentes infecciosos y Ortiz et ál. (1996) lograron reducir parcialmente el problema con acidificación del suelo en invernadero. Datos epidemiológicos muestran niveles significativamente más altos de Al y Mn (Sumner y Hylton 1994), así como menos sombra (MacVean et ál. 1992), en plantaciones donde se presenta el Mal de Viñas que en fincas donde no hay enfermedad. La evidencia experimental reciente de estudios multidisciplinarios indica que, efectivamente, el decaimiento se debe a la acción combinada de falta de sombra y acidez del suelo. De estos factores, es más importante la sombra que la acidez del suelo, ya que la reducción experimental de la sombra en el campo desencadena el decaimiento (MacVean et ál. 1992, 1997 y datos sin publicar).

En condiciones de alta acidez en los suelos, se aplican generalmente compuestos de cal como

enmienda (Nuñez 1985, Fassbender y Bornemisza 1987). Se definen como materiales para encalado agrícola aquellas sustancias cuyos compuestos de calcio y magnesio son capaces de neutralizar la acidez de los suelos (Barber 1984). Entre los materiales más usados en Guatemala están la cal dolomítica $CaMg(CO_3)_2$, debido a su alto valor de neutralización (Perdomo y Hampton 1970), que tiene un 60% de carbonato de calcio y 40% de carbonato de magnesio (datos sin publicar del Laboratorio Agrilab 1993) y el yeso agrícola $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, con fines de desplazar Al intercambiable y reemplazarlo por Ca (Fassbender 1975, Lemus 1989).

Los suelos del área más afectada por Mal de Viñas (Depto. de Santa Rosa) forman parte del grupo de suelos del declive del Pacífico, y entre estos predomina la serie Barberena, que consiste de andosoles de origen volcánico (sistema de clasificación USDA Soil Taxonomy) con textura franco-arcillo-limosa, de naturaleza ácida y con altos niveles de Al disponible (Simmons et ál. 1959, Lemus 1989). Por tanto, el uso de enmiendas de cal y yeso ha sido común en esta región, sobre todo con el propósito de combatir el Mal de Viñas. La zona afectada de Santa Rosa se encuentra aproximadamente a 1200 m de elevación, con ca. 1500 mm de precipitación anual, distribuida de manera muy estacional, con un período muy seco (verano) y de cielos soleados de 5-6 meses entre noviembre y mayo. Esto equivale a una propensión hacia la sequía, mayor riesgo de daños por Al en las raicillas (Sumner y Hylton 1994) y excesos de luz y temperatura en un cultivo sensible a estos parámetros, como lo es *Coffea arabica* (Cannell 1987).

El presente trabajo se realizó para determinar en el campo los efectos de distintas dosis de cal y yeso sobre pH, Al, Ca, y Mg del suelo, el rendimiento de cosecha de café y sobre la aparición del Mal de Viñas en plantaciones jóvenes de café. El mismo es un complemento a la manipulación de pH en invernadero realizada por Ortiz et ál. (1996).

Materiales y métodos

Se recorrió toda el área afectada por el Mal de Viñas, con el propósito de ubicar fincas representativas del conjunto de plantaciones afectado por el decaimiento con base en tamaño, manejo, y mortandad de cafetos. Se seleccionaron dos localidades, Finca Naranjito y Finca Los Pocitos, con un largo historial de Mal de Viñas (mortandad masiva y repetida en resiembras),

ambas ubicadas en el municipio de Barberena, Santa Rosa. El pH inicial (KCl) en el área experimental de cada finca era de 4,2 en Naranjito y 3,9 en Pocitos, mientras que los valores de saturación de Al eran de 14,5% en ambas fincas (Cuadro 1). Otros parámetros químicos de los suelos sin tratamiento en el área de estudio se pueden consultar en Ortiz et ál. (1996). Los análisis químicos post-tratamiento dependen, lógicamente, de los tratamientos específicos y se presentan como los resultados del presente estudio.

El diseño del experimento fue igual en cada finca, consistiendo en un arreglo factorial en parcelas divididas (*split-plot*, Snedecor y Cochran 1967, Gómez y Gómez 1984). Las parcelas principales se asignaron a tres niveles del factor *cal* (0, 5 y 10 t/ha) y cuatro niveles niveles del factor *yeso* (0, 5, 10 y 15 t/ha), con tres repeticiones de cada uno de los doce tratamientos distribuidos en tres bloques completos al azar. Además, se incluyó el factor *profundidad*, con 7 niveles (4, 8, 12, 16, 20, 24 y 28 cm) asignados a subparcelas dentro de las parcelas principales definidas por niveles de cal y yeso. En la finca Naranjito el área de cada parcela principal fue de 24,58 m² y en la finca Pocitos de 36,27 m². Debido a limitaciones en el número de muestras que se pudieron procesar en el análisis químico, los datos que aquí se presentan corresponden a sólo uno de los tres bloques en cada localidad. Se evaluó la validez de un análisis de varianza utilizando cada una de las dos fincas como bloques de un mismo experimento, lo cual daría un diseño completo con dos repeticiones (fincas). Sin

embargo, debido a que la interacción “bloque x tratamiento” (finca x tratamiento) resultó significativa, este enfoque se descartó y se realizó un análisis dentro de cada bloque usando como término de error la interacción triple “cal x yeso x profundidad”. Por estas razones, el análisis de varianza multifactorial (SPSS 1999) y la interpretación se restringen a efectos principales de factores y algunas de las interacciones. Sin embargo, los datos de cosecha e índices de Mal de Viñas se registraron y analizaron para todas las repeticiones.

El terreno se preparó para la siembra con un ahoyado (aprox. 40 cm profundidad y 30 cm de diámetro) en marzo de 1990; en esta etapa se adicionaron cal y yeso al fondo de los hoyos a razón de 0,227 kg/hoyo (1/2 libra), excepto en los testigos (0 cal y 0 yeso). Al inicio del invierno, a mediados de mayo, se sembraron los cafetos en 3 filas de 7 plantillas cada una, aproximadamente a una distancia de 1,25 m entre planta y planta. Al mes de la siembra se hizo la primera aplicación de cal y yeso, de 2,5 t/ha. Las aplicaciones subsiguientes se hicieron en la época lluviosa, dos veces por año, en dosis de 2,5 t/ha, hasta llegar a 10 t/ha de cal y 15 t/ha de yeso en los respectivos tratamientos. Las aplicaciones se hicieron al voleo sobre toda el área de la parcela, seguido de su incorporación manual al suelo para facilitar su penetración. Se efectuaron fertilizaciones con urea, roca fosfórica y muriato de potasio como fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, a razón de 0,028 kg (1 onza) por planta. La primera

Cuadro 1. Características químicas iniciales (febrero-marzo 1990) de las áreas experimentales (0-30 cm de profundidad) pre-tratamiento con cal y yeso en Guatemala (los valores indicados corresponden a la media +/- el error estándar)

Características químicas pre-tratamiento	Finca	
	Naranjito	Pocitos
pH (KCl)	4,17 ± 0,034	3,94 ± 0,039
Concentración de nutrientes (mg/kg)		
P	28,6 ± 2,806	12,3 ± 2,911
K	373,6 ± 27,634	301,2 ± 34,428
Ca	1617,4 ± 23,880	1539,5 ± 103,725
Mg	151,6 ± 1,631	215,2 ± 20,158
Al	155,0 ± 9,539	150,8 ± 18,929
% de saturación del complejo de intercambio catiónico		
K	8,0 ± 0,589	6,4 ± 0,584
Ca	67,0 ± 0,826	64,2 ± 2,178
Mg	10,3 ± 0,169	14,9 ± 1,340
Al	14,6 ± 0,746	14,5 ± 2,303
CICE (meq/100 g)	19,1 ± 1,10	15,9 ± 1,340

CICE = capacidad de intercambio catiónico efectivo del suelo; en Naranjito $n = 7$, excepto para CICE ($n = 47$), y en Pocitos $n = 6$, excepto para pH ($n = 7$) y CICE ($n = 28$).

fertilización se hizo en el momento de la siembra. Luego, al finalizar el invierno, se aplicó urea en igual dosis y esta combinación se efectuó de igual manera en los años siguientes.

A los dos años de establecidos los cafetales, se realizaron los muestreos de suelo en distintas profundidades, en intervalos de 4 cm hasta llegar a 28 cm. En cada parcela se tomaron 4 submuestras al azar, que se combinaron en muestras compuestas a cada profundidad. Se determinó en todas las muestras el pH en agua y en cloruro de potasio, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu y Al intercambiable. Además, se hizo un análisis de textura por el método de Bouyucos (Díaz-Romeu y Hunter 1978, Salinas y García 1979).

La condición de salud de las plantas y la aparición de síntomas de Mal de Viñas se midieron con las escalas de índices de defoliación y clorosis (estimaciones visuales en campo) desarrolladas para este propósito (Morales et ál. 1996). Índices de defoliación de 0 o 2 (pérdida de follaje del 30% o menos) sin clorosis corresponden a plantas claramente sanas, mientras que índices de defoliación de 4 o mayores (60% o más de pérdida de follaje) combinados con clorosis corresponden a plantas enfermas. Los casos intermedios (0 a 2 de defoliación, con clorosis, o 4 a 6 sin clorosis) son ambiguos y generalmente corresponden a etapas temporales en la fenología de una planta que, en cuestión de unos 4-6 meses, recobra su follaje como planta sana o bien empeora en defoliación y clorosis, manifestando síntomas de una planta enferma (MacVean, datos sin publicar; Morales et ál. 1996).

Aunque las parcelas experimentales tenían una siembra uniforme de árboles de sombra (*Casuarina* sp. en Naranjito e *Inga* sp. en Los Pocitos), la cobertura del follaje era heterogénea. El grado de cobertura física se midió con un densitómetro esférico (Lemmon 1957, USDA 1987) y los datos fueron utilizados en análisis de covarianza para comparar la producción de grano entre los distintos tratamientos. Este enfoque se basa en que el grado de cobertura o dosel tiene un efecto marcado sobre el desarrollo de yemas florales (Cannell 1987) y, por tanto, sobre la producción de grano. Además, sabemos que el nivel de cobertura (específicamente la falta de sombra, con coberturas del 50% o menos) está estrechamente asociado a la aparición del Mal de Viñas (MacVean et ál. 1992 y datos sin publicar). La producción de grano se midió al final del segundo año del experimento, cuando las plantas tenían 3 años de edad.

Resultados y discusión

pH

En ambas fincas, el efecto de la cal sobre el pH fue altamente significativo ($P < 0,001$), con un alza de pH que se manifestó en todo el perfil de profundidad en ambas fincas (Fig. 1). Esto indica que la cal aplicada a la superficie penetró por lo menos a una profundidad de 28 cm. No obstante, no hubo mucha diferencia entre los niveles de 5 y 10 t/ha de cal. El yeso, tal como se esperaría, no produjo cambios estadísticamente significativos en pH, y por tanto no se grafican ($P = 0,672$). La penetración de la cal y el efecto sobre pH mostrado en la Fig. 1 fue independiente de las aplicaciones de yeso. Las tendencias de las curvas y la significancia estadística de la cal se mantienen constantes, sea que se incluyan o excluyan los tratamientos de yeso en el análisis. No se presentaron interacciones significativas entre los factores cal, yeso, finca o profundidad, con excepción del componente profundidad x finca ($P = 0,012$). La Fig. 2 muestra ligeros ascensos en pH a mayor profundidad en la Finca Naranjito, contrastado con un descenso correspondiente en la Finca Pocitos, independiente de los tratamientos (promediando tratamientos). Es decir, los perfiles de pH frente a profundidad son distintos en las dos fincas, lo cual es lógico esperar por la variación geográfica y las condiciones químicas iniciales del suelo; no obstante, en ambas fincas el efecto del encalamiento fue elevar el pH relativo a las parcelas testigo (Fig. 1).

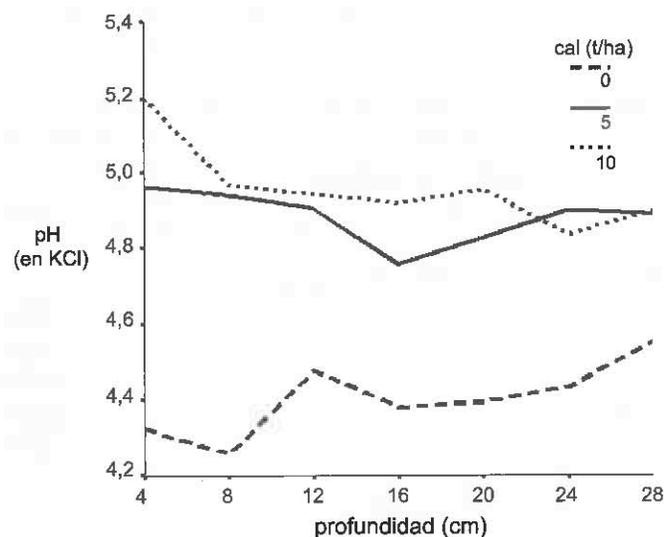


Figura 1. Valores de pH (medidos en KCl) 2 años después del encalamiento de parcelas de cafetos en Santa Rosa, Guatemala. Cada punto de las curvas representa el promedio de 4 repeticiones (parcelas) en cada una de las dos fincas (Naranjito y Pocitos) donde se estableció el experimento ($n = 168$).

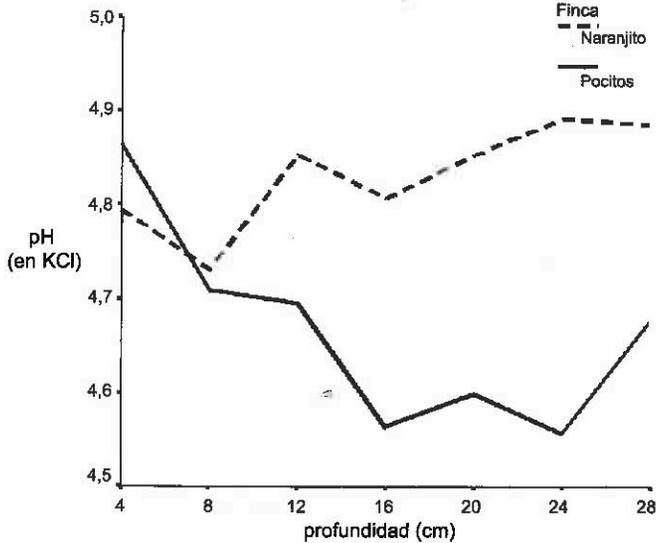


Figura 2. Valores de pH (KCl) a distintas profundidades en parcelas de cafetos encaladas en dos fincas de Santa Rosa, Guatemala, dos años post tratamiento. Las curvas ilustran la interacción significativa "profundidad x finca" del análisis de varianza ($P = 0,012$). Cada punto de las curvas representa el promedio de los tratamientos de cal y yeso en 12 repeticiones (parcelas) ($n = 168$).

Saturación de aluminio

En ambas fincas, el encalamiento produjo descensos significativos en la saturación de Al en el suelo ($P < 0,001$) a todas las profundidades muestreadas. Similar a los resultados de pH, se obtuvo poca diferencia entre los niveles de 5 y 10 t/ha (Fig. 3).

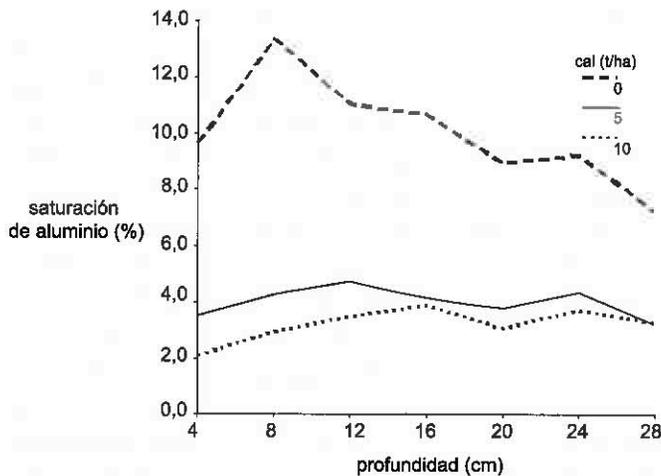


Figura 3. Valores de saturación de Al como función de dosis de cal, dos años después del encalamiento de parcelas de cafetos en dos fincas de Santa Rosa, Guatemala (Naranjito y Pocitos). Cada punto de las curvas representa el promedio de cuatro parcelas (promediando los valores correspondientes a los distintos niveles de yeso) en cada una de las dos fincas donde se estableció el experimento ($n = 168$).

Los efectos del yeso también fueron significativos en reducir niveles de Al ($P = 0,021$), pero a la vez más variables (Fig. 4). También fue interesante la interacción entre cal y yeso ($P = 0,003$, Fig. 5), la cual demuestra que la cal redujo los niveles de Al cuando el yeso era bajo (< 5 t/ha), pero no cuando el yeso se

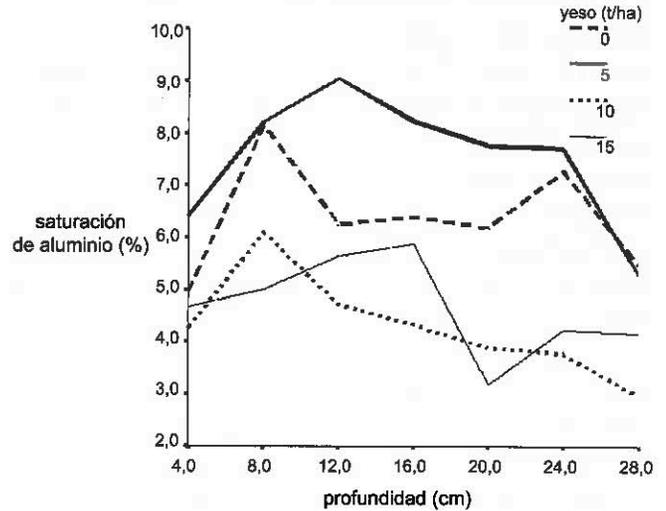


Figura 4. Valores de saturación de Al como función de la dosis de yeso, dos años después del encalamiento de parcelas de cafetos en dos fincas de Santa Rosa, Guatemala (Naranjito y Pocitos). Cada punto de las curvas representa el promedio de tres parcelas (agrupando los distintos niveles de cal) en cada una de las dos fincas donde se estableció el experimento ($n = 168$).

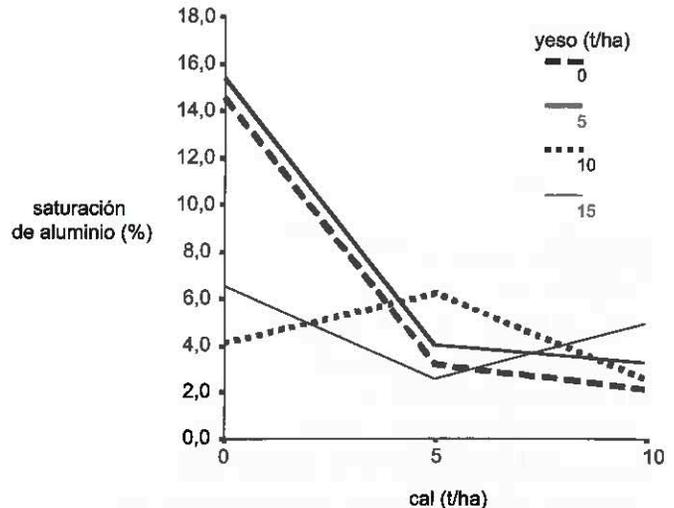


Figura 5. Interacción entre aplicaciones de cal y yeso con respecto a valores de saturación de Al, dos años después del encalamiento de parcelas de cafetos en dos fincas de Santa Rosa, Guatemala (Naranjito y Pocitos). Cada punto de las curvas representa el promedio de dos parcelas, una en cada finca, donde se estableció el experimento, agrupando valores de las distintas profundidades de muestreo en cada parcela ($n = 168$).

aplicó a 10 o 15 ton/ha. Es decir, que la saturación de Al se redujo a 3-6% similarmente por yeso o por cal, y no hubo efectos aditivos entre cal y yeso que redujeran más la saturación del Al.

Saturación de calcio y magnesio

Los niveles de saturación de Ca aumentaron ligera pero significativamente como función de la dosis de yeso ($P < 0,001$; Fig. 6), pero no mostraron tendencias consistentes en función del encalamiento o profundidad. Aunque el Al aparentemente fue desplazado por el Ca, éste último también pareció lixiviarse en el suelo en vez de acumularse en el complejo de intercambio. Con respecto al Mg disponible, el encalamiento incrementó sus niveles ($P = 0,001$) mientras que el yeso los redujo ligeramente ($P = 0,014$; Fig. 7). Los materiales calizos puros (como el yeso) pueden provocar desplazamientos de elementos como el Mg (Worthen y Aldrich 1967). Por lo tanto, en suelos deficientes en Mg se recomienda el uso de cal dolomítica, evitando las aplicaciones de yeso agrícola (sulfato de calcio puro). Una forma de monitorear los efectos de la cal dolomítica podría ser estudiando los niveles de magnesio, ya que muestran una respuesta más lineal respecto a la concentración de cal que los niveles de Ca. En general, estos resultados fortalecen la recomendación de aplicar yeso en programas de encalado para aprovechar su movilidad en el suelo.

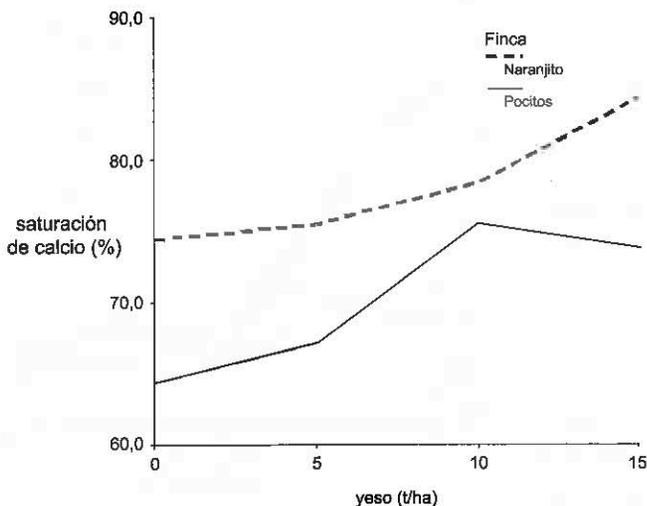


Figura 6. Valores de saturación de Ca como función de la dosis de yeso, dos años después del encalamiento de parcelas de cafetos en dos fincas de Santa Rosa, Guatemala (Naranjito y Pocitos). Cada punto de las curvas representa el promedio de tres parcelas (agrupando los distintos niveles de cal) en cada una de las dos fincas donde se estableció el experimento ($n = 168$).

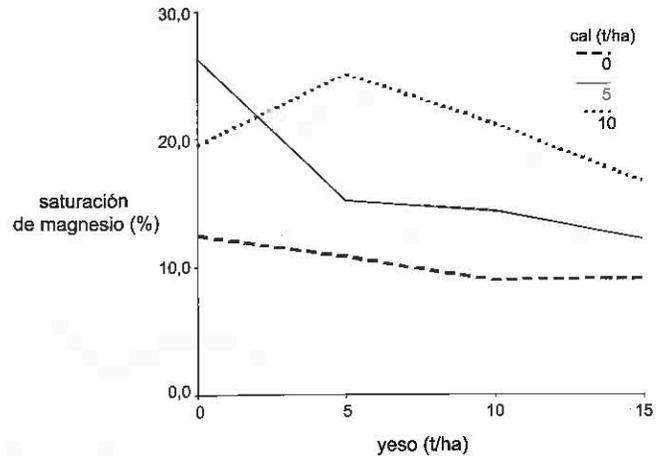


Figura 7. Valores de saturación de Mg como función de las dosis de cal y yeso, dos años después del encalamiento de parcelas de cafetos en dos fincas de Santa Rosa, Guatemala (Naranjito y Pocitos). Cada punto de las curvas representa el promedio de dos parcelas, una en cada finca, donde se estableció el experimento, agrupando valores de las distintas profundidades de muestreo en cada parcela ($n = 168$).

Aparición de síntomas de Mal de Viñas y producción de grano

No se obtuvieron diferencias significativas en la cosecha de grano ni en los índices foliares entre los distintos tratamientos. El índice de defoliación (el más indicativo de la presencia del Mal de Viñas) mostró un valor promedio de 4,4, correspondiendo a plantas con 30-60% de defoliación. Este nivel de defoliación es a menudo indicativo del inicio de Mal de Viñas si se presenta de manera irreversible y acompañado de clorosis y marchitez generalizadas (MacVean et ál. 1992, Morales et ál. 1996). Sin embargo, se puede tener defoliación como ésta en plantaciones sanas cuando se combina con poca clorosis y marchitez, y es reversible, es decir, el follaje se repone en época lluviosa. En nuestras parcelas de encalamiento, el índice de clorosis promedio fue de 0,29, indicando que alrededor de 30% de las plantas mostraban algún grado de clorosis; menos del 1% de las plantas mostraron marchitez. Es decir, que en ningún tratamiento se vio prevenido o corregido completamente el desarrollo de Mal de Viñas típico, incluyendo las parcelas testigo, y en todos la defoliación, marchitez y decoloración fueron similares. Los valores de cosecha tampoco difirieron entre tratamientos y promediaron 4246 y 4801 kg/ha (15,4 y 11,8 kg por parcela de 21 plantas cada una) en las fincas Pocitos y Naranjito, respectivamente. Esto

significa que, a pesar de ejercer efectos significativos en los parámetros químicos, el enclamiento no produjo mayores cambios a nivel de la planta o parcela. Esto podría deberse a no haber transcurrido suficiente tiempo para observar la repercusión de factores del suelo o a la tolerancia del cafeto al aluminio intercambiable y acidez del suelo. Sin embargo, en el historial de las fincas Pocitos y Naranjito, la aparición del Mal de Viñas se ha dado durante los primeros tres años después de la resiembra, así que la duración del experimento (3 años) parecería ser adecuada. Más bien sugiere que hay otros factores involucrados, como se discute a continuación.

Es importante notar que el enclamiento no produjo ninguna mejora en la condición de las plantas en relación con los testigos sin enclamiento, como se hubiera esperado con base en resultados de estudios de invernadero (Ortiz et ál. 1996). En condiciones de acidez inducida experimentalmente, Ortiz et ál. (1996) reprodujeron algunos síntomas del Mal de Viñas y los previnieron mediante el enclamiento. El presente estudio sugiere que los niveles de acidez y aluminio de campo (más moderados que los de invernadero) no ocasionan por sí solos el Mal de Viñas, y por lo tanto el enclamiento tampoco es la medida que por sí sola lo prevendrá. A la luz de los datos del presente estudio, los síntomas obtenidos en el invernadero más bien se deben considerar como una toxicidad simple por Al y Mn (prevenible con enclamiento), y no como el síndrome Mal de Viñas en su misma expresión de campo. Esto es consistente con los hallazgos de estudios paralelos (MacVean et ál. 1992, MacVean 1997, Tay 1993) en los que se señala la importancia de factores adicionales, principalmente el papel de la cobertura de sombra. Experimentos con niveles controlados de sombra (realizados en las mismas fincas que el presente estudio) demuestran que la eliminación del dosel de sombra y sus efectos derivados son fundamentales para desencadenar el Mal de Viñas (MacVean, datos sin publicar). Estos incluyen daños por exceso de luz, pérdida del suelo y nutrientes por erosión, pérdida de humedad en el suelo, temperaturas elevadas y otros que conllevan a desbalances metabólicos (Tay 1993), defoliación y mala formación de grano (MacVean et ál. 1992, MacVean 1997).

El valor crítico de cobertura de sombra parece estar cerca del 50% en las regiones afectadas por el Mal de Viñas en Guatemala. Cuando el porcentaje del área sombreada por encima del cafetal es menor del 50%, es mucho más común observar el decaimiento

que con valores arriba del 50% (MacVean et ál. 1992, y datos sin publicar). Esto concuerda con las tasas netas de fotosíntesis mostradas por Cannell (1987), donde se observa un descenso en fijación fotosintética con coberturas de sombra menores del 50% (por exceso de luz). En las parcelas de enclamiento, los valores de cobertura de sombra oscilaban entre 45 y 55%, lo cual ayuda a explicar el estado incipiente de decaimiento observado.

En conclusión, los resultados muestran claramente que la aplicación de cal y yeso producen cambios significativos en la química del suelo, pero no ofrecen evidencia de estar estrechamente vinculados con la prevención del Mal de Viñas. Varios de los cambios en el suelo son beneficiosos para el café. Por ejemplo, la elevación del pH (en KCl) desde un valor testigo de aproximadamente 4,0 al intervalo de 4,8 a 5,2 crea condiciones adecuadas para el cultivo de café, según los valores recomendados por Valencia y Archila (1977) de 5,5 a 6,5 (pH en agua). Acompañando la elevación del pH, se obtuvo una reducción en la saturación de aluminio de entre 12-14% a 3-5% que también es interesante. Aun más importante es el hecho de que estos efectos se manifestaron en todo el perfil de suelo muestreado hasta una profundidad de 28 cm, concordando con Malavolta (1992) y evidenciando mayor penetración de la cal y el yeso de la esperada con base en trabajos como los de Reeve y Sumner (1972) y Soares et ál. (1975) que predicen una penetración máxima de 20 cm. El papel del yeso en la eliminación de Al intercambiable también se ha reportado en otros estudios (Toma et ál. 1999), por lo que se considera una buena opción para reducir el problema del Al³⁺ en el subsuelo de suelos ácidos. No obstante los beneficios que esto representa, la condición de las plantas encladas no fue mejor que en los testigos, y todos los tratamientos mostraron un grado de deterioro incipiente de Mal de Viñas, sugiriendo que el enclamiento por sí sólo no es una medida correctiva o preventiva suficiente. Estos resultados concuerdan con estudios que enfatizan la importancia de otros factores, primordialmente la cobertura de sombra y la gama de efectos que se derivan de ella (Tay 1993, MacVean 1997).

Agradecimientos

Agradecemos a Odette de Bocaletti, Helda Morales y Ronaldo Pérez por su ayuda en la realización de este trabajo, y a Rolando Cifuentes por sus valiosos comentarios en la revisión del manuscrito.

Literatura citada

- ANACAFE. 1989. Primer seminario taller sobre estudios del "Mal de Viñas". Asociación Nacional del Café (ANACAFE), Departamento de Investigaciones en Café. 87 p.
- Barber, S. 1984. Liming materials and practices. In Adams, F. ed. Soil acidity and liming. 2 ed. Madison, Wisconsin, US. p 171-209. (Agronomy Monograph no.12).
- Cannell, MGR. 1987. Physiology of the coffee crop. In Clifford, MN; Wilson, KC. eds. Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. Croom Helm, UK. p. 108-133.
- Díaz-Romeu, R; Hunter, A. 1978. Metodologías de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones en invernadero. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 68 p.
- Fassbender, H. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, CR, IICA. 398 p.
- _____; Bornemisza, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. San José, CR, IICA. 420 p.
- Foy, CD; Chaney, RL; White, MC. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Annual Review of Plant Physiology 29:511-566.
- Galindo, J. 1989. Determinación preliminar de la relación de la fertilidad del suelo y el estado nutricional de la plantación de café con el "Mal de Viñas" en Barberena, Santa Rosa. Tesis de Licenciatura. Guatemala, Universidad de San Carlos. 52 p.
- Gómez, KA; Gómez, AA. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2 ed. Nueva York, US, Wiley & Sons. 680 p.
- Gutiérrez, A; Rodríguez, E; García, A. 1988. Importancia y etiología del Mal de Viñas del café. Annual Meeting of the American Phytopathological Society, Caribbean Division (1987, Guatemala). Abstracts. Phytopathology 78:857.
- Lemmon, PE. 1957. A new instrument for measuring forest overstorey density. Journal of Forestry 55:667-668.
- Lemus, F. 1989. ¿Síndrome de toxicidad de aluminio, manganeso y hierro en el café, o "Mal de Viñas"? Laboratorio de análisis de suelos y plantas, AGROSA (nombre actual: Soluciones Analíticas), Guatemala.
- MacVean, CM. 1997. Coffee growing: sun or shade? Science 275:1552.
- _____; Arjona, O; Braeuner, M; Dix, M; Krigsvold, M. 1992. Causas y naturaleza del Mal de Viñas en cafetos de Guatemala. Guatemala, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala. 13 p.
- Morales, H; Palmieri, M; Dix, MW. 1996. Mal de Viñas del café: ¿biótico o abiótico? Ceiba 37:281-290.
- Malavolta, E. 1992. Reacción del suelo del café. In Seminario de fertilización y nutrición del café. (Guatemala). Memorias. Guatemala, ANACAFE-INPOFOS. p. 76.
- Núñez, J. 1985. Fundamentos de edafología. 2 ed. San José, CR, UNED. 185 p.
- Ortiz, R; Braeuner, M; MacVean, C. 1996. Acidez del suelo como causa del "Mal de Viñas" del café (*Coffea arabica* L.) en Guatemala: un estudio de invernadero. Ceiba 37:291-298.
- Perdomo, R; Hampton, H. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Centro de Producción de Materiales. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Reeve, R; Sumner, M. 1972. Amelioration of subsoil acidity in Natal oxisols by leaching of surface applied amendments. Agrochemophysics 4:1-5.
- Riveiro, R. 1989. Caracterización, distribución, incidencia y severidad del Mal de Viñas o Fiebre Amarilla del Cafeto (*Coffea arabica* L.) en la zona cafetalera centro-suroriente de Guatemala. In Memoria técnica de las investigaciones en café 1986 a 1989. Guatemala, Asociación Nacional del Café. p. 8-17.
- _____; Flores, MA. 1989. Factores limitantes de algunas prácticas culturales y su relación en áreas donde existe Mal de Viñas. Revista Cafetalera (Guatemala) 300:13-21.
- Salinas, J; García, R. 1979. Métodos analíticos para suelos ácidos y plantas. Cali, CO, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 54 p.
- Simmons, C; Tarano, J; Pinto, J. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Ed. José Pineda Ibarra, Guatemala. 1000 p.
- Snedecor, GW; Cochran, WG. 1967. Statistical methods. 6th ed. Iowa, US, Iowa State University Press. 593 p.
- Soares, W; Lobato, E; Gonzalez, E; Waermann, G. 1975. Calagem dos solos cerrados brasileiros. In Bornemisza, E. ed. Manejo de suelos en la América tropical. Raleigh, NC, US, North Carolina State University. p. 283-303.
- SPSS, Inc. 1999. SPSS version 9 for Windows. Chicago, IL, US, SPSS.
- Sumner, ME; Hylton, K. 1994. A diagnostic approach to solving soil fertility problems in the tropics. In Syers, JK; Rimmer, DL. eds.. Soil science and sustainable land management in the tropics. Londres, UK, CAB International. p. 215-234.
- Tay de Pérez, K. 1993. Cuantificación de carbohidratos no estructurales y su relación con el Mal de Viñas del café. Tesis de Licenciatura. Guatemala, Universidad del Valle. 206 p.
- Toma, M; Sumner, ME; Weeks, G; Saigusa, M. 1999. Long-term effects of gypsum on crop yield and subsoil chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 39:891-895.
- USDA. 1987. Methods for evaluating riparian habitats with applications to management. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station. General Technical Report INT-221.
- Valencia, G; Archila, J. 1977. Efecto de la fertilización con N,P,K, a tres niveles de la composición de las hojas del café. Colombia, CENICAFE. 4 p.
- Worthen, E; Aldrich, S. 1967. Suelos agrícolas. 2 ed. Distrito Federal, MX, UTHEA.

Reconocimiento de macromicetos asociados al cultivo de *Guadua angustifolia* en Caldas, Colombia

Gloria María Restrepo F.¹
Patricia Eugenia Vélez A.²
Paula Andrea Botero A.³
Catalina Pulido V.³

RESUMEN. Se eligió una población constituida por cultivos de *Guadua angustifolia* en Caldas, Colombia, con el fin de realizar un reconocimiento de macromicetos asociados. Se hicieron cinco muestreos durante cinco meses, recolectando los hongos por duplicado y transportándolos al laboratorio para realizar su aislamiento mediante la técnica de cultivo de tejidos. Se aislaron y preservaron cuatro géneros de macromicetos asociados al cultivo de guadua: *Pleurotus* spp., *Schizophyllum commune*, *Lenzites tricolor* y *Polyporus* sp. Estos géneros poseen varias propiedades (terapéuticas y comestibles) que pueden emplearse para mejorar la calidad de vida, razón por la cual es importante continuar los estudios orientados al reconocimiento de la microbiota asociada al cultivo de guadua y profundizar en los posibles beneficios industriales que puedan ofrecer estos microorganismos.

Palabras clave: guadua, *Pleurotus* spp., *Schizophyllum commune*, *Lenzites tricolor*, *Polyporus* sp.

ABSTRACT. Macromycetes associated to *Guadua angustifolia* crops. A population of *Guadua angustifolia* in Caldas, Colombia, was selected to determine associated macromycetes. Four genera of macromycetes associated to the *Guadua* crop were isolated and preserved: *Pleurotus* spp., *Schizophyllum commune*, *Lenzites tricolor* and *Polyporus* spp. These genera have various properties (therapeutic and edible) than can be employed to improve human quality of life. For this reason, it is important to carry on further studies to determine fungi species associated to the *Guadua* crop and to establish possible industrial benefits that these microorganisms may offer.

Key words: *Pleurotus* spp., *Schizophyllum commune*, *Lenzites tricolor*, *Polyporus* sp.

Introducción

Colombia es un país que se encuentra dentro de una zona tropical privilegiada del mundo; por su variedad de climas, permite el crecimiento y la generación de múltiples formas de vida, que hacen que se caracterice por su gran biodiversidad. Uno de los recursos naturales ampliamente distribuidos en Colombia es la guadua (*Guadua angustifolia*), que hasta hace pocos años sólo era utilizada para la construcción. Hoy en día, se perfila como una nueva y excelente alternativa en la industria textil, construcción, artesanía, los productos farmacéuticos, cosméticos naturales, alimentos, el forraje industrial, y la producción de pulpa y papel.

Poco se ha explorado de los beneficios que pueda ofrecer la guadua a nivel microbiológico, debido a que

es aún desconocida la biota existente en este cultivo y la simbiosis que se pueda generar con su entorno. Teniendo en cuenta su composición química, se convierte en una gran fuente de nutrientes para otros microorganismos por su alto contenido de lignina y celulosa; por esta razón, la presencia de organismos que descomponen este material para su supervivencia, como es el caso de algunos hongos, especialmente macromicetos, puede generar diferentes alternativas con miras a la obtención de fibra para diversos procesos industriales, terapéuticos y alimenticios, o enfocados a otras investigaciones que permitan mejorar la calidad de vida, convirtiéndose en una excelente alternativa natural y sin efectos adversos tanto para el medio ambiente como para el ser humano.

¹ Universidad Católica de Manizales. Colombia. grestrepo@ucm.edu.co

² Universidad Católica de Manizales. Hongos del Trópico Ltda. CENICAFE. Colombia. resvel@une.net.co

³ Fragmento de trabajo de grado presentado para optar al título de Bacteriología.

En los bosques tropicales colombianos se ha encontrado un ambiente óptimo para el crecimiento de hongos silvestres, especialmente en la madera, pero con la abundancia de guaduales es común encontrar los hongos adheridos a estos, lo cual ha generado interés por su relación, como lo describen Ramírez et ál. (2003), quienes enfocaron su estudio en el reconocimiento y la divulgación de especies de macromicetos en varias localidades de México con el propósito de ampliar el conocimiento de la micobiota nativa.

El crecimiento de los hongos en la guadua permite una asociación benéfica para ambos, ya que el hongo toma los nutrientes necesarios según sus requerimientos para la realización de sus procesos metabólicos; en la planta esta asociación favorece su crecimiento acelerado, debido al incremento de la capacidad para captar y absorber nutrimentos y compuestos fundamentales para su desarrollo (Stamets 2000).

Los hongos varían según su clasificación en invasores primarios, que son aquellos que degradan especialmente la lignocelulosa por medio de enzimas que ellos mismos producen; invasores secundarios, que utilizan el material descompuesto después de que otros lo han degradado; e invasores terciarios, que se clasifican como un grupo amorfo, y viven en hábitats donde ya han existido invasores primarios y secundarios, por lo que el sustrato es reducido y es inhabitable para otros hongos. Los invasores terciarios pueden vivir en cualquier tipo de localidad, pero su adaptabilidad es mayor si encuentran las características deseadas para su desarrollo (humedad, temperatura, cultivo) (Stamets 2000).

El objetivo general de este trabajo fue realizar un reconocimiento de los hongos macromicetos asociados al cultivo de *G. angustifolia* con el fin de contribuir al estudio de la biodiversidad en agroecosistemas donde se establece esta especie vegetal. En particular, se trató de realizar la identificación macroscópica de los géneros de hongos aislados y llevar a cabo la preservación de los géneros identificados, con el fin de asegurar un material genético de estos hongos para estudios posteriores.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Granja Montelindo, propiedad de la Universidad de Caldas, ubicada en el Municipio de Palestina, Vereda Santágueda, Departamento de Caldas, ubicada a 5°05'N y 75°40'O,

1010 msnm, temperatura promedio de 22,8 °C, humedad relativa del 76%, y precipitación promedio anual de 2200 mm (Cenicafé 2000).

Reconocimiento

Una vez identificada la presencia de los hongos en el cultivo de guadua, se realizó un estudio fotográfico observando sus características macroscópicas y reconociendo su hábitat; posteriormente, se recogieron las muestras por duplicado con el fin de realizar su purificación y esporada. Con la ayuda de un bisturí, se tomaron los hongos por su base, la cual estaba adherida al tejido leñoso de la guadua. Con el objeto de conservar sus características, se les proporcionó un ambiente óptimo por medio de periódico ligeramente humedecido en un recipiente cerrado, el cual facilitó el transporte hasta los laboratorios de la Universidad Católica de Manizales.

Aislamiento e identificación

Una vez en el laboratorio, se realizó un proceso de desinfestación de las muestras de carpóforos en una solución de Extrán al 2,5% durante 2 minutos e hipoclorito de sodio al 5% por 3 minutos, dependiendo de la textura del hongo; luego, con la ayuda de un bisturí, se hizo un corte vertical en el carpóforo en el mismo sentido de las lamelas con el fin de recuperar la parte interna esponjosa donde se encuentra el micelio del cual se desprenden las esporas. Con ayuda de un estilete previamente esterilizado se recuperó este tejido y, posteriormente, se inoculó en un medio enriquecido (agar papa dextrosa y agar rosa de bengala), con el fin de brindarle al hongo los nutrientes necesarios para su crecimiento y obtener así un aislamiento puro para su reconocimiento macroscópico; luego, se incubó durante varios días a temperatura ambiente (22 °C) y se realizaron pases sucesivos en los medios ya mencionados para obtener su purificación.

Preservación

Posteriormente, los cultivos puros recuperados en caja de Petri se repicaron a tubos, para preservarlos con glicerol al 10% mediante su almacenamiento a bajas temperaturas (4 °C).

Resultados y discusión

Durante los muestreos realizados se observó el estado en que se encontraba el cultivo a partir del cual se recolectaron los hongos, determinando si provenían

de guadua cultivada o en estado de descomposición, lo cual se relacionó con los géneros de micromicetos recuperados, observando la preferencia de estos por un hábitat específico. La mayor parte de los hongos se encontró en la zoca de guadua; allí se pudo apreciar su crecimiento a través de su capacidad de sintetizar y degradar dicho material.

Lenzites tricolor

Características macroscópicas

Este hongo puede llegar a medir 12 cm de ancho, el carpóforo es semicircular, sólidamente adherido al sustrato. Presenta una ancha base, cuyo espesor disminuye regularmente desde el centro a la periferia. Su cara superior es algo vellosa y muestra franjas concéntricas alternativamente claras y oscuras. La cara inferior muestra una serie de poros en extremo alargados, de contorno variable, laberintiformes, que tienden a la estructura laminar. El himenio, primero de color gris, vira a pardo rojizo con la edad; también se oscurece por frotamiento. El receptáculo es leñoso (Fig. 1).

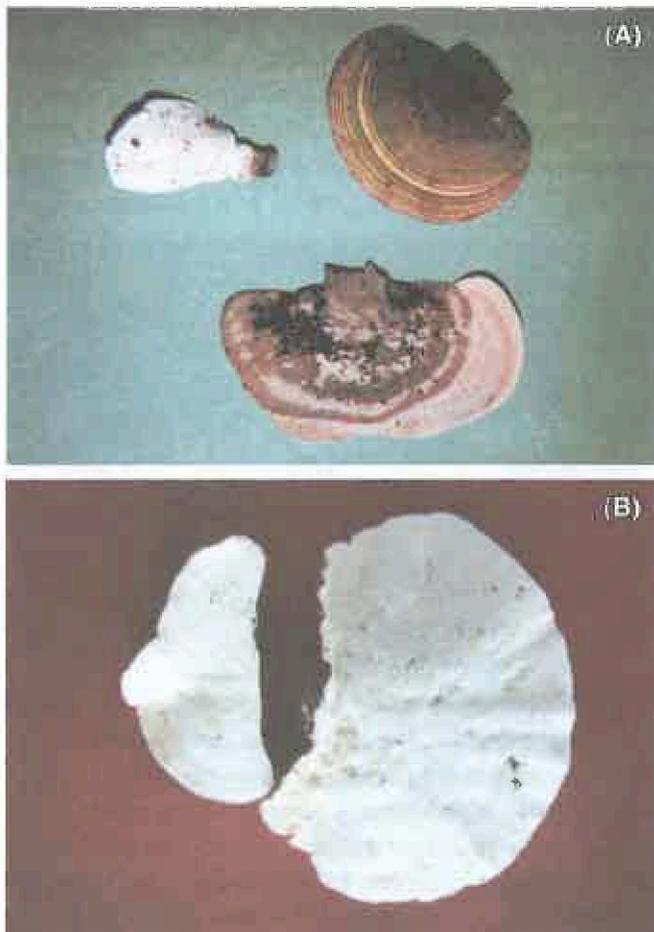


Figura 1. Aspecto macroscópico de *Lenzites tricolor*. Vista superior (A) e inferior (B).

Características del cultivo

Crecimiento algodonoso de color crema que se extiende hacia su periferia en forma de ramificaciones bien definidas, no presenta pigmentos (Fig. 2).



Figura 2. Micelio vegetativo de *Lenzites tricolor* en medio rosa de Bengala.

De acuerdo con las características macroscópicas del hongo y según la bibliografía revisada, la descripción se aproxima a la especie *Lenzites tricolor* (Kleijn 1964). Es un hongo que tiene una amplia distribución por todo el guadua y su adaptabilidad al medio ambiente fue muy buena debido a que se encontró en todas las zonas. Se registró en los nudos de la planta, la mayoría de las veces asociado a las zocas de guadua.



Figura 3. *Lenzites tricolor* en zoca de guadua.

Schizophyllum commune

Características macroscópicas

Posee un carpóforo en forma de concha o de abanico, presenta bordes enrollados hacia abajo y en su parte superior es blanco grisáceo o pardo gris; con frecuencia es lanoso o felpudo. El color de las lamelas varía de gris sucio a ceniza y estas son separadas y diferenciadas; se puede observar un pie muy corto y ancho (Fig. 4).



Figura 4. Aspecto macroscópico de *Schizophyllum commune*.

Características del cultivo

Crecimiento algodonoso y abundante, limitado a la periferia y a su exterior irregular (Fig. 5).



Figura 5. *Schizophyllum commune* en medio agar papa dextrosa.

De acuerdo con las características macroscópicas del hongo y comparando con la bibliografía revisada, su descripción se aproxima a la especie *Schizophyllum commune*. Este hongo se encontró en un área un poco húmeda, donde los rayos del sol llegaban con facilidad debido al ligero follaje, en los nudos de tallos cortados de guaduas secas y en tejido vivo. Este género se caracteriza por su textura dura y se puede clasificar según su ubicación en la guadua como un invasor terciario, debido a que se observaron manchas en las áreas de crecimiento (nudos), como si otros microorganismos estuvieran presentes, teniendo en cuenta que el tejido leñoso zoqueado aún posee componentes biodegradables (celulosa y hemicelulosa) y agua. Además, se puede contemplar la posibilidad de que

los microorganismos presentes puedan sintetizar alguna sustancia fundamental para el crecimiento de este hongo. Sería importante realizar una caracterización fisicoquímica de la guadua para conocer la disponibilidad de compuestos en este material (Fig. 6).



Figura 6. *Schizophyllum commune* en zoca de guadua.

***Pleurotus* sp. 1**

Características macroscópicas

Este hongo presenta un carpóforo doblado hacia adentro, en forma de rosa, de color blanco, su margen es ondulada e irregular, las lamelas son largas y muy pegadas, pero permiten su diferenciación; tiene un pie corto y grueso que se prolonga desde el carpóforo (Fig. 7).



Figura 7. *Pleurotus* sp. en zoca de guadua.

Características del cultivo

Crecimiento algodonoso y abundante de color crema que intenta propagarse hacia el exterior de la caja. En el centro se observan estructuras que semejan primordios en formación, tal como se describe en el género *Pleurotus*, el cual forma frecuentemente estas

estructuras sexuales en cultivos sobre agar (Stamets 2000) (Fig. 8).



Figura 8. *Pleurotus* sp. en medio agar papa dextrosa.

Es un hongo que se ubica en un área muy soleada y su crecimiento se limita a la zoca de guadua. Su aspecto es muy húmedo, no se encontró en épocas de invierno y por su ubicación en la guadua se puede clasificar como un invasor primario, debido a que se presenta al inicio de la descomposición del tejido. Sus características macro y microscópicas se aproximan a la descripción del género *Pleurotus*.

El crecimiento de los hongos en los nudos de la guadua puede explicarse por la mayor concentración de nutrimentos en este sitio con relación al tallo, que ocupa los intervalos entre nudo y nudo; las yemas presentes en los nudos permiten la reproducción vegetativa en forma continua, favoreciendo el crecimiento de la micobiota asociada. La ubicación de este género en la guadua se presentó en la parte baja, más cercana al suelo, debido a que hay allí una mayor humedad, y por lo tanto un microclima apto para su supervivencia.

Pleurotus sp. 2

Características macroscópicas

Carpóforo doblado hacia su exterior de color café, sus bordes son irregulares dispuestos en escala como formando una flor, posee una depresión circular en el centro del píleo, justo en el punto de contacto con el estipe, se observan lamelas bien diferenciadas y su pie es grueso y largo.

Características del cultivo

Crecimiento muy compacto y definido, en forma de discos de color crema, en el centro se puede observar mayor crecimiento que en la periferia, al reverso de la caja presenta un color café (Fig. 9).



Figura 9. *Pleurotus* sp. en medio rosa de Bengala.

De acuerdo con las características macroscópicas, pertenece al género *Pleurotus*. Este hongo fue encontrado en un área húmeda y oscura donde los rayos del sol no penetraban por el espeso follaje del cultivo; su crecimiento se distribuye en los nódulos y en el tronco de la guadua (Fig. 10). Se clasifica como invasor terciario, ya que se observó en zonas que manifestaban tejido necrosado.



Figura 10. *Pleurotus* sp. en tronco de guadua.

Polyporus spp.

Características macroscópicas

Puede alcanzar e incluso rebasar los 30 cm de diámetro, está compuesto de numerosas ramificaciones cortas, cada una de las cuales constituye un pequeño píleo. Posee una especie de tallo corto y grueso del que brotan los sombreritos elementales. Estos se unen al tronco principal por medio de un corto pie; tienen forma de espátula o de abanico y son delgados, rugosos, de consistencia fibrosa y color ceniciento o gris oscuro. Presentan los bordes sinuosos y crecen apiñados. Los poros, blancos o grisáceos, son decurrentes sobre el pie de cada uno de los píleos (Fig. 11). Sus características morfológicas coinciden con el género *Polyporus*.



Figura 11. Aspecto macroscópico de *Polyporus* spp.

Los hongos poseen mayor afinidad por las áreas donde el sol se hace presente de manera indirecta, ofreciendo luz y humedad. La luz solar difusa producida por el espeso follaje del cultivo de guadua es la mayor fuente de energía para que los hongos puedan llevar a cabo todos sus procesos metabólicos. Por esta razón, el crecimiento de carpóforos en el presente estudio se vio favorecido en épocas soleadas, haciéndose evidentes en cantidad y marcando una sectorización para cada grupo de macromicetos reconocido. En un estudio realizado en México por Ávila et ál. (2000), se concluyó que la época predilecta para casi todas las especies de hongos comestibles es el otoño, por su temperatura fresca y frecuentes lluvias; no obstante, en verano, en condiciones de lluvia ocasional, puede adelantarse la aparición de los carpóforos, tal como ocurrió en el presente estudio.

Ávila et ál. (2000) identificaron algunas especies de hongos silvestres con importancia alimenticia y biotecnológica; estas se encuentran comúnmente formando parte de la diversidad biológica, ecológica y cultural de los bosques de coníferas, bosques sub-

tropicales y bosques de *Quercus* spp., donde se identificaron los géneros *Amanita caesarea*, *Hypomyces lactifluorum*, *Lycoperdon perlatum* y *Boletus* spp. La guadua en México no tiene la amplia distribución de Colombia y las especies recuperadas en ese estudio no son similares a las registradas en guadua, lo que demuestra la afinidad de algunos géneros de hongos por un tipo específico de clima, cultivo, humedad y altura, entre otros, según las diferentes regiones naturales. Villaruel et ál. (2003), en estudios realizados en México, comparan la riqueza observada en los géneros y familias de cada orden con diferentes tipos de vegetación evaluada en otros estudios, sugiriendo que pueden existir patrones de riqueza táxica característicos de cierta vegetación (Andrade et ál. 2003).

Es importante resaltar que en los estudios revisados la motivación es la misma, aunque estén enfocados en diferentes aspectos propios de los hongos, como es el porcentaje de proteína, su hábitat y objetivos comerciales: su fin es mejorar la calidad de vida a partir del estudio de las asociaciones que se generan y de las alternativas que pueden surgir en la industria alimenticia, farmacéutica y con fines artesanales.

La aplicabilidad del reconocimiento y aislamiento de estos hongos se ve reflejada en los diferentes campos donde pueden suplir necesidades básicas como la alimentación, por poseer un alto contenido de proteínas y nutrimentos, como es el caso del género *Pleurotus*, que se considera como un hongo comestible muy saludable por a sus bajas concentraciones de grasa total, gran cantidad de carbohidratos y cantidades significativas de vitaminas solubles en agua como tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico, así como minerales (Miles y Chang 1999).

En el campo medicinal, la especie destacada es *S. commune*, por tener propiedades antitumorales, ya que produce schizophylla, un agente que retarda el desarrollo de dichos tumores, especialmente el cáncer cervical (Miles y Chang 1999). La guadua podría ser utilizada como un sustrato comercial para el cultivo de estas especies, al igual que la explotación de los hongos, como se realiza en México, disponiendo de los amplios beneficios que poseen para generar empleo y mejorar de la calidad de vida de productores y consumidores (Andrade et ál. 2003).

Hasta hace unos años, la guadua ha sido un material importante pero primitivo en la industria, pero actualmente es considerado por muchos como la cadena productiva más importante hacia mercados nacionales e internacionales, convirtiéndose en un

producto de exportación gracias a la flexibilidad que posee para ser empleado en diferentes áreas del diseño y la artesanía. Tal ha sido su importancia que se ha creado un comité que pretende normatizar técnicas para el secado e inmunización postcosecha, con el fin de obtener un material de excelente calidad que cumpla con las exigencias del mercado para lograr una mejor posición en cuanto a materia prima se refiere (Soto 2003).

Este estudio ofrece un concepto más amplio acerca del hábitat o nicho ecológico de los hongos. Como expresan Andrade et ál. (2003), "los hongos son un elemento estructural y funcional de los ecosistemas forestales", enriqueciendo más nuestra biodiversidad, ampliando la visión hacia nuevas alternativas en diferentes campos, tanto en medicina, industria o como producto alimenticio.

Literatura citada

- Ávila, FI; Delgado, AE; Naranjo, JN; Herrera, CJ; Almaraz, AN; Ávila, RJ; Ortega, HV. 2003. Algunas especies de hongos silvestres con importancia alimenticia y biotecnológica para la región del Salto P.N.Dgo.Mex. Congreso Internacional de Microbiología Industrial (3, 2002, Santafé de Bogotá, CO). *s.n.p.*
- Andrade, A; Cuevas, C; Meza, E. 2003. Tercer reporte de *Marasmius jalapensis* Murrill para México (en línea). Disponible en www.sotbot.org.mx/disco/resume/re.174htm.
- Botero O, MJ; Castellanos C, PA; Velez A, PE; Castaño Z, J; Rivillas O, CA. 2003. Microorganismos del suelo identificados en un sistema agroforestal. Manizales, Caldas, CO, Corpoica. 80 p.
- Cenicafé (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 2000. Anuario meteorológico cafetero 1999. Chinchiná, CO, CENICAFÉ. 517 p.
- Franco M, AE; Aldana G, R; Halling R, E. 2000. Setas de Colombia (Agaricales, Boletales y otros hongos). Guía de campo. Colombia, Universidad de Antioquia, Colciencias. 156 p.
- Guzmán, G. 1987. Identificación de los hongos comestibles venenosos y aluciantes. Distrito Federal, MX, Limusa. 452 p.
- Kleijn, H. 1964. Hongos: formas y colores. Barcelona, ES, Garriga. 146 p.
- Ramírez, LJ; Landeros, JF; Ibarra, SM; Castillo, TJ. 2003. Algunas especies de macromicetos en varias localidades del estado de Querétaro (en línea). Disponible en www.socbot.org.Mx/disco/resume/re.172.htm.
- Soto, E. 2003. Guadua: clave en cadenas productivas. *In La Patria*, Manizales, CO, feb 17:11A.
- Madigan, M; Martinko, J; Porcker, J. 1998. Biología de los microorganismos. Madrid, ES, Prentice Hall. p. 464-465, 774-776.
- Miles, P; Chang, ST. 1999. Biología de las setas. Singapur, World Scientific. p. 5-7, 13, 16-17, 63-66.
- Stamets, P. 2000. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Toronto, CA, Ten Speed Press. p. 5-17.
- Velásquez, LF; Saldarriaga, Y; Pineda, F; García, G. 1998. Hongos de Antioquia. Guía ilustrada. Colombia, Editorial Universidad de Antioquia. 132 p.
- Villaruel, JL; Montañéz, A; Cifuentes, J. 2003. Biodiversidad de macromicetos de la región de la Sierra Chincua, Reserva especial de biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México (en línea). Disponible en www.socbot.org.mx/disco/resume/re.548htm.2003

“Depredación por hormigas sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Curculionidae: Scolytinae) en cafetales cultivados bajo dos niveles de sombra en Colombia

María Cristina Gallego Roper¹
Inge Armbricht¹

RESUMEN. Para determinar el efecto de la actividad depredadora de hormigas sobre la plaga del fruto del café, la broca *Hypothenemus hampei*, en dos niveles de sombra del cultivo, se llevó a cabo este estudio en Risaralda, Colombia. El experimento se realizó en siete fincas: tres con cafetal sin sombra de árboles y cuatro con cafetal con sombra diversificada. Las unidades experimentales fueron bolsas de malla que excluían y no excluían el paso de hormigas hacia adentro. El procedimiento se realizó dos veces, en época de lluvias y seca. El número de brocas fue significativamente menor en los tratamientos expuestos a hormigas para cada una de las fincas ($P < 0,0001$); este número fue además menor en fincas con sombra asociada ($P < 0,05$), y menor en la estación lluviosa ($P < 0,05$). Diez colonias de dos especies de hormigas encontradas dentro de pergaminos, *Solenopsis picea* y *Tetramorium simillimum*, fueron criadas en laboratorio. A cada una de estas colonias, se les expuso al mismo procedimiento usado en campo. *S. picea*, pero no *T. simillimum*, mostró alta actividad depredadora dentro de granos infestados. Los resultados muestran que existen posibilidades para la utilización de hormigas en el manejo integrado de la broca del café, sobre todo en fincas con sombra y en la estación lluviosa.

Palabras clave: agroecosistema; control biológico; diversidad.

ABSTRACT. Ant predation of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Curculionidae: Scolytinae) under two shade levels in Colombia. In order to determine whether ants predate on the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* in two shade levels this study was carried out at Risaralda, Colombia. The experiment was conducted in seven farms, three of them were coffee plantations without tree shade, and four were shaded coffee farms. The experimental units were mesh bags, which could exclude or not ant movement into the bag. The procedure was done twice, in the wet and dry seasons. Results in the field showed that the number of borers was significantly lower in treatment bags that did not exclude ant entrance; this number was also lower in those farms with shade trees and during the wet season. Ten colonies belonging to two predatory ant species *Solenopsis picea* y *Tetramorium simillimum* were reared in the laboratory. Each of these colonies was subjected to the same treatment described above for the field. In the laboratory, *S. picea*, but not *T. simillimum*, showed high predatory activity, i.e. lower borer counts inside the infested coffee seeds. Our results suggest positive perspectives for using ants as biological control agents within an integrated pest management approach, especially in shaded coffee farms and during the wet season.

Key words: agroecosystems; biological control; diversity.

Introducción

La alteración humana de los ecosistemas naturales tiene múltiples componentes. Sin embargo, una de las causas más importantes de la pérdida de especies biológicas es la expansión de la frontera agrícola y la intensificación de la agricultura (Swift et ál. 1996), que significa la pérdida de los hábitats naturales para los organismos silvestres

(Paoletti et ál. 1992). La intensificación e industrialización de la agricultura ha dado como resultado extensos monocultivos dependientes de altos insumos químicos: fertilizantes, herbicidas y pesticidas que afectan negativamente la biodiversidad silvestre (Matson et ál. 1997).

El sistema de cafetales es quizás uno de los casos más ejemplares que ilustra el efecto negativo de la

¹ Universidad del Valle, Departamento de Biología, A.A. 25360 Cali, Colombia. macrisga@univalle.edu.co; inge@univalle.edu.co

intensificación de la agricultura sobre la biodiversidad tropical (Perfecto y Vandermeer 1996, Perfecto et ál. 1997, Armbrrecht et ál. 2005). Los diferentes sistemas de cultivo del café se pueden ordenar mediante un gradiente de intensificación: tradicionalmente, el café se cultivaba bajo un dosel de árboles de sombra, que podían ser los mismos que constituían el bosque original de la zona (al cual solo se le removían las plantas bajas para reemplazarlas por plantas de café). Este sistema de sombra fue siendo reemplazado por un modelo que sostiene plantaciones de café con ninguna o muy poca sombra. Al disminuir la sombra de los árboles se reduce la complejidad estructural del cultivo, cambia el microclima de los cafetales y disminuyen los nichos ecológicos para aves, mamíferos, artrópodos, anfibios y otros organismos (Perfecto y Vandermeer 1994, 1996).

Una gran diversidad y complejidad estructural de artrópodos en un entorno cafetero implica la existencia de cierto equilibrio ecológico en una plantación con sombra. Por ejemplo, Toledo y Moguel (1996) para México plantean que pese a que los herbívoros son plagas potenciales para el café y otros cultivos introducidos y representan un 25% del número de especies y un 35% del número total de individuos, tal plantación queda registrada como cafetal sin plagas. Esto se explica por el gran número de depredadores y parasitoides (potenciales controladores de plagas) (Ibarra-Núñez 1990), los cuales representan casi 25% del número total de individuos y un 45% del número total de especies. Los grupos predominantes de depredadores y polífagos son las arañas retiarias (productoras de telarañas) y probablemente las hormigas, las cuales parecen desempeñar un papel protagónico como controladoras de plagas y como potenciales agentes biológicos. De acuerdo con lo señalado en varios estudios (Hanson 1991, Pinkus-Rendón 2006, Armbrrecht y Perfecto 2003), los brotes epidémicos de insectos plaga y las grandes fluctuaciones en su población tienen una correlación directa con la reducción en la diversidad de estructura y plantas en los agroecosistemas.

Las hormigas cumplen una función significativa en ecosistemas tropicales como el resultado de su alta diversidad, abundancia y su especial atributo de comportamiento como depredadoras (Carroll y Janzen 1973, Petal 1978). En ecosistemas manejados por el hombre, las hormigas pueden causar un impacto directo sobre la economía humana al favorecer indirectamente la pro-

liferación de insectos fitófagos (homópteros) que son considerados plaga de cultivos (Samways 1983, Aldana y Chacón 1994, Chacón de Ulloa 1994, Zenner de Polanía 1994). Además, compiten y desplazan otras especies de hormigas nativas (Haering y Fox 1987) o pueden ser agentes de control de plagas (Perfecto 1990, 1991, Chacón y Aldana 1997).

Teniendo en cuenta las anteriores características ecológicas de la familia Formicidae, y sumando el panorama que ofrece la zona cafetera colombiana referente a la agudización del problema de la broca del café, acompañado por la intensificación de la agricultura cafetera, se planteó el presente proyecto de investigación que busca evaluar el efecto que las hormigas puedan ejercer sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Curculionidae: Scolytinae) y relacionarlo con el tipo de manejo agrícola.

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de Apía, Departamento de Risaralda, se encuentra entre los 1400 y 1700 msnm, definida por Holdridge (Espinal 1967) como bosque húmedo Premontano (bh-Pm), con topografía quebrada, temperatura promedio de 18-20 °C, humedad relativa del 80% y precipitación promedio anual de 2320 mm. Presenta de 9 a 11 meses de humedad durante el año. Normalmente las épocas de lluvias se distribuyen en dos temporadas: abril-mayo y octubre-noviembre, y se cuenta con dos épocas secas: enero-febrero y julio-agosto. La relación evapotranspiración-respiración es aproximadamente igual a uno, lo que quiere decir que hay un equilibrio entre el agua que cae y la utilizada por la vegetación.

De acuerdo con la clasificación de Moguel y Toledo (1999), se escogieron siete fincas cafeteras (Cuadro 1) bajo dos sistemas de manejo de sombra: policultivo comercial (café con diferentes especies de árboles de sombrero y con manejo orgánico) y monocultivo sin sombra (café a plena exposición), ubicadas en el Municipio de Apía (Fig. 1).

Desde hacía cuatro a cinco años se había estado llevando a cabo un proceso de intensificación de la caficultura, que se veía reflejado principalmente en la eliminación de la sombra natural. En una fase diagnóstica realizada entre agosto y noviembre del 2001, se identificaron las fincas que más se aproximaban a las condiciones requeridas para el desarrollo de la presente investigación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características generales de las siete fincas involucradas en este estudio en Apía, Risaralda

Finca	Código de manejo	Área (ha)	Altitud (msnm)	Porcentaje pendiente	Uso de plaguicidas (aplicaciones/año)
La Playita-2	PS1	19	1490	48,3	Ninguno (orgánico)
La Clarita	PS2	7,5	1550	43,8	Ninguno (orgánico)
La Esperanza	PS3	4	1500	34,6	Ninguno (no orgánico)
Buenos Aires	PS4	6	1440	40	Bajo
La Estrella	Sol1	14	1470	17,5	Moderado
La Felisa	Sol2	6	1480	32,5	Moderado
La María	Sol3	3	1405	2,5	Alto

Notas: PS = policultivo comercial; Sol = monocultivo sin sombra; uso de plaguicidas: alto = al menos dos aplicaciones de insecticidas y herbicidas por año; moderado = al menos una aplicación por año; bajo = menos de 1 aplicación por año.

—**Finca La Playita 2, clasificada como policultivo comercial 1 (PS1).** Sobresalen variedad de árboles asociados al cultivo de café que le brindan sombra, tales como guamo (*Inga edulis* Mart.), plátano (*Musa x paradisiaca* L.), aguacate (*Persea americana* Miller), nogal (*Cordia alliodora* (R. et P.) Cham.), *Erythrina rubrinervia* Kunth y cedro (*Cedrela odorata* L.).

—**Finca La Clarita, clasificada como policultivo comercial 2 (PS2).** Presenta variedad de árboles asociados al cultivo de café que le brindan sombra, tales como guamo, plátano, aguacate y cedro. Esta finca y la anterior llevaban un proceso de conversión a caficultura orgánica de 7 años, y fueron certificadas un año antes de iniciar el estudio por la Corporación Colombia Internacional.

—**Finca La Esperanza, clasificada como policultivo comercial 3 (PS3).** Entre las especies vegetales asociadas al cultivo de café que le brindaban sombra se encuentran nacedero (*Trichantera gigantea* (H. et B.) Nees), plátano, leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit), guamo (*Inga aff. densiflora* Benth. e *I. edulis*), cedro, mango (*Mangifera indica* L.), matarratón (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), banano (*Musa x balbisiana* L.) y naranjo (*Citrus sinensis* L.). El manejo orgánico de esta finca no estaba certificado, pero tampoco era de agricultura convencional, pues no se le hacían aplicaciones regulares de plaguicidas. Simultáneamente a la terminación de los ensayos de campo en febrero de 2003, el cafetal fue tumbado para su renovación y además se cortaron los árboles.

—**Finca Buenos Aires, clasificada como policultivo comercial 4 (PS4).** Presentaba árboles como plátano y guamo (*I. aff. densiflora* e *I. edulis*) asociadas

al cultivo. Este cultivo también fue completamente talado posteriormente al presente estudio.

—**Finca La Estrella, clasificada como monocultivo sin sombra 1 (Sol1), y finca La Felisa, clasificada como monocultivo sin sombra 2 (Sol2).** Desde hacía solo tres años son cafetales a libre exposición, la sombra diversa que tenían dejó un mantillo (*mulch*) de materia orgánica que aún favorece al cultivo, pues todavía no se le hacen grandes aplicaciones de fertilizantes químicos. Aunque su manejo es de agricultura convencional, las aplicaciones de plaguicidas son focalizadas.

—**Finca La María, clasificada como monocultivo sin sombra 3 (Sol3).** No presenta árboles asociados al cultivo de café. Esta finca tenían 12 años de no presentar sombra asociada al cultivo; además, se le aplicaban gran cantidad de agroquímicos. Aunque considerado cafetal de sol, el lote presentaba barreras de plátano.

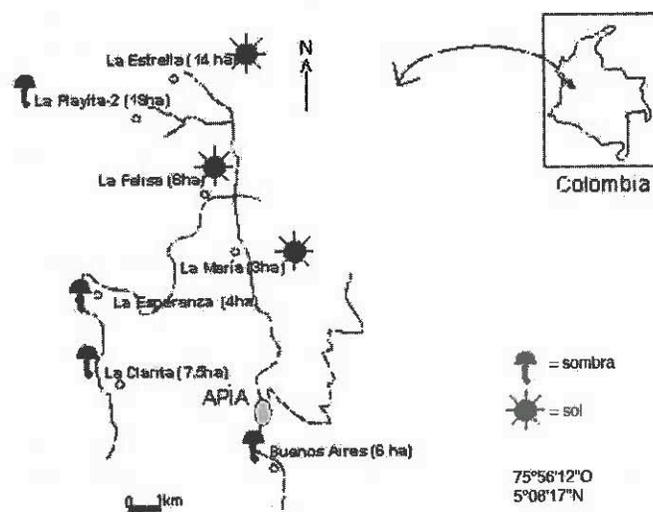


Figura 1. Mapa de ubicación de cada una de las fincas del estudio en el municipio de Apía (gris).

Fase de campo

Para determinar si entre la diversidad de hormigas asociadas a los cafetales con sombra y sin ella se presentan algunas especies que pueden desempeñar un papel importante como controladoras biológicas naturales de la broca del café *H. hampei*, se utilizó la metodología de bolsas de exclusión, la cual se desarrolló y refinó mediante un estudio piloto que implicó seis fincas, 180 bolsas de exclusión de hormigas y 900 granos de café infestados con broca. En este preensayo se evaluaron todos los estados de la broca, pero se decidió, por razones logísticas y de tiempo, contabilizar sólo estados adultos en los siguientes ensayos.

Con base en el preensayo ya realizado, se modificó la metodología para evaluar la depredación sobre adultos de broca dentro de pergaminos de café. En cada una de las fincas se establecieron 10 estaciones separadas por 10 m a lo largo de un transecto al azar. En cada estación, se ubicaron en el suelo debajo de un arbusto de café cubiertas con hojarasca las dos unidades experimentales o bolsas de 5 x 5 cm, de modo que una fuera el tratamiento y la otra el testigo. La bolsa del tratamiento se elaboró con una malla de 3 mm de ojo para permitir el paso de las hormigas hacia adentro. El testigo consistió en una bolsa de muselina impenetrable tanto para brocas como para hormigas (Fig. 2). Cada bolsa contenía cuatro pergaminos de 21 días de infestados con la broca (*H. hampei*), suministrados por el Laboratorio de Cría de Parasitoides de Cenicafé (Chinchiná, Colombia, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia). Las bolsas fueron dejadas durante cinco días, al cabo de los cuales se recogieron y se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Universidad del Valle para su posterior evaluación (Fig. 2).

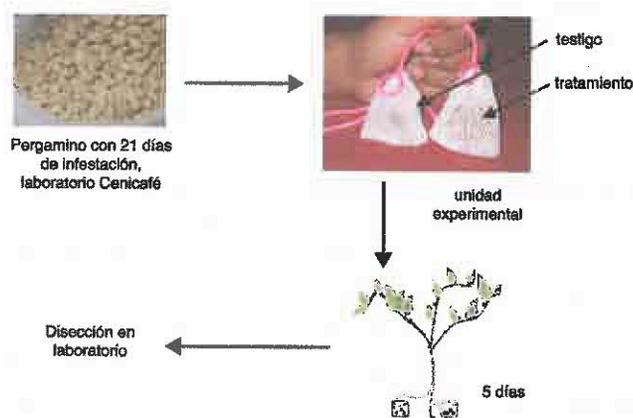


Figura 2. Unidades experimentales utilizadas para excluir o no la entrada de hormigas a los pergaminos de café infestados con broca.

En el laboratorio, los pergaminos fueron disecados y se tomaron los datos del número de brocas adultas que se encontraban dentro de ellos, tanto para las bolsas tratamiento como para las bolsas testigo. Además, en las bolsas tratamiento se registraron los datos de las hormigas que se encontraron dentro de los pergaminos e igualmente fueron identificadas hasta el nivel taxonómico de género. Este método se realizó en todas las fincas, una vez en la estación lluviosa y una vez en la estación seca (octubre 2002 y enero 2003).

La variable respuesta fue el número de brocas adultas por grano de café pergamino. A los datos obtenidos se les aplicó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Posteriormente, con el software SPSS 11 para Windows (1998) se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA), teniendo en cuenta como efectos fijos la estación seca y lluviosa; el cultivo con sombra asociada y sin ella; bolsa tratamiento y bolsa testigo, y la interacción sombra-tratamiento. Como efectos aleatorios finca y bloques anidados dentro de fincas.

Fase de laboratorio

A partir de los datos obtenidos sobre las especies de hormigas que ingresan dentro de los pergaminos de café dejados en el campo, se escogió a *Solenopsis picea* y *Tetramorium simillimum* como las especies de hormigas para ser criadas en el laboratorio y evaluar su potencial función depredadora sobre la broca del café.

Establecimiento de colonias

Al determinar cuáles especies de hormigas dominan en cada sistema de manejo del cultivo, se procedió a criar dos de estas especies en el laboratorio. Para ello, se recogieron nidos del campo, se llevaron al laboratorio y se colocaron en cajas plásticas de 25 x 25 cm, cuyas paredes internas fueron recubiertas con fluón para evitar su escape. Cada caja estaba acondicionada con un nido artificial (Passera et ál. 1988), un vial con agua tapado con una mota de algodón y una caja de petri donde se suministraba el alimento. Las colonias fueron alimentadas con una dieta merídica a base de carne de res y larvas de coleópteros (modificada de Passera et ál. 1988). Además, se les ofrecía yema de huevo de codorniz, galleta y miel para suplir sus requerimientos nutricionales. A las tapas de los tarros se les hizo 3 orifi-

cios que fueron cubiertos con una malla metálica de 0,1 mm de ojo para permitir el intercambio gaseoso y al mismo tiempo evitar el escape de las hormigas. Todas las colonias se dejaron en un cuarto de cría que simulaba las condiciones de campo, a 22-25 °C y HR 80-85%.

Los nidos se recogían con gran cantidad de hojarasca y tierra y se iban adaptando con el tiempo en el laboratorio (Fig. 3), hasta que la colonia de hormigas se trasladaba por completo al nido artificial. El alimento era cambiado cada dos días, al igual que el vial con agua.



Figura 3. Proceso de establecimiento de colonias en el laboratorio. A la derecha se observa el suelo con la colonia de hormigas proveniente del campo; a la izquierda, el nido artificial elaborado con yeso para el establecimiento de la colonia. En la parte superior, caja de petri con alimento (dieta meridica, miel, galleta, yema de huevo de codorniz) y vial con agua.

Determinación de la tasa de depredación

Ya establecidos los nidos, se tomarán 10 de ellos por cada especie (*S. picea* y *T. simillimum*) para realizar los ensayos. En cada caja se colocaron 3 tratamientos con bolsas de 5 x 5 cm, elaboradas así:

- *Tratamiento 1 o libre ingreso de hormigas:* bolsa de malla de 3 mm de ojo que permite el libre ingreso de hormigas.
- *Tratamiento 2, testigo 1 o exclusión de hormigas:* bolsa de muselina (orificios < 0,1 mm), completamente cerrada al ingreso de hormigas.
- *Tratamiento 3, testigo 2 o exclusión de hormigas y control de escape de brocas:* bolsa de malla dentro de la bolsa de muselina, que no permite el ingreso

de hormigas pero sí permite contabilizar el posible escape de brocas de los pergaminos de café, pues quedan atrapadas en la bolsa de muselina. Así se confirmó si la diferencia en la cantidad de brocas encontradas entre el tratamiento 1 y el tratamiento 2 se debe al posible consumo por parte de las hormigas o porque se escapan.

En el interior de cada bolsa se colocaron cinco granos pergaminos de 21 días de infestación por brocas, suministrados por el Laboratorio de Cría de Parasitoides de Cenicafé. Las bolsas se dejaron por cinco días, luego se recogieron y se llevaron al laboratorio, donde los granos pergaminos fueron disectados. Se cuantificó el número de brocas adultas encontradas dentro de los pergaminos y las hormigas de cada una de las especies que ingresaron dentro de ellos. Este procedimiento se repitió en tres ocasiones durante los meses de febrero, marzo y abril de 2003.

Con respecto al tratamiento, es decir, para probar si las hormigas en condiciones de laboratorio depredaron adultos de broca dentro de los granos pergaminos infestados, se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas para cada una de las especies de hormigas involucradas en este ensayo. El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo usando el programa SPSS 11 para Windows (1998). Se examinó la normalidad de las variables mediante una prueba de Komogorov-Smirnov.

Resultados y discusión

Fase de campo

Los datos obtenidos en el ensayo no tuvieron una distribución normal, por lo cual se transformaron a raíz cuadrada. Se realizó una ANOVA anidada, la cual presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($t_{1118} = 6,18$; $P < 0,0001$); significativas entre las fincas con cafetales sin sombra y con sombra asociada ($t_{1118} = 2,23$; $P = 0,0256$) e igualmente entre la estación lluviosa y la estación seca ($t_{1118} = 2,41$; $P = 0,0157$; $F_{3,1112} = 16,43$).

Las diferencias significativas entre las bolsas de malla consideradas tratamiento y las bolsas de muselina testigo, tanto en la estación lluviosa como en la estación seca, permiten considerar que hay un potencial efecto depredador ejercido por las hormigas que ingresaron dentro de los pergaminos que se encontraban infestados por la broca del café y consumieron un porcentaje de ellos (Fig. 4a y b).

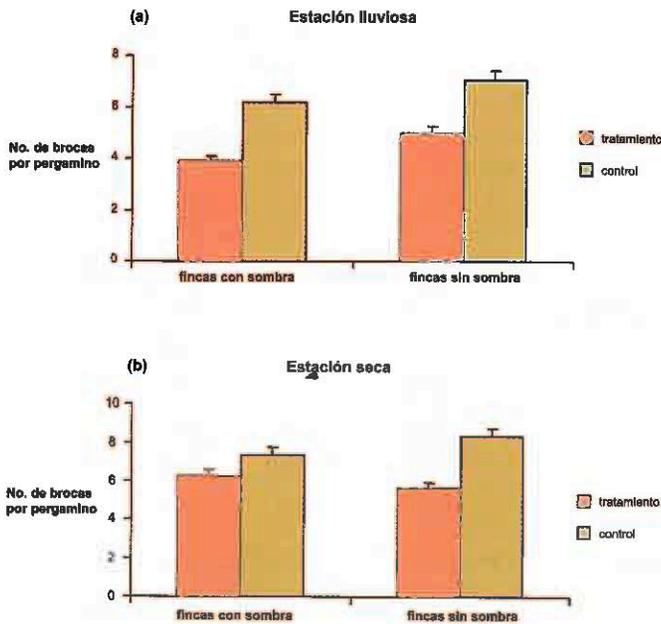


Figura 4. Adultos de *Hypothenemus hampei* encontrados dentro de los pergaminos secos después de cinco días de exposición en el campo a hormigas durante la estación lluviosa (a) y la estación seca (b). El número de brocas fue significativamente mayor cuando se excluyeron las hormigas ($P < 0,0001$).

El promedio total del conteo de brocas en los cafetales con sombra fue menor que en aquellos sin sombra y las diferencias fueron significativas, posiblemente debido a que en estos hay una mayor riqueza de hormigas (Perfecto y Vandermeer 1996), porque este tipo de cafetales ofrece gran variedad de microhábitats que favorecen el desarrollo de todo su potencial biótico. Una mayor riqueza puede significar variedad de estrategias de depredación sobre la broca; por ejemplo, ciertas hormigas depredan sobre el café, otras sobre la cereza infestada en el suelo, hormigas pequeñas penetran o no las cerezas de café infestadas, y otras depredan adultos libres, y todas las especies en conjunto desempeñaron un papel importante como depredadoras potenciales de la broca del café. En los cafetales de sol estas condiciones difieren, pues la estructura y composición del sistema cafetalero es menos compleja. Debido a que el cafetal no presenta árboles de sombra asociados, disminuye no solo la oferta de una variedad de recursos alimenticios sino también de nidificación, lo cual se refleja en una disminución de la riqueza de hormigas que podrían estar acompañando el cultivo. La hipótesis de los enemigos naturales (Root 1973) plantea que esta situación altera negativamente el posible control biológico natural que los depredadores y parasitoides (en este caso las

hormigas) pueden ejercer sobre los herbívoros en agroecosistemas simplificados e industrializados.

Las condiciones en la estación lluviosa favorecen una mayor riqueza y abundancia de hormigas (Levings 1983) en los cafetales con sombra diversificada, pues estos presentan condiciones que permiten el desarrollo de los nidos de hormigas presentes en los cafetales. En la estación seca las condiciones ambientales no son óptimas, afectando negativamente la permanencia y estabilidad de hormigas en el medio y, por tanto, posiblemente repercutiendo en la actividad depredadora que estas hormigas puedan ejercer. De acuerdo con los datos promedio iniciales de los estados adultos de la broca que se encuentran dentro de los pergaminos, se podría decir que consumen alrededor de un 55%.

De un total de 163 hormigas encontradas dentro de los granos pergaminos secos brocados, el mayor porcentaje pertenece al género *Solenopsis* (87%), seguido por la especie *Tetramorium simillimum* (7%). Los géneros con menor número de recolectas fueron *Pheidole* y *Myrmelachista*. Todos los géneros mencionados pertenecen a la subfamilia Myrmicinae.

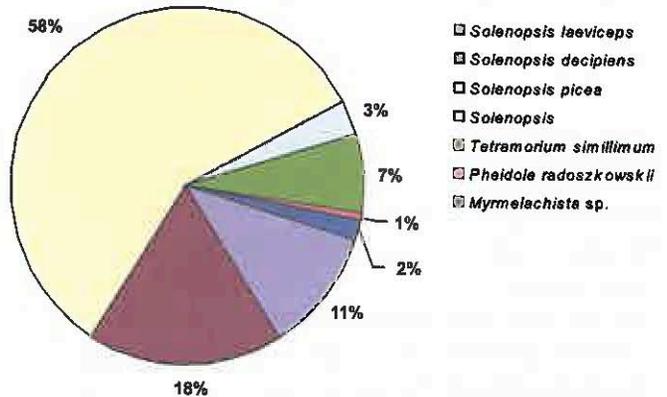


Figura 5. Especies de hormigas encontradas dentro de los granos pergaminos secos brocados en los tratamientos sin exclusión de hormigas.

por su pequeño tamaño, estas hormigas mirmicinas pueden entrar por el agujero que la broca deja al penetrar el grano. De acuerdo con un estudio realizado por Rivera y Armbrrecht (2005), los géneros *Solenopsis* y *Tetramorium* son clasificados dentro del gremio de las hormigas abundantes de horajasca en cafetales, siendo *Solenopsis* más abundante en la medida en que el cafetal presenta mayor sombra asociada y *Tetramorium* más abundante en cafetales muy tecnificados y de baja densidad de sombra.

Entre los reportes que hay sobre la actividad depredadora que las hormigas pueden ejercer sobre la

broca del café, se encuentran los citados por Benassi (1995) en Brasil sobre la hormiga *Crematogaster curvispinosus*, y Bustillo et ál. (1998), que incluyen hormigas de los géneros *Crematogaster*, *Pheidole*, *Brachymyrmex*, *Solenopsis* sp., y *Wasmannia* sp. Vélez et ál. (2000) evaluaron la capacidad depredadora de un grupo de hormigas involucradas espontáneamente en el control de la broca durante el proceso de secado solar en marquesinas o secadores parabólicos, encontrando entre un 6,8 y 7,3% de depredación de los estados vivos iniciales y, de éstos, el 97% correspondió a estados adultos de la broca. Vélez et ál. (2003) observaron en el campo a *Gnamptogenys sulcata*, que anida en troncos en descomposición, depredando estados adultos de la broca.

Varón et ál. (2004) realizó experimentos en campo de depredación sobre la broca del café en Costa Rica, que incluyó cinco especies de hormigas: *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii*, *Crematogaster torosa*, *C. curvispinosa* y *C. crinosa*. Bajo la metodología empleada por estos autores, dichas hormigas no causaron depredación significativa sobre ninguno de los estados de la broca de café; sin embargo, los autores sí encontraron depredación por hormigas en el laboratorio.

Fase de laboratorio

Para *S. picea* no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tiempos, es decir, los tres ensayos secuenciales que se realizaron con esta especie ($F_{2,81} = 4,09$; $P = 0,160$). Esto significa que no hubo una relación lineal con respecto a mayor o menor consumo de brocas con cada repetición, pero sí se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($F_{2,81} = 22,64$; $P < 0,0001$).

Al realizar una prueba de comparación múltiple de Tukey, se observaron diferencias significativas entre el tratamiento y los testigos ($P < 0,0001$) y no se encontraron diferencias significativas entre los testigos ($P = 0,427$), diferenciándolos en dos grupos: un grupo para el tratamiento y otro grupo para los dos testigos. El examen de los dos tipos de testigos sin acceso de hormigas a los granos pergaminos infestados determinó que el método empleado en el campo es confiable.

Estos resultados permiten indicar que *S. picea* prefiere alimentarse de estados adultos de la broca del café aun teniendo otra oferta alimenticia (la dieta méridica). Esta hormiga ingresa dentro de los granos infestados y busca la broca. De acuerdo con los datos

iniciales de los estados adultos de la broca que se encontraban dentro de los pergaminos, esta consumió alrededor de un 49,62% en el laboratorio (Fig. 6).

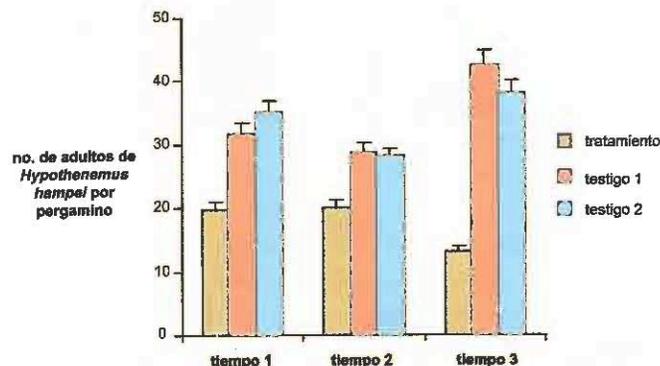


Figura 6. Número promedio de estados adultos de la broca del café encontrados dentro de los pergaminos secos en el ensayo de laboratorio con *Solenopsis picea*.

Para *T. simillimum* no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos ($F_{2,81} = 4,09$; $P = 0,160$) y entre los tratamientos ($F_{2,81} = 2,43$; $P = 0,792$). De las especies de hormigas evaluadas, *S. picea* causó altos porcentajes de depredación de los estados adultos de la broca del café, lo cual confirma que a pesar de sus hábitos alimenticios generalistas (Holldobler y Wilson 1990), pueden también depredar especies de insectos herbívoros y ser útiles en programas de manejo integrado de la broca. Los resultados son destacables teniendo en cuenta que durante los ensayos no se les retiró la dieta artificial a las colonias de hormigas ni se les sometió a ningún tipo de ayuno.

Aunque la hormiga *T. simillimum* fue encontrada dentro de los pergaminos expuestos en el campo, cuando se realizó el ensayo en el laboratorio directamente con nidos de esta hormiga los resultados indicaron que no prefirieron a la broca adulta, al menos cuando está dentro del grano infestado, o posiblemente no la buscan si disponen de otra fuente alimenticia, como las dietas que se les suministraban.

En ensayos de laboratorio con un aparato de escogencia, Varón et ál. (2004) evaluaron la depredación de cinco especies de hormigas: *S. geminata*, *P. radoszkowskii*, *C. torosa*, *C. curvispinosa* y *C. crinosa* sobre los diferentes estados de la broca del café. *P. radoszkowskii* causó depredación significativa sobre los estados de huevo y larva; igualmente, *C. crinosa* tuvo algún porcentaje de consumo de huevos y larvas.

En ensayos realizados en laboratorio con la hormiga *Gnamptogenys* sp. y *Solenopsis geminata*, Vélez et ál. (2003) encontraron preferencia hacia estados adultos de la broca por parte de *Gnamptogenys* sp., que es una hormiga propia de cafetales de sombra y anida en la madera en el suelo. En contraste, *S. geminata*, que es una hormiga propia de cafetales de sol (sin sombra), no mostró ninguna actividad significativa depredando broca en estos ensayos.

Los resultados obtenidos en los dos tipos de ensayos permiten sugerir que las hormigas, si se conocen y aprenden a manejar, pueden llegar a convertirse en un gran recurso natural para el agricultor. Se recomienda tener en cuenta los ensamblajes de hormigas locales dentro de los programas de manejo integrado de plagas e insectos, en este caso en particular de la broca del café. Además, las evidencias recogidas en este estudio (menor conteo de brocas en cafetales de sombra que en los de sol) sugieren que un manejo con visión ecológica, es decir, con menor uso de agroquímicos, y promocionando la sombra diversa de árboles, puede favorecer la actividad depredadora de las hormigas o reducir los niveles de infestación por broca. Por lo tanto, es necesario realizar estudios tendientes a conocer la biología y comportamiento de algunas de las especies promisorias en el control biológico.

Los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio sugieren que las hormigas desempeñan un papel importante como reguladoras silenciosas de la broca del café que hasta ahora no había sido cuantificado, y que deben ser tenidas en cuenta para desarrollar un programa de manejo de plagas en un contexto de agricultura amigable con el ambiente.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo logístico proveniente de Cenicafé, especialmente de M. Vélez. Las siguientes personas colaboraron con trabajo de campo y de laboratorio: G. Álvarez, J. Colmenares, M. Márquez, L. M. Muñetón, L. Rivera, V. Peñaranda, D. Peña y G. Vargas. Gracias a los agricultores y dueños de las fincas en Apía y de la "Orgánica Tatamá" por permitirnos trabajar en sus fincas, a la hospitalidad de P. Marín, F. Herrera, N. Henao, O. Díaz y C. M. Correa. José Pacheco, John Longino y Fernando Fernández determinaron especies de hormigas. Este proyecto fue financiado en su concepción preliminar por el Land Institute de Kansas, y en su ejecución por Colciencias Programa de Medio Ambiente y del Hábitat, proyecto código 1106-12-11693.

Literatura citada

- Aldana, R; Chacón, P. 1994. Introducción de la hormiga loca *Paratrechina fulva* a la laguna natural de Sonso (Valle del Cauca, Colombia) Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 13(1):1-14.
- Ambrecht, I; Perfecto, I. 2003. Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 97:107-115.
- _____; Rivera, L; Perfecto, I. 2005. Reduced diversity and complexity in the leaf litter ant assemblage of Colombian coffee plantations. *Conservation Biology* 19(3):897-907.
- Benassi, LR. 1995. Levantamento dos inimigos naturais da broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) no norte do Espírito Santo. *Anais da sociedade Entomológica do Brasil* 24(3):635-637.
- Bustillo, AE; Cardenas, MR; Villalba, GD; Benavides, MP; Orozco, HJ; Posada, FF. 1998. Manejo integrado de la Broca del café *H. hampei* (Ferrari) en Colombia. Chinchiná, CO, CENICAFE. 127 p.
- Carroll, CR; Janzen, DH. 1973. Ecology of foraging ants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:231-257.
- Chacón de Ulloa, P. 1994. Biología e impacto económico de las hormigas. *Palmas* 15(4):25-30.
- _____; Aldana, R. 1997. Biología, impacto y control de la hormiga loca *Paratrechina fulva* introducida al Valle del Cauca. In Congreso de Biología de la Conservación (1) y Tercer Simposio sobre Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas de Montaña (3, Cali, CO). Colombia. p. 41.
- Espinal, LS. 1967. Apuntes sobre ecología colombiana. Cali, CO, Universidad del Valle, Departamento de Biología. 32 p.
- Haering, L; Fox, B. 1987. Short - term coexistence and long - term competitive of two dominant species of *Iridomyrmex*: the successional response of ant to regenerating habitats. *Journal of Animal Ecology* 56:496-507.
- Hanson, P. 1991. Los parasitoides asociados al cafeto en Costa Rica. *Manejo Integrado de plagas (Costa Rica)* 20-21:8-10.
- Holldobler, B; Wilson, E. 1990. *The Ants*. Estados Unidos, Harvard University Press. 732 p.
- Ibarra-Núñez, G. 1990. Los artrópodos asociados a cafetos en un cafetal mixto del Soconusco, Chiapas, México, *Variabilidad y abundancia*. *Folia Entomológica Mexicana* 79:207-231.
- Levings, SC. 1983. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: Some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* 53(4):435-455.
- Matson, PA; Parton, WJ; Power, AG; Swift, MJ. 1997. Agricultural intensification and ecosystems properties. *Science* 277:504-509.
- Moguel, P; Toledo, VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional Systems of Mexico. *Conservation Biology* 13:11-21.
- Paoletti, MG; Pimentel, D; Stinner, BR; Stinner, D. 1992. Agroecosystems biodiversity: matching production and conservation biology. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40:3-23.
- Passera, L; Keller, L; Suzzoni, JP. 1988. Control of brood male production in the argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Psyche* 1-2:59-65.
- Perfecto, I. 1990. Indirect and direct effects in a tropical agroecosystems: the maize-pest-ants system in Nicaragua. *Ecology* 71:2125-2134.

- _____. 1991. Dynamics of *Solenopsis geminata* in a tropical fallow field after ploughing. *Oikos* 62:139-144.
- _____; Vandermeer, J. 1994. Understanding biodiversity loss in agroecosystems: Reduction of ant diversity resulting from transformation of the coffee ecosystems in Costa Rica. *Entomological Trends in Agricultural Science* 2:7-13.
- _____; Vandermeer, J. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia* 108:577-582.
- _____; Vandermeer, J.; Hanson, P.; Cartin, V. 1997. Arthropod diversity loss and the transformation of a tropical agroecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6:935-945.
- Petal, J. 1978. The role of ants in ecosystems. *In* Production Ecology of Ants and Termites. Cambridge University Press. p. 293-325.
- Pinkus-Rendón, MA; Ibarra-Núñez, G; Parra-Tabla, V; García-Ballinas, JA; Henaut, Y. 2006. Spider diversity in coffee plantations with different management in Southeast Mexico. *Journal of Arachnology* 34(1):104-112.
- Rivera, LF; Armbrecht, I. 2005. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. *Revista Colombiana de Entomología* 31(1):89-96.
- Root, RB. 1973. Organization of plant-arthropod associations in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43:95-124.
- Samways, M. 1983. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. *Journal of Applied Ecology* 20:833-847.
- Toledo, VM; Moguel, P. 1996. En Busca de un café sostenible en México: La importancia de la diversidad biológica y cultural. Congreso del Café Sostenible (1). Washintong D.C., Smithsonian Migratory Bird Center. p. 163-170.
- SPSS 11 para Windows 1998. Copyright © 2004, SPSS Inc. SPSS Inc.
- Swift, MJ; Vandermeer, J; Ramakrishnan, PS; Anderson, JM; Ong, CK; Hawkins, BA. 1996. Biodiversity and agroecosystem function. *In* Mooney, HA; Cushman, JH; Medina, E; Sala, OE; and Schulze ED. eds. Functional Roles of Biodiversity: a global perspective. Nueva York, US, John Wiley and Sons. p. 261-298.
- Varón, EH; Hanson, P; Borbón, P; Carballo, M; Hilje, L. 2004. Potencial de hormigas como depredadoras de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Costa Rica. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. No 73.
- Vélez, M; Bustillo, A; Posada, FJ. 2000. Predación sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) de las hormigas *Solenopsis* sp, *Pheidole* sp. y *Dorymyrmex* sp. durante el secado del café. *In* Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN (27, Medellín, CO). Memorias. Colombia. p. 17.
- _____; Bustillo, A; Posada, FJ. 2003. Depredación de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) por *Solenopsis geminata* y *Gnamptogenys* sp. (Hymenoptera: Formicidae). Memorias XXX Congreso de la sociedad colombiana de entomología, SOCOLEN (30, Cali, CO). Memorias. Colombia. p. 96.
- Zenner de Polania, I. 1994. Hormigas depredadoras en el ecosistema de palma de aceite. *Palmas* 15(4):33-39.

Evaluación de atrayentes alimenticios para la captura de la mosca mexicana de la fruta (Diptera: Tephritidae) en el Soconusco, Chiapas, México

Eugenio Ríos¹
Jorge Toledo²
David Mota-Sánchez^{1,3}

RESUMEN. Se evaluaron 10 atrayentes comerciales nacionales e importados (proteínas hidrolizadas y levaduras usadas en la fabricación de alimentos) y tres subproductos naturales (fermentado de cáscara de piña, melaza de caña y agua azucarada) en trampas McPhail para la captura de adultos silvestres y estériles de *Anastrepha ludens* en huertos de cítricos y mango, en las condiciones ambientales de la región del Soconusco, Chiapas, México. La levadura *Torula*, el atrayente Bayer, la proteína hidrolizada sólida Prothidex, la levadura inactiva Azteca y la proteína hidrolizada Staley (SIB-7) fueron los atrayentes que registraron mayor captura de moscas silvestres y estériles en los tres experimentos. Algunas proteínas hidrolizadas sólidas y líquidas de fabricación nacional tuvieron una efectividad intermedia en la captura de dicha plaga. El fermentado de cáscara de piña, con un índice de captura intermedio, tiene potencial para ser utilizado por productores de escasos recursos debido a su bajo costo y disponibilidad. La proteína hidrolizada Bayer tuvo baja captura cuando fue evaluada en el huerto de cítricos, pero la captura incrementó cuando fue evaluada en los huertos de mango. En los tres experimentos, la melaza de caña fue el atrayente que tuvo menor captura de adultos de la plaga. El mejoramiento de algunos de estos productos abre una posibilidad de uso de menor costo para el monitoreo de poblaciones de moscas de la fruta, y también pueden ser utilizados en la preparación de mezclas de insecticidas-cebo para el control químico.

Palabras clave: *Anastrepha ludens*, atrayentes, captura, monitoreo, moscas de la fruta.

ABSTRACT. Evaluation of food attractants in the capture of the Mexican fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Soconusco, Chiapas, Mexico. McPhail traps baited with national and imported commercial food attractants (ten hydrolysed proteins and yeasts used in food manufacturing) and three natural byproducts including molasses, fermented pineapple peel, and sugar water were evaluated for their ability to capture native adults of the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens* in citrus and mango orchards and sterile flies in another mango orchard. The orchards were located in the Soconusco region of Chiapas, Mexico. The food attractants *Torula* yeast, Bayer protein, hydrolyzed protein (Prothidex), inactive yeast (Azteca), and the hydrolyzed protein Staley (SIB-7) were most effective in the capture of wild and sterile flies in citrus and mango orchards. Other solid and liquid national hydrolyzed proteins demonstrated intermediate efficiency in the capture of the Mexican fruit fly. Fermented pineapple peel, with an intermediate capture index, has great potential for poor farmers because of its low cost and high availability. In the citrus experiment the Bayer protein was a poor attractant of adult fruit flies. However, in both mango experiments the Bayer protein was a good fly attractant. In all experiments, molasses resulted in limited attraction of flies, perhaps due to the stock used in the experiments. Further improvement of fruit fly attraction of national hydrolyzed proteins in Latin American countries with a local food processing industry will allow the development of lower cost attractants for monitoring adults of the Mexican fruit fly and perhaps also the use of those proteins mixed with insecticides for the attract and kill technology. Pineapple juice could also be a bait option for small fruit producers.

Key words: *Anastrepha ludens*, attractants, capture, monitor, fruit flies.

¹ Dirección de Operaciones de Campo. Programa Moscamed, SAGARPA. Calle Central Poniente # 14, Tapachula, Chiapas, 30700 México.

² Departamento de Entomología Tropical. El Colegio de la Frontera Sur. Apartado Postal 36, Tapachula, Chiapas, 30700 México. jtoledo@tap-ecosur.edu.mx.

³ 206 CIPS and Department of Entomology. Michigan State University. East Lansing, MI 48824. EUA. motasanc@msu.edu

Introducción

La mosca mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) constituye la principal plaga de varias especies de frutales en varios países del continente americano (Norrbom y Kim 1988, Hernández-Ortiz y Aluja 1993, Aluja 1994). En México, su presencia en los huertos provoca grandes pérdidas y limita en gran medida la comercialización de los productos por las estrictas medidas cuarentenarias que ejercen los países compradores de fruta (Enkerlin et ál. 1989, Aluja 1994, APHIS 1994), por lo que es necesario realizar acciones de manejo, con un enfoque integral, para garantizar la producción de fruta sana. Estas actividades se deben intensificar una vez que el monitoreo de adultos mediante trampas indica la presencia y abundancia de la plaga y cuando los niveles de su población ponen en riesgo la sanidad de la fruta (Aluja 1984, Aluja et ál. 1996).

La detección y el monitoreo de las poblaciones de adultos de moscas de la fruta en general, y específicamente de *A. ludens*, se realiza con trampas McPhail o multilure (también denominada "McPhail de plástico versión húmeda") cebadas con un atrayente líquido de tipo alimenticio (235 cc de agua, 10 cc de proteína hidrolizada y 5 g de bórax) (Gutiérrez et ál. 1992, Aluja et ál. 1996). Las proteínas hidrolizadas (Staley SIB-7, Atrayente Bayer, Nu-Lure, Captor 300, etc.) y levaduras [levadura torula (Torula-USA)] se han utilizado exitosamente para el monitoreo de diversas especies de moscas de la fruta (Aluja 1984, Frágenas et ál. 1996, Liedo 1997, IAEA 2003). Desafortunadamente, muchos de esos atrayentes son importados y de altos costos, lo que ocasiona que los fruticultores, principalmente aquellos de escasos recursos, se desalienten y decidan erróneamente no realizar actividades de monitoreo y control. Esta actitud no les permite llevar a cabo un manejo adecuado de la plaga, por lo que no pueden cumplir con los requisitos de sanidad exigidos para la movilización y comercialización de frutas dentro y fuera del país (APHIS 1994, NOM 1998).

Ante tales circunstancias, la evaluación de sustancias naturales de origen vegetal y animal con potencial atractivo para las moscas de la fruta ha cobrado mayor interés (Robacker 1995, Espky et ál. 1997, Robacker et ál. 1998, Piñero et ál. 2003), ya que siempre será deseable contar con una fuente de atracción de adultos que sea eficiente y menos costosa para monitorear las poblaciones de moscas de la fruta e iniciar las acciones de combate de manera oportuna.

En México, la industria alimenticia produce una gran cantidad de proteínas hidrolizadas y levaduras que se utilizan como saborizantes en la preparación de alimentos y pan. El uso de estos suplementos alimenticios, principalmente los de menor costo, puede ser una alternativa en el monitoreo de las poblaciones de moscas de la fruta por los productores de escasos recursos y también por aquellos que cuentan con sistemas de producción más tecnificados.

El objetivo de este trabajo fue evaluar una serie de atrayentes alimenticios comerciales (proteínas hidrolizadas y levaduras usadas en la fabricación de alimentos) y subproductos naturales (melaza de caña, fermentado de cáscara de piña y agua azucarada) para la captura de adultos de la mosca mexicana de la fruta en huertos de cítricos y mango bajo las condiciones ambientales de la región del Soconusco, Chiapas, México.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en tres huertos, en diferentes meses del año, en el Soconusco, Chiapas, México. Esta región se caracteriza por tener un clima tropical lluvioso, tipo monzónico, con una temperatura media anual de 26 °C, un régimen pluvial de 2000 a 5000 mm con una precipitación máxima durante los meses de julio a septiembre y vientos moderados con dirección al norte (Gutiérrez 1976). El trabajo se llevo a cabo en un huerto experimental de cítricos y en dos huertos comerciales de mango cv. Ataulfo y Manila, coincidiendo con la época de mayor abundancia de poblaciones nativas de la plaga (Aluja et ál. 1996).

Los atrayentes evaluados fueron proporcionados por algunas compañías mexicanas dedicadas a la elaboración de levaduras y proteínas hidrolizadas, en su mayoría de uso en el área de alimentos. La presentación de ambos grupos de atrayentes fue líquida y sólida.

La levadura activa e inactiva Azteca fue proporcionada por la empresa Levadura Azteca, S. A. de C. V. (Cd. de México); La levadura Red-Star fue proporcionada por la empresa Levadura Red-Star de México, S. A. de C. V. (Cd. de México), y la levadura Leviatán por la empresa Leviatán y Flor, S. A. de C. V. (Cd. de México). Todas fueron producto del proceso de fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*. La diferencia entre levadura activa e inactiva estuvo determinada por el número de unidades formadoras de colonias (ufc), que fue de $1,5 \times 10^{10}$ ufc/g en levaduras activas y menor a un millón de ufc/g en levaduras inactivas.

Todas las formulaciones y presentaciones tuvieron una concentración de 43 a 46% de proteína, 35% de hidratos de carbono, y vitaminas del complejo B.

La proteína hidrolizada sólida y líquida Arancia fue proporcionada por la empresa Proteínas Arancia, S. A. de C. V. (Cd. de México); la proteína hidrolizada Staley, derivada de gluten de maíz (ahora llamada Nu-Lure), por la empresa Miller Chemical & Fertilizer Corporation (Hanover, EUA), la proteína hidrolizada Prothidex fue proporcionada por la empresa Complementos Alimenticios, S. A. de C. V. (Cd. de México), y el atrayente Bayer fue proporcionado por Bayer de Alemania (Alemania). Todas las formulaciones y presentaciones tuvieron una concentración de 44 a 45% de proteína.

Los atrayentes de origen natural fueron preparados con subproductos agrícolas. El fermentado de cáscara de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) se hizo a partir de 1 kg de cáscara + 2 L de agua. Este preparado se dejó fermentar por un período de tres días previos a su uso. La melaza de caña (*Saccharum officinarum* L.) es un derivado de la fabricación de azúcar y se obtuvo de un productor local. El agua azucarada se elaboró en una relación de 100 g de azúcar + 250 ml de agua.

Todos los productos fueron seleccionados con base en su disponibilidad en el mercado, su bajo costo y, en algunos casos, la factibilidad de ser elaborados por los propios fruticultores, como fueron los derivados de subproductos agrícolas. Las proporciones de cada atrayente para cebar una trampa se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ingredientes y dosis de diferentes atrayentes para cargar una trampa McPhail

Fuente de origen del atrayente	Dosificación por trampa
Levadura Red-Star	10 g de levadura + 250 ml de agua
Levadura Leviaján	10 g de levadura + 250 ml de agua
Levadura Torula	20 g de levadura + 250 ml de agua
Levadura activa Azteca	10 g de levadura + 250 ml de agua
Levadura inactiva Azteca	10 g de levadura + 250 ml de agua
Proteína hidrolizada sólida Arancia	10 g de proteína + 250 ml de agua
Proteína hidrolizada líquida Arancia	20 ml de proteína + 250 ml de agua
Proteína hidrolizada sólida Prothidex	10 g de proteína + 250 ml de agua
Proteína hidrolizada Staley (SIB-7)	20 ml de proteína + 250 ml de agua
Atrayente Bayer	20 ml de atrayente + 250 ml de agua
Fermentado de cáscara de piña	270 ml de producto fermentado
Agua azucarada	100 g de azúcar + 250 ml de agua
Melaza de caña	20 ml de melaza + 250 ml de agua
Melaza de caña + fermentado de cáscara de piña	20 ml de melaza + 20 ml de fermentado + 230 ml de agua
Melaza de caña (sin bórax)*	20 ml de melaza + 250 ml de agua

* Para todos los atrayentes se utilizó 10 g de bórax, con excepción de melaza de caña sin bórax.

Huerto de cítricos Rosario Izapa

Este huerto era propiedad del Campo Agrícola Experimental Rosario Izapa, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Se localiza en el kilómetro 18 de la carretera Tapachula-Cacahotán, en el municipio de Tuxtla Chico, Chiapas. Tiene una altitud de 435 m, con una precipitación anual de 2822 mm distribuidos de abril a octubre, y la temperatura fluctúa de 21 a 35 °C. Cuenta con una superficie de 4 ha, con árboles establecidos en un arreglo de 6 x 6 m y con un diseño de cuatro surcos alternos por especie de naranja dulce [(*Citrus sinensis* L. (Osbeck)], toronja (*Citrus paradisi* Macfadyn) y mandarina (*Citrus reticulata* Blanco).

En este huerto se evaluaron 11 atrayentes alimenticios. La unidad experimental consistió de una trampa McPhail cebada con 270 ml de atrayente + 10 g de bórax. Las trampas fueron instaladas a 3,5 m de altura, a 2/3 de la copa del árbol y por la periferia de la misma, pero protegidas de una exposición directa al sol (Aluja 1984). La distancia entre los árboles en donde se instalaron las trampas fue de 36 m y en cada renovación de atrayente se rotaron para reducir el efecto de posición. El diseño experimental fue de bloques al azar constituidos de 11 tratamientos y seis repeticiones por tratamiento, considerando la trampa McPhail como una repetición.

Con el objeto de caracterizar en qué momento ocurría la mayor captura de moscas de la fruta en cada atrayente durante el desarrollo de este experimento, la solución que contenía cada trampa fue pasada diariamente por un colador (malla 18) para retener

y retirar los adultos de las moscas atrapadas y, posteriormente, la solución fue retornada a su respectiva trampa. El servicio de renovación de los atrayentes se hizo cada siete días, actividad que se realizó durante ocho semanas consecutivas de febrero a marzo, correspondientes al período de sequía.

Para la recolección del material biológico capturado se utilizó un colador, pinzas y frascos entomológicos de vidrio con alcohol al 70%. Todos los especímenes capturados fueron depositados en los frascos con alcohol, se etiquetaron debidamente según el tratamiento que correspondía y se trasladaron al laboratorio para su correcta ubicación taxonómica, utilizando como referencia las características morfológicas descritas para dicha especie (Aluja 1984, Hernández-Ortiz 1992).

Huerto de mango Huehuetán

En los meses de mayo a julio la población de la mosca mexicana de la fruta es más abundante en huertos de mango (Aluja et ál. 1996), por lo que se procedió a evaluar los atrayentes en dichos huertos.

Este huerto está localizado en el municipio de Huehuetán, Chiapas, a 25 km al oeste de Tapachula, a 117 msnm, con una precipitación promedio anual de 1566 mm y una temperatura que va de 22 a 31 °C. El huerto en donde se realizó este experimento tiene una superficie de 25 ha, cultivadas con mango cv. Manila.

El estudio consistió de un diseño experimental con 11 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento, considerando cada trampa como una repetición, y se manejó en un diseño experimental de bloques al azar. Las trampas fueron colocadas hacia el lado norte en árboles alternos a una distancia de 34 m, a una altura del 70% de la copa del árbol, ya que es allí donde hay mayor incidencia de moscas y para protegerlas de los rayos solares y evitar la evaporación del atrayente (Aluja et ál. 1996). La inspección y el cambio de los atrayentes se hizo cada siete días durante cinco semanas consecutivas, durante los meses de mayo y junio. El material biológico recolectado fue manejado para su identificación y registro de captura según lo descrito previamente en el experimento realizado en el huerto de cítricos.

Huerto de mango El Vergel

Este huerto se ubica en el Municipio de Suchiate, Chiapas, al sur de Tapachula (40 msnm). Tiene una superficie de 60 ha, cultivada con mango cv. Ataulfo.

Durante la época en que se llevó a cabo este estudio —del 25 de septiembre al 12 de noviembre— disminuyó drásticamente la población silvestre de la mosca mexicana de la fruta (Aluja et ál. 1996), por lo que fue necesario liberar moscas estériles de *A. ludens*, proporcionadas por el Laboratorio de Cría del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), ubicado en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. El material biológico fue irradiado en estado de pupa (48 h antes de la emergencia de los adultos) con cobalto 60 a 6 krad, y las pupas fueron colocadas en bolsas de papel para su posterior emergencia. Los adultos fueron alimentados con una mezcla de azúcar molido, previamente hervido con agua y esparcido con una brocha de cerda de 4 cm de ancho sobre papel estraza. Cuando alcanzaron la edad de tres días fueron liberados en forma terrestre 24 h antes de instalarse las trampas que estaban cebadas con los atrayentes. En cada bloque que correspondió a un tratamiento se liberaron aproximadamente 3000 adultos (272 adultos por unidad experimental), obtenidos de 4500 puparios.

Se evaluaron 11 atrayentes alimenticios, seleccionados de acuerdo con los resultados de los dos estudios anteriores y con su disponibilidad. El diseño experimental consistió de 11 tratamientos y seis repeticiones por tratamiento, en un arreglo experimental de bloques al azar. La trampa McPhail fue considerada como una repetición y fueron instaladas de acuerdo al procedimiento descrito en el experimento anterior. La revisión y recebado de las trampas se hizo cada siete días, actividad que se realizó durante seis semanas consecutivas. El material biológico capturado fue manejado para su identificación y registro de captura de acuerdo con lo indicado en los experimentos anteriores.

Para la presentación de los datos, las moscas capturadas en cada semana en cada experimento fueron convertidas al índice de moscas trampa⁻¹ semana⁻¹, de acuerdo con la siguiente fórmula: moscas trampa⁻¹ semana⁻¹ = número total de moscas / (número de trampas x semanas que fueron expuestas las trampas).

Los datos de captura obtenidos en cada experimento fueron transformados utilizando la fórmula de $\sqrt{x + 0,5}$, y con los datos así transformados se realizó un análisis de varianza; la separación de medias se hizo siguiendo el procedimiento descrito en la prueba de Tuckey ($P \leq 0,05$) (SAS Institute 1992).

Cuadro 2. Captura diaria y total de adultos de *Anastrepha ludens* con diferentes atrayentes en el huerto de cítricos Rosario Izapa. Soconusco, Chiapas, México

Tipo de atrayente	Días de exposición							Total	Captura (moscas trampa ⁻¹ semana ⁻¹)
	1	2	3	4	5	6	7		
Levadura Torula	39	133	73	106	139	86	139	715	109,7 a
Proteína hidrolizada líquida Arancia	16	64	62	134	154	60	73	563	90,9 ab
Fermentado de cáscara de piña	31	136	63	91	92	36	24	473	69,2 bc
Proteína hidrolizada Staley (SIB-7)	69	74	62	73	91	55	34	458	69,2 bc
Levadura Red-Star	78	88	47	40	34	19	30	336	52,6 cde
Proteína hidrolizada sólida Arancia	11	29	41	62	87	45	33	308	48,2 cdef
Levadura activa Azteca	31	88	45	54	29	12	17	276	40,2 cdefg
Proteína hidrolizada sólida Prothidex	11	66	40	24	70	35	22	268	38,7 cdefgh
Atrayente Bayer	1	13	23	17	29	30	32	145	23,5 fghi
Fermentado de cáscara de piña + melaza de caña	2	7	—	11	4	28	1	53	9,2 ij
Melaza de caña	—	2	—	—	2	—	—	4	1,8 j

Los valores promedios de captura seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P > 0,05$).

Resultados

En los tres huertos se capturó un total de 13144 (100%) adultos de *A. ludens*, de los cuales 7492 (57%) fueron hembras y 5652 (43%) machos. La mayor captura de adultos (con todos los atrayentes) se registró con moscas estériles en el huerto El Vergel, con un índice de 892,4 moscas trampa⁻¹ semana⁻¹ (Cuadro 4). En el huerto de cítricos y en el huerto de mango Huehuetán la captura total de adultos silvestres fue muy similar, con índices totales de 553,2 y 575,7 moscas trampa⁻¹ semana⁻¹, respectivamente (Cuadros 2 y 3).

Huerto de cítricos Rosario Izapa

En este huerto la mayor captura se obtuvo con trampas cebadas con el atrayente a base de levadura *Torula*. Los atrayentes que siguieron en efectividad fueron la proteína hidrolizada líquida Arancia, el fermentado de cáscara de piña y la proteína hidrolizada Staley (SIB-7).

La levadura Red-Star, la proteína hidrolizada sólida Arancia, la levadura *Azteca* activa, la proteína hidrolizada sólida Prothidex y el atrayente Bayer tuvieron una eficiencia intermedia. Por último, los atrayentes con los que se obtuvo menor captura de adultos de *A. ludens* fueron la mezcla de melaza de caña + fermentado de cáscara de piña, y solamente con la melaza de caña (Cuadro 2). El análisis de varianza indicó que hubo una diferencia estadística altamente significativa entre los índices de captura obtenidos con los diferentes atrayentes ($F = 32,7$; $gl = 10, 55$; $P < 0,001$).

El preparado de melaza de caña + fermentado de cáscara de piña y la melaza de caña no arrojaron resultados satisfactorios. El fermentado de cáscara de piña, la levadura Red-Star y la levadura activa *Azteca* alcanzaron la mayor cantidad de adultos capturados en el segundo día de exposición de las trampas. Al quinto día, todas las capturas disminuyeron. La proteína hidrolizada sólida Arancia, la proteína hidrolizada sólida Prothidex, la proteína hidrolizada líquida Arancia y la proteína hidrolizada Staley (SIB-7) presentaron una mayor captura de adultos al quinto día (Cuadro 2), en contraste con el atrayente Bayer, que inició con una baja captura de moscas que se fue incrementando a medida que transcurrieron los siete días de exposición de las trampas, este hecho indicó que tiene un proceso de fermentación más lento que los otros atrayentes.

En cambio, la captura de moscas que se obtuvo cada día con la levadura *Torula* fue muy irregular, ya que los mayores picos ocurrieron en el segundo, quinto y sétimo día de exposición; a pesar de esta variabilidad, la captura diaria fue mayor a la obtenida con los demás atrayentes, exceptuando el primer día (Cuadro 2).

Huerto de mango Huehuetán

En este huerto, la mayor captura se obtuvo en trampas cebadas con la proteína hidrolizada sólida Prothidex, seguida por el atrayente Bayer. De acuerdo con los resultados, la proteína hidrolizada sólida Arancia, la levadura *Azteca* inactiva y la levadura *Torula* tuvieron una eficacia intermedia (Cuadro 3).

Los atrayentes que registraron menor captura de adultos de *A. ludens* fueron la levadura azteca activa y la melaza de caña (Cuadro 3). El análisis de varianza indicó que hubo una diferencia estadística altamente significativa entre los índices de captura observados entre los atrayentes ($F = 28,4$; $gl = 10, 55$; $P < 0,001$).

Huerto de mango El Vergel

Contrario a lo esperado, los índices de mayor captura de adultos estériles de *A. ludens* en este huerto se obtuvieron con la levadura torula y con el atrayente Bayer. Siguieron en eficiencia la proteína hidrolizada Staley (SIB-7), la proteína hidrolizada sólida Prothidex, la proteína hidrolizada sólida Arancia y la levadura inactiva Azteca. La levadura Leviatán, el agua azucarada y la levadura Red-Star registraron una efectividad intermedia de captura de moscas (Cuadro 4).

Por último, los atrayentes que tuvieron menor captura de adultos estériles de *A. ludens* fueron el fermentado de cáscara de piña y la melaza de caña (Cuadro 4). El análisis de varianza indicó que hubo una diferencia estadística altamente significativa entre los índices de captura observados entre los atrayentes ($F = 34,5$; $gl = 10, 55$; $P < 0,001$).

Discusión

De la gama de atrayentes evaluados, los manufacturados en forma industrial como la levadura torula, el atrayente Bayer, la proteína hidrolizada sólida Prothidex, la levadura inactiva Azteca y la proteína hidrolizada Staley (SIB-7) presentaron una mayor atracción y captura de adultos de *A. ludens*, tanto silvestres como estériles, en los tres experimentos. Cabe mencionar que el fermentado de cáscara de piña, con un índice de

Cuadro 3. Captura de adultos de *Anastrepha ludens* en el huerto comercial de mango Huehuetán, con diferentes atrayentes alimenticios durante cinco semanas

Tipo de atrayente	Captura (moscas trampa ⁻¹ semana ⁻¹)
Proteína hidrolizada sólida Prothidex	129,2 a
Atrayente Bayer	99,1 ab
Proteína hidrolizada sólida Arancia	84,5 abc
Levadura inactiva Azteca	65,6 abcd
Levadura Torula	49,8 bcde
Proteína hidrolizada Staley (SIB-7)	44,0 bcdef
Fermentado de cáscara de piña	35,7 cdefg
Proteína hidrolizada líquida arancia	22,9 defg
Levadura Red-Star	21,9 defg
Levadura activa Azteca	18,1 efg
Melaza de caña	4,9 g

Los valores promedios de captura seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P > 0,05$).

Cuadro 4. Captura de adultos de *Anastrepha ludens* en el huerto comercial de mango El Vergel, con diferentes atrayentes alimenticios durante seis semanas

Tipo de atrayente	Captura (moscas trampa ⁻¹ semana ⁻¹)
Levadura Torula	220,4 a
Atrayente Bayer	180,9 ab
Proteína hidrolizada Staley (SIB-7)	132,7 bc
Proteína hidrolizada sólida Prothidex	71,9 cd
Proteína hidrolizada sólida Arancia	66,8 cde
Levadura inactiva Azteca	65,5 cdef
Levadura Leviatán	51,2 defg
Agua azucarada	36,9 defgh
Levadura Red-Star	32,4 defgh
Fermentado de cáscara de piña	26,4 defgh
Melaza de caña	7,3 h

Los valores promedios de captura seguidos por una misma letra no son significativamente diferentes (prueba de Tukey, $P > 0,05$).

captura intermedio, tiene potencial para ser utilizado por productores de escasos recursos económicos, porque se puede elaborar en forma artesanal en grandes volúmenes y a un costo muy bajo. Sin embargo, sería conveniente realizar investigaciones adicionales acerca de las variables tiempo de fermentación previo al cebado de las trampas, mayor cantidad de cáscara por volumen de agua y cantidad de bórax, con el objeto de aumentar su capacidad de atracción.

Se ha reportado que la melaza de caña es un atrayente efectivo para la captura de *Anastrepha obliqua* (Macquart), con la desventaja de que también atrae a otros insectos (Ortega-Zaleta y Cabrera-Mireles 1996). Pero los resultados obtenidos en nuestro estudio indicaron que es un atrayente poco efectivo para atraer y capturar adultos de moscas de la fruta, coincidiendo con los resultados de Hedström (1988). Este mismo autor indicó que la levadura *Torula* con bórax tuvo mayor efectividad en la captura de moscas de la fruta que la melaza de caña, pero algunos atrayentes pueden presentar variabilidad en la captura dependiendo de su formulación y condiciones ambientales del lugar, como sucedió con algunos productos proteicos y fermentables (López y Spishakoff 1963). Existen factores como el tiempo de haberse elaborado y el proceso de elaboración que afectan la efectividad de dichos productos (Toledo et ál. 2006, datos sin publicar). Cuando la melaza de caña + el fermentado de cáscara de piña fueron utilizados como mezcla, hubo un incremento en la captura de *A. ludens* en la proporción de 13 a 1 comparado con la que se obtuvo solamente con la melaza de caña; este hecho indicó un efecto aditivo con el fermentado de cáscara de piña para la atracción y captura de adultos.

El proceso de fermentación de los atrayentes de moscas de la fruta es un factor determinante en la capacidad de atracción diaria durante el período de exposición de las trampas (Malo 1992, Liedo 1997). Los atrayentes alimenticios como el fermentado de cáscara de piña, la levadura Red-Star y la levadura activa Azteca alcanzaron su mayor índice de captura al segundo día de exposición, lo cual indicó que tienen un proceso de fermentación más acelerado, contrario a lo ocurrido con la levadura *Torula*, la proteína hidrolizada líquida y sólida Arancia, la proteína hidrolizada Staley (SIB-7), la proteína hidrolizada Prothidex y el atrayente Bayer, que registraron el mayor índice de capturas después del quinto día de exposición. En los atrayentes de tipo alimenticio es necesario que ocurra el proceso de fermentación

para que los compuestos o mezclas de compuestos amoniacaes sean liberados para atraer a los adultos de moscas de la fruta (Bateman y Morton 1981, Buttery et ál. 1983). Una vez que un atrayente ha iniciado este proceso, la captura de moscas se incrementa de acuerdo con la tasa de liberación que posean dichos compuestos. Esta respuesta ha sido reportada previamente con otros atrayentes, como la levadura *Torula* (Malo 1992). El proceso de fermentación de estos atrayentes depende en gran medida del pH de la mezcla y está relacionado con la cantidad de bórax que se adicione (Epsky et ál. 1993). En nuestro estudio, se utilizó una cantidad estándar de 10 g de bórax por trampa, por lo que todos los atrayentes estuvieron sujetos a la acción de este producto antimicrobiano que regula el proceso de fermentación. Dado que las revisiones y servicios de las trampas para renovar los atrayentes se hicieron al séptimo día, como fue establecido por la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta (CNCMF) (Gutiérrez et ál. 1992, Aluja et ál. 1996, NOM 1995). Entonces, si estos atrayentes tienen un proceso de fermentación más lento o rápido a dicho período requerido para liberar los compuestos amoniacaes mediante la hidrólisis de las proteínas, su pobre atracción se reflejó en una menor captura de moscas (Bateman y Morton 1981, Toledo et ál. 2005).

Se encontraron diferencias muy marcadas con el atrayente Bayer, ya que en el experimento en el huerto de cítricos hubo menor captura de moscas de la fruta, en contraste con las capturas obtenidas en los experimentos realizados en los huertos de mango. En algunos casos esta variabilidad se atribuye al uso de diferentes lotes de atrayentes, como se hizo en este estudio (Toledo et ál. 2006, datos sin publicar), o a una respuesta de las moscas en función del tipo, abundancia y calidad de los frutos hospederos (Aluja y Piñero 2004). Además, durante la época en que se realizó el estudio en el huerto El Vergel no había presencia de frutos hospederos, debido a que las moscas estériles fueron alimentadas solamente con azúcar antes de liberarse, de tal forma que hubo una sincronización entre el estado fisiológico de las moscas por ingerir alimentos con mayor contenido de proteínas y la emisión de compuestos amoniacaes del atrayente que las atrajo hacia las trampas.

La búsqueda de sustancias naturales o de manufactura local a menor costo con propiedades atractivas para adultos de moscas de la fruta siempre ha sido deseable y de interés. En este proceso de búsqueda de

sustancias con principios de atracción se ha reportado que la orina humana es altamente atractiva para los adultos de moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Hedström 1988, Piñero et ál. 2002, Piñero et ál. 2003, Aluja y Piñero 2004). Sin embargo, desde el punto de vista operativo (disponibilidad y de aceptación), es más factible adoptar el uso de sustancias naturales a base de subproductos agrícolas para realizar la actividad de trapeo.

En este estudio, las trampas cebadas con agua azucarada registraron el menor índice de captura de adultos. Sin embargo, en trabajos realizados con la mosca de la papaya, *Toxotripa curvicauda* (Gerstaecker) se demostró que fue efectiva para atraer y capturar adultos de dicha especie (Castrejón-Gómez et ál. 2004), aunque solo fue comparado con jugo de piña (extraído de 1 kg de fruta incluyendo la cáscara, diluido en 1 L de agua) y no utilizaron otros atrayentes con mayor eficiencia. Otra explicación de esta atracción es que utilizaron mayor concentración de azúcar (1 kg/L de agua), aunque se ha reportado que el azúcar refinado + levadura de cerveza tiene menor atracción que un hidrolizado ácido de proteína de maíz con infusión acuosa de maíz (Staley's Insecticide Bait No. 7 (SIB 7) (López y Spishakoff 1963).

En conclusión, este trabajo demostró que hay varios atrayentes alimenticios de fabricación mexicana que compiten en forma similar con las proteínas hidrolizadas importadas para utilizarse en el trapeo de moscas de la fruta. La investigación en el mejoramiento de estas proteínas hidrolizadas en los países latinos que cuenten con una industria de productos alimenticios abre una puerta al uso de atrayentes de menor costo para el monitoreo de adultos de moscas de la fruta y quizás también para el control químico, haciendo uso de las mezclas de insecticida-cebo. De los subproductos agrícolas que se evaluaron, el fermentado de cáscara de piña representa una opción viable para que los pequeños productores, principalmente los de escasos recursos que no requieran de estrictos protocolos de monitoreo de moscas de la fruta, lo utilicen para realizar el trapeo.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo proporcionado por los técnicos Oscar Villatoro y Fernando Tapia (Programa Moscamed, SAGARPA) en la revisión de las trampas. A Sandra Rodríguez (ECOSUR) por su apoyo con el trabajo dactilográfico. Así mismo, se agradece a las empresas mexicanas y de otros países que proporcionaron las muestras de levaduras y proteínas para realizar este estudio.

Literatura citada

- Aluja, M. 1984. Manejo integrado de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). Distrito Federal, MX, Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 144 p.
- _____. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. Annual Review of Entomology 39:155-178.
- _____; Celedonio-Hurtado, H; Liedo, P; Cabrera, M; Castillo, F; Guillén, J; Ríos, E. 1996. Seasonal population fluctuations and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in commercial mango orchards in Southern Mexico. Journal of Economic Entomology 89:654-667.
- _____; Piñero, J. 2004. Testing human urine as a low-tech bait for *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in small guava, mango, sapodilla and grapefruit orchards. Florida Entomologist 87:41-50.
- APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service). 1994. Plant protection and quarantine treatment manual. Estados Unidos. United States of Department of Agriculture. (APHIS-PPQ). Section IV. TI02 (c). Mango.
- Bateman, MA; Morton, TC. 1981. The importance of ammonia in proteinaceous attractants for fruit flies (Family: Tephritidae). Australian Journal of Agricultural Research 32:883-903.
- Buttery, RL; Ling, LC; Teranishi, R; Mon, TR. 1983. Insect attractants: volatiles of hydrolyzed protein insect baits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 31: 689-692.
- Castrejón-Gomez, VR; Aluja, M; Arzuffi, R; Villa, P. 2004. Two low-cost food attractants for capturing *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology 97:310-315.
- Enkerlin, D; García, LR; Lopez, FM. 1989. México, Central and South America. In Robinson, AS; Hooper, G. eds. Fruit flies: Their biology, natural enemies and control. World crop pests. Amsterdam, NL, Elsevier. v. 3A, p. 83-90.
- Epsky, ND; Heath, RR; Sivinski, JM; Calkins, CO; Baranowski, RM; Fritz, AH. 1993. Evaluation of protein bait formulations for the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). Florida Entomologist 76:626-635.
- _____; Dueben, BD; Heath, RR; Lauzon, CR; Prokopy, RJ. 1997. Attraction of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) to volatiles from avian fecal material. Florida Entomologist 80:270-277.
- Frágenas, NN; González, E; Hernández, TJ; Cáceres, R; Lander, E. 1996. Elaboración y evaluación de atrayentes para la mosca del mango *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera: Tephritidae). Boletín de Entomología Venezolana (N. S.) 11:19-25.
- Gutiérrez, JS. 1976. La mosca del mediterráneo *Ceratitidis capitata* (Wied.) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 233 p.
- _____; Reyes, JF; Villaseñor, AC; Enkerlin, WH; Pérez, AR. 1992. Manual para el control integrado de moscas de la fruta (Manual para el productor). México, Dirección General de Sanidad Vegetal, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 34 p.
- Hedström, I. 1988. Una sustancia natural en la captura de moscas de la fruta del género *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). Revista de Biología Tropical 36:269-272.

- Hernández-Ortiz, V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae): taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. México, Instituto de Ecología y Sociedad Mexicana de Entomología. Pub. No. 33. 162 p.
- _____; Aluja, M. 1993. Listado de especies del género neotropical *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) con notas sobre su distribución y plantas hospederas. Folia Entomológica Mexicana 88:89-105.
- IAEA (Internacional Atomic Energy Agency). 2003. Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes. Viena, Austria. 47 p.
- Liedo, PF. 1997. Bases teóricas y conceptos sobre trampeo y atrayentes. In Curso regional sobre moscas de la fruta y su control en áreas grandes con énfasis en la técnica del insecto estéril (1997, Metapa de Domínguez, Chiapas, MX). Memorias. México, Centro Internacional de Capacitación en Moscas de la Fruta. p. 121-128.
- López, FD; Spishakoff, LM. 1963. Reacción de la mosca de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew) a atrayentes proteicos y fermentables. Ciencia (México) 22:113-114.
- Malo, EA. 1992. The effect of bait decomposition on the capture of *Anastrepha* fruit flies. Florida Entomologist 75:272-274.
- NOM (Norma Oficial Mexicana). 1998. NOM-075-FITO-1997, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos hospederos de moscas de la fruta. Distrito Federal, MX, Diario Oficial de la Federación. 16 de marzo de 1998.
- Norrbom, AL; Kim, KC. 1988. A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Estados Unidos, United States of Department of Agriculture. (APHIS-PPQ). 81. 52. 114 p.
- Ortega-Zaleta, DA; Cabrera-Mireles, H. 1996. Productos naturales y comerciales para la captura de *Anastrepha obliqua* M. en trampas McPhail en Veracruz. Agricultura Técnica de México 22:63-75.
- Piñero, J; Aluja, M; Equihua, M; Ojeda, MM. 2002. Feeding history, age and sex influence the response of four economically important *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) to human urine and hydrolyzed protein. Folia Entomológica Mexicana 41:283-298.
- _____; Aluja, M; Vázquez, A; Equihua, M; Varón, J. 2003. Human urine and chicken feces as fruit fly (Diptera: Tephritidae) attractants for resource-poor growers. Journal of Economic Entomology 96:334-340.
- Robacker, DC. 1995. Attractiveness of a mixture of ammonia, methylamine and putrecine to Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) in a citrus orchard. Florida Entomologist 78:571-578.
- _____; Martínez, JA; García, AJ; Bartlett, RJ. 1998. Volatiles attractive to the Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae) from eleven bacterial taxa. Florida Entomologist 81:497-508.
- SAS Institute. 1992. SAS user's guide, version 6.04. Cary, NC, US, SAS Institute.
- Toledo, J; Paxtián, J; Oropeza, A; Flores, S; Liedo, P. 2005. Evaluación de trampas y proteínas hidrolizadas para monitorear adultos de moscas de la fruta del género *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Folia Entomológica Mexicana 44:7-18.

Comparación del contenido de nutrientes de bokashis elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica

Humberto A. Leblanc¹
Manuel E. Cerrato¹
Luis A. Vélex²

RESUMEN. Se evaluó y comparó el contenido de nutrientes de bokashis elaborados con desechos agrícolas generados en fincas del trópico húmedo de Costa Rica. El experimento consistió de 10 tratamientos, el bokashi tradicional como testigo y 9 combinaciones de 3 fuentes de N (bovinaza, cerdaza, y arachis-poró) y 3 fuentes de C de fácil degradación (banano, yuca y ñame). Las 3 fuentes de N y de C fueron usadas como sustitutas de la gallinaza y de la semolina utilizadas en el bokashi tradicional. El raquis de banano fue usado como sustituto de cascarilla de arroz. Después de 21 días de degradación, se determinaron los contenidos de macronutrientes, micronutrientes y las relaciones C:N y C:P de los bokashis. Los contenidos de N, C, P, K, Cu, Ca y Zn y las relaciones C:N y C:P fueron influenciados positivamente por las fuentes de N, pero no así por las fuentes de C de fácil degradación. Cualquiera de las combinaciones de las 3 fuentes de N con las de C produjo un bokashi de calidad similar o mejor que el bokashi tradicional. El bokashi con cerdaza tuvo la relación C:N más baja y fue considerado el de mejor calidad nutricional. En conclusión, un bokashi de calidad similar o mejor que el bokashi tradicional puede ser elaborado con desechos agrícolas producidos en el trópico húmedo.

Palabras clave: bokashi, bovinaza, cerdaza, compost, gallinaza.

ABSTRACT. Comparison of nutrient content in bokashis produced from agricultural farm wastes in the humid tropics of Costa Rica. This study evaluated and compared the nutrient content in bokashis produced from agricultural wastes generated on farms of the humid tropics of Costa Rica. The experiment consisted of 10 treatments, traditional bokashi as a control and 9 combinations of 3 sources of N (bovine manure, swine manure, and arachis-poró) and 3 sources of easily degradable C (banana, cassava and yam). The N and C sources substituted the chicken manure and semolina, respectively, used in traditional bokashi. Banana raquis substituted rice bran, also used in traditional bokashi. After 21 days of degradation, macro and micronutrient contents and C:N and C:P ratios were determined. The N, C, P, K, Cu, Ca and Zn contents and the C:N and C:P ratios were positively influenced by the source of N, but not by the source of easily degradable C. Any of the combinations of N and C sources yielded a bokashi of similar or better quality than the traditional bokashi. The bokashi produced with swine manure had the lowest C:N ratio and was considered as having the best nutritional quality. In conclusion, bokashi of similar or better quality than traditional bokashi can be produced from agricultural waste generated in the humid tropics.

Key words: Bokashi, cattle manure, compost, poultry manure, swine manure.

Introducción

La región tropical húmeda de Costa Rica es una zona en la que se encuentran una amplia variedad de empresas agrícolas, grandes y pequeñas, que generan grandes cantidades de desechos. Generalmente, estos desechos son subproductos del proceso de acondicionamiento

y empaque de los productos agrícolas, productos de rechazo que no reúnen las características exigidas por el mercado internacional o productos que no se lograron colocar en el mercado local, y requieren de un sistema de manejo adecuado, el cual algunas veces es inexistente.

¹ Universidad EARTH, 4442-1000 San José, Costa Rica. hleblanc@earth.ac.cr, mcerrato@earth.ac.cr

² Matas de Honduras, Tegucigalpa, Honduras. Luis_velex@hotmail.com

Algunos desechos típicos generados en esta zona son el fruto y el raquis de banano [*Musa* (grupo AAA) subgrupo "Cavendish"], piñas (*Ananas comosus* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y ñame (*Dioscorea alata* L.). En 1995, las fincas bananeras de Costa Rica generaron 270000 toneladas de banano y 225000 toneladas de raquis de banano como desecho (Russo y Hernández 1995). Es importante considerar que las explotaciones pecuarias generan estiércol de ganado vacuno y porcino, el cual tradicionalmente no se ha considerado de valor y casi no es utilizado con fines productivos.

En general, muchos de esos desechos no se utilizan y son acumulados en el campo o son arrojados a ríos o quebradas, convirtiéndose en fuentes de contaminación. La búsqueda de alternativas para el manejo de estos desechos es muy importante debido al daño que pueden causar al medio ambiente, a que las regulaciones ambientales son cada vez más estrictas y a que los consumidores son cada vez más sensibles al impacto ambiental del proceso productivo de un determinado producto. La producción de abonos orgánicos, como el bokashi o el compost, a partir de estos desechos es una alternativa viable para su manejo, tanto en fincas pequeñas como grandes.

El bokashi es un abono orgánico de origen japonés que se produce en un tiempo más corto que el compost. La palabra "bokashi" significa "abono fermentado" en japonés, (Kyan et ál. 1999, RAC 2002), aunque en la mayoría de las ocasiones el bokashi se produce en un proceso aeróbico y no por fermentación. Tradicionalmente, el bokashi se prepara con cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.), gallinaza, tierra de bosque, bokashi previamente preparado, levaduras, carbón, carbonato de calcio (CaCO_3), semolina de trigo (*Triticum aestivum* L.) y melaza de caña (*Saccharum officinarum* L.). La cascarilla de arroz es una fuente de carbono (C) de degradación lenta (Arias 2001) mientras que la gallinaza es la principal fuente de N (Restrepo 2001). La semolina y la melaza son fuentes de C de degradación rápida y ayudan a iniciar el proceso de degradación (Arias 2001).

En el trópico húmedo, los materiales necesarios para elaborar un bokashi tradicional no se adquieren fácilmente; sin embargo, podrían ser sustituidos por algunos de los desechos que se generan en esta zona. El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar el contenido de nutrientes de bokashis elaborados a partir de diferentes mezclas de materiales de desecho que comúnmente se generan en las fincas del trópico húmedo de Costa Rica.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en las instalaciones de la Finca Integrada Orgánica (FIO) de la Universidad EARTH, ubicada en la costa Caribe de Costa Rica (10°10'N, 83°37'O). La FIO se encuentra a 95 msnm, tiene una temperatura media de 25 °C y una precipitación pluvial anual de 3464 mm. La zona de vida es un bosque muy húmedo premontano transición al basal (Bolaños y Watson 1993).

El experimento fue establecido en un diseño completamente al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Un bokashi tradicional (tratamiento 1) fue usado como testigo. Los tratamientos del 2 al 10 fueron creados al sustituir algunos ingredientes del bokashi tradicional por desechos típicos de las fincas del Trópico Húmedo de Costa Rica.

La gallinaza utilizada en el bokashi tradicional fue sustituida por bovinaza, cerdaza o una mezcla en partes iguales de araquis (*Arachis pintoi* Krapov. & W.C. Gregory) y poró [*Erythrina poeppigiana* (Walp.) Skeels] como fuentes de N. La cascarilla de arroz (lema y palea) fue sustituida por el raquis de banano como fuente de C de degradación lenta y la semolina fue sustituida por banano, yuca o ñame como fuentes de C de degradación rápida. El carbón y la cal no fueron incluidos en los tratamientos 2 al 10 debido a que estos materiales no se encuentran fácilmente disponibles en la zona. Estos tratamientos se formaron de manera tal que para cada fuente de N (bovinaza, cerdaza, araquis-poró) se probase una fuente de C de fácil descomposición (banano, yuca, ñame).

Antes de mezclar los ingredientes de cada tratamiento, cada uno de los materiales fue picado hasta obtener partículas de aproximadamente 2 cm, luego fue esparcido y secado a la sombra durante 3 días. Para efectuar la mezcla, los materiales fueron ordenados en capas y volteados hasta formar un montículo. Durante el mezclado se agregó agua para asegurar que el contenido de humedad de cada montículo fuera de alrededor del 40%. Durante la fase termofílica, la temperatura de cada montículo fue supervisada diariamente para asegurar que no sobrepasase los 60 °C. Los montículos fueron volteados cada dos días para asegurar una degradación uniforme.

A los 21 días después de haber iniciado el experimento, cada montículo fue mezclado completamente y luego muestreado dividiéndolo en cuatro partes. Luego, una de esas partes fue mezclada completamente y dividida de nuevo en cuatro partes. Este procedimiento se repitió hasta obtener una muestra de 0,5 kg. La muestra fue secada al aire y luego molida para reducir su tamaño de partícula a aproximadamente 2 mm.

Los análisis de cada muestra se realizaron por triplicado. El C orgánico fue cuantificado por gravimetría, el N total por el método de Kjeldahl (Bremner 1996) y el P por colorimetría. El K, Ca, Mg, Mn, Zn y Cu fueron cuantificados por absorción atómica.

El análisis estadístico se realizó a través del procedimiento GLM de SAS (SAS Institute 1999). Las diferencias entre las medias se evaluaron mediante la prueba de separación de medias de Duncan ($P \leq 0,05$).

Resultados y discusión

Los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($P \leq 0,05$) únicamente en el contenido final de N, C y Ca (Fig. 1). No hubo diferencias significativas en el contenido de N y Ca entre tratamientos que tenían la misma fuente de N con diferente fuente de C de fácil degradación (banano, yuca o ñame). Esta observación sugiere que la fuente de C no influyó en el contenido de N y Ca. El contenido de C siguió una tendencia

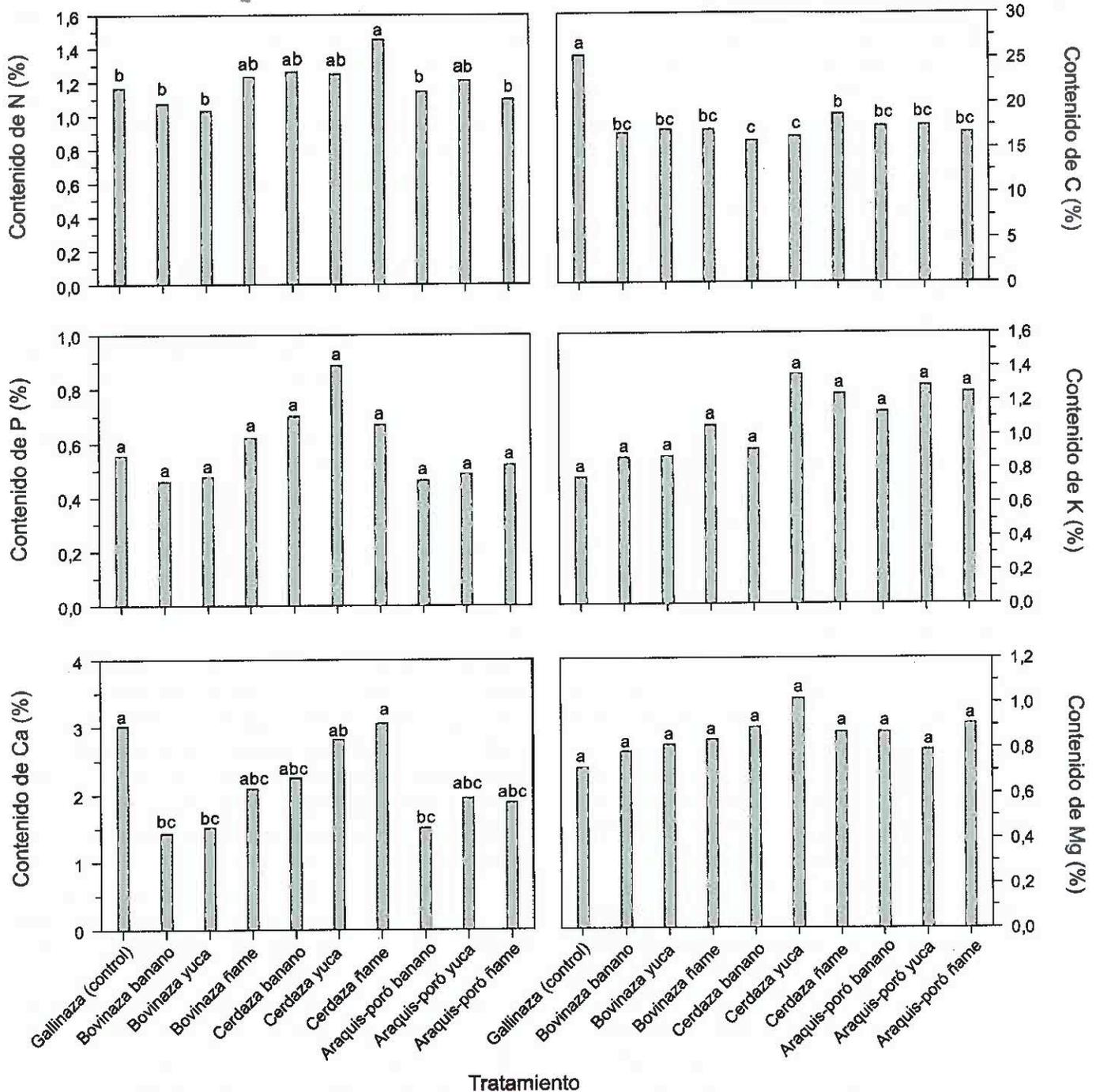


Figura 1. Contenido de N, C, P, K, Ca y Mg de los bokashis.

similar al combinar las tres fuentes de C con bovinaza y araquis-poró, pero al combinarlas con cerdaza, el tratamiento con ñame presentó más C ($P \leq 0,05$) que las otras dos fuentes de carbono de rápida descomposición (banano y yuca). En general, el banano, la yuca o el ñame pueden ser usados como sustitutos de la semolina utilizada en el bokashi tradicional sin afectar el contenido de estos nutrientes.

Para evaluar el efecto de la fuente de N en el contenido de macroelementos y microelementos, este fue analizado en función de las fuentes de N (gallinaza, bovinaza, cerdaza, y araquis-poró). Este análisis demostró que la fuente de N tuvo un efecto significativo ($P \leq 0,05$) en el contenido de N, C, P, K, Ca, Cu y Zn (Fig. 2). El contenido de N fue mayor en el bokashi con cerdaza que en el bokashi con bovinaza, pero resultó igual que el contenido de N en el bokashi con gallinaza o con araquis-poró.

Estos resultados indican que la cerdaza sería una mejor opción como fuente de N en la elaboración de bokashi comparada con la bovinaza. Es importante recalcar que la ración ingerida por el animal influye en el contenido de elementos en sus heces (Benzing 2001), por lo que en otras condiciones de alimentación el resultado podría variar.

El contenido de C fue significativamente mayor ($P \leq 0,05$) en el bokashi con gallinaza que en los demás bokashis (Fig. 2). Esto probablemente se debió a que la gallinaza utilizada tenía un alto contenido de aserrín de madera, que generalmente se utiliza en el mantenimiento de los criaderos de aves. Este alto contenido de C en la gallinaza también influyó en que el bokashi tradicional con gallinaza no resultara ser el tratamiento con más contenido de N, pues la gallinaza contiene un promedio de 1,7% de N (materia fresca), la cerdaza de 0,5% y la bovinaza de 0,4% (Benzing 2001).

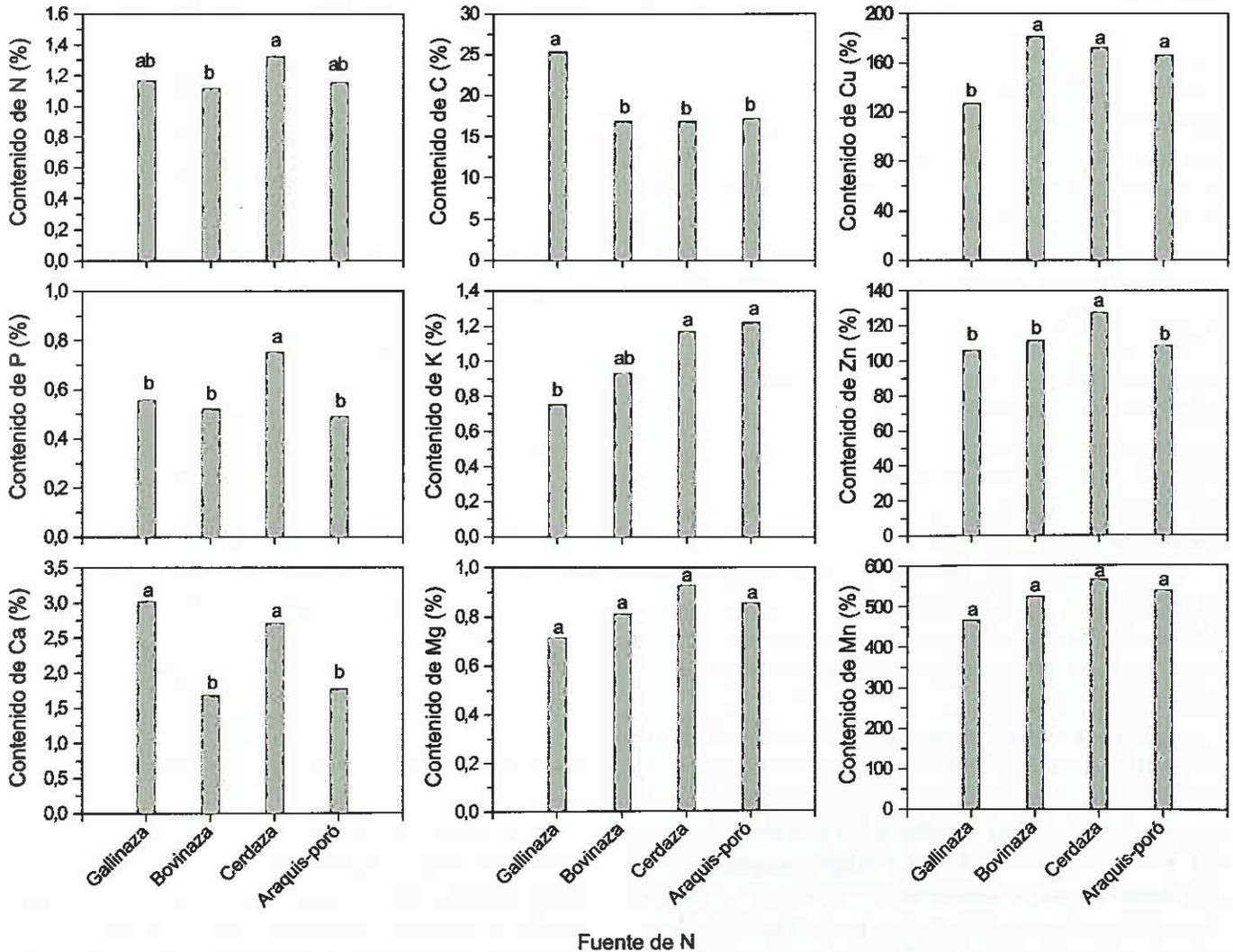


Figura 2. Contenido de N, C, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn y Mn de los bokashis en función de las fuentes de N.

El contenido de P resultó ser significativamente mayor ($P \leq 0,05$) en el bokashi con cerdaza que en el bokashi con bovinaza, con araquis-poró, y gallinaza (Fig. 2). El contenido de K fue igual en los bokashis elaborados con bovinaza, cerdaza o araquis-poró, pero fue significativamente menor ($P \leq 0,05$) en el bokashi con gallinaza que en los bokashis con cerdaza o con araquis-poró (Fig. 2).

El contenido de Ca fue igual en los bokashis con gallinaza o con cerdaza. Estos tratamientos tuvieron un mayor contenido de Ca que el bokashi elaborado con bovinaza o araquis-poró (Fig. 2). El alto contenido de Ca observado en el bokashi con gallinaza se debe a que el bokashi tradicional lleva carbonato de calcio (CaCO_3) y a que la gallinaza tiene un mayor contenido de Ca que las demás fuentes de N (King 1994, CEDAF 2002).

El contenido de Cu fue igual entre los bokashis con bovinaza, cerdaza o con araquis-poró, pero todos estos tuvieron contenidos de Cu significativamente mayores que el bokashi con gallinaza (Fig. 2). Una posible explicación sería el hecho de que los bokashis elaborados con bovinaza, cerdaza o araquis-poró recibieron raquis de banano como fuente de C de lenta degradación mientras que el bokashi con gallinaza recibió cascarilla de arroz. El raquis de banano proviene de una finca en la que sulfato de cobre (CuSO_4) fue aplicado por muchos años para el tratamiento de la sigatoka amarilla y negra (*Mycosphaerella musicola* y *Mycosphaerella fijiensis*). La presencia de Cu residual en suelos de fincas bananeras ha sido reportada anteriormente (Martínez y Daly 1995) al igual que su acumulación en plantas de banano (Ávila y Regalado 1993). El raquis de banano pudo haber provocado que los bokashis elaborados con este ingrediente presentaran altos contenidos de Cu.

El contenido de Zn fue significativamente ($P \leq 0,05$) mayor en el bokashi con cerdaza que en los otros bokashis. Sin embargo, los contenidos de Zn no variaron entre los bokashis elaborados con las demás fuentes de N (Fig. 2).

Los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($P \leq 0,05$) en la relación C:N (Fig. 3). La relación C:N fue significativamente menor en todos los tratamientos que en el testigo. Este resultado fue una consecuencia del alto contenido de C del testigo, atribuido anteriormente al uso de la cascarilla de arroz y gallinaza. Esta última siempre trae mezclado aserrín de madera, el cual es una fuente de C de muy lenta degradación y con contenidos de N extremadamente bajos. La

relación C:N de todos los bokashis, exceptuando el testigo, fue menor que 20:1 y, por lo tanto, esos bokashis tienen una capacidad adecuada de mineralización de N (Stevenson 1986, PPI 1996, Epstein 1997, Foth y Ellis 1997). Estos resultados muestran que la fuente de C de fácil degradación no influyó sobre las relaciones C:N de los tratamientos, ya que las relaciones C:N de los tratamientos que tenían la misma fuente de N pero diferente fuente de C de fácil degradación fueron iguales. Sin embargo, el hecho de que algunos tratamientos con distintas fuentes de N hayan presentado relaciones C:N significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) sugiere que la fuente de N pudo haber influido en la relación C:N de los tratamientos.

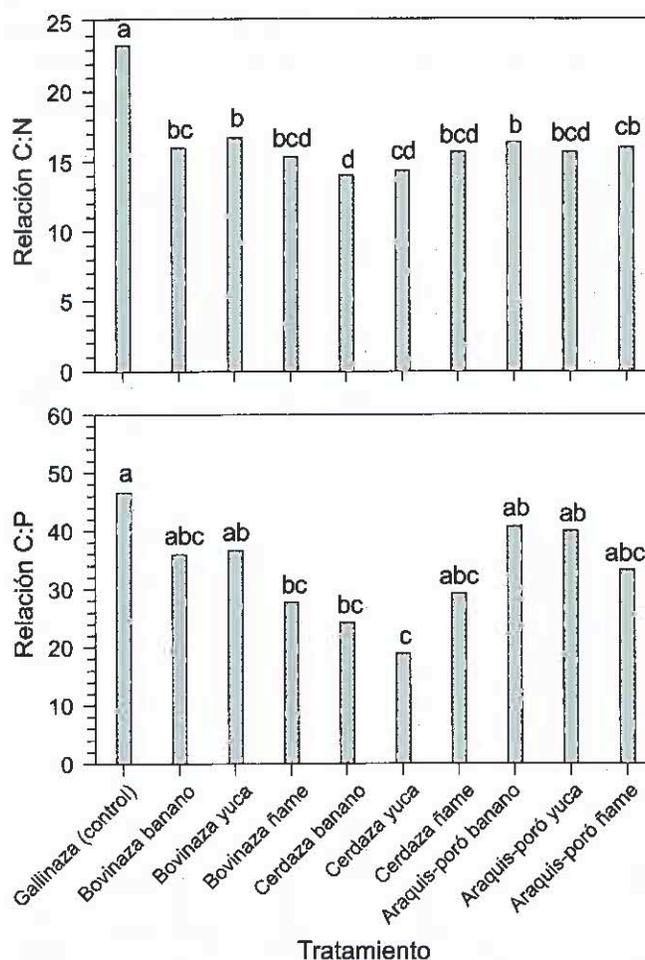


Figura 3. Relaciones C:N y C:P de los bokashis.

Los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($P \leq 0,05$) en la relación C:P (Fig. 3). La relación C:P fue menor a 200:1 en todos los tratamientos (incluyendo el testigo), indicando que su capacidad de mineralizar P también es adecuada (Alexander 1980). En general los tratamientos presentaron relaciones C:

P muy parecidas entre sí. La fuente de N pudo haber influido sobre las relaciones C:P de ciertos tratamientos mientras que la fuente de C de fácil degradación no influyó sobre ellas.

El análisis estadístico de las relaciones C:N y C:P en función de la fuente de N estableció que la fuente de N tuvo un efecto significativo ($P \leq 0,05$) sobre ambas relaciones (Fig. 4). La relación C:N del bokashi con gallinaza fue mayor que las relaciones C:N de los otros bokashis. Esto se atribuye al alto contenido de aserrín que trae consigo la gallinaza y al uso de la cascarilla de arroz en el bokashi tradicional. Cabe mencionar de nuevo que el contenido de N de los bokashis fue muy parecido y que solo el bokashi con cerdaza presentó un mayor contenido de N que los otros bokashis (Fig. 2). Este hecho se reflejó en que el bokashi con cerdaza fue el que resultó con la relación C:N significativamente más baja ($P \leq 0,05$) de todos.

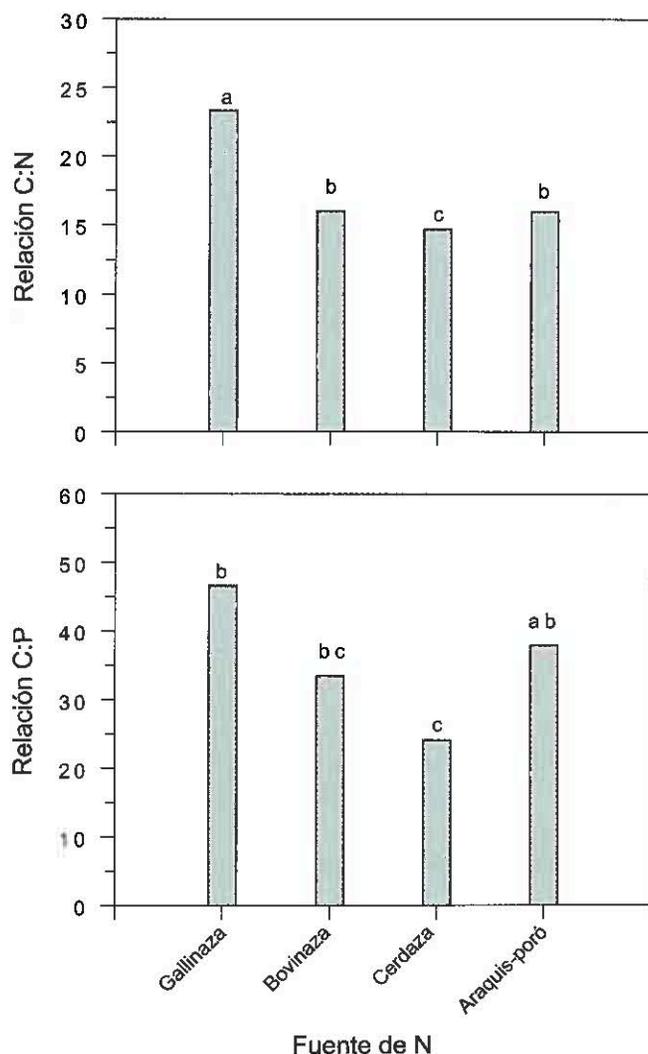


Figura 4. Relaciones C:N y C:P de los bokashis en función de las fuentes de N.

La relación C:P del bokashi con cerdaza fue significativamente menor ($P \leq 0,05$) que las relaciones C:P de los bokashis con gallinaza o araquis-poró, pero igual al bokashi preparado con bovinaza. Los bokashis con gallinaza, bovinaza o araquis-poró no presentaron diferencias significativas en sus relaciones C:P. Los valores obtenidos para las relaciones C:N y C:P de los bokashis con bovinaza, cerdaza o araquis-poró se encuentran por debajo de los valores requeridos para que un abono tenga un potencial de mineralización adecuado de N y P.

El contenido de nutrientes de los bokashis elaborados con desechos agrícolas del trópico húmedo resultó ser igual o mejor que el contenido de nutrientes del bokashi tradicional. Esto indica que el raquis de banano puede ser usado como sustituto de la cascarilla de arroz en la elaboración de bokashi. Por otro lado, el banano, la yuca o el ñame pueden ser usados, sin distinción alguna, como sustitutos de la semolina de trigo. De igual forma, la bovinaza, cerdaza o una mezcla de araquis-poró pueden ser usados como sustitutos de la gallinaza en el bokashi tradicional. Sin embargo, se observó que la cerdaza produjo un bokashi de mejor calidad que los bokashis producidos con las otras fuentes de N.

Literatura citada

- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología de suelos. Nueva York, US, Editorial John Wiley. 472 p.
- Arias, A. 2001. Suelos Tropicales. San José, CR, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 168 p.
- Ávila, M; Regalado, L. 1993. Rehabilitación de suelos contaminados con cobre. Proyecto de Graduación. Guácimo, CR, EARTH. 58 p.
- Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina. Villingen-Schwenningen, DE, Neckar-Verlag. 682 p.
- Bolaños, RA; Watson, VC. 1993. Mapa ecológico de Costa Rica, según el sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R Holdrige. Costa Rica, Centro Científico Tropical.
- Bremner, JM. 1996. Nitrogen-Total. In Bartels, JM; Bigham, JM. eds. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, US, SSSA y ASA. Part 3, p. 1085-1121.
- CEDAF (Centro para el Desarrollo Agrícola y Forestal). 2002. Agricultura Orgánica. (en línea). Santo Domingo, DO, Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Consultado 10 jul 2002. Disponible en <http://www.ingenieroambiental.com/new2informes/agriculturaorganica.pdf>. (Guía Técnica No 35. Serie Cultivos).
- Epstein, E. 1997. The Science of Composting. Pennsylvania, US, Technomic Publishing. 483 p.
- Foth, HD; Ellis, BG. 1997. Soil Fertility. 2 ed. Florida, US, CRC Press. 290 p.
- King, EH. 1994. Farmers of forty centuries. ILEIA Newsletter 10(3):11.

- Kyan, T; Shinatani, M; Kanda, S; Sakurai, M; Ohashi, H; Fujisawa, A; Pongdit, S. 1999. Kysei nature farming and the technology of effective microorganisms. Guidelines for practical use. International Nature Farming Center (Japón) and Asia Pasific Natural Agriculture Network (Tailandia). 44 p.
- Martínez, R; Daly, C. 1995. Uso de suelos contaminados con cobre para el cultivo de arroz. Proyecto de Graduación. Guácimo, CR, EARTH. 59 p.
- PPI (Potash and Phosphate Institute). 1996. Manual de fertilidad de los suelos. Estados Unidos. 86 p.
- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencia con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, US, IICA. 155 p.
- (RAC) Royal Agricultural College. 2002. What is bokashi? (en línea). Reino Unido. Consultado 15 jul 2002. Disponible en www.royagcol.ac.uk/research/conferences/EM.ppt.
- Russo, R; Hernández, C. 1995. The environmental impact of banana production can be diminished by proper treatment of wastes. *Journal of Agriculture* 5:39.
- SAS (SAS Institute). 1999. SAS/STAT user's guide: Statistics. Versión 8.02. Cary, NC, US. 846 p.
- Stevenson, FJ. 1986. *Cycles of Soil*. Estados Unidos, John Wiley. 380 p.

"Evaluación de formulaciones de *Beauveria bassiana* (Vuill.) en el campo contra el picudo de la yema del manzano *Amphidees* spp. (Coleoptera: Curculionidae) en Arteaga, Coahuila, México

Gallegos-Morales, G.¹
Olayo-Paredes, R. P.¹
Guerrero-Rodríguez, E.¹
Sánchez-Valdez, V. M.¹
Sánchez-Pérez, F. de J.¹
M. Cepeda-Siller¹

RESUMEN. En Arteaga, Coahuila, México, el cultivo del manzano se ve afectado por el complejo de picudos de la yema del manzano *Amphidees* spp., plaga de difícil combate por medios convencionales. Se estudió el empleo de cepas nativas de *Beauveria bassiana* (*Bb*) como patógenos de adultos de este insecto en dos huertas. Se evaluaron las cepas nativas de *Bb* SAA-1 y HCA-2 en mezcla con citrolina, en polvo y en forma líquida, a concentraciones de 1×10^{12} y 1×10^{13} conidias/ml, en aplicaciones en dos huertas de manzano. La cepa SAA-1 de *Bb* con citrolina a 1×10^{13} conidias/ml mostró un 32,7% de eficiencia, seguida de la formulación en polvo a la misma concentración con un 22,1% de control en la huerta El Conejo. En la huerta Don Jesús los tratamientos con mejor eficiencia fueron con la misma cepa SAA-1 de *Bb* en formulación con citrolina pero en concentraciones de 1×10^{12} y 1×10^{13} conidias/ml con 58,1 y 57,9% de control, respectivamente, seguidas de la formulación líquida de la misma cepa en ambas concentraciones, con 44,9 y 33,9%, respectivamente, a lo largo de 36 días de muestreos en las dos huertas. Las condiciones imperantes de manejo en cada una de las huertas afectan de forma particular la actividad de las formulaciones de *Bb* empleadas para combatir el insecto.

Palabras clave: *Amphidees* spp., *Beauveria bassiana*, bioinsecticida, control microbiano.

ABSTRACT. Evaluation of *Beauveria bassiana* (Vuill.) formulations in the field against *Amphidees* spp. (Coleoptera: Curculionidae) in Arteaga, Coahuila, Mexico. The use of several native strains of *Beauveria bassiana* (*Bb*) as pathogens of the adult bud apple weevils *Amphidees* spp. were studied. The native strains evaluated were *Bb* SAA-1 and HCA-2 mixed with citroline, both in powder and liquid form, at concentrations of 1×10^{12} and 1×10^{13} conidia/ml and applied in two apple orchards. The strain SAA-1 of *Bb* with citroline at a concentration of 1×10^{13} conidia/ml showed an efficiency of 32,7%, followed by the powder formulation at the same concentration with 22,1% at the El Conejo orchard. At the Don Jesus orchard, the most efficient treatments were the same strain SAA-1 of *Bb* formulated with citroline at concentrations of 1×10^{12} and 1×10^{13} conidia/ml, which resulted in 58,1 and 57,9% of control, respectively. The liquid formulation of the same strain at the same concentrations gave a 44,9 and 33,9% control efficiency, respectively, during 36 days of sampling in the two orchards. Management of the orchards affected the specific activity of the formulations of *Bb* used to control the insect pest.

Key words: *Amphidees* spp. *Beauveria bassiana*, bioinsecticide, microbial control.

¹ Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C. P. 25315. (Tel.- fax 01(844) 411 02 26). ggalmor@uaaan.mx

Introducción

En México, el manzano *Prunus malus* L. ocupa una superficie de 66738 ha, de las cuales 54724 ha se encuentran en producción, con un rendimiento de 333833 t. Coahuila ocupa el tercer lugar nacional, con 8282 ha sembradas, y octavo en rendimiento, con 9 t/ha. La Sierra de Arteaga se ubica en la porción suroeste de Coahuila, ocupando el 14% del área total de manzano en México (INEGI 2001), donde se presentan problemas fuertes con el complejo de adultos de picudos de la yema del manzano integrados por *Amphidees tatifrons*, *Amphidees macer* y *Amphidees* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Estos insectos se distribuyen ampliamente en la zona manzanera de la región, alimentándose de hojas y causando mordeduras en forma de “u” de marzo a octubre sin causar daños económicos (Lezcano 2000) y de noviembre a febrero afectan las yemas vegetativas y florales, causándoles la muerte hasta en un 70% de los casos (Sánchez et ál. 1992). Durante los últimos cinco años, los productores han recurrido al uso inmoderado de dosis altas de insecticidas y mezclas entre los mismos sin lograr un control adecuado del insecto (Jiménez 1996), provocando, además de la contaminación, un incremento en los costos y daño a la fauna benéfica de la región (Lezcano 2000).

Se han realizado estudios con diversos organismos para conocer el impacto del control biológico sobre el complejo de picudos de *Amphidees* spp., ya que es más barato, no daña la fauna benéfica y no contamina. Velázquez et ál. (2002) reportan los parasitoides *Oestrophasia* sp. (Diptera: Tachinidae), mientras que la presencia de hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces farinosus* y *Beauveria bassiana* (*Bb*) es descrita por Sánchez et ál. (2001).

Existe interés por emplear hongos entomopatógenos como agentes de control biológico; sin embargo, estos deben ser formulados para mantenerse en forma viable y activa en condiciones ambientales desfavorables (Rosas et ál. 2001). Al respecto, Hernández y Lezama (2000) mencionan que en México se han evaluado formulados de *M. anisopliae* en citrolina, aceites vegetales y minerales obteniéndose en laboratorio una buena mortalidad en insectos. Estos formulados presentan muchas variaciones (Sawicka y Couch 1983), ya que no se cuenta con una formulación tipo que proteja las conidias contra la desecación, radiación, acarreo, etc., antes y después de la aplicación (Alatorre 2000).

El presente estudio evaluó en el campo dos cepas nativas de *B. bassiana* formuladas en citrolina como agente protector de la viabilidad y deshidratación de las conidias de este hongo en comparación con formu-

laciones en polvo y en suspensión acuosa para el combate del complejo de *Amphidees* spp. en dos huertas de la Sierra de Arteaga, Coahuila, México.

Materiales y métodos

Preparación in vitro

El trabajo in vitro se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y el trabajo de campo en las huertas El Conejo y Don Jesús de San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila, México, ubicadas al suroeste y enclavadas en el macizo montañoso que forma parte de la Sierra Madre Oriental (101°50'24"O y 25°25'58"N, entre 1700 y 3700 msnm).

Se trabajó con dos cepas nativas de *Bb* —SAA-1 y HCA-2—, identificadas acorde a las claves de Barnett y Hunter y evaluadas por Olayo et ál. (2002), propagadas mediante el procedimiento de cultivos bifásicos de dos etapas descrito por Tafoya et ál. (1999). Se realizaron pruebas de viabilidad de las conidias de cada una de las cepas incrementadas, de acuerdo con lo citado por Hernández (2001). El sistema de producción de conidias descrito por Tafoya et ál. (1999) consistió en producir primeramente la fase micelial del hongo (Fase 1) y posteriormente las conidias en medio de arroz como sustrato y soporte (Fase 2):

Fase 1. Producción de micelio en caldo dextrosa Sabouraud (CDS). Por cada cepa de *Bb* se utilizó un explante del hongo previamente cultivado en papa dextrosa agar (PDA); este se colocó como inóculo en matraces de 500 ml, con 200 ml de CDS, colocándose en agitación a 150 rpm para su crecimiento por cinco días a 25 ± 3 °C. A los cinco días se le agregó 200 ml de extracto de malta previamente esterilizada (6 g en 1000 ml de agua) más 2 g de tetraciclina (Deltamicin®) añadida por filtración. El crecimiento de *Bb* diluido se utilizó para inocular la segunda fase de producción de conidias de este entomopatógeno.

Fase 2. Producción de conidios de Bb en arroz como sustrato sólido. El arroz se desinfectó con hipoclorito de sodio al 6% agregando 100 ml de este en 1 L de agua por 30 min. El arroz se percoló y lavó con agua corriente para quitar el exceso de cloro, y se depositó en bolsas de polipapel con 250 g de arroz desinfectado; luego, se esterilizó por 20 min a 15 libras de presión, dejándolo reposar por 5 h.

Con el inóculo (Fase 1) en el medio sólido (Fase 2), se realizó la inoculación agregando 20 ml de inóculo a cada bolsa, para incubarlas a 26 ± 2 °C por 15 días en cámara bioclimática, oxigenando las bolsas

con movimiento manual cada tres días. Se obtuvieron las conidias de las cepas SAA-1 y HCA-2 mediante el tallado del arroz en tamices de 60, 100 y 200 mallas (esta última equivalente a 75 μ), para preparar las concentraciones y formulados de los bioensayos de campo. Estas cepas fueron seleccionadas por presentar mayor rapidez de crecimiento en el laboratorio (Olayo et ál. 2002). Los conteos previos a los ajustes del número de conidias se efectuaron en la cámara de Neubauer, mientras que las pruebas de viabilidad se efectuaron por crecimiento de conidias en PDA.

Se estimaron por dilución las concentraciones propuestas para ambas cepas, obteniendo primero la de mayor concentración, 1×10^{13} conidias/ml y posteriormente la de 1×10^{12} conidias/ml, y se procedió a preparar las diversas formulaciones con citrolina, líquida y polvo.

Se realizó una prueba de viabilidad a la formulación de conidias con citrolina, que consistió en colocar esporas de *Bb* en este medio por 5 días; luego, se extrajeron las esporas y se sembraron en PDA para observar su germinación. Para lograr una mezcla eficiente en agua, a la citrolina se le agregaron los coadyuvantes Bionex® y Tween® 20 en una proporción de 7:2:1, respectivamente, en 100 ml del formulado, con lo que se obtuvo una buena emulsión en agua, agregando las conidias de *Bb* para cada dosis a las concentraciones de 1×10^{12} y 1×10^{13} conidias/ml.

En la formulación líquida se utilizó el coadyuvante Bionex® mezclado con agua en una proporción de 1:10 para preparar 100 ml del formulado, con lo que se logró una buena emulsión en agua, a la que se agregó las conidias de *Bb* con las concentraciones adecuadas para obtener las dosis de 1×10^{12} y 1×10^{13} conidias/ml para cada cepa.

Con respecto a la formulación en polvo, se utilizó talco comercial (Chava®) como inerte, y se mezcló con conidias de *Bb* en una proporción de 1:10 para preparar dosis de 100 g del formulado; además, se le añadió 2 g de tetraciclina (Deltamicin®) para evitar contaminaciones por bacterias que causaran la muerte de las esporas en las concentraciones de 1×10^{12} y 1×10^{13} conidias/ml para cada cepa.

En todas las formulaciones se realizaron pruebas de viabilidad de conidias; además, en las formulaciones con citrolina y líquido se realizaron pruebas para mantener la emulsión por más de 20 min en agua y lograr una buena suspensión de conidias en las aplicaciones en el campo con bombas de aspersión manual.

Evaluación en el campo

Previo a los bioensayos en el campo, se realizaron varios conteos de preaplicación de picudos del complejo de *Amphidees* spp. en trampas de cartón corrugado de 15 cm de ancho colocado en la base de los árboles de manzano a 30 cm del suelo, para determinar el momento de aplicar los bioinsecticidas y el número de insectos del complejo *Amphidees* spp. presentes en los árboles. Se consideró los factores ambientales que este insecto requiere para su mejor desarrollo, que son una temperatura de 24 ± 4 °C y una HR de $80 \pm 10\%$ (Alatorre 2000), por lo que se optó por aplicar los bioinsecticidas en el transcurso de los meses de junio-septiembre, cuando el insecto alcanzaría sus mayores poblaciones. No se aplicó *Bb* en los períodos críticos de diciembre-febrero por las temperaturas bajas (-4 a -10 °C) que se presentan y que no son propicias para el desarrollo del hongo. Además, se incluyó un testigo comercial de *Bb* (BeaSin®) y un testigo absoluto (agua).

Se seleccionaron 90 árboles de manzano de la variedad Golden Delicious de patrón semienano de 12 años de edad. Para cada tratamiento, las formulaciones de *Bb* SAA-1 y HCA-2 con citrolina, líquida y en polvo, se usaron a concentraciones de 1×10^{12} y 1×10^{13} conidias/ml, con 5 repeticiones, tomando cada árbol de manzano como una repetición. Después de aplicar los productos se realizaron muestreos de post-aplicación a los 4, 7, 15, 22, 28 y 36 días, registrando en estos conteos el número de individuos vivos para establecer la eficacia de los productos.

En el análisis de los datos obtenidos se utilizó la fórmula de Henderson y Tilton (1955) para corregir los datos respecto al testigo y establecer el porcentaje de eficiencia de cada tratamiento, dado que en el campo la población del insecto puede aumentar o decrecer por arribo de la plaga según su biología y comportamiento, lo cual hace variar los datos respecto a la actividad del entomopatógeno en evaluación:

$$E = (1 - Td/Cd \times Ca/Ta) \times 100$$

Donde:

Td = número de insectos recolectados después del tratamiento.

Ta = número de insectos recolectados antes del tratamiento.

Cd = número de insectos después de la aplicación en el testigo.

Ca = número de insectos recolectados antes de la aplicación en el testigo.

E = porcentaje de supervivencia.

Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques al azar (ANOVA) y prueba de medias por diferencia mínima significativa (DMS) en un paquete de diseños experimentales de cómputo para determinar los mejores tratamientos (Olivares 1994).

Resultados y discusión

Se realizaron muestreos previos a la aplicación de los tratamientos *Bb* sobre el complejo de picudos de la yema del manzano en bandas de cartón corrugado de las dos huertas de manzano bajo estudio, encontrándose al día 15 de junio el mayor número de picudos en los testigos, los que se mantuvieron constantes a través del estudio siendo esta la fecha de aplicación de las cepas de *Bb* en sus diversas formulaciones (Fig. 1). Durante esas fechas las condiciones de humedad y temperatura fueron favorables para la aplicación del patógeno.

Se observó una disminución de la población en los días 4, 7 y 15 en todos los tratamientos (Cuadro 1), aunque en los testigos también se tiene una disminución de picudos en los días 7 y 15; a partir del día 22 en adelante los testigos se mantuvieron constantes en cuanto al número de picudos. Se observó que la cepa con menos población fue la SAA-1 y que la formulación más eficiente fue la de citrolina para ambas cepas, ya que se encontró una disminución de adultos en comparación al resto de los tratamientos.

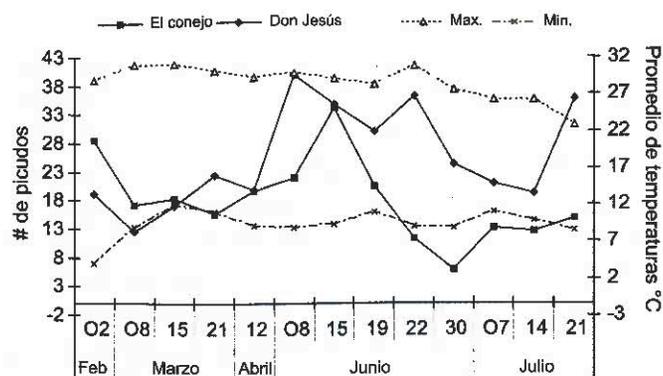


Figura 1. Fluctuación de poblaciones de *Amphidees* spp. con relación a la aplicación de *Beauveria bassiana* (Vuill.) y temperaturas diarias durante los muestreos.

Para las diferentes fechas de postaplicación de los tratamientos, en la huerta El Conejo se obtuvieron porcentajes negativos mediante la fórmula de Henderson y Milton (Cuadro 2), lo que refleja un incremento de adultos superior a los testigos. Estos datos indican que la cepa SAA-1 muestra mayor patogenicidad que la cepa HCA-2, dado que esta última presentó un incremento de la población de picudos durante casi todas las fechas de muestreo. La formulación de conidios de *Bb* con citrolina a la concentración de 1×10^{13} mostró porcentajes de control superiores a los demás tratamientos, aunque también las formulaciones con polvo de la cepa SAA-1 controlaron en alguna medida los picudos.

Cuadro 1. Promedio de adultos de *Amphidees* spp. por tratamiento con formulaciones en citrolina, líquido y polvo de *Beauveria bassiana* (*Bb*) en La Huerta el Conejo en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila

Tratamientos	Preaplicación	Postaplicación (días)					
		4	7	15	22	29	36
Testigo	34,0	20,4	11,4	5,8	13,2	12,6	14,8
<i>Bb</i> comercial	25,4	17,8	8,0	3,6	14,4	7,4	9,0
SAA-1							
<i>Bb</i> ¹² + citrolina	38,2	18,8	11,2	9,6	10,4	9,6	16,2
<i>Bb</i> ¹³ + citrolina	43,0	23,8	5,2	7,0	9,6	9,4	13,8
<i>Bb</i> ¹² + polvo	40,8	21,4	7,8	9,4	15,2	8,4	14,4
<i>Bb</i> ¹³ + polvo	40,6	20,8	8,6	9,6	11,6	10,0	10,4
<i>Bb</i> ¹² + líquido	43,2	15,0	13,0	11,4	12,8	10,2	14,6
<i>Bb</i> ¹³ + líquido	28,4	16,8	13,4	11,0	13,0	9,8	12,0
HCA-2							
<i>Bb</i> ¹² + citrolina	42,0	23,6	10,2	13,0	18,6	13,2	13,8
<i>Bb</i> ¹³ + citrolina	37,8	22,8	6,8	9,6	8,0	9,0	11,4
<i>Bb</i> ¹² + polvo	60,2	16,0	13,2	15,4	25,8	19,4	23,8
<i>Bb</i> ¹³ + polvo	24,0	19,4	7,0	8,8	15,4	11,0	18,6
<i>Bb</i> ¹² + líquido	55,0	31,2	21,2	21,4	31,4	25,4	34,8
<i>Bb</i> ¹³ + líquido	40,6	26,2	14,2	22,8	22,8	14,4	23,0

Nota: Muestreo de pre-aplicación y aplicación de tratamientos (15 de junio del 2002). *Bb*¹² = 1×10^{12} conidias/ml; *Bb*¹³ = 1×10^{13} conidias/ml.

Cuadro 2. Eficacia de formulaciones con *Beauveria bassiana* (Vuill.) sobre adultos de *Amphidees* spp. en la huerta El Conejo en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila

Tratamientos	Postaplicación (días)					
	4	7	15	22	29	36
Bb comercial	-16,80	6,06	16,92	46,03	21,39	18,60
SAA-1						
Bb ¹² + citrolina	17,98	12,57	-47,32	29,88	32,19	2,58
Bb ¹³ + citrolina	7,75	63,93	4,57	42,50	41,01	26,27
Bb ¹² + polvo	13,01	42,98	-35,06	4,04	44,44	18,92
Bb ¹³ + polvo	15,03	36,83	-38,61	26,41	33,54	41,15
Bb ¹² + líquido	42,13	10,25	-54,69	23,68	36,29	22,36
Bb ¹³ + líquido	1,41	-40,72	-107,02	-17,90	6,89	2,93
HCA-2						
Bb ¹² + citrolina	6,35	27,57	-81,45	-14,07	15,19	24,52
Bb ¹³ + citrolina	-0,53	46,35	-48,88	45,49	35,75	30,72
Bb ¹² + polvo	55,92	34,71	-49,96	-10,39	13,04	9,18
Bb ¹³ + polvo	-34,06	13,01	-114,94	-65,28	-23,68	-78,04
Bb ¹² + líquido	5,46	-14,96	-128,09	-47,05	-24,62	-45,36
Bb ¹³ + líquido	-7,55	-4,31	-229,20	-44,65	4,29	-30,14

Nota: datos transformados por la fórmula de Henderson y Tilton (1955); Bb¹² = 1 x 10¹² conidias/ml; Bb¹³ = 1 x 10¹³ conidias/ml.

Cuadro 3. Media de adultos de *Amphidees* spp. por fecha de muestreo con formulaciones de *Beauveria bassiana* (Vuill.) y un orgánico en la huerta Don Jesús, en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila

Tratamientos	Preaplicación	Postaplicación (días)					
		4	7	15	22	29	36
Testigo	34,6	29,8	36,0	24,2	20,8	19,2	35,6
Bb comercial	5,8	12,0	19,6	13,0	18,4	12,2	15,0
SAA-1							
Bb ¹² + citrolina	76,0	46,0	34,8	21,8	22,4	11,0	30,4
Bb ¹³ + citrolina	77,6	29,4	34,6	18,6	26,2	18,4	41,6
Bb ¹² + polvo	38,6	46,8	46,4	27,2	19,8	14,6	36,2
Bb ¹³ + polvo	55,8	40,4	38,0	19,0	19,6	21,0	34,6
Bb ¹² + líquido	74,4	54,0	51,4	39,4	24,6	13,8	34,6
Bb ¹³ + líquido	43,4	36,6	23,0	15,4	20,0	15,2	29,6
HCA-2							
Bb ¹² + citrolina	15,0	17,0	9,8	17,4	13,2	15,0	21,2
Bb ¹³ + citrolina	18,0	19,4	16,6	12,8	18,2	19,8	35,8
Bb ¹² + polvo	9,4	20,4	18,6	12,2	10,4	14,2	18,6
Bb ¹³ + polvo	12,4	23,4	18,2	11,0	14,6	13,4	24,6
Bb ¹² + líquido	19,6	8,6	9,4	19,8	11,0	9,4	16,6
Bb ¹³ + líquido	16,8	14,0	10,2	13,4	9,4	8,0	15,2

Nota: Bb¹² = 1 x 10¹² conidias/ml; Bb¹³ = 1 x 10¹³ conidias/ml.

En cuanto al número promedio de adultos del complejo de *Amphidees* spp. en los diferentes tratamientos en la aplicación a la huerta Don Jesús en las diferentes fechas, el testigo tuvo un mejor comportamiento que en la huerta El Conejo al no haber diferencia durante los 36 días de estudio. En cuanto al número de individuos en los formulados con citrolina, en la cepa SAA-1 hubo una mayor eficacia de control en los picudos observados al final del estudio en comparación con el número inicial de individuos.

En cuanto al porcentaje de eficiencia en el campo de los formulados de Bb (Cuadro 4), para la huerta de Don Jesús en varios tratamientos se observan datos negativos, lo que indica incrementos en la población de insectos superiores a la del testigo. Los formulados más eficaces fueron los de citrolina durante los 36 días de observación en la cepa SAA-1, con ambas concentraciones, obteniéndose en el último muestreo un 61,1 y 47,9% de eficacia, respectivamente, seguido del formulado líquido, donde se obtuvo una buena actividad

Cuadro 4. Porcentaje de eficacia de formulaciones con *Beauveria bassiana* (Vuill.) sobre adultos de *Amphidees* spp. en la huerta Don Jesús en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila

Tratamientos	Postaplicación (días)					
	4	7	15	22	29	36
<i>Bb</i> comercial	-140,22	-224,79	-220,46	-427,72	-279,06	-151,36
SAA-1						
<i>Bb</i> ¹² + citrolina	29,73	55,99	58,99	50,97	73,91	61,12
<i>Bb</i> ¹³ + citrolina	56,02	57,15	65,73	43,84	57,27	47,90
<i>Bb</i> ¹² + polvo	-40,78	-15,53	-0,75	14,67	31,84	8,85
<i>Bb</i> ¹³ + polvo	15,94	34,55	51,32	41,57	-552,48	39,74
<i>Bb</i> ¹² + líquido	15,73	33,60	24,29	44,10	66,57	54,80
<i>Bb</i> ¹³ + líquido	2,09	49,07	49,27	23,34	36,89	33,71
HCA-2						
<i>Bb</i> ¹² + citrolina	-31,59	37,21	-65,85	-46,39	-80,21	-37,36
<i>Bb</i> ¹³ + citrolina	-25,14	11,36	-1,67	-68,19	-98,23	-93,30
<i>Bb</i> ¹² + polvo	-151,98	-90,18	-85,56	84,04	-172,23	-92,31
<i>Bb</i> ¹³ + polvo	-119,11	-41,07	-26,83	-95,86	94,74	-92,81
<i>Bb</i> ¹² + líquido	49,06	53,91	-44,43	6,64	13,57	17,69
<i>Bb</i> ¹³ + líquido	3,25	41,65	-14,04	6,93	14,19	12,07

Notas: datos transformados por la fórmula de Henderson y Tilton (1955). $Bb^{12} = 1 \times 10^{12}$ conidias/ml; $Bb^{13} = 1 \times 10^{13}$ conidias/ml.

en ambas cepas, aunque mayor en la SAA-1, siendo a su vez muy superior al formulado con polvo. Además, en general se observa mayor patogenicidad de la cepa SAA-1 con respecto a la cepa HCA-2. Por otro lado, se encontró que el producto comercial de *Bb* (BeaSin®) fue poco eficaz, lo cual puede deberse a que la cepa empleada para su producción no fue aislada de este insecto, al contrario de los aislados nativos de *Bb*.

Las medias generales del porcentaje de eficacia de los diferentes tratamientos evaluados sobre picudos de la yema del manzano en las dos huertas de manzano de San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila (Cuadro 5) muestran que para ambas huertas los mejores tratamientos fueron los de la cepa nativa SAA-1 de *Bb* formulada con citrolina a las concentraciones de 1×10^{13} conidias/ml, donde se encontró un 32,71 y 57,92% de eficacia, respectivamente. En las demás aplicaciones y formulaciones de *Bb* sobre el complejo de *Amphidees* spp. la eficacia fue variable y no concordante con la concentración de conidias, lo cual posiblemente se deba a la variación de la población entre especies de *Amphidees* por huerta y por árbol. Sin embargo, en la misma formulación con citrolina se encontró la mayor eficiencia de control de 58,10% a la concentración de 1×10^{12} conidias/ml en la huerta de Don Jesús. Esta eficiencia de control es superior a las reportadas por García et ál. (1998) sobre el complejo *Amphidees* spp., posiblemente debido a que estos autores emplearon conidias sin formular,

Cuadro 5. Análisis estadístico del porcentaje de eficacia de los formulados de *Beauveria bassiana* (Vuill.) utilizados en dos huertas de manzano contra el complejo de *Amphidees* spp. en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila, México

Tratamiento	% de eficacia por huerta			
	El Conejo		Don Jesús	
	Media	*	Media	*
Bio-Crack®	5,53	abcd	2,09	abcd
<i>Bb</i> comercial	16,80	ab	-205,40	e
SAA-1	12,29	abc	58,10	a
<i>Bb</i> ¹² + citrolina				
<i>Bb</i> ¹³ + citrolina	32,72	a	57,93	a
<i>Bb</i> ¹² + polvo	18,45	ab	5,27	abcd
<i>Bb</i> ¹³ + polvo	22,13	ab	-44,80	cd
<i>Bb</i> ¹² + líquido	17,60	ab	44,91	ab
<i>Bb</i> ¹³ + Líquido	-18,00	bcde	33,96	abc
<i>Bb</i> ¹² + citrolina	2,87	abcde	-29,88	bcd
HCA-2	20,96	ab	-36,74	bcd
<i>Bb</i> ¹³ + citrolina				
<i>Bb</i> ¹² + polvo	16,10	abc	-71,26	d
<i>Bb</i> ¹³ + polvo	-39,85	e	-38,36	cd
<i>Bb</i> ¹² + líquido	-28,52	cde	16,57	abc
<i>Bb</i> ¹³ + líquido	-38,71	de	11,55	abc

Notas: * Valores seguidos de la misma letra se consideran estadísticamente iguales de acuerdo con la prueba de medias por DMS ($P \leq 0,05$). $Bb^{12} = 1 \times 10^{12}$ conidias/ml; $Bb^{13} = 1 \times 10^{13}$ conidias/ml.

lo cual posiblemente redujo su supervivencia en el medio ambiente. Por otro lado, estos resultados concuerdan con lo reportado para formulados en aceites por Pereira y Donald (1991) y Bateman et ál. (1993),

quienes citan una mayor eficiencia de control de formulaciones de entomopatógenos al usar suspensiones de conidias con citrolina, lo cual señalan se atribuye a que se mantiene la viabilidad de las conidias. Los formulados en polvo en la huerta El Conejo y líquidos en la huerta de Don Jesús son estadísticamente iguales ($P > 0,05$), y aunque son menos eficaces sí son viables (Alatorre 2000, Hernández y Lezama 2000).

Hubo diferencias en la eficacia de control de los picudos entre las concentraciones de los formulados empleados, lo que podría deberse a la concentración de conidias viables en atención a las condiciones externas del medio ambiente, tal como lo señalan Burgos et ál. (1998) y Alatorre (2000).

Agradecimientos

Al Dr. Alfonso Pámanes Guerrero, por su valiosa colaboración en la revisión, comentarios de este trabajo; a Edgar Quintero Cadena, Francisco Bautista Cristóbal y Adrián Sánchez Rodríguez por su colaboración y apoyo para realizar este trabajo.

Literatura citada

- Alatorre, RR. 2000. Hongos entomopatógenos. Curso Nacional de Control Biológico (11, México). Guanajuato, MX, Sociedad Mexicana de Control Biológico. p. 123-134.
- Barnett, GJ; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4 ed. Estados Unidos, MacMillan Publishing Company. 218 p.
- Bateman, MRP; Moore, CD; Prior, C. 1993. The enhanced infectivity of *Metarhizium flavoviridae* in oil formulations to desert locust at low humidities. *Ann. Appl. Biol.* 122:145-152.
- Burgos, CW; González, IJS; Hernández, VI; Jiménez, ZJ; Mánica R; Ma. L. 1998. Evaluación de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin (Moniliales:Moniliaceae), para el control de la broca del grano del café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) (Coleoptera: Scolytidae). *In* Congreso Nacional de Control Biológico (21, Río Bravo, Tamaulipas, MX). Memoria. México. p. 247-248.
- García, MM; Sánchez, PSR; Quechulpa, MF; Castelán, IC. 1998. Aplicación en laboratorio y campo de hongos entomopatógenos contra el picudo de la yema del manzano *Crocidema* sp. (Coleoptera:Curculionidae). *In* Congreso Nacional de Control Biológico (21, Río Bravo, Tamaulipas, MX). Memoria. México. p. 252-254.
- Henderson, FC; Tilton, EW. 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. *J. Econ. Entomol.* 48(2):157-161.
- Hernández, VVM; Lezama, GR. 2000. Formulación y aplicación de cepas nativas de *Metarhizium anisopliae* var. *acidum* para el control de *Schistocerca piceifrons* en México. *In* Congreso Nacional de Control Biológico (23, Guanajuato, MX). Memoria. México. p. 194-196.
- _____. 2001. Formulación y control de calidad de hongos entomopatógenos. Memorias de Entrenamiento en Producción Masiva de Hongos Entomopatógenos. Tecoman, Colima, MX, Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, DGSV-SAGAR. p. 21-26.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2001. Anuario estadístico: Coahuila de Zaragoza. México, INEGI. p. 331-349.
- Jiménez, MJA. 1996. Evaluación en campo de mezclas de insecticidas para el control del picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* Say. de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, MX, UAAAN. 43 p.
- Lezcano, BJA. 2000. Biología de *Amphidees latifrons* (Sharp) y susceptibilidad de larvas a insecticidas (Coleoptera: Curculionidae) en la Sierra de Arteaga. Tesis de Maestría. Saltillo, Coahuila, MX, UAAAN. 111 p.
- Olayo, PRP; Gallegos, MG; Guerrero, RE; Sánchez, VVM. 2002. Evaluación de cepas nativas de *Beauveria bassiana* (Vuill.) SOBRE *Amphidees* spp. (Coleoptera: Curculionidae) de Arteaga, Coahuila. *In* Congreso Nacional de Control Biológico (25, Hermosillo, Sonora, MX). Memorias. México. p. 193-195.
- Olivares, SE. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Nuevo León, MX, Facultad de Agronomía UANL.
- Pereira, RM; Donald, WR. 1991. Alginate and cornstarch mycelial formulations of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *J. Econ. Entomol.* 84(6):1657-1661.
- Rosas, GNM; Arévalo, NK; Medrano, RH; Galán, WLJ; Luna, OHA; Morales, RLH. 2001. Spray - dried encapsulated *Beauveria bassiana* formulations using biodegradable polymers. *Southwestern Entomologist* 26(3):259-267.
- Sánchez, PSR; Quechulpa, MF; García, MM. 2001. Natural enemies of the apple bud weevil (Coleoptera: Curculionidae), an apple pest in Coahuila, Mexico. *J. Entomol. Sci.* 36(2):211-213.
- Sánchez, VVM; Martínez, VRA; Sánchez, PF de J. 1992. Ecuaciones predictivas de daño en base a la densidad y tiempo de exposición de *Anametis* sp. (Coleoptera: Curculionidae) en manzano. *In* Congreso Nacional de Entomología (27, San Luis Potosí, MX). Memorias. p. 266-267.
- Sawicka, EM; Couch, TL. 1983. Formulations of entomopathogens. *In* Kaneko, TM; Akesson, NB. eds. Pesticide Formulations and Application Systems: Third Symposium, ASTM STP 828. Philadelphia. US, American Society for Testing and Materials. p. 5-11.
- Tafoya, RG; Gallegos, MG; Olayo, PRP; Cepeda, SM. 1999. Efecto de dos cofactores de crecimiento sobre el contenido de conidias producidas por *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., en un sistema tradicional sólido de producción bifásica. *In* Congreso Nacional de Control Biológico (22, Colegio de Postgraduados Montecillos, Edo. de México, MX). Memorias. p. 208-210.
- Velázquez, DNJ; Guerrero, RE; Sánchez, VVM; Aguirre, ULA. 2002. Biología y comportamiento de *Oestrophasia* sp. parasitoide del picudo de la yema del manzano *Amphidees* spp. *Entomología Mexicana* 1:289-291.

Conformación del cepario de hongos aislados de diferentes sustratos en varias regiones de Antioquia, Colombia*

Yamillé Saldarriaga¹
 Ana I. Gutiérrez¹
 Nadya L. Cardona¹
 Inés E. Giraldo¹

RESUMEN. La colección micológica de la Universidad de Antioquia (CMUA) se estableció como centro de referencia a nivel nacional con fines educativos para realizar actividades de docencia, investigación y extensión. En este estudio se registran los géneros de hongos recolectados de suelos, insectos (dípteros, triatominos, lepidópteros y coleópteros) y de material orgánico en descomposición de regiones del oriente, occidente, norte y suroeste del departamento de Antioquia. La CMUA posee actualmente 134 aislamientos, correspondientes a 17 géneros y 47 especies, agrupados como entomopatógenos, fitopatógenos, celulosófagos y de importancia en la salud humana. Los hongos aislados del suelo son un total de 98, distribuidos así: *Penicillium* spp. (21,74%), *Aspergillus* spp. (20%), *Beauveria* spp. (11,96%), *Cladosporium* spp. (9,78%), *Scopulariopsis* spp. (7,61%), *Fusarium* spp. y *Mucor* spp. (6,52%), *Paecilomyces* spp. (4,35%), *Metarhizium* spp. (3,26%), *Trichoderma* spp. y *Verticillium* spp. (2,17%), *Curvularia* spp. y *Nannizia* spp. (1,09%). A insectos pertenecen 9 aislamientos: *Fusarium* spp. (55,55%), *Metarhizium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. y *Scopulariopsis* spp. (11,11%), y de otras fuentes (ambiente, sustratos orgánicos, cepas de referencia) hay 27, distribuidos así: *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. (22,22%), *Trichoderma* spp. (18,52%), *Rhizopus* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp. y *Scopulariopsis* spp. (7,40%), *Metarhizium* spp., *Colletotrichum* spp., *Keratinomyces ajelloi*, *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp. y *Rhizomucor miehei* (3,70%).

Palabras clave: aislamiento, cepario, hongos, identificación, insectos, preservación.

ABSTRACT. Conformation of a fungi collection isolated from different substrates from Antioquia, Colombia. The mycological collection of the University of Antioquia (AUCM) was established as a national reference center with the aim of aiding in teaching, research and extension activities. This study registered fungi collected from soils, insects (flies, bugs, moths and beetles) and decomposing organic matter in Antioquia. The AUCM has 134 isolates, belonging to 17 genera and 47 species. The fungi isolates were grouped according to their origin. They are identified as entomopathogenic, phytopathogenic, celulosolytic and of importance to human health. Among the fungi isolated from soil, 98 were distributed as follows: *Penicillium* spp. (21,74%), *Aspergillus* spp. (20%), *Beauveria* spp. (11,96%), *Cladosporium* spp. (9,78%), *Scopulariopsis* spp. (7,61%), *Fusarium* spp. and *Mucor* spp. (6,52%), *Paecilomyces* spp. (4,35%), *Metarhizium* spp. (3,26%), *Trichoderma* spp. and *Verticillium* spp. (2,17%), *Curvularia* spp. and *Nannizia* spp. (1,09%). Nine isolates were obtained from insects: *Fusarium* spp. (55,55%), *Metarhizium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. and *Scopulariopsis* spp. (11,11%); and 27 were isolated from other sources (environment, organic substrates, reference strains): *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. (22,22%), *Trichoderma* spp. (18,52%), *Rhizopus* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp. and *Scopulariopsis* spp. (7,40%), *Metarhizium* spp., *Colletotrichum* spp., *Keratinomyces ajelloi*, *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp. and *Rhizomucor miehei* (3,70%).

Key words: collection, fungi, identification, insects, isolation, preservation.

* Instituto de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Corporación de Patologías Tropicales. Universidad de Antioquia. A.A. 1226. Medellín, Colombia. ysaldar@matematicas.udea.edu.co, anaisaguti@hotmail.com, nadyaloren@hotmail.com, ncaavid@eafit.edu.co

Introducción

La Colección Micológica del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia (CMUA) se inició en el 2003 con el objetivo de recolectar, mantener y proveer cultivos de hongos entomopatógenos, fitopatógenos y ambientales importantes para su utilización en docencia, investigación, industria, agricultura y medicina.

Los hongos son organismos que presentan formas filamentosas o levaduriformes, micro o macroscópicamente, formando una línea filogenética diferente de los animales y las plantas por sus características morfológicas y fisiológicas. Se reproducen sexual, parasexual o asexualmente. Producen metabolitos secundarios como enzimas, ácidos orgánicos, toxinas y antibióticos, entre otros. Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza en diferentes nichos ecológicos (acuáticos y terrestres), sobre sustratos (vegetales, animales y minerales) a diferentes altitudes (0-4000 msnm), bosques (tropicales, subtropicales, templados y fríos) y temperaturas (4-60 °C). Hawksworth (1991) ha estimado que existen 1,5 millones de especies de hongos, de las cuales se conocen solamente 69000 (Castillo 1987, Alexopoulos et ál. 1996, Herrera y Ulloa 1998). Son reconocidos como un reino separado en la 7ª edición del *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi* (1983), en cuya clasificación (9ª edición, 2001) se basó este trabajo (Kirk et ál. 2001).

No existen en el mundo organismos que no estén o hayan estado bajo la influencia de los hongos. Estos se presentan como saprofitos, parásitos (biótrofos o necrótrofos), causantes de enfermedades y simbioses (micorrizas). Así, podemos encontrarlos creciendo en materia orgánica en descomposición, parasitando invertebrados o vertebrados, sobre algas y plantas superiores, causando serios problemas (Castillo 1987, Ulloa y Herrera 1994, Alexopoulos et ál. 1996, Herrera y Ulloa 1998).

Los hongos pueden crecer en uno o en un amplio rango de hospederos, ser patógenos de animales, especialmente de insectos y artrópodos, y pueden ser cultivados por ellos como fuente para su alimentación. Algunos macrohongos (setas) son importantes en la dieta del ser humano y los animales. Otros atrapan nematodos o son micorrizantes (Herrera y Ulloa 1998).

Hawksworth (1991) estimó que solo el 5% de las especies de hongos han sido descritas y que se necesitarían muchos años para nombrar todas las taxas. Es importante enfatizar que el conocimiento de la biología, la nutrición, el sitio ecológico (hospedero,

sustrato), la distribución y la abundancia de especies de hongos en Colombia es muy reducida. Según la revisión de literatura, hay estudios realizados por Rodríguez (1984), Gualdrón-Arenas et ál. (1997), Posada y Vélez (1997), Cepero et ál. (2000), Chitiva y Cabrera (2001), Piepenbring (2002), Chitiva et ál. (2005) y Posada et ál. (2005).

Entre los objetivos de la conformación de un cepario están la conservación de la pureza del cultivo, la supervivencia y la estabilidad de las cepas obtenidas. Hasta hace unos años, los hongos eran preservados solamente mediante repiques periódicos constantes, lo cual muchas veces implicaba pérdidas en la viabilidad, patogenicidad y características morfológicas. A pesar de que esta técnica es aún utilizada en nuestro medio, se hizo necesaria la adopción de otros métodos complementarios que buscan disminuir el metabolismo fúngico, permitiendo su conservación durante períodos prolongados sin sufrir las alteraciones descritas anteriormente.

Entre estas técnicas se encuentran la preservación en aceite mineral (Fraser 1999, Kish 2001, CABI 2002), glicerol (Smith y Onions 1997, CABI 2002) y papel filtro (García y Uruburu 2002), las cuales han sido reportadas por otros centros de investigación alrededor del mundo y han permitido mantener viables las cepas por varios años. Entre los centros de referencia que han empleado estas técnicas se encuentran el IMI (International Mycological Institute, Reino Unido), ATCC (American Type Culture Collection, EUA), CBS (Centraalbureau loor Schimmelcultures, Holanda), IFO (Institute for Fermentation, Japón), JCM (Japan Collection of Microorganisms, Japón), MUCL (Mycothèque de L'Université Catholique de Louvain, Bélgica), CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia), CECT (Colección Española de Cultivos Tipo de la Universidad de Valencia, España) y CCM (Czech Collection of Microorganisms, República Checa).

Un paso previo a la conservación es la identificación y caracterización del espécimen. Para tal fin, en este proyecto se tomaron en cuenta características macro y microscópicas (pigmentación, forma de conidióforos, presencia o no de septos en los micelios, macro y micro conidias, esclerocios y clamidosporas) además de las características de crecimiento observables en los diferentes medios de cultivo. Durante el desarrollo del proyecto, se trabajaron los estados anamórfico y teleomórfico in vitro. La conidiogénesis característica de los anamórficos permitió realizar

identificaciones con claves taxonómicas, las cuales podrán en un futuro ser complementadas con otras técnicas, como las bioquímicas o moleculares (Kirk et ál. 2001).

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Micología del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia. Las muestras fueron recolectadas de suelos, hojarasca, insectos [dípteros, hemípteros (triatominos), lepidópteros y coleópteros] y de material orgánico en descomposición presentes en diferentes regiones del departamento de Antioquia.

Oriente antioqueño: (1) Santa Elena (Monte Vivo), ubicada al este de la cabecera municipal, a 06°12'48,1"N y 75°29'32,2"O, y 2570 msnm. Temperatura media de 18 °C y una precipitación media anual de 2200 mm. (2) Guarne (Piedras Blancas), a 06°16'56"N y 75°26'49"O, y 2100 msnm. Temperatura media de 16,6 °C y una precipitación media anual de 1753 mm. Ambas áreas se encuentran en la zonas de vida de bosque premontano bajo (bm-p) (Espinal 1990, Borreros 1996).

Suroeste antioqueño: Pueblorrico, a 05°47'37"N y 75°50'41"O, y 1800 msnm. Temperatura media de 18,3 °C y precipitación media anual de 2993 mm. La zona de vida es bosque premontano bajo (bm-p) (Espinal 1990, Borreros 1996).

Región occidental: San Pedro ubicado al noroeste, con coordenadas latitudinales de 06°27'51"N y 75°73'38"O, con una altura de 2,400 msnm. Temperatura media de 14,8 °C y una precipitación media anual de 1236 mm. Estas áreas se encuentran en la zonas de vida Bosque Premontano bajo (bm-p) (Espinal 1990, Borreros 1996).

Norte del departamento: Gómez Plata (Finca Vegas de La Clara), ubicado al norte de Medellín, a 06°41'01"N y 75°13'19"O, y 1700 msnm. Temperatura media de 18,1 °C y precipitación media anual de 3173 mm. La zona de vida es bosque seco (bs-T) (Espinal 1990, Borreros 1996).

Los insectos fueron recolectados en recipientes plásticos de 16 x 12 cm de diámetro tapados con muselina, sellados con vinilpel y envueltos en bolsas oscuras, para brindarles condiciones apropiadas para el transporte al laboratorio. Los insectos se mantuvieron en recipientes plásticos dentro de una cámara climatizada (WTBbinder 78532 Tuttlingen, Alemania) con temperatura controlada de 26,5 °C y una humedad relativa de 80%.

Las muestras de suelos se obtuvieron de diferentes suelos provenientes de las regiones antes descritas. Estas se depositaron en bolsas plásticas negras para su transporte al laboratorio.

Los insectos muertos se colocaron en cámara húmeda y se incubaron a temperatura ambiente (22,0 °C) durante 10 a 26 días, para favorecer la conidiación del hongo. A todos los insectos muertos y colonizados por los hongos se les realizaron montajes en placas coloreadas con azul de lactofenol, KOH y microcultivos para observar las diferentes estructuras morfológicas del hongo (Goettel e Inglis 1997).

Para la preparación de las muestras de suelos, en un beaker de 250 ml se vertió un volumen de 200 ml de agua destilada estéril, se le adicionaron 20 g de suelo y 3 gotas de Tween® 80 (0,05%), y se agitaron para obtener una mezcla homogénea. Se realizaron diluciones seriadas de 1×10^{-1} a 1×10^{-6} . De las diluciones 1×10^{-3} y 1×10^{-6} se tomaron 0,1 ml de cada una y se inocularon por triplicado, con un asa de vidrio en la superficie de los medios de cultivo agar Sabouraud dextrosa, medio completo y agar papa dextrosa (Oxoid LTD, Basingstoke, Hampshire, Inglaterra) y se incubaron a temperatura ambiente (21-26 °C) durante 10-12 días.

Las colonias esporuladas fueron purificadas mediante repiques sucesivos en los medios mencionados anteriormente, además de agar extracto de malta y agar Czapek Dox. Se llevaron a cabo microcultivos con el fin de realizar montajes con azul de lactofenol que permitieran medir las estructuras y describirlas.

Los hongos aislados de las diferentes muestras se purificaron realizando cultivos monoespóricos siguiendo la técnica descrita por Calle (2000). Se identificaron y caracterizaron según criterios morfológicos y de cultivo, siguiendo las claves de Nelson et ál. (1983), Samson et ál. (1984), Pardo (1990), Domsch y Gams (1993), Goettel e Inglis (1997), Humber (1997), Papierok y Hajek (1997), Barnett y Hunter (1998), Kirk et ál. (2001) y Klich (2002).

Los aislamientos obtenidos se cultivaron en tubos y cajas de Petri con medios agar extracto de malta, agar Sabouraud dextrosa, medio completo, y agar papa dextrosa a temperatura ambiente (21-26 °C) durante 10-12 días, y se almacenaron a 4 °C. Además, los hongos fueron preservados mediante las técnicas de papel de filtro, aceite mineral y nitrógeno líquido en tubos inclinados con agar Sabouraud dextrosa y se conservan en el Laboratorio de Micología del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia.

La frecuencia de los principales aislamientos fúngicos encontrados en el presente estudio fue calculada como número de aislamientos de hongos en el suelo, insectos y diferentes sustratos/número total de hongos x 100.

Se registraron los aislamientos fúngicos en una base de datos ya codificados según el sitio de muestreo, género y especie.

Resultados y discusión

Se encontraron un total de 133 aislamientos, correspondientes a 19 géneros y 36 especies, recolectados de insectos, suelos y otros materiales biológicos. Los aislamientos fúngicos fueron agrupados de acuerdo con su origen. Se resaltan aquellos reconocidos como entomopatógenos, fitopatógenos, micoparásitos, celulosófagos y de importancia en la salud humana (Cuadros 1 y 2).

Los 98 aislamientos del suelo están distribuidos así: *Penicillium* spp. (21,74%), *Aspergillus* spp. (20,00%), *Beauveria* spp. (11,96%) *Cladosporium* spp. (9,78%), *Scopulariopsis* spp. (7,61%), *Fusarium* spp. y *Mucor* spp. (6,52%), *Paecilomyces* spp. (4,35%), *Metarhizium* spp. (3,26%), *Trichoderma* spp. y *Verticillium* spp. (2,17%), *Curvularia* spp. y *Nannizzia* spp. (1,09%).

Entre los hongos aislados de insectos (9) se encuentran: *Fusarium* spp. (55,55%), *Metarhizium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. y *Scopulariopsis* spp. (11,11%).

Entre los hongos aislados del medio ambiente y diferentes sustratos orgánicos están: *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. (22,22%), *Trichoderma* spp. (18,52%), *Rhizopus* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp. y *Scopulariopsis* spp. (7,40%), *Metarhizium* spp., *Colletotrichum* spp., *Keratinomyces ajelloi*, *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp. y *Rhizomucor miehei* (3,70%). Los aislamientos de *K. ajelloi* y *R. miehei* fueron determinados siguiendo las claves antes mencionadas en la metodología citada; además, la segunda es una cepa de referencia donada por Central Bureau Voor Schimmelcultures.

Los géneros *Penicillium*, *Fusarium* y *Aspergillus* fueron los más representativos en los tres hábitats muestreados, pues son géneros de rápido crecimiento y proliferan en múltiples sustratos. *Rhizopus*, *Mucor* y *Trichoderma* se encontraron tanto en el medio ambiente como en el suelo; estos hongos son una parte importante de la biota del suelo (saprófitos), donde estimulan el balance nutricional y el crecimen-



Curvularia lunata (Wakk)



Fusarium moniliforme (Sheldon) [W&R,B,J]

to de las plantas; sus funciones fisiológicas, como su forma de nutrición, producción de metabolitos y el reciclaje de nutrientes, afectan las características físicas como la humedad y la integridad de la capa externa del suelo; además, *Trichoderma* es importante en el biocontrol de patógenos de plantas, actuando por parasitismo, antibiosis y competición por nutrientes y espacio (Samson et al. 1984, Herrera y Ulloa 1990, Christensen 2002, Botero et ál. 2004).

Metarhizium, *Beauveria* y *Paecilomyces* son utilizados en el control de plagas de importancia agrícola, económica y médica (Ulloa y Herrera 1994, Herrera y Ulloa 1998). Se aislaron también del suelo y del medio ambiente, donde posiblemente cumplen funciones de regulación de las poblaciones naturales de insectos (Lacey et ál. 2001). Además, *Fusarium* y *Aspergillus* son considerados también como entomopatógenos

Cuadro 1. Géneros y especies representados en estudios de hongos del suelo, insectos y material orgánico en descomposición recolectados en algunas regiones de Colombia y depositados en el CMUA, Medellín, Colombia

Género y especies	Categoría Taxonómica	Suelo					Materia orgánica					Insectos				
		A	E	F	MP	SH	A	E	F	MP	SH	A	E	F	MP	SH
<i>Aspergillus</i> sp., Micheli ex Link	Anamórfico															
<i>Aspergillus candidus</i> , Link	"															
<i>Aspergillus flavus</i> , Link	"	X	X			X										
<i>Aspergillus fumigatus</i> , Fres	"						X					X				
<i>Aspergillus niger</i> , Van Tieghem	"	X	X			X	X	X				X				
<i>Aspergillus ochraceus</i> , Wilhelm	"						X					X				
<i>Aspergillus oryzae</i> , (Ahlburg) Cohn	"						X					X				
<i>Aspergillus parasiticus</i> , Speare	"	X	X	X		X	X	X	X			X				
<i>Beauveria bassiana</i> , (Bals.) Vuill	Clavicipitaceae	X	X													
<i>Beauveria brongniartii</i> , (Sacc.) Petch	Clavicipitaceae	X	X													
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	Anamórfico	X		X			X		X							
<i>Colletotrichum</i> sp., Corda	"						X		X							
<i>Curvularia</i> sp., Boedijn	"			X												
<i>Fusarium chlamydosporum</i> , Wollen et Reinking	"											X				X
<i>Fusarium dimerum</i> , Penzig	"	X		X			X		X							
<i>Fusarium moniliforme</i> , (Sheldon) [W&R,B,J]	"			X	X		X					X	X			X
<i>Fusarium oxysporum</i> , Schlecht. emend. Snyder & Hansen	"	X		X			X		X							
<i>Metarhizium anisopliae</i> , (Metschn.) Sorok	"	X	X									X	X			
<i>Paecilomyces lilacinus</i> , (Thom) Samson	"	X	X	X			X	X	X	X		X				
<i>Penicillium chrysogenum</i> , Thom	"	X					X	X				X				
<i>Penicillium citrinum</i> , Thom	"	X					X									
<i>Penicillium digitatum</i> , Sacc.	"	X					X									
<i>Penicillium frequentans</i> , Westing	"	X					X	X				X				
<i>Penicillium griseofulvum</i> , Dierckx	"	X					X									
<i>Penicillium paraherquei</i> , Abe ex G. Smith	"	X					X									
<i>Penicillium rugulosum</i> , Thom	"						X									
<i>Penicillium viridicatum</i> , Westling	"						X					X				
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i> , (Sacc.) Bainier	"	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Trichoderma album</i> , *Preuss	"						X				X					
<i>Trichoderma harzianum</i> ,* Rifai	"						X				X					
<i>Trichoderma viride</i> ,* Pers. Ex Gray	"	X				X										
<i>Tricophyton</i> sp., Malmsten	"											X				
<i>Verticillium effusum</i> , Otth	"	X														

Características: A = ambiental, E = entomopatógeno, F = fitopatógeno, MP = micoparasítico, SH = salud humana
 * Celulosófago. Clasificación: Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi (Kirk et ál. 2001)

(Tanada y Kaya 1993), pero debido a su producción de toxinas nocivas para la salud humana no se utilizan en control biológico (Tanada y Kaya 1993, Herrera y Ulloa 1998).

Los hongos aislados de insectos constituyen la muestra menos representativa del cepario, debido a que para su aislamiento requieren medios suplementados con quitina (Alean 2003) y éstos no fueron utilizados en el procedimiento. Además, los hongos entomopatógenos son de crecimiento lento en compa-

ración con los ambientales. La utilización de medios no selectivos ha permitido la recuperación de hongos controladores biológicos inferiores al 1%, pero su empleo en estudios sobre dinámica de poblaciones y supervivencia en el suelo presenta dificultades por la presencia abundante de organismos contaminantes (Giraldo-Fadul y Leguizamón-Caicedo 1997).

La biodiversidad micológica existente en las regiones antioqueñas es muy abundante debido a la diversidad de climas, nichos ecológicos, factores

Cuadro 2. Géneros y especies representados en estudios de hongos del suelo, insectos y material orgánico en descomposición recolectados en algunas regiones de Colombia y depositados en el CMUA, Medellín, Colombia

Géneros y especies	Familia	Suelo					Materia orgánica					Insectos				
		A	E	F	MP	SH	A	E	F	MP	SH	A	E	F	MP	SH
Zygomycota																
<i>Helicocephalum</i> sp., ** Thaxt.	Helicocephalidaceae						X									
<i>Mucor circinelloides</i> , vanTieghem	Mucoraceae	X		X		X										
<i>Mucor hiemalis</i> , Wehmer	"	X		X												
<i>Mucor plumbeus</i> , Bonord	"	X					X									
<i>Mucor racemosus</i> , Fresenius	"						X	X	X							
<i>Rhizomucor miehei</i> , Cooney & Emerson (Schipper)	"						X				X					
<i>Rhizopus oligosporus</i> , Saito	"						X									
<i>Rhizopus</i> sp., Ehrenberg	"						X		X							
Ascomycota																
<i>Nannizia gypsea</i> (Nann.) Stockd	Arthrodermataceae	X														X

Características: A = ambiental, E = entomopatógeno, F = fitopatógeno, MP = micoparasítico, SH = salud humana

** Nematocida. Clasificación: *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi* (Kirk et ál. 2001)

bióticos y abióticos que influyen en su distribución y crecimiento en la naturaleza, y se vio reflejada en la variedad de aislamientos encontrados en este trabajo.

Los hongos son una fuente alimenticia importante para muchos animales, incluyendo insectos, mamíferos y reptiles. La razón primordial para su conservación se basa en el papel que desempeñan en la cadena alimenticia y como recicladores naturales (Christensen 2002).

Aunque pueden causar enfermedades en las plantas, los animales y el ser humano (alergias, producción de toxinas en los alimentos), daños a textiles, papel y pinturas, entre otros, los hongos tienen aplicaciones comerciales en la industria alimenticia, farmacéutica, agrícola y como biodegradadores de compuestos orgánicos.

Las colecciones de hongos son importantes como referencia para su utilización en estudios taxonómicos, para la producción y comercialización de compuestos biológicamente activos, como fuente de genes y agentes biocontroladores.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación para el Estudio de Enfermedades Tropicales, a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, al Instituto de Biología y al Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) de la Universidad de Antioquia por el apoyo financiero y logístico para realizar esta investigación. A los profesores Abel Díaz Cadavid, Beatriz Cardona y Fabio Pineda G. por el soporte técnico y trabajo de campo.

Literatura citada

- Alean, I. 2003. Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Bogotá, CO, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas, Microbiología Agrícola y Veterinaria. 116 p.
- Alexopoulos, CJ; Mims, CW; Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology*. 4 ed. New York, US, John Wiley & Sons. 869 p.
- Barnett, HL; Hunter BB. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4 ed. Minnesota, US, The American Pathology Society. 218 p.
- Borroros, S. 1996. *Diccionario Geográfico de Colombia*. Bogotá, CO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1858 p.
- Botero, MJ; Castellanos, PA; Vélez, PE. 2004. Reconocimiento de microorganismos, hongos y actinomicetes aislados de la rizosfera del suelo, en un sistema agroforestal con mora. Tecnología para la transformación de frutas. *In Seminario Nacional e Internacional de Frutales (5)*. Memorias. Manizales, Caldas, CO. p. 81-90.
- CABI. 2002. *Wood-rooting fungi on the move*. Surrey, UK, CABI. *s.p.*
- Calle, J. 2000. *Vers un contrôle microbiologique des populations colombiennes de Triatominae, insectes vecteurs de la maladie de Chagas*. Tesis Ph.D. París, FR, Université Paris V.-René Descartes. 141 p.
- Castillo, J. 1987. *Micología general*. México, Limusa. 518 p.
- Cepero, C; Madriñán, S; Pardo, S. 2000. Estudio preliminar de biodiversidad de microhongos de la población de *Espeletia grandiflora* en el Páramo de Cruz Verde. Colombia, Centro de Investigaciones Microbiológicas de la Universidad de los Andes (CIMIC). *s.p.*
- Chitiva, A; Cabrera, C. 2001. Contribución al estudio de los hongos filamentosos en las zona de frailejones del Páramo de Guasca. Tesis de Microbiología. Bogotá, CO, Departamento de Química. Pontificia Universidad Javeriana. *s.p.*

- _____; Torrenegra-Guerrero, R; Cabrera-Parada, C; Díaz-Puente, N; Pineda-Parra, V. 2005. Contribución al estudio de hongos filamentosos en los ecosistemas Páramo de Guasca y el Tablazo. Bogotá, CO, Grupo de Investigación en Fitoquímica y Biotransformación, Departamento de Química, Pontificia Universidad Javeriana. p. 1-10.
- Christensen, M. 2002. Soil microfungial Collection (en línea). Disponible en <http://uwadmnweb.uwo.edu/Botany/Soil%20Microfungal%20collection/Soil%20Microfungal%20Collection%20%20%20M.htm>
- Domsch, KH; Gams, W. 1993. Compendium of soil fungi. Traute-Heidi Anderson. IHW Verlag. v. 1, 860 p.
- Espinal, LS. 1990. Geografía ecológica de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 121 p.
- García, MD; Uruburu, F. 2002. La conservación de las cepas microbianas (en línea). Disponible en www.uv.es/cect.
- Giraldo-Fadul, M; Leguizamón-Caycedo, J. 1997. Nota técnica. Aislamiento y evaluación *in vitro* de hongos a partir de estados de *Meloidogyne* spp. Infectados naturalmente. *Cenicafé* 48(3):195-203.
- Goettel, M; Inglis, GD. 1997. Fungi Hyphomycetes. In Lacey, L. ed. Manual of techniques in insect pathology. Reino Unido, Academic Press. p. 213-249.
- Gualdrón-Arenas, C; Suárez-Navarro, AL; Valencia-Zapata, H. 1997. Hongos del suelo aislados de zonas de vegetación natural del páramo de Chisacá, Colombia. *Caldasia* 19(1-2):235-245.
- Hawksworth, DL. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological research* 95:641-655.
- Herrera, T; Ulloa, M. 1998. El Reino de los hongos. Micología básica y aplicada. México, Fondo de Cultura Económica. 552 p.
- _____. 1990. El Reino de los hongos. Micología básica y aplicada. México, Fondo de Cultura Económica. 552 p.
- Fraser, S. 1999. Archives and manuscript collections (en línea). Bronx, New York, US, The Luesther T. Mertz Library. The New York Botanical Garden. Disponible en <http://www.nybg.org/bsci/libr/Hervey.htm>
- Humber, RA. 1997. Fungi Identification. In Lacey, L. ed. Manual of techniques in insect pathology. Reino Unido, Academic Press. p. 153-185.
- Kirk PM; Cannon, PF; David, JC; Stalpers, JA. 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9 ed. CABI Publishing. 655 p.
- Kish, JC. 2001. Resurrecting a Better Method for Long-Term Storage of Mushroom Cultures (en línea). Disponible en <http://www.nansnook.com/~archives3036/3036.html>
- Klich, MA. 2002. Identification of Common *Aspergillus* Species. Utrecht, NE, Centraalbureau voor Schimmelcultures. 116 p.
- Lacey, LA; Frutos, R; Kaya, HK. 2001. Insect Pathogens as Biological Control Agents? Do they have a future? *Biological Control* 21:230-248.
- Nelson, PE; Toussoun, TA; Marasas, WFO. 1983. *Fusarium* species. An illustrated manual for identification. Pennsylvania, US, The Pennsylvania State University Press. p. 70-145.
- Papierok, B; Hajek, AE. 1997. Fungi Entomophthorales. In Lacey, L. ed. Manual of techniques in insect pathology. Reino Unido, Academic Press. p. 187-212.
- Pardo, VM. 1990. Manual práctico de micología agrícola. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 97 p.
- Pelczar, MJ; Reid, RD; Chan, ECS. 1982. Microbiología. 4 ed. México, McGraw-Hill, México. p. 88-145.
- Piepenbring, M. 2002. Annotated checklist and key for smut fungi in Colombia. *Caldasia* 24(1):103-119.
- Posada F, FJ; Vélez A, PE. 1997. Registro de hospedantes y aislamientos de *Beauveria bassiana* en la colección de hongos entomopatógenos de Cenicafé, Colombia. *Manejo Integrado de Plagas* 46:50-64.
- _____; Saldarriaga, GM; Ortiz, JC; Marín, P; Gil, SN; Vélez, E; Bustillo, AE. 2005. Colección de hongos entomopatógenos: conocimiento de la biodiversidad y recurso biológico para manejo de plagas Cenicafé. *Caldas, CO, Centro Nacional de Investigaciones de Café. s.p.*
- Rodríguez S, DA. 1984. Hongos entomopatógenos registrados en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 10(1-2):57-64.
- Samson, RA; Hoekstra, ES; Oorschot, AN. 1984. Introduction to food-borne fungi. 2 ed. Holanda, Central Bureau voor Schimmelcultures, Institute of the Royal Netherlands, Academy of Arts and Sciences. 247 p.
- Smith, D; Onions, AHS. 1997. The preservation and maintenance of living fungi. 2 ed. International Mycological Institute. Wallingford, UK, CAB International. 122 p.
- Tanada, Y; Kaya, HK. 1993. Insect Pathology. Estados Unidos, Academic Press. 666 p.
- Ulloa, M; Herrera, T. 1994. Etimología e Iconografía de Géneros de Hongos. Cuadernos 21. México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 300 p.

Estudio exploratorio de los problemas de salud humana derivados del uso de plaguicidas en Bella Vista, Estado de México, México

M. Oliva¹
J. C. Rodríguez²
G. Silva³

RESUMEN. Bella Vista, Municipio de Villa Guerrero, Estado de México, México, es una región agrícola caracterizada por el uso abundante de agroquímicos y la carencia de una cultura de prevención de riesgos en su uso. Con la finalidad de estimar el grado de exposición a plaguicidas y el nivel de conocimientos sobre su manejo seguro, se realizaron encuestas a una muestra estratificada de 25 mujeres, cinco jornaleros, cuatro médicos y cuatro técnicos agrícolas de la citada región. El 60% de las mujeres del campo se sobreexponen a los plaguicidas. La vestimenta que usan para aplicar plaguicidas es la misma que portan en sus actividades domésticas. El 80% de los trabajadores no usa equipo de protección para aplicar agroquímicos y toma sus alimentos en la misma área donde se hicieron las aplicaciones. Los menores de edad se involucran en el uso de plaguicidas. La tasa de fertilidad es de 1,6 hijos por mujer, en comparación con el 2,5 nacional. Los médicos no están preparados para diagnosticar y/o atender a pacientes intoxicados por plaguicidas y no existen programas de capacitación o de prevención de riesgos en el uso de plaguicidas.

Palabras clave: capacitación en plaguicidas, equipos de protección personal, riesgo, salud pública.

ABSTRACT. *Exploratory study of human health problems derived from pesticide use in Bella Vista, Estado de México, Mexico.* Bella Vista, Municipality of Villa Guerrero, Estado de Mexico, Mexico, is an agricultural region characterized by an intense use of agrochemicals and lack of a pesticide risk prevention culture. With the aim of estimating the degree of exposition to pesticides and the level of knowledge of their safe use, we carried out a survey of a stratified sample of 25 women, five workmen, four physicians and four agricultural technicians. Sixty percent of the women involved in field work are overexposed to pesticides. The clothes they wear to apply pesticides are also used in domestic activities. Eighty percent of the workers do not use personal protection equipment to apply agrochemicals and they take their meals in the same area where pesticides are applied. Children also applied pesticides. The rate of fertility is 1.6 children per woman, lower than the national average of 2.5. Physicians are not capable of diagnosing and/or attending patients intoxicated by pesticides and there are no training programs to prevent risks in the use of pesticides, either.

Key words: personal protection equipment, training in pesticide use, public health, risk.

Introducción

En la zona de Bella Vista, Villa Guerrero, Estado de México, México, la actividad florícola se caracteriza por un abundante uso de plaguicidas, tanto en ambientes abiertos como cerrados (invernaderos); además, la disposición geográfica de la localidad, rodeada de un sistema montañoso, genera condiciones geográficas que contribuyen sustancialmente a la permanencia de estas sustancias en la atmósfera. Esta situación, aunada a la

falta de una cultura de prevención de riesgos en el uso de plaguicidas, crea un riesgo elevado a la salud humana. A pesar de que algunos plaguicidas, como las δ -endotoxinas de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner, son de elevada seguridad (Brito 2000, Ecobichon 2001), muchos otros son carcinogénicos (inducen cambios en el ADN que a largo plazo se manifiestan en diferentes formas de cáncer) y/o teratogénicos (inducen malformaciones congénitas) (Bond y Rossbacher 1993, Stevens et ál. 1994,

¹ Facultad de Estudios Superiores. Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 1 ° de mayo S/n Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. C.P 54740. México.

² Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Km 36,5. Carretera México- Texcoco CP. 56230. Texcoco. México. concho@colpos.mx

³ Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. Vicente Méndez 595. Casilla 537. Chillán. Chile.

Stine y Brown 1996, Kogevinas et ál. 1997, Perry et ál. 1998, Stevens et ál. 1999, Stevens y Breckenridge 2001).

Actualmente, las medidas preventivas y de manejo de riesgos en la región estudiada se encuentran a cargo del Programa de Control y Fomento Sanitario de la Salud Ambiental, auspiciado por la Coordinadora de la Región de Tenancingo, Estado de México, e involucra a los municipios de Coatepec, Ixtapan de la Sal, Tenancingo, Tonalico, Villa Guerrero y Zumpahuacán. En materia de plaguicidas, las funciones más importantes de este programa consisten en orientar, capacitar, verificar y, dado el caso, aplicar las medidas de seguridad y sanciones correspondientes. Para tal efecto se coordina con productores, comercializadores y consumidores, en apego a lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y otras disposiciones aplicables. Además, el Programa genera las bases que permiten rehabilitar, conservar y mejorar las condiciones deseables de salud para toda la población, así como propiciar en el individuo las actitudes, valores y conductas que promuevan la salud humana.

A pesar de ello, el uso de plaguicidas en la zona estudio se ha convertido en un grave problema de salud pública; mismo que se traduce en índices alarmantes de anacefalia (nacimiento de personas sin masa cefálica), defunciones y otros padecimientos fisiológicos derivados de la sobreexposición a una amplia variedad de plaguicidas de elevado riesgo (Oliva 2002). En virtud de la problemática actual que existe al respecto, los objetivos del presente estudio consistieron en determinar el riesgo a la salud humana por exposición a plaguicidas en trabajadores expuestos ocupacionalmente, estimar el grado de conocimiento de las NOM en materia de plaguicidas, así como el apego a las mismas, y determinar el grado de capacitación que reciben los trabajadores del campo sobre el manejo seguro de estas sustancias.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en Bella Vista, municipio de Villa Guerrero, Estado de México, México. Esta entidad se ubica en la vertiente sureste del Nevado de Toluca, a 2430 msnm. Bella Vista es un poblado con aproximadamente 2500 habitantes. Desafortunadamente no existen estadísticas locales sobre el número de personas que trabajan en el campo o la cantidad de técnicos que prestan sus servicios allí. Sin embargo, la tecnología de producción y los problemas asociados con los plaguicidas son similares en la zona agrícola de influencia de Bellavista, lo que

permite reducir el tamaño de muestra necesario para hacer las inferencias que se presentan en este estudio. Solamente se pudo conocer con exactitud la cantidad de médicos que prestan sus servicios profesionales en el Municipio de Villa Guerrero, donde se encuentra enclavado el poblado de Bellavista.

La información se obtuvo a través de encuestas y entrevistas, además de la observación directa de una muestra aleatoria estratificada de cuatro médicos (de 17 que atienden la región agrícola donde se encuentra Bella Vista), cuatro técnicos agrícolas (de 20 detectados en la zona) y 31 trabajadores del campo o jornaleros (25 mujeres y cinco hombres) de aproximadamente 600 personas que ofrecen sus servicios a este nivel. Se entrevistaron más mujeres que hombres, debido a que este estudio tiene como objetivo conocer más a fondo la percepción femenina del problema de salud que representa el uso de plaguicidas, así como el impacto de estos en dicho sector. Cuando se haga referencia a jornaleros se incluye tanto a hombres como a mujeres (Recuadro 1).

Resultados y discusión

Los plaguicidas utilizados en la zona de estudio pertenecen a una gran variedad de clases químicas: organoclorados (endosulfán), organonofosforados (metamidofós, paratión metílico, monocrotofós, etc.), carbamatos (carbarilo, metomilo, zineb, etc.), piretroides (permetrina, cipermetrina, deltametrina, etc.); y otros más de origen botánico, como Biocrak® (extracto de ajo) y microbiológicos como las avermectinas. La variedad de plaguicidas utilizados comprende todas las categorías toxicológicas que existen, desde ligera hasta extremadamente tóxicos. Ninguno de los agroquímicos utilizados tiene el carácter de restringido en México, a pesar de que en países de alto registro, como los Estados Unidos, varios de ellos sí están prohibidos, como es el caso del endosulfán, paratión metílico y metamidofós (Stenersen 2004).

Situación laboral

Se estima que solo un 16% de las mujeres no trabaja en el campo, el resto sí lo hace y tiene una edad de entre 5 y 45 años. La Norma Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, fracción 5, apartado 5.2, establece que los empleadores deben evitar que personas menores de 18 años, independientemente de su nivel de protección personal, realicen actividades en zonas contaminadas o en cualquier lugar en que se pudieran encontrar ocupacionalmente expuestas a sustancias peligrosas, disposición que no se observa ni se cumple en la zona de estudio.

Recuadro 1. Cuestionarios sobre seguridad en el uso de plaguicidas aplicados a jornaleros, técnicos y personal del sector salud en Bella Vista municipio de Villa Guerrero, Estado de México

Cuestionario aplicado al técnico en plaguicidas

Indicaciones. Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y marque con una X la opción que corresponda, y después complemente su respuesta, si así se requiere.

1. Edad Sexo
2. Escolaridad:
- Primaria
 - Secundaria
 - Preparatoria
 - Profesional
 - Carrera técnica
3. Visita usted al agricultor? Si () No ()
4. Cada cuándo visita al agricultor?
5. Le proporciona al agricultor algún folleto, volante o revista que trate sobre el tema de plaguicidas? Si () No ()
6. La información que le proporciona al agricultor sobre qué trata?
7. Cada cuándo le proporciona información al agricultor sobre los plaguicidas?
8. Da a conocer a los agricultores algunas normas de seguridad para la aplicación de los plaguicidas? Si () No ()
9. Podría mencionar algunas normas de seguridad que les proporciona a los agricultores para la aplicación de plaguicidas?
10. Asesora al agricultor sobre el tipo de plaguicidas a utilizar para determinado cultivo-plaga? Si () No ()
11. Le han informado si el agricultor sigue las indicaciones de que usted le proporciona? Si () No ()
12. Asisten mujeres a recibir alguna información acerca de cómo utilizar los plaguicidas? Si () No ()
Si es sí, podría mencionar que tipo de información les proporciona?
13. Cuál es la información más importante que le proporciona a las mujeres sobre el uso de plaguicidas?
14. Conoce las causas por lo que el agricultor no sigue la información que usted le proporciona? Si () No ()
Si es sí, podría mencionar algunas causas?
15. Le proporciona al agricultor información para saber qué hacer en caso de sufrir accidentalmente intoxicación de algún plaguicida?
Si () No ()
Si es sí, podría mencionar algún ejemplo?
16. Para qué utiliza los plaguicidas el agricultor?
17. Conoce cuántas veces el agricultor aplica plaguicidas al mismo cultivo? Si () No ()
18. Conoce si el agricultor cambia de plaguicidas para aplicar el mismo cultivo-plaga? Si () No ()
Si es sí, podría mencionar algunas causas del porque cambia de plaguicidas?
19. Sabe si se han presentado casos de intoxicación por plaguicidas? Si () No ()
20. Conoce casos de anencefalia (niños que nacen sin cerebro) en esta región de Villa Guerrero, por el uso de plaguicidas?
Si () No ()
21. Sabe usted con que tipo de plaguicidas? Si () No ()
20. Sabe usted si el sector salud les lleva algún seguimiento a las personas que tienen contacto con los plaguicidas?
Si () No ()
21. Podría mencionar que tipo de seguimiento?
22. A las mujeres embarazadas les llevan algún seguimiento sobre su estado de salud? Si () No ()
Si es sí, podría describir el seguimiento?
23. Le ha practicado algún estudio el sector salud por tener contacto con los plaguicidas?
Si () No (), Si es sí, podría decir que tipo de estudio?
24. Cada cuánto se lo han practicado?
25. Le han dado el resultado de su estudio? Si () No (), si es no, diga por qué?
26. Usted ha tenido algún malestar por estar en contacto con los plaguicidas?
Si () No (), Si es sí, podría describir sus síntomas?
27. Conoce si alguna otra persona a presentado intoxicación por el uso de plaguicidas?
Si () No (); Podría mencionar el porcentaje?
28. Conoce los síntomas que han presentado?
Si () No (), si es sí, ¿podría describir los síntomas?
29. Considera usted que los plaguicidas se utilizan adecuadamente?
Si () No () ¿Por qué?
30. Qué medidas puede sugerir para llevar acabo un buen uso de los plaguicidas? Describa algunas de ellas?
31. Apreciaremos los comentarios que tenga a bien hacer sobre estos temas

Cuestionario aplicado a los jornaleros

Indicaciones. Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y marque con una X la opción que corresponda, y después complemente su respuesta, si así se requiere.

- Escolaridad
 - Sabe leer y escribir?
 - Hasta qué grado escolar estudio?
- Podría mencionar su rango de edad:
 - Menos de 10 años
 - 10 a 20 años
 - 21 a 30
 - 31 a 40
 - 41 a 50

Recuadro 1. Cuestionarios sobre seguridad en el uso de plaguicidas aplicados a jornaleros, técnicos y personal del sector salud en Bella Vista municipio de Villa Guerrero, Estado de México

3. Cuanto tiempo tiene de vivir en Villa Guerrero o en la zona?
4. Podría mencionar que comió ayer?
5. Consume algunos de los siguientes alimentos?
 - a) Hígado y riñones
 - b) Espinaca, brócoli, espárragos
 - c) Pan de trigo
 - d) Frijoles secos
 - e) Papas
6. Con que frecuencia los consume?
7. El agua que consume es:
 - a) De pozo
 - b) De río
 - c) Existe toma de agua municipal
8. Trabaja en el campo?
9. Qué tipo de trabajo hace en el campo?
 - a) Sembrar
 - b) Aplicar los plaguicidas
 - c) Cosechar
 - d) Quitar la mala hierba
10. Desde que edad trabaja en el campo?
 - a) Desde los 2 a los 10 años
 - b) De los 11 a los 20 años
 - c) De los 21 a los 30 años
 - d) Siempre ha trabajado en el campo
11. Con qué frecuencia aplica plaguicidas?
12. Qué tipo de ropa usa cuando trabaja en el campo?
13. Porqué utiliza esa ropa?
14. Usa alguna protección que le cubra:

a) Boca	Si ()	No ()
b) Nariz	Si ()	No ()
c) Ojos	Si ()	No ()
d) Cabello	Si ()	No ()
e) Pies	Si ()	No ()
15. Llega a ingerir alimentos en el campo? Si () No ()
16. Cuándo y dónde lo hace?
17. En el lugar donde come en el campo, hay señalamientos que indiquen si el área esta contaminada?
18. Se acuerda del nombre de los plaguicidas que ha utilizado?
19. Conoce los riesgos a la salud de los plaguicidas que usa?
20. En el pueblo, se llega a percibir el olor de los plaguicidas?
21. Ha recibido alguna información de cómo aplicar y usar de manera segura a los plaguicidas en los cultivos?

Si ()	No ()
--------	--------
22. Donde obtuvo esa información?
23. Qué información le dieron?
24. Tiene en su casa huertas, jardín o plantas de ornato? Si () No ()
25. Les aplica algún plaguicida? Si () No ()
26. Sabe qué plaguicidas aplicarles a sus cultivos (plantas, flores)? Si () No ()
27. Por ejemplo, si cultiva rosas que plaguicidas les aplica?
28. Donde guarda los plaguicidas que utiliza?
29. Ha participado en algún curso de capacitación, sobre el uso y aplicación de plaguicidas?

Si ()	No ()
--------	--------
30. Que le han enseñado en ese curso?
31. Le gustaría que le enseñaran como aplicar correctamente los plaguicidas?
32. Por que?
33. Donde adquiere sus frutas y verduras?
34. Lava sus verduras y frutas antes de cocinar o comerlas? Si () No ()
35. Tiene hijos? Si () No ()
36. Cuantas veces ha estado embarazada?
37. Tuvo hijos que fallecieron? Si () No (), en caso de decir sí, indique la edad y la causa que usted supone.
38. Acostumbra acudir a revisión médica para conocer como va su embarazo?

Si ()	No ()
--------	--------
39. Porque no acude al médico durante su embarazo?
40. En sus embarazos acostumbra a tomar vitaminas? Si () No ()
41. Cuando ha estado embarazada ha trabajado en el campo? Si () No ()
42. Qué actividades a realizado durante su embarazo en el campo?
43. Durante su embarazo se ha mandado a hacer algún examen médico? Si () No ()
44. Qué examen, podría mencionarlo?

Y que le dijo el médico respecto a ese examen?

Recuadro 1. Cuestionarios sobre seguridad en el uso de plaguicidas aplicados a jornaleros, técnicos y personal del sector salud en Bella Vista municipio de Villa Guerrero, Estado de México

45. Quién le recomendó hacerse ese examen?
46. Su esposo, hermano, tío o papá trabaja en las huertas? Si () No ()
47. Usted le lava su ropa? Si () No ()
48. Usa alguna protección en las manos al lavar la ropa? Si () No ()
49. Podría mencionar que tipo de protección?
50. Qué medidas puede sugerir para llevar a cabo un buen uso de los plaguicidas? Describa algunas de ellas.
51. Qué tipo de ropa utiliza para aplicar plaguicidas?
52. Usa Usted todos los equipos de protección y ropa especial para aplicar plaguicidas?
53. Lava Usted el equipo de protección y la ropa después de aplicar plaguicidas?
54. Conoce usted alguna mujer que haya estado enferma a causa de los plaguicidas?
55. Que haría si siente que esta intoxicado por plaguicidas? Le han informado? Quién?
56. El sector salud le ha ofrecido ayuda para prevenir o tratar intoxicaciones por plaguicidas? Quién lo ha capacitado?
57. El sector salud le ha practicado algún estudio para ver que no esté afectado por plaguicidas?
58. Cuanto tiempo tiene Usted aplicando plaguicidas? Con qué frecuencia?
59. Mencione que le pasó a esa mujer enferma por plaguicidas
60. Apreciaremos los comentarios que tenga a bien hacer sobre estos temas

Cuestionario aplicado al sector salud

La información obtenida es con fines de investigación y será manejada de forma confidencial. Favor de contestar todas las preguntas. Gracias.

- | | | |
|---------|------|-----------|
| 1. Edad | Sexo | Profesión |
|---------|------|-----------|
2. Cuántos hospitales hay en esta zona y de qué tipo son?
 3. A qué tipo de persona le llevan un seguimiento médico?
 - a) Al jornalero que trabaja en la aplicación de plaguicidas
 - b) Al técnico de los plaguicidas
 - c) A las mujeres embarazadas
 - d) A la población en general
 - e) A ninguno
 4. Conoce usted el tipo de plaguicida que se usan en esta región de Villa Guerrero?
Si () No ()
 5. Podría señalar el nombre de algunos compuestos que hayan causado intoxicación en los habitantes de la región?
 6. Qué tipo de intoxicación pueden producir los plaguicidas? Mencione algunas por favor.
 7. Cuáles son los síntomas que presenta una persona intoxicada con plaguicidas?
 8. Si llega una persona intoxicada supuestamente por contacto con plaguicidas, que es lo primero que hace y por qué?
 9. En caso de no conocer como actuar, en función del tipo de producto de plaguicida con el que se intoxicó el paciente ¿adonde acude para que le proporcionen información de que hacer con el intoxicado?
 10. Podría mencionar cuales son los primeros auxilios que se pueden practicar a un intoxicado con plaguicidas?
 - a) A nivel piel
 - b) A nivel ocular
 - c) En caso de inhalación
 11. Cada cuando se le realiza una revisión médica al personal ocupacionalmente expuesto a plaguicidas?
 12. Existe personal ocupacionalmente expuesto a plaguicidas al que se le de especial atención médica? Si () No (), si contesto sí, podría mencionar cuál y porque?
 13. Existe un examen especial de atención a aquellas personas que hayan presentado síntomas debido a la exposición aguda o crónica a plaguicidas?
Como son? En que consisten?
 14. Conoce algún protocolo médico que permita dar seguimiento a pacientes intoxicados por plaguicidas Si () No ()
 15. Aplica algún tipo de cuestionario de evaluación clínica para el personal ocupacionalmente expuesto a plaguicidas? *Describalo brevemente.*
 16. A nivel laboratorio, qué determinaciones se pueden solicitar para una persona intoxicada con plaguicidas?
 - a) Si son compuestos organofosforados
 - b) Si son carbamatos
 - c) Si son organoclorados
 - d) Si son piretroides
 - e) Otros
 17. Cuenta en su centro de salud con los antidotos que debe aplicar en el caso de intoxicación con plaguicidas?
 18. Ha participado en algún curso de capacitación, respecto al tratamiento de intoxicaciones por plaguicidas? Mencione cuales y cuando.
 19. Considera que las mujeres embarazadas de esta región, están expuestas a intoxicarse con plaguicidas?
Si () No () y por qué?
 20. Considera que la anencefalia puede estar ligada a la exposición a plaguicidas? Si () No ();
Si su respuesta es sí, como lo relaciona?
 21. Conoce algún indicio de que haya una relación plaguicida-anencefalia? Si () No ()
 22. Conoce usted algunos factores que puedan relacionarse con anencefalia en los pobladores de esta región, Podría mencionarlos.
 23. Existe incidencia de anencefalia en esta región? Podría mencionar algún % aproximado?
 24. Las mujeres embarazadas de esta zona llevan algún seguimiento médico? Si () No ()
Si su respuesta en sí, podría mencionar cuál?
 25. Existen algunas recomendaciones que se les de a las mujeres embarazadas de esta región, para evitar algún efecto nocivo por plaguicidas?
 26. Apreciaremos los comentarios que tenga a bien hacer sobre estos temas

Nivel de escolaridad

El 24% de las mujeres trabajadoras son analfabetas, el 36% ha cursado hasta el sexto año de primaria, y sólo el 8% ha completado su formación básica, hecho que resulta adverso para hacerles comprender los cambios de conducta que tendrían que realizar para disminuir el riesgo a su salud y a la de sus descendientes; es decir, capacitarlas es un reto pedagógico. Esta situación concuerda con lo señalado por García (1999), quien indica que la mayoría de los jóvenes que ingresan al mercado laboral no han completado su educación básica o lo han hecho en centros educativos de baja calidad. El mismo autor señala también que para algunos países de Centroamérica la tasa de analfabetismo y deserción escolar es 4 a 5 veces mayor entre personas menores de edad que tienen que trabajar, en comparación con aquellos menores de edad que no tienen necesidad de hacerlo, situación común en el campo agrícola latinoamericano.

Origen de la población

Un 32% de las mujeres son oriundas de la región y el 28% tiene, en promedio, 35 años de vivir en la zona. Aproximadamente el 60% de las mujeres que trabajan en el campo están sobreexpuestas a plaguicidas de forma constante, por su trabajo en los invernaderos florícolas.

Suministro de agua

El abastecimiento de agua potable proviene en un 52% del municipio, y en un 44% de pozos locales. El agua puede constituir una fuente de contaminación, debido a que la aplicación de los agroquímicos es principalmente por aspersión y en época de lluvia varios tipos de plaguicidas pueden ser arrastrados hasta los mantos freáticos y de ahí a los pozos de agua potable (Cohen 1986, Muszkat et ál. 1988).

Elementos de seguridad y capacitación

El 76% de la población femenina que trabaja en el campo no ha recibido información preventiva sobre el uso adecuado y seguro de los plaguicidas. Un 96% no ha tenido contacto con un técnico especialista en agroquímicos y, en consecuencia, no conoce las medidas mínimas de seguridad. Además, el 60% de las mujeres tiene plantas ornamentales en sus casas y un 56% les aplican plaguicidas dado el fácil acceso a éstos a través de sus trabajos.

El 52% de las mujeres identifica algunos de los nombres de plaguicidas que se aplican en la zona,

como el Agrimec® (avermectina), Captan® (captan) y Benlate® (benomilo), pero no tienen idea del riesgo que los plaguicidas pueden representar a su salud.

La Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-1994 menciona que en zonas tratadas con plaguicidas debe usarse equipo de protección personal. Este deberá ser proporcionado por el empleador. Sin embargo, en la zona de estudio se constató que es raro el uso de equipo de protección, además de que no se cuenta con lugares para el lavado y descontaminado tanto de la ropa como del equipo.

El 96% de las mujeres trabaja en el campo y la indumentaria que utilizan es la misma que portan tanto en sus actividades domésticas como en el trabajo de campo. El 80% no utiliza equipo especial para su protección, aun cuando se sobreexpone a los plaguicidas. Contrario a estos hechos, la Norma Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, en su fracción 5, apartado 5.10, establece como responsabilidad del empleador proporcionar, cuando menos al personal ocupacionalmente expuesto, el equipo de protección personal. Cabe destacar que a veces la falta de uso de equipos de seguridad no se debe a que los jornaleros no los posean, sino a que en forma voluntaria no los utilizan dadas las incomodidades que producen por el alto calor imperante o simplemente por razones como la burla de sus compañeros de trabajo o la puesta en duda de su valentía, tal como lo indica García (1999). Además, cerca del medio día, los trabajadores toman un receso para ingerir alimentos en áreas contaminadas con plaguicidas y sin medidas de prevención; en dichos lugares se carece de avisos indicativos de la contaminación señalada. De hecho, los mismos trabajadores entrevistados señalaron que desde muy temprano se percibe un fuerte olor a plaguicida no solo en las áreas de trabajo, sino también en el poblado, lo cual indica que el plaguicida es arrastrado por el viento lejos de la zona de aplicación, exponiendo a toda la población. Los olores de esta naturaleza no son una medida confiable del nivel real de contaminación, por lo que de hacerse un estudio cuantitativo, este podría arrojar niveles más alarmantes de presencia peligrosa de plaguicidas en la atmósfera (Hughes 1996).

Natalidad

Entre las 15 mujeres entrevistadas que tienen hijos, se registró un total de 28 embarazos; lo cual arroja un promedio de 1,86 hijos por mujer. Sin embargo, cuatro de ellos murieron al nacer, lo que representa un promedio de 1,6 hijos por mujer. Este valor es

sensiblemente inferior al promedio nacional, que es de 2,5 hijos por mujer. El 20% de las mujeres entrevistadas indican que conocen a otras personas (familiares, compañeras de trabajo y amistades) que están enfermas por tener contacto con plaguicidas, por lo que se sospecha que el descenso en la natalidad está fuertemente ligado a la sobreexposición.

Infraestructura médica

El sector de salud pública informó que la composición de los servicios en la región se limita a un centro hospitalario de nivel tres (con capacidad para ofrecer consulta externa y realizar cirugías), que cuenta con 17 médicos, ninguno de ellos preparado para dar tratamiento o asistencia a personas intoxicadas por plaguicidas. Este centro se ubica en la cabecera municipal de Villa Guerrero y la población de Bella Vista no cuenta con servicio médico público local.

La mayoría de las personas del sector salud no aceptó ser entrevistada, por temor a posibles represalias laborales. Los que sí aceptaron ser entrevistados, indicaron que el 25% de los jornaleros ocupacionalmente expuestos reciben seguimiento médico. Si embargo, en las entrevistas aplicadas a los jornaleros no se encontró evidencia de esto. El 75% del personal médico desconoce la variedad de agroquímicos que se aplican en la región y se considera incompetente para realizar un diagnóstico preciso y un tratamiento adecuado a la intoxicación por plaguicidas. Asimismo, el personal de salud ignora a dónde acudir en caso de requerir asistencia adicional para el tratamiento de intoxicación por agroquímicos. Para optar por el tratamiento, tratan de identificar la sustancia nociva, generalmente sin éxito.

Al indagar sobre la revisión médica del usuario de plaguicidas, sólo un 25% de los médicos reconocen que se necesita realizar una valoración especial, aunque no especificaron en qué consiste. El 50% dice desconocer el protocolo médico para el seguimiento de los pacientes intoxicados por plaguicidas; en consecuencia, necesitan conocer lo especificado en la NOM-003-STPS-1999, que versa sobre condiciones de seguridad e higiene, cuya fracción 9 se refiere a los exámenes médicos.

Los centros de salud preventiva y de urgencias en la zona de estudio no cuentan con un programa sistemático de seguimiento para quienes realizan actividades de riesgo con agroquímicos. Profundizando sobre las prácticas de atención a intoxicados, sólo el 25% del personal médico sabe de la existencia de la atropina,

sustancia utilizada para contrarrestar los efectos nocivos causados por insecticidas que inhiben la enzima acetilcolinesterasa, como son los organofosforados y carbamatos (Durham y Hayes 1962, Stine y Brown 1996, Klaassen 2001).

El personal de salud entrevistado indicó que nunca ha asistido a cursos de actualización sobre tratamiento en casos de intoxicación por plaguicidas, por lo cual el Gobierno del Estado de México y su Secretaría de Salud deberían iniciar, de manera urgente, acciones de capacitación al respecto.

Durante 1998, el Gobierno del Estado de México suscribió el convenio para la descentralizar los servicios de salud. Las nuevas funciones se refieren a la organización operación, supervisión y evaluación del ejercicio de las funciones de control y regulación sanitaria, de acuerdo con las normas técnicas y los manuales de organización y procedimientos que apruebe la Secretaría de Salud a partir de las necesidades locales y regionales. La regulación sanitaria implica acciones de control y fomento sanitarios que deben ser responsables y sistemáticas, con el propósito de verificar que los establecimientos, vehículos, actividades, productos, equipos y personas cumplan con los requisitos y las condiciones establecidos por la legislación sanitaria con el fin de prevenir riesgos y daños a la salud de la población.

No obstante, la información recabada durante la investigación de campo en el centro de salud público de la zona testimonia que no cumple con su vocación fundamental preventiva. En materia de fomento sanitario, no atiende la promoción y divulgación de las disposiciones sanitarias para mejorar, en coordinación con otros sectores, el estado de salud de la población en riesgo. Tampoco los encuestados manifestaron haber participado en acciones voluntarias para la educación y prevención.

Estructura profesional

De las personas que, por su trabajo, son responsables de recomendar el uso de plaguicidas para resolver problemas fitosanitarios específicos como trips, pulgones, ácaros, etc., solo el 25% ha recibido capacitación sobre estos temas, el resto son profesionales de áreas diferentes a la agronomía y se desempeñan como empleados asalariados que trabajan para las empresas agrícolas de la zona o son propietarios de algunos invernaderos. El contacto directo con el "experto" en plaguicidas es mínimo: dos veces por semana en el 50% de los casos y el resto solo tiene este contacto

cuando va a comprar plaguicidas. El "experto" en plaguicidas es, en la mayoría de los casos, una persona que trabaja para la industria agroquímica y las soluciones que provee al manejo de plagas consisten en usar plaguicidas.

La industria agroquímica proporciona información comercial cuando se introduce un nuevo agroquímico o cuando se acerca la época de realizar actividades de combate químico. El 50% de los encuestados mencionaron que estas empresas convocan a los trabajadores del campo a recibir capacitación sobre el uso de los agroquímicos. Pero, por lo constatado durante las visitas a los invernaderos y otras instalaciones de la zona productiva, no se logró captar la evidencia que lo sustentara; por lo tanto, se deduce que estas reuniones tienen fines estrictamente comerciales.

El personal ocupacionalmente expuesto no alcanza a comprender claramente la importancia de utilizar con cuidados rigurosos y adecuados los agroquímicos. Generalmente, durante la temporada de alta incidencia de plagas o enfermedades, el jornalero aplica agroquímicos dos veces por semana. En consecuencia, independientemente de su actividad o zona de trabajo, la población en general se ve expuesta incluso si se encuentra distante de las áreas de aplicación de los agroquímicos.

La mayoría de los jornaleros se dedican a actividades florícolas y también aplican plaguicidas una a dos veces por semana; se constató que la única protección utilizada es la ropa que normalmente usan dentro y fuera del área de trabajo, en contraposición en lo especificado en la NOM-003-STPS-1999, fracción 7, que estipula las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, almacenamiento y traslado de insumos fitosanitarios o plaguicidas. Los jornaleros perciben que los médicos particulares tienen mejor conocimiento que los del sector público acerca del tratamiento a intoxicados por agroquímicos.

El 80% de los jornaleros no participa en las prácticas de capacitación y desearía tener un mayor conocimiento sobre las técnicas de aplicación y protección personal; además, los jornaleros están conscientes de que si no hay participación por parte del trabajador de campo no puede haber prevención. Todos los jornaleros entrevistados conocen a otros trabajadores que han padecido cáncer, o que han tenido hijos que nacieron con malformaciones. Pese a que este tipo de problemas puede tener un origen diverso, se tiene la idea de que la sobreexposición a los plaguicidas constituye la causa principal de dichos problemas.

También argumentan, sin que haya demostración fehaciente, que los plaguicidas han abatido la densidad y diversidad de la fauna nativa de la región.

Recomendaciones

Las causas fundamentales que generan esta problemática de salud derivada del uso de plaguicidas en la zona de estudio se atribuye, a pesar de los esfuerzos del actual Gobierno del Estado de México, a la desvinculación histórica que han tenido todos los sectores relacionados con la producción agrícola (agricultores, sector salud, universidades, entidades responsables de la regulación de plaguicidas, etc.). Esta situación creó las condiciones ideales para que la industria agroquímica tomara el liderazgo de la protección vegetal. En consecuencia, el manejo de plagas se ha asumido, en la práctica, como sinónimo de uso de plaguicidas, y el uso masivo de éstos agroquímicos se sustenta o se estimula por los siguientes factores:

- a) Temor a que los métodos alternativos de control de plagas no sean eficientes.
- b) Desconfianza del nivel de control de plagas que se puede lograr con un uso racional de plaguicidas.
- c) Carencia de sistemas confiables de muestreo de plagas.
- d) Carencia de umbrales de decisión y de modelos de pronóstico de plagas y enfermedades.
- e) Poca conciencia del impacto que los plaguicidas pueden tener en el ambiente y en la salud humana.
- f) Por su rentabilidad, los cultivos ornamentales "permiten" un gasto económico innecesario de plaguicidas.
- g) El sector gubernamental rara vez vigila el cumplimiento de la normatividad aplicable, por lo que la salud humana, en la práctica, es una cuestión meramente administrativa.
- h) Los técnicos responsables del control de plagas están sometidos a fuertes presiones para obtener una cosecha libre de los daños que ocasionan las plagas. Pese a que existen claras excepciones, es común que la empresa florícola considere de mayor prioridad la "calidad" de la cosecha que la vida de los seres humanos.

Para minimizar el riesgo a la salud que está ocasionando el uso de plaguicidas, se recomienda constituir un grupo de trabajo que vincule a las personas que aplican plaguicidas, los que tienen como responsabilidad tomar decisiones sobre el uso de éstos, médicos, profesionales relacionados a las actividades agrícolas, empresas de agroquímicos, entidades

gubernamentales y universidades, entre otros. Este grupo de trabajo debe proponer estrategias a corto, mediano y largo plazo.

En el corto plazo (un año), con la información con que se cuenta se podrían realizar las siguientes acciones:

- a) Diseñar e implementar cursos de capacitación a todos los niveles (jornaleros, agricultores, profesionales, médicos, etc.) para que tomen conciencia de los peligros que representa el uso irresponsable de plaguicidas, así como de las medidas para minimizar este riesgo.
- b) Realizar, por parte de las entidades gubernamentales responsables, un análisis de cada uno de los plaguicidas que se utilizan en la región y prohibir la comercialización de aquellos que puedan representar un riesgo difícil de manejar o que hayan sido prohibidos en países de alto registro.
- c) Capacitar y dotar al sector salud de las herramientas y sustancias necesarias para tratar intoxicaciones por plaguicidas.
- d) Revisar la legislación existente en materia de plaguicidas e implementar medidas que permitan vigilar su cumplimiento.
- e) Los equipos de protección personal para aplicar agroquímicos deben estar a la venta en los negocios dedicados a la comercialización de plaguicidas.
- f) Medir el grado de contaminación ambiental (suelo, agua y aire) por plaguicidas, estimar los efectos sobre la población y, en su caso, implementar medidas de prevención.

En el mediano plazo (dos a cinco años), se propone la creación de un sistema de vigilancia de la salud de las personas expuestas a los plaguicidas (jornaleros, agricultores y población civil que habita en esa zona) con la finalidad de dar seguimiento a los efectos de los plaguicidas y a las acciones para prevenirlos. Además, es impostergable diseñar e implementar programas de manejo de cultivos que permitan a la zona agrícola pasar de la etapa de desastre (caracterizada por un uso irracional de plaguicidas, alta contaminación ambiental, daños al ser humano, uso de variedades degeneradas, poco respeto a la propiedad intelectual sobre variedades protegidas por patentes, poco o nulo uso de alternativas ecológicas de manejo de plagas) a la etapa de manejo agrícola sustentable (caracterizada por la implementación, dentro de un contexto económico, social, ecológico y toxicológico de medidas de manejo de cultivo que permitan optimizar la producción y la integridad en el largo plazo de los recursos

naturales de la zona).

A largo plazo (más de cinco años), es altamente conveniente crear un sistema que certifique a las personas responsables de la toma de decisiones respecto a los plaguicidas que deben usarse y a las personas responsables de su aplicación en el campo, de tal manera que se garantice que solamente las personas debidamente capacitadas y certificadas manejan agroquímicos.

Actualmente, se encuentran productores de ornamentales y líderes en el Consejo Estatal de la Flor, Consejo Mexicano de la Flor y Gobierno del Estado de México que dimensionan adecuadamente la importancia de la salud humana y del ambiente, por lo que existen las condiciones históricas necesarias para solucionar los graves efectos negativos que se derivan del uso irracional de los plaguicidas en la zona de estudio.

Literatura citada

- Bond, GG; Rossbacher, R. 1993. A review of potential human carcinogenicity of the chlorophenoxy herbicides MCPA, MCPP, and 2, 4-DP. *Br. J. Ind. Med.* 50:340-348.
- Brito, JK. 2000. Properties and effect of pesticides, *In* Williams, PL; James, RC; Roberts, SM. eds. *Principles of toxicology: environmental and industrial applications*. 2 ed. Estados Unidos, John Wiley & Sons. p. 345-366.
- Cohen, DB. 1986. Groundwater contamination by toxic substances: a California assessment. *In* Garner, WY; Honeycutt, RC; Nigg, HN. eds. *Evaluation of pesticides in groundwater*. Washington, DC, US, American Chemical Society. p. 499-529.
- Durham, WF; Hayes, WJ. 1962. Organic phosphorous poisoning and its therapy with special reference to modes of action and compounds that reactivate inhibited cholinesterase. *Arch. Environ. Health* 5:21-47.
- Ecobichon, DJ. 2001. The effect of pesticides. *In* Klaassen, CD. ed. *Toxicology: the basic science of poisons*. 6 ed. Estados Unidos, McGraw-Hill. p. 763-810.
- García, J. 1999. El mito del manejo seguro de los plaguicidas en los países en desarrollo. *Manejo Integrado de Plagas* 52:25-41.
- Hughes, WW. 1996. *Essentials of environmental toxicology: the effects of environmental hazardous substances on human health*. Estados Unidos, Taylor & Francis. 350 p.
- Klaassen, CD. 2001. *Toxicology: the basic science of poisons*. 6 ed. Nueva York, US, McGraw-Hill Medical Publishing Division. 1236 p.
- Kogevinas, M; Becher, H; Benn, T. 1997. Cancer mortality in workers exposed to phenoxy herbicides, chlorophenols, and dioxins - an expanded and updated international cohort study. *Am. J. Epidemiol.* 145:1061-1075.
- Muszkat, L; Rosenthal, E; Ronen, D; Magaritz, M. 1989. Organic contaminants in the Israeli coastal aquifer. *In* Luria, M; Steinberger, Y; Spanier, E. eds. *Environmental quality and ecosystem stability*. Jerusalem, IS, ISEEQS Publishers. v. 4, p. 471-477.

- Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-1994. 1994. Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo. México, Diario Oficial de la Federación. Mayo 24, 1994.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999. 1999. Actividades agrícolas - uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes. Condiciones de seguridad e higiene. México, Diario Oficial de la Federación. Octubre 26, 1999.
- Oliva, VA. 2002. Uso de plaguicidas químicos, un problema de salud pública. Tesis de Maestría en Ciencias. México, Instituto de Estudios Superiores en Administración Pública. 144 p.
- Perry, AS; Yamamoto, I; Ishaaya, I; Perry, RY. 1998. Insecticides in agriculture and environment: retrospects and prospects. Estados Unidos, Springer. 261 p.
- Stenersen, J. 2004. Chemical pesticides: mode of action and toxicology. Florida, US, CRC Press. 276 p.
- Stevens, JT; Wetzel, LT; Breckenridge, CB; Gillis, JH; Luempert, LG; Eldridge, JC. 1994. Hypothesis of mammary tumorigenesis in female Sprague-Dawley rats exposed to chloro-s-triazine herbicides. *J. Toxicol. Environ. Health* 43:139-154.
- _____; Breckenridge, CB; Wetzel, LT; Thakur, AK; Liu, C; Werner, C; Luempert, L; Eldridge, JC. 1999. A risk characterization for atrazine: oncogenicity profile. *J. Toxicol. Environ. Health* 56:69-109.
- _____; Breckenridge, Ch B. 2001. Crop protection chemicals. *In* Hayes, AW. ed. Principles and methods of toxicology. 4 edition. Estados Unidos, Taylor and Francis. p. 565-648.
- Stine, EK; Brown, TM. 1996. Principles of toxicology. Estados Unidos, CRC Lewis Publishers. 272 p.

Diagnóstico sobre el conocimiento y manejo de *Bemisia tabaci* por los productores del norte nicaragüense

Claudio Nunes^{1,2}
Eric Lucas²
Daniel Coderre²

RESUMEN. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) no ha cesado de incrementar sus poblaciones, convirtiéndose en el insecto plaga vector de virus más importante en Nicaragua. Para obtener un panorama actualizado sobre los conocimientos y manejo de *B. tabaci*, se encuestaron 278 productores hortícolas del norte nicaragüense. La encuesta contempló aspectos socioeconómicos, posición geográfica, sistemas de cultivo, factores ambientales, impacto económico, manejo y causas del auge de *B. tabaci*. Los resultados obtenidos indican que el 98% de los encuestados conocen el adulto de MB, mientras que los síntomas de la o las virosis no son relacionadas con el vector. El 44, 17 y 10% afirman perder el 25, 50 y 75% de la cosecha, respectivamente, de tomate, mientras que el 47% manifiesta haber abandonado el cultivo, por lo menos en una ocasión, por causa de *B. tabaci*. Las recomendaciones del tratamiento de control por utilizar provienen del técnico (57%), del agricultor (29%) y del vendedor (7%). El 38% utiliza methamidofós, el 28% imidacloprid, el 14% cipermetrina, el 7% deltametrina, el 3,5% malatión y el 1% tiociclam. Con excepción de los utilizadores de imidacloprid, deltametrina y tiociclam, el resto (64%) utiliza insecticidas de baja o nula acción contra la mosca blanca.

Palabras clave: agricultores, *Bemisia tabaci*, manejo de insectos plaga, mosca blanca, Nicaragua.

ABSTRACT. Assessment of the knowledge and management of *Bemisia tabaci* in the Nicaraguan North. Since its first reports in Central America, a constant increase in the populations of the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) has been reported. In Nicaragua, the *B. tabaci*, is considered as the most important virus vector in agriculture. Our study seeks to obtain a panorama of the knowledge and management of *B. tabaci* by 278 horticultural farmers of northern Nicaragua. Surveys included social and economic aspects, geographical position, crop systems, environmental factors, economic impact, management, and causes of *B. tabaci* outbreaks. Ninety eight percent of those interviewed knew the adult of *B. tabaci*, but did not link virus symptoms to the vector. Similarly 44, 17 and 10% stated that they lost 25, 50 and 75% of their tomato crop because of *B. tabaci*, while 47% of them have abandoned the crop at least once. Recommendations about which treatment to use came from technicians (57%), farmers (29%) and pesticide sellers (7%). In relation to type of insecticide used, 38% of farmers used methamidophos, imidacloprid (28%), cypermetrin (14%), deltametrin (7%), malathion (3.5%) and thiocyclam (1%). With the exception of farmers who used imidacloprid, deltametrin and thiocyclam, the rest (64%) used insecticides with low or no control of *B. tabaci* populations.

Key words: *Bemisia tabaci*, farmers, insect pest management, Nicaragua, whitefly.

Introducción

Desde los primeros reportes centroamericanos sobre la presencia de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en la década de los 60 (Kraemer 1966), esta plaga no ha cesado de incrementar sus poblaciones, convirtiéndose en la limitante productiva de por lo menos 26 cultivos (Hilje 2001). En América tropical, el manejo de *B.*

tabaci se ha visto dificultado por su amplio ámbito de hospedantes, de por lo menos 500 plantas (Greathead 1986, Maes 2000). Esta situación se ve agravada por la capacidad de *B. tabaci* de transmitir varios grupos de virus, como *Potyvirus*, *Comovirus*, *Potexvirus*, *geminivirus* (Maes 2000), *Carlavirus*, *Luteovirus*, *Nepovirus* y *Closterovirus* (Brown 1994), siendo los geminivirus el principal grupo viral causante de pérdidas, debi-

¹ Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, Km. 166.5 Carretera Panamericana Norte, Estelí, Nicaragua. clanunes@yahoo.fr

² Département des Sciences Biologiques, Groupe de Recherche en écologie comportementale et animale, Université du Québec a Montréal, C.P. 8888 Succ. Centre-Ville, Montréal, Québec, Canada. H3C 3P8. lucas.eric@uqam.ca

do a su rápida diseminación a través del floema de la planta (Hilje 1996). La magnitud de las pérdidas alcanzadas por este insecto llevó a que se conformara en Nicaragua a inicios de la década de los 90 la Comisión Nacional de Mosca Blanca, con el objeto de aglutinar esfuerzos contra esta plaga (Solórzano et ál. 2001). Actualmente, en Nicaragua no existe un programa formal que trabaje en el manejo de la mosca blanca; sin embargo, el programa CATIE-MIP/AF (NORAD) y el Grupo Interinstitucional e Interdisciplinario de Sistemas Hortícolas (GIISH) vienen generando y promoviendo estrategias de manejo para el complejo mosca blanca-geminivirus. No obstante, en encuentros realizados con extensionistas y productores durante los ciclos productivos 1999-2000 y 2000-2001, se informa que la mosca blanca sigue siendo el problema más importante en los cultivos de tomate, chile dulce, frijol y cucurbitáceas (Encuentro Nacional Hortícola 2001, Solórzano et ál. 2002).

El entendimiento entre las relaciones vector, geminivirus y hospedante es necesario para conceptualizar prácticas efectivas de manejo; asimismo, es importante tener en cuenta el ambiente físico y los conocimientos de tecnologías endógenas que posee el agricultor en el momento de definir ensayos, si estos se realizan bajo un modelo de investigación horizontal (Andrews 1989).

Al cumplirse 14 años de los esfuerzos emprendidos y en ausencia de información sobre los cambios inducidos en los productores, se ha querido obtener un panorama actualizado de los conocimientos y el manejo de *B. tabaci*, con el objeto de priorizar acciones para el manejo de esta plaga en el trópico seco nicaragüense.

Materiales y métodos

El presente trabajo proviene del análisis de 278 encuestas de un total de 294 realizadas en el año 2001 a productores hortícolas del norte nicaragüense. La encuesta fue parte de la primera fase del proyecto de investigación de mosca blanca para el trópico seco nicaragüense, coordinado por el Centro de Investigación en Protección Vegetal (CIPROV), perteneciente a la Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí, en Nicaragua, y la Université du Québec à Montréal, en Canadá.

La encuesta estuvo dirigida a productores hortícolas y de granos básicos ubicados en los cinco departamentos del norte nicaragüense (Estelí, Jinotega, Nueva Segovia, Madriz y Matagalpa),

región caracterizada como trópico seco, con una precipitación anual de 800 mm y una temperatura promedio de 27 °C.

En el estudio participaron principalmente pequeños productores dueños de finca que cultivan frijol y maíz para el consumo propio y chile dulce y tomate para comercio. La totalidad de los encuestados se encontraban en zonas asistidas por organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de desarrollo rural y asistencia técnica.

Metodología de la encuesta

La encuesta se basó fundamentalmente en el cuestionario propuesto por el proyecto PROVAL-MIP, Mosca Blanca CIAT (Colombia). Las preguntas contemplaron aspectos socioeconómicos, posición geográfica, sistemas de cultivo, factores ambientales, manejo y causas del incremento de *B. tabaci*.

Como primer paso se procedió a capacitar estudiantes de la Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí y a asistentes de investigación del CIPROV en el uso y llenado de la encuesta. El trabajo de campo se realizó entrevistando al productor en su propia finca. Los datos se obtuvieron por medio de respuestas directas y conversaciones informales. Con el fin de lograr una mayor confianza y aceptación con el entrevistado, cada encuestador se limitó a visitar entre dos y seis productores conocidos.

La información fue recopilada y ordenada de acuerdo con las variables del estudio. Para cada una de las variables, se procedió a calcular sus frecuencias y porcentajes.

El margen de error calculado se basó en una población estimada en la región de 3000 productores hortícolas.

Resultados y discusión

Durante los cuatro meses que duró la recolección de datos, se entrevistó un total de 294 agricultores, repartidos en cinco departamentos, 36 municipios y 127 comunidades. Para una población estimada de 3000 productores, el margen de error calculado del estudio fue de 6%.

El 64% de los encuestados habita en los municipios de Estelí (23%), Jinotega (13%), Condega (7%), Pueblo Nuevo (6,5%), San Juan de Limay (5%), Matagalpa (5%) y Quilali (4,5%). La distribución estuvo influenciada por tres aspectos: origen del encuestador, accesibilidad y vocación hortícola del productor.

El 95% de los encuestados fueron hombres, de los cuales en su gran mayoría (82%) eran propietarios con más de dos años trabajando en la misma finca. El 40% de los encuestados dedica la mayor área al cultivo de tomate, mientras que para el 16% es su segunda opción. El 35% de los entrevistados dedica una mayor superficie al cultivo de frijol, mientras que para el 30% estaba en segundo lugar. El 4% correspondió a productores de chile dulce y el 8% lo cultivaba detrás del frijol o maíz. La alta frecuencia de hombres con respecto a mujeres entrevistadas se debió a que el estudio se dirigió a productores de parcelas hortícola con fines comerciales, siendo el manejo de estas parcelas en la familia campesina un papel preferentemente masculino.

El 98% de los encuestados afirmó conocer el adulto de *B. tabaci*, mientras que los síntomas de virosis, tales como el mosaico dorado del frijol, achaparramiento, encrespamiento y enrollamiento del tomate y chile dulce no fueron relacionados claramente con el vector. Para el 92, 71 y 47% de los productores de tomate, frijol y chile dulce, respectivamente, *B. tabaci* es la principal plaga. El 44, 17 y 10% de los productores mencionaron perder periódicamente el 25, 50 y 75% de la cosecha respectivamente, mientras que el 47% afirmó haber abandonado por lo menos una vez el cultivo por causa de *B. tabaci*. La capacidad para identificar la mosca blanca es innegable, no obstante, pocos son los productores que pueden diferenciar claramente los síntomas virales de los de una fungosis o una bacteriosis, lo cual impide una precisa y adecuada comprensión del problema por parte del productor.

El 28% de los entrevistados afirmó que las grandes poblaciones de *B. tabaci* aparecen al inicio de la época lluviosa (entre abril y junio), datos que coinciden con los obtenidos por Nunes (2002), mientras que el 27% señalaron que los mayores ataques se presentan entre los meses de agosto y octubre (época lluviosa). El 13% manifestó que *B. tabaci* se mantiene omnipresente a lo largo del año, mientras que el resto (32%) afirmó que las poblaciones se incrementan durante la época seca (entre noviembre y marzo). Es comprensible que los productores mencionen el período de altas poblaciones de mosca blanca en función de la época de siembra de sus cultivos; son pocos los productores que poseen sistemas de riego que les permitan sembrar a lo largo del año y tener una mejor apreciación de las fluctuaciones anuales de mosca blanca. No obstante, el 92% de los entrevistados relacionó el clima con altas poblacio-

nes de *B. tabaci*, siendo la sequía la respuesta más recurrente (30%), seguida por cambios climáticos (15%) y mucha lluvia (8%). Un alto número de productores afirmó que la principal causa de aparición y auge de *B. tabaci* son las sequías. Esta apreciación va en la misma dirección de los trabajos publicados por Hilje (1995), Gerling et ál. (1986) y Bogran et ál. (1998), que mencionan la precipitación como un factor de mortalidad de *B. tabaci*.

Es notable que tan solo cinco de los 278 agricultores entrevistados asocian el problema de *B. tabaci* con su resistencia a los insecticidas, tres a la falta de conocimientos, uno a no muestrear la plaga y otro a la presencia de plantas hospedantes, cuatro aspectos importantes en el manejo integrado de plagas.

El 87% de los productores indicó utilizar el control químico para manejar el complejo *B. tabaci*-geminivirus, mientras que el 7% afirmó utilizar insecticidas naturales, tales como nim (*Azadirachta indica* ADR. Juss.) y mezclas caseras, el 3% dijo realizar rotación de cultivos y eliminación de plantas enfermas (control con prácticas agrícolas) y el 1% manifestó controlar biológicamente *B. tabaci* con *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Fig. 1).

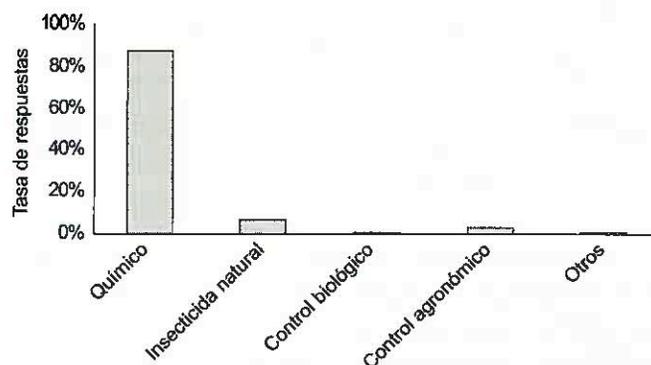


Figura 1. Métodos de control utilizados contra *Bemisia tabaci* por productores del norte nicaragüense (2001).

Nueve de cada diez agricultores utilizan insecticidas sintéticos, realizando diferentes rangos de aplicaciones por ciclo de cultivo, siendo el más frecuente entre 3 y 5 (55%), entre 6 y 7 (15%) y entre 8 y 10 (28%). Las recomendaciones sobre cuándo aplicar el insecticida provienen en un 60% del técnico, del mismo productor (31%) y del vendedor (8%). El 51,5% aplicó insecticidas en forma preventiva, mientras que el 47% afirmó que fumiga cuando los daños se hacen visibles (síntomas de virosis), período en el cual el control químico carece de eficacia (Fig. 2).

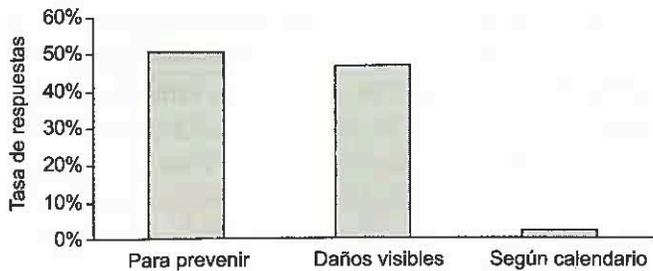


Figura 2. Motivo por el cual los agricultores hortícolas aplican insecticida contra *Bemisia tabaci* por productores del norte nicaragüense (2001).

El criterio preventivo de las aplicaciones de insecticidas puede parecer irracional, a primera vista; pero tiene lógica si se considera la preocupación del productor frente a un vector viral que ataca en las primeras semanas de la emergencia de la plántula.

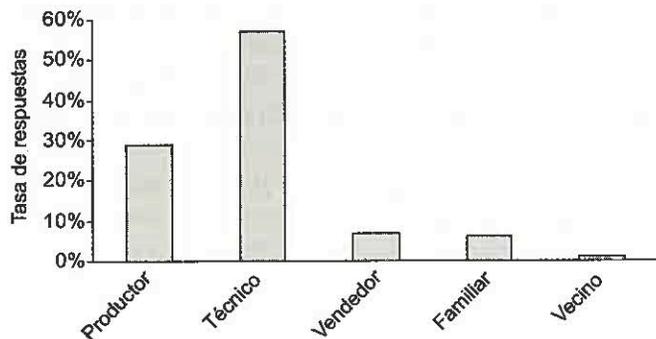


Figura 3. Origen de las recomendaciones sobre el control químico *Bemisia tabaci* por productores del norte nicaragüense (2001).

Las recomendaciones sobre el insecticida por utilizar provienen del técnico (57%), del mismo productor (29%) y del vendedor (7%) (Fig. 3), mientras que el 74% de los encuestados deciden cuándo y cuánto aplicar.

Es interesante observar que la decisión sobre el insecticida por utilizar es tomada en un 57% de los entrevistados siguiendo la recomendación del técnico. Aparentemente, la conducta del agricultor para elegir el producto químico depende en más de la mitad de los agricultores del conocimiento y criterio técnico. El 41,5% de los agricultores utiliza organofosforados (metamidofós y malatión), el 28% nitroguanidinas (imidacloprid), el 21% piretroides sintéticos (cipermetrina y deltametrina), y el 1% nereistoxina (tiociclam) (Fig. 4). Con excepción de los usuarios de imidacloprid, deltametrina y tiociclam, el resto (64%) utiliza insecticidas de baja o nula acción contra *B. tabaci*.

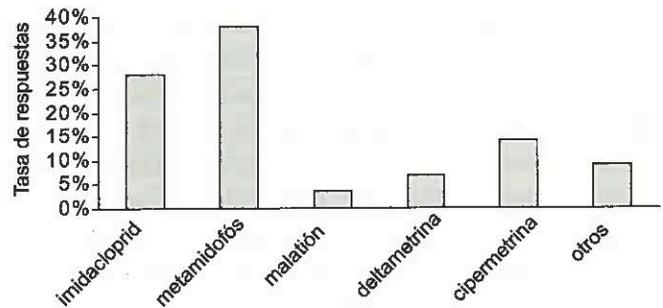


Figura 4. Insecticidas utilizados contra *Bemisia tabaci* por productores del norte nicaragüense (2001).

Es probable que el mayor uso de insecticidas organofosforados (metamidofós y malatión) se deba más a la costumbre y al precio relativamente bajo que a su efectividad. Varios son los productores que manifestaron que los insecticidas organofosforados y piretroides sintéticos no matan a *B. tabaci*. La habilidad de *B. tabaci* para desarrollar resistencia a los insecticidas ya ha sido ampliamente demostrada (Prabhaker et al. 1985, Dittrich y Ernst 1990, Horowitz e Ishaaya 1996).

Resulta notable que el esfuerzo emprendido por capacitar y validar tecnologías para el manejo de *B. tabaci* no logró generar cambios significativos en los productores y técnicos del norte nicaragüense. El uso masivo de insecticidas sintéticos, aunque sean poco efectivos, sigue siendo el único insumo que brinda a los productores cierta garantía, aunque sea en mitad de ellos, aparentemente. Las causas pueden ser varias; a nuestro criterio, la ausencia de un sistema de manejo eficaz durante el proceso de capacitación y validación fue un aspecto que pudo haber impedido la adopción de cambios.

En Nicaragua, como en el resto de América Latina, el estado está reduciendo su papel como principal agente de transferencia de tecnología, mientras que las agencias internacionales de desarrollo, organizaciones privadas y ONG están asumiendo este rol (Hruska 1994).

Dentro de este contexto, el modelo vertical de flujo de iniciativa y responsabilidad (de científico a técnico y de técnico a agricultor) está siendo remplazado por el modelo horizontal (de agricultor a agricultor apoyado por técnicos), modelo más apropiado a las condiciones socioeconómicas de Nicaragua. No obstante, Andrews (1989) considera que este modelo puede presentar desventajas en presencia de una nueva plaga, como ha sido el caso de *B. tabaci*, donde los agricultores no están en capacidad de enfrentarla, no existen técnicas endógenas de manejo, pero sí están altamente motivados para adoptar tecnologías que ayuden a resolver su problema.

Durante la década de los 90, los productores nicaragüenses, y en especial los del trópico seco, estaban

soportando brotes poblacionales desmesurados de *B. tabaci* (Ing. Luis Dicoyskiy 2001, EAGE, com. pers.). Es probable que durante esos años muchos de los métodos de control propuestos hayan fracasado debido a los aspectos antes mencionados y a que *B. tabaci* se encontraba en su fase explosiva, proceso común que acontece al establecimiento de una especie invasora, haciendo que sus poblaciones no puedan ser controladas, ni siquiera con métodos sofisticados de manejo (Gerling 2002). Una vez pasados los primeros años, las altas poblaciones tienden a estabilizarse, siendo el momento propicio para la validación de tecnologías de manejo con productores. Es posible que los brotes actuales de *B. tabaci* en Nicaragua se estén "estabilizando", haciendo que sea hoy, junto a la experiencia y los conocimientos obtenidos hasta la fecha, el momento propicio para reemprender esfuerzos en el desarrollo de alternativas de manejo de esta importante plaga.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los estudiantes de la Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí por su colaboración en la toma de datos. Igualmente, se agradece a la Dra. Pamela Anderson, M.Sc. Luís E. Dicoyskiy, Lic. Lilliam Lezama e Ing. Nora Fiallos por su colaboración. Finalmente, se agradecen los comentarios de los revisores anónimos y al proyecto OXFAM-Québec-EAGE.

Literatura citada

Andrews, K. 1989. Modelos de investigación y transferencia de tecnología en manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas* 13:65-82.

CATIE-MIP/AF (NORAD). 2000. Informe de las actividades y resultados del ciclo 1999-2000 en la región de Las Segovias. Septiembre 2000.

Bogran, CE; Obrycki, JJ; Cave, R. 1998. Assessment of biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in Honduras. *Florida Entomologist*. 81:384-393.

Brown, JK. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. *FAO Plant Protection Bulletin* 42(1-2):3-32.

Dittrich, V; Ernst, SGH. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. pp. 263-285. *In* Gerling, D. ed. *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management*. Andover, UK, Intercept Ltd.

Encuentro Nacional Hortícola 2001. Encuesta a técnicos extensionistas hortícolas 2001. Nicaragua, 15 y 16 de marzo del 2001.

Gerling, D; Horowitz, AR; Baumgaertner, J. 1986. Autoecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17:5-19.

_____. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 63:13-21.

Greathead, AH. 1986. Host plants. *In* Cock, MJW. ed. *Bemisia tabaci: a Literature survey*. Silwood Park, UK, CAB Intl. p. 17-26.

Hilje, L. 1995. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. *Manejo Integrado de Plagas* 35:46-54.

_____. 1996. Metodología para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba, CR, CATIE. 150 p.

_____. 2001. Aspectos bioecológicos y epidemiológicos claves para el manejo del complejo mosca blanca-geminivirus. *In* Taller Nacional Hortícola (6, Santa Cruz, Estelí, NI). 3-6 de julio. 10 p.

Horowitz, AR; Ishaaya, I. 1996. Chemical control of *Bemisia*-Management and applications. *In* Gerling, D; Mayer, RT. eds. *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management*. Reino Unido, Intercept. p. 537-556.

Hruska, AJ. 1994. Nuevos temas en la transferencia de tecnologías de manejo integrado de plagas para productores de bajos recursos. *Manejo Integrado de Plagas* 32:36-43.

Kraemer, P. 1966. Serious increase of cotton whitefly and virus transmission in Central America. *J. Econ. Entomol.* 59:15-31.

Maes, 2000. Insectos asociados con cultivos tropicales. Nicaragua, Museo Entomológico de León. CD-ROM.

Nunes, C. 2002. Importancia de factores bióticos y abióticos en la fluctuación poblacional de la mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae). *In* Congreso Nacional de Manejo Integrado de Plagas (6, Managua, NI). Memorias. Nicaragua. p.43.

Prabhaker, N; Coudriet, DL; Meyerdirk, DE. 1985. Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Appl. Biol.* 3:664-671.

Solórzano, MZ; Padilla, CD; Sediles, A; Monterrey J; Castillo, P. 2001. Informe Nacional de Nicaragua sobre mosca blanca. *In* Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal (4, Cuba). Resúmenes. Cuba. p. 190-197.

_____; Padilla, CD; Sediles, A; Monterrey J; Castillo, P. 2002. Informe de Nicaragua. X Taller Iberoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus. *Revista de Protección Vegetal* 17(2):87-95.

“Selección de plantas de cacao resistentes a la moniliasis usando savia del floema y fluidos embriónicos de frutos jóvenes”

Enrique Arévalo G.¹
Cecilia Ortiz B.¹
Luis Zúñiga C.¹
Janet Gonzales V.¹

Introducción

La moniliasis del cacao, causada por el hongo *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) Evans et ál., ocasiona pérdidas anuales que varían entre países y regiones llegando a niveles mayores al 90% (Barros 1977). *M. roreri* infecta solo frutos, en cualquier estado de crecimiento, siendo más susceptibles antes de los 90 días. El primer indicador de su ataque es la aparición de manchas con apariencia de madurez precoz sobre la mazorca, sin otro síntoma externo; las manchas se vuelven de color pardo y después crecen hasta cubrir toda la superficie del fruto. En condiciones favorables, las manchas se cubren con una capa de micelio blanco que tiene gran cantidad de esporas. Las esporas pueden permanecer adheridas a la superficie de la mazorca durante mucho tiempo en forma de polvo blanco, siendo una fuente de inóculo de fácil dispersión. Algunos frutos infectados pueden no mostrar síntomas externos, pero al abrirlos se encuentra en ellos líquido en abundancia, que resulta de la degradación de tejidos por el patógeno (Evans 1981, Arévalo 1992).

Se ha logrado cierto control de la enfermedad con la aplicación de sustancias químicas a base de cobre (Ram 1989). El control cultural (remoción de frutos infectados) tiene poco éxito si la incidencia es alta, pues el patógeno tiene una gran capacidad de esporulación sobre frutos infectados, ocasionando una alta presión de inóculo. El mejoramiento genético aún no encuentra resultados exitosos en el control de la moniliasis, a pesar del esfuerzo de varios países en la búsqueda e identificación de genotipos resistentes.

En el Perú, son escasos los trabajos orientados a la obtención de genotipos resistentes; sin embargo, en los últimos años se hicieron trabajos de selección recurrente del cacao en las cuencas del Ucayali y Huallaga, estableciendo Bancos de Germoplasma donde la base genética de resistencia es incipiente. En Ecuador se reportan algunos genotipos tolerantes a la enfermedad. En este esfuerzo, uno de los factores limitantes de la búsqueda de plantas resistentes es el tiempo que demanda este proceso, por lo que se hace necesario buscar metodologías que ayuden a acelerar la obtención de genotipos resistentes.

Diversas técnicas han sido usadas para la evaluación de resistencia de genotipos de cacao, como las inoculaciones artificiales con suspensión de esporas aplicadas al fruto. La técnica de extraer savia del floema de la planta de cacao para evaluar el porcentaje de germinación de basidiosporas de *Moniliophthora perniciosa*, correlacionando ésta con la resistencia, es una posibilidad para acelerar el proceso de búsqueda de plantas resistentes (Bastos 1996, Bastos y Albuquerque 2000). Aún no se cuenta con un método rápido y eficiente para evaluar genotipos tolerantes o resistentes a la moniliasis; luego de algunas modificaciones, se probó la técnica de extracción de savia del floema y fluido embrionario de semillas de frutos jóvenes de cacao, partiendo de la premisa de que la germinación de esporas de *M. roreri* en estos fluidos podría asociarse a algún tipo de resistencia o tolerancia al patógeno (Ortiz et ál. 2004). La finalidad del presente trabajo consiste en explicar esta metodología.

¹ Instituto de Cultivos Tropicales. ICT-NAS/CICAD-OEA/USDA-ARS. Bda. del Shilcayo, Tarapoto, San Martín, Perú. e.arevalo.ict@terra.com.pe

Extracción y conservación de savia del floema

Para la extracción de savia de la planta de cacao luego de su selección, primeramente se desinfesta y flamea el área de perforación en el tronco o rama (Fig. 1).

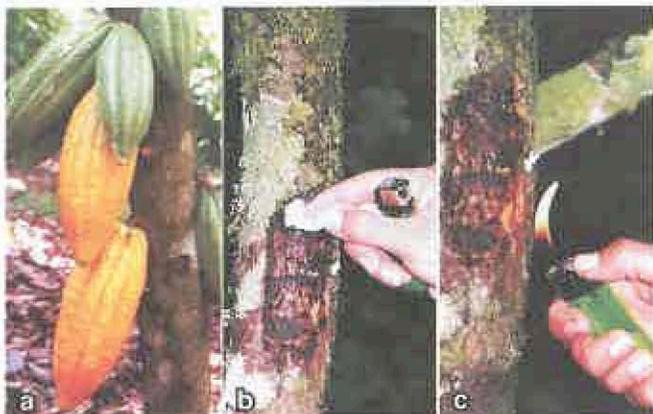


Figura 1. a) Planta de cacao seleccionada; b) y c) desinfestación y flameado del área de perforación.

Con una navaja desinfestada se extrae la corteza superficial y con un berbiquí manual previamente desinfestado se hace una perforación de 5 x 1 cm aproximadamente. Luego, se coloca un tubo de ensayo de 30 ml al cual se acondiciona una manguera plástica resistente (15 x 0,6 cm), cuyo extremo libre se introduce en la cavidad del tronco, y se sella con plastilina (Fig. 2).



Figura 2. a) Eliminación de la corteza superficial; b) perforación del tronco con la ayuda de un berbiquí manual; c) introducción del tubo acondicionado con una manguera y su fijación en el árbol.

Finalmente, el tubo se rotula con el nombre de la muestra. Es importante señalar que todo el material debe esterilizarse. Después de 48 horas el tubo de ensayo se retira, la savia recolectada se filtra a través de filtros de jeringa Millipore 0,2 μm y se almacena a 4 °C.

Se recomienda realizar tres repeticiones por muestra.

Extracción y conservación del fluido embrionario de semillas de frutos

Para la extracción del fluido embrionario, se seleccionan y recolectan frutos de cacao de aproximadamente 2 meses de edad y de diferentes clones. Los frutos recolectados se llevan al laboratorio, se lavan y se parten longitudinalmente por la parte central.

El fluido embrionario, ubicado en los orificios de las semillas inmaduras de cacao, se extrae con la ayuda de una jeringa hipodérmica y posteriormente se filtra a través de filtros Millipore de 0,2 μm y se almacena a 4 °C. Es importante señalar que todo el material utilizado, al igual que en el caso anterior, debe ser correctamente esterilizado. Por cada clon se recolectan en promedio seis frutos (Fig. 3)

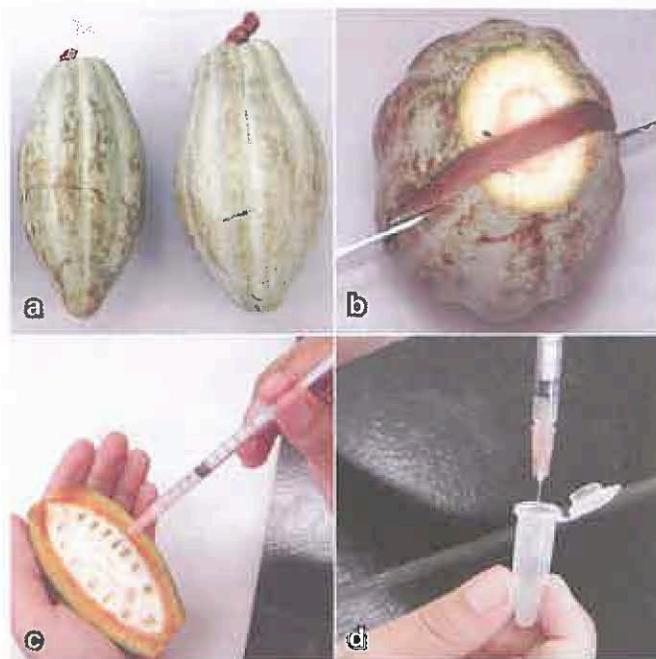


Figura 3. a) Frutos seleccionados de clones conocidos; b) corte central longitudinal del fruto; c) extracción del fluido embrionario con la ayuda de una jeringa; d) acondicionamiento del fluido extraído en un tubo Eppendorf para su posterior uso.

Cultivo y preparación de la suspensión de esporas de *M. royeri*

A partir de un aislamiento de *M. royeri* en medio V8MAA (200 ml jugo V-8, 20 g maltosa; 1 g asparagina; 17 g agar) de 15 días, se prepara una suspensión de esporas a la concentración de 1×10^7 conidias/ml a la que se agrega 0,01% de Tween® 20 (Fig. 4).

Pruebas de germinación de esporas

Para las pruebas de germinación de esporas de *M. royeri* en la savia y fluido embrionario obtenidos, se depositan



Figura 4. a) Aislamiento de *Moniliophthora roreri* de 15 días de edad; b) cuantificación de esporas; c) preparación de la suspensión de esporas.

gotas de 10 μ l de la suspensión de esporas del hongo en 4 puntos equidistantes de una placa de Petri con medio YEA (extracto de levadura-agar, pH 6,0), servido 24 horas antes de la prueba. Sobre cada una de las gotas de esporas se coloca, con la ayuda de una pipeta, la misma cantidad de savia o fluido embrionario. Las placas se incuban a temperatura ambiente (28 °C). El porcentaje de germinación de esporas se registra 24 horas después, colocando sobre cada punto prueba una gota de azul de lactofenol y sobre esta una laminilla, para visualizar y detener la actividad del hongo. La lectura de la germinación se realiza bajo un microscopio compuesto (Fig. 5).

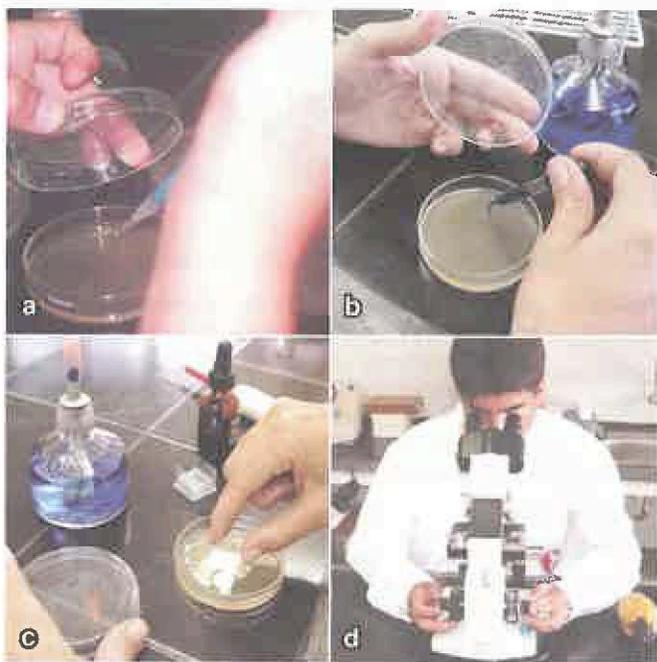


Figura 5. a) Colocación de una gota de suspensión de esporas de *Moniliophthora roreri* en medio YEA; b) gota de azul de lactofenol para detener la germinación; c) laminilla de vidrio para facilitar la observación; d) lectura del porcentaje de germinación bajo el microscopio.

Conclusiones

La selección de plantas de cacao resistentes a la moniliasis relacionando la germinación de esporas de *M. roreri* en la savia del floema o en los fluidos embrionarios de semillas jóvenes de estas plantas de cacao se presenta como una opción rápida que podría ayudar a seleccionar plantas en el campo. Cuando usamos el fluido embrionario existe una mayor relación, debido a que *M. roreri* afecta particularmente los frutos. Sin embargo, falta ajustar aún más el método para que pueda arrojar resultados enteramente confiables.

Literatura citada

- Arévalo, GE. 1992. Estudio de la Moniliasis del Cacao causada por *Moniliophthora roreri* (Cif & Par.) Evans et al. en la Selva Norte del Perú. Tesis Msc. Escuela de Graduados de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. Lima, Perú. 93 p.
- Barros, O. 1977. Investigaciones sobre el hongo *Monilia roreri* Cif. & Par., causante de la pudrición acuosa de las mazorcas del cacao, sus daños y su control. El Cacaotero Colombiano 3:42-52.
- Bastos, CN. 1996. Utilização da seiva de *Theobroma cacao* para avaliação e indução de resistência a *Crinipellis pernicioso*. Fitopatología Brasileira, Brasília-DF, v. 21, p. 389.
- Bastos, CN; Albuquerque, PSB. 2000. Witches' broom disease assessment for resistance in cocoa clones using phloem sap. Fitopatología Brasileira 25:556-558.
- Evans, HC. 1981. Pod rot of cacao caused by *Moniliophthora* (*Monilia*) *roreri*. Phytopathological Paper No. 24, 44 p.
- Ortiz, BC; Arévalo, GE; Adiazola J; Zúñiga CL. 2004. Evaluación de la resistencia de genotipos de cacao a la moniliasis usando la savia del floema y frutos. Instituto de Cultivos Tropicales, NAS-ICT/CICAD-OEA. Resumen del XVIII Congreso Peruano de Fitopatología del 22 al 27 de Agosto del 2004- Huaraz. p. 68.
- Ram, A. 1989. Biology, Epidemiology of moniliasis (*Moniliophthora roreri*) of cacao. Thesis Ph D. Imperial College of Science and Technology. Ascot, England. 310 p.

Plagas Forestales Neotropicales

Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx)
Marcela Arguedas (marguedas@itcr.ac.cr)
Luko Hilje (lhilje@catie.ac.cr)
José Cola Zanuncio (zanuncio@mail.ufv.br)

EDITORES

No. 18

Diciembre, 2005

Hypsipyla en el CATIE

Históricamente el CATIE ha sido reconocido como un centro de fuerte tradición en la investigación para el manejo integrado de *Hypsipyla grandella*. Ella data de los años 70 cuando, durante casi un decenio, el proyecto del Grupo de Trabajo Interamericano sobre *Hypsipyla grandella* hizo aportes pioneros y notables, de gran envergadura. Dichos esfuerzos se retomaron años después, aunque con menos recursos financieros, enfocándose hacia el mejoramiento genético, los cuales continúan vigentes.

Pero, también, en años recientes se han abordado otros aspectos (bioecología, control biológico y extractos vegetales con actividad disuasiva o tóxica) por parte del personal asociado con el Laboratorio de Entomología, cuyas publicaciones formales aparecen a continuación, y están disponibles para quienes las soliciten:

Hilje L; Cornelius, J. 2001. ¿Es inmanejable *Hypsipyla grandella* como plaga forestal? Hoja Técnica No. 38. Manejo Integrado de Plagas.

Mancebo, F; Hilje, L; Mora, GA; Salazar, R. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre larvas de *Hypsipyla grandella*. Manejo Integrado de Plagas 55: 12-23.

_____; Hilje, L; Mora, GA; Salazar, R. 2000. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Crop Protection 19(5): 301-305.

_____; Hilje, L; Mora, GA; Salazar, R. 2000. Fagodisuasión de extractos vegetales en larvas de *Hypsipyla grandella*. Revista Forestal Centroamericana 31: 11-15.



Hypsipyla alimentándose de un fruto de caoba.

_____; Hilje, L; Mora, GA; Salazar, R. 2002. Biological activity of two neem (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae) products on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Crop Protection 21: 107-112.

Mancebo, F; Hilje, L; Mora, GA; Castro, VH; Salazar, R. 2001. Biological activity of *Ruta chalepensis* (Rutaceae) and *Sechium pittieri* (Cucurbitaceae) extracts on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Revista de Biología Tropical 49(2): 501-508.

Pérez, J; Mesén, F; Hilje, L; Aguilar, ME. 2002. Desarrollo de un método de micropropagación aplicable a genotipos selectos de *Cedrela odorata* L. Optimización de la fase de multiplicación. Revista Forestal Centroamericana 38: 67-71.

_____; Mesén, F; Hilje, L; Aguilar, ME. 2006. Método de micropropagación aplicable a genotipos selec-

tos de *Cedrela odorata* L. Fases de desarrollo y enraizamiento. Recursos Naturales y Ambiente (Costa Rica) 46-47: 146-151.

Soto, F; Hilje, L; Mora, GA; Carballo, M. 2006. Antifeedant activity of *Quassia amara* (Simaroubaceae) wood extract fractions on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Agriculture and Forest Entomology. (Aceptado).

_____; Hilje, L; Mora, GA; Aguilar, ME; Carballo, M. 2006. Systemic activity of botanical materials on *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. Agriculture and Forest Entomology. (Submitted).

Taveras, R; Hilje, L; Carballo, M. 2004. Development of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) in response to constant temperatures. Neotropical Entomology 33(1): 1-6.

_____; Hilje, L; Hanson, P; Mexzon, R; Carballo, M; Navarro, C. 2004.

Population trends and damage patterns of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae) in a mahogany stand, in Turrialba, Costa Rica. *Agriculture and Forest Entomology* 6: 89-98.

Varón, EH; Barbera, N; Hanson, P; Carballo, M; Hilje, L. 2005. Potencial de depredación de *Hypsipyla grandella* por hormigas, en cafetales de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 74: 17-23.

Vargas, C; Shannon, PJ; Taveras, R; Soto, F; Hilje, L. 2001. Un nuevo método para la cría masiva de *Hypsipyla grandella*. Hoja Técnica no. 39. *Manejo Integrado de Plagas*.

Contacto:

Luko Hilje
lhilje@catie.ac.cr

Muerte regresiva en cedro rosado en Ecuador

Acrocarpus fraxinifolius Wight et Arm "cedro rosado" (Fabaceae: Leguminosae) es una especie forestal originaria del sudeste asiático que en los últimos años ha venido introduciéndose en los sistemas de producción de la región litoral del Ecuador. El rápido crecimiento y las buenas características de la madera han hecho que se la considere como una especie promisoría en la reforestación de la región, cautivando la atención de productores madereros y pequeños agricultores para que establezcan plantaciones puras o incorporen la especie en sus sistemas agroforestales. Sin embargo, actualmente está presentando una extraña, compleja y mortal enfermedad que mata a los árboles de forma descendente (muerte regresiva), provocando el desánimo de quienes invirtieron en esta especie forestal.

La enfermedad fue detectada por primera vez en septiembre del 2005 en una pequeña plantación de aproximadamente 2 ha de la hacienda "Agrícola Surabaya", ubicada en el km 34 de la vía Santo Domingo de Los Colorados - Quevedo (00°29'12"S y 79°20'42"O), Ecuador. Los árboles poseían una edad de 1,5 años, dispuestos en un arreglo espacial de 4 x 3,20 m aproximadamente.

En el momento de evaluar la incidencia de la enfermedad en el campo



Sección del fuste de un árbol enfermo mostrando el daño severo en el xilema

se contaron 1159 árboles, de los cuales 37,75% estaban muertos en pie, 9,92% mostraban síntomas de enfermedad y los demás 52,33% aparentemente estaban sanos. Estudios fitopatológicos efectuados en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), mediante el aislamiento de cultivos puros de microorganismos aislados a partir de tejidos afectados de siete árboles enfermos, permitieron determinar la presencia de tres hongos fitopatógenos asociados a la letal enfermedad: *Ceratocystis fimbriata*, *Macrophoma* sp. y *Fusarium* sp. Los microorganismos antes mencionados se aislaron en todos los árboles analizados en el laboratorio.

La enfermedad de *A. fraxinifolius* es bastante parecida a la detectada en *Schizolobium parahybum* Vell. Blake "pachaco" (Fabaceae: Leguminosae) en la década de los años 90 en Ecuador. Además, los microorganismos aislados de cedro rosado son los mismos que frecuentemente se obtienen a partir de tejidos procedentes de árboles enfermos de pachaco.

Este es el primer reporte que ilustra la presencia de la enfermedad de muerte regresiva en *A. fraxinifolius* en Ecuador.

Contacto:

Carlos Belezaca Pinargote, Ing. Forestal. Investigador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. cbelezaca@yahoo.com



Cedro rosado afectado por muerte regresiva.

***Palmistichus elaeisis*, una alternativa de controle para a lagarta parda do eucalipto**

Lepidópteros desfolhadores são importantes em plantios de eucalipto com muitas espécies nativas desse grupo apresentando surtos frequentes e danos. *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera Geometridae) (Fig. 1) é a lagarta desfolhadora de eucalipto, mais estudada no Brasil e em outros países como a Venezuela, e presente

na maioria das áreas cultivadas com essa planta. Em 2006, cerca de 30.000 hectares de florestas implantados com eucalipto foram desfolhados por essa praga no estado de Minas Gerais, Brasil.

O controle químico de *Thyriniteina arnobia*, também, conhecida como “lagarta parda do eucalipto”, pode apresentar eficiência, mas suas limitações incluem dificuldade de aplicação dos inseticidas, redução de populações de inimigos naturais, intoxicação e contaminação ambiental, aumento dos custos e surgimento de insetos resistentes. Isso tem motivado a busca de outros métodos de controle, visando reduzir a densidade populacional dessa praga, com destaque para o controle biológico aplicado (utilização de bactérias entomopatogênicas, percevejos predadores e parasitóides), que possibilita a integração dos sistemas de manejo de pragas em áreas florestais.

Os parasitóides são inimigos naturais de grande importância para o equilíbrio do agroecossistema pela sua diversidade e altos níveis de parasitismo sobre seus hospedeiros. O parasitóide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) se desenvolve, principalmente, em pupas de lepidópteros e, portanto, impede a emergência de adultos de algumas espécies desse grupo de insetos que são considerados pragas. Em condições naturais, *Palmistichus elaeisis* parasitou pupas de *Thyriniteina arnobia* (Figura 1D) e *Thyriniteina leucoceraea* (Lepidoptera: Geometridae). Em laboratório, além desses hospedeiros, *Palmistichus elaeisis* parasitou de 85 a 100% das pupas de *Bombyx mori* (Lepidoptera:

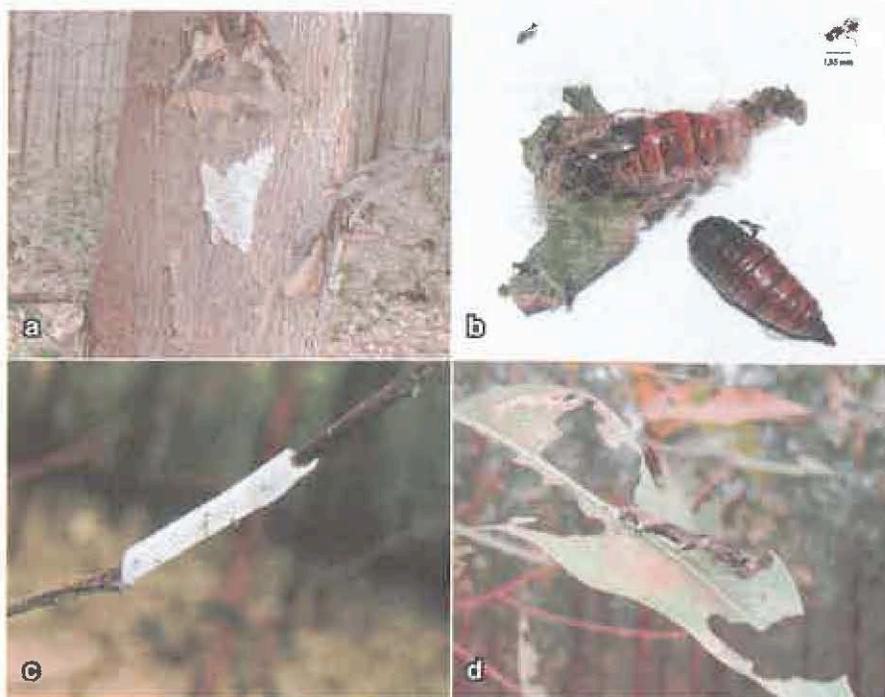


Figura 1. Acasalamento (A), postura (B), lagarta de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) (C), fêmea de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupa de *Thyriniteina arnobia* (D).

Bombycidae), *Alabama argillacea*, *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), *Dirphia moderata* (Lepidoptera: Saturniidae), *Halysidota pearsoni* (Lepidoptera: Arctiidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) que podem ser utilizados como hospedeiros alternativos para sua criação.

A facilidade de ser criado em grandes quantidades e ser generalista caracteriza *Palmistichus elaeisis* como um agente promissor para ser utilizado no controle de lepidópteros desfolhadores de eucalipto. Pesquisas estão sendo conduzidas pelo Laboratório

de Controle Biológico de Insetos da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, para disponibilizar a metodologia de criação massal e técnicas de liberação de *Palmistichus elaeisis* para o controle de *Thyriniteina arnobia* em plantios de eucalipto.

Contactos:

Fabrizio Fagundes Pereira (ffpereira@insecta.ufv.br) y José Cola Zanuncio (zanuncio@ufv.br), Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36.571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Noticias

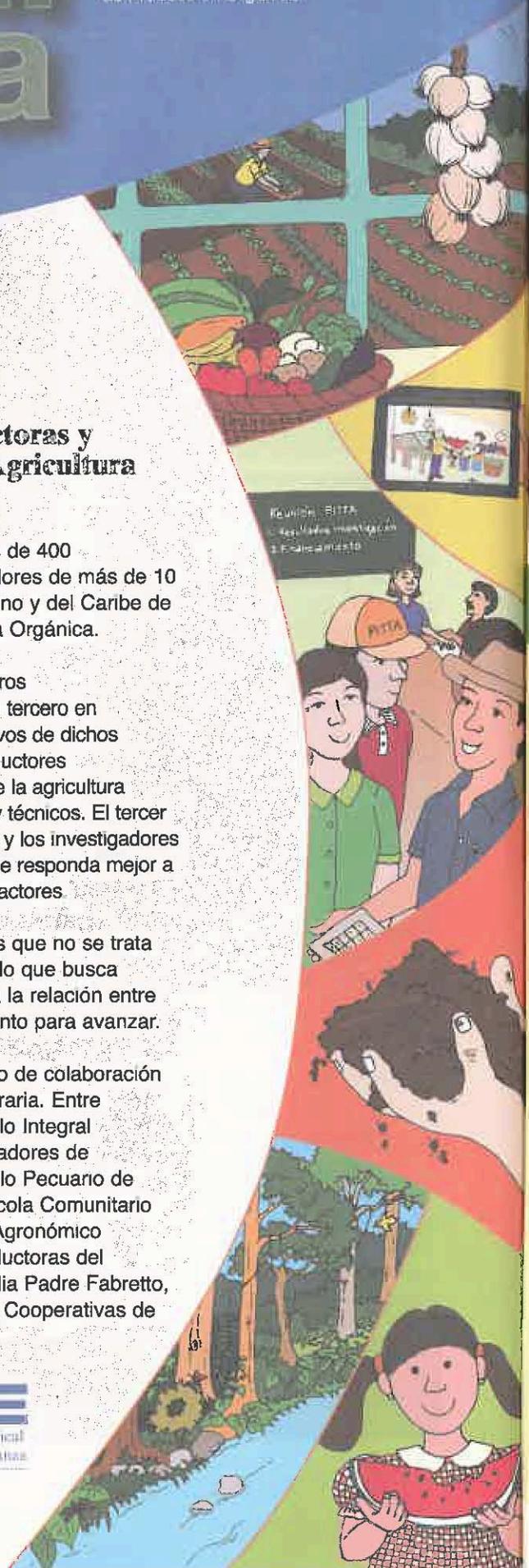
I Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Productoras y Productores Experimentadores e Investigadores en Agricultura Orgánica

El pasado 26 al 29 de setiembre se dieron cita en Managua, Nicaragua, más de 400 productores, productoras, técnicos, extensionistas, empresarios e investigadores de más de 10 países de Latinoamérica y Europa para realizar el I Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Productores y Productoras Experimentadoras e Investigadores en Agricultura Orgánica.

Estos encuentros se iniciaron en el año 2003 en Costa Rica como Encuentros Mesoamericanos y del Caribe, realizándose el segundo en Cuba en el 2004 y el tercero en Chapingo, México, donde se acordó ampliarlos a toda Latinoamérica. Los objetivos de dichos eventos son reconocer y fomentar la investigación en finca que realizan los productores experimentadores, investigación necesaria para el desarrollo y fortalecimiento de la agricultura orgánica, así como promover el intercambio de experiencias entre productores y técnicos. El tercer objetivo es crear puentes entre los productores y productoras experimentadoras y los investigadores y académicos que trabajan en universidades para impulsar una investigación que responda mejor a las necesidades del sector, a través de una comunicación fluida entre todos los actores.

La agricultura orgánica muestra una vez más a través de los Encuentros que no se trata solo de una nueva técnica de producción, sino de una estrategia de desarrollo que busca mejorar desde las técnicas más básicas y su relación con el ambiente, hasta la relación entre los diversos actores, buscando una mayor colaboración y un esfuerzo conjunto para avanzar.

En sí misma, la organización del Encuentro en Nicaragua dio un ejemplo de colaboración entre diferentes organizaciones, coordinadas por la Universidad Nacional Agraria. Entre las organizaciones que colaboraron se encuentran la Asociación de Desarrollo Integral Comunitario (ADIC), Asociación Nicaragüense de Productores y Comercializadores de Abono Orgánico y Bioplaguicidas (ANPROCAB), Asociación para el Desarrollo Pecuario de Achuapa (ASODEPA), Asociación para la Diversificación y el Desarrollo Agrícola Comunitario (ADDAC), Bloque Intercomunitario Pro Bienestar Cristiano (BIPBC), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Federación de Mujeres Productoras del Campo (FEMUPROCAM), Fundación Entre Mujeres (FEM), Fundación Familia Padre Fabretto, Grupo de Promoción de la Agricultura Ecológica (GPAE), Asociación Liga de Cooperativas de



Nicaragua (CLUSA), OLA VERDE, Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC), Proyecto ECOMERCADOS, Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León (UNAN León), y la Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco de Estelí UCATSE.

Para la realización de los encuentros existe un Comité Internacional de Coordinación y apoyo conformado por el PITTA de Producción Orgánica de Costa Rica, el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba, el Programa de Agricultura Orgánica de la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), México, el Instituto de Investigación para la Agricultura Orgánica (FiBL), Suiza, la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Nicaragua y la Plataforma BruckeLepont.

Durante el Encuentro se realizaron giras para visitar experiencias de productores en Estelí, Masaya, Carazo, León, Chinandega y Matagalpa. Simultáneamente

al Encuentro tuvo lugar además la Primera Feria de Productos Orgánicos, donde se premiaron las mejores exposiciones de productores. En una votación por país, se eligió a Guatemala como la sede del evento para el año 2007.



Gira de campo durante el encuentro (foto: Gabriela Soto).

Mercados orgánicos

El éxito del mercado de productos orgánicos: ¿una amenaza para los pequeños productores?

Philippe Descamps, Productor Orgánico, PITTA P.O.

Charla Introductoria del V Encuentro Nacional de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción orgánica campesina: enfrentando la competitividad con justicia social y respeto al ambiente. EARTH, Costa Rica, Agosto, 2006

Con un tamaño de 34000 millones de dólares y un crecimiento anual de cerca del 15%, el mercado de productos orgánicos es uno de los mercados que experimenta el desarrollo más dinámico. Con un desarrollo tan fuerte, los pequeños productores podrían sentirse optimistas, sin embargo, el panorama no es tan prometedor si no se sabe tomar las medidas adecuadas...

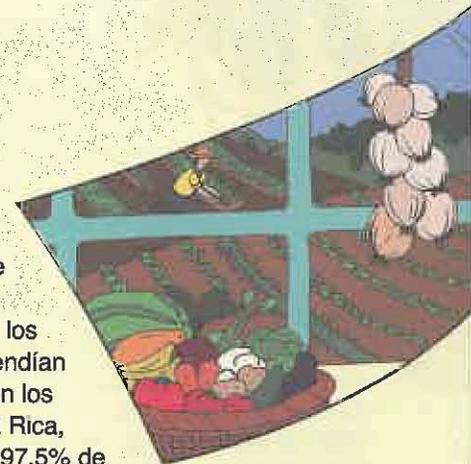
En primer lugar, hay que ver qué tipos de alimentos orgánicos sufren el mayor crecimiento. Las frutas y verduras frescas representan un 40% del mercado global y crecen un 8,4% por año; en cambio, los productos procesados representan un 60% de las ventas y crecen un 36% anualmente. También tenemos que analizar dónde y quiénes venden los productos orgánicos.

En 1991, 93% de los productos orgánicos se vendían en tiendas verdes, ferias o de forma directa y, solamente el 7% se vendía en supermercados. En 2003, los productos orgánicos se vendían en promedio en un 50% en los supermercados. En Costa Rica, se estima que en 2005 el 97,5% de la producción certificada de consumo interno se vendió en los supermercados.

Finalmente, hay que saber que las pequeñas marcas de productos orgánicos van desapareciendo al ser compradas por corporaciones de la agroindustria, tales como la Coca Cola, Kraft, Kellogg, General Mills, Novartis, Cadbury y otras.

¿Qué implicaciones tiene todo esto para el pequeño productor? Podemos observar claramente ciertas tendencias:

- La demanda aumenta fuertemente, pero aumenta especialmente para productos procesados.
- Las empresas procesadoras y distribuidoras son corporaciones que tienen exigencias estrictas



en cuanto a grandes volúmenes de compra, homogeneidad del producto, abastecimiento constante, "calidad" estética y certificaciones.

Con la estructura actual de producción que tienen los pequeños productores, es claro que estas tendencias no favorecen el desarrollo de la pequeña agricultura orgánica campesina. Para mitigar estos riesgos es fundamental que los productores establezcan relaciones directas con los consumidores para fortalecer el mercado local directo. Sin embargo, el desarrollo de mercados locales "alternativos" no es suficiente. Los productores

deben unirse para lograr una integración horizontal. De esta manera, podrán producir los volúmenes exigidos por los distribuidores y ofrecer la homogeneidad y la constancia de oferta requeridas.

Es fundamental también desarrollar la integración vertical logrando procesar los productos para aumentar el valor agregado. Finalmente, es muy importante que los productores se capaciten para ser mejores administradores y negociadores y para entender mejor el entorno político-económico en el que se desenvuelven.

Cultivo de frijol tapado con poró

Familia Guevara Bermúdez

Resumen presentado en el V Encuentro Nacional

de Agricultores Experimentadores e

Investigadores en Agricultura Orgánica,

EARTH, Costa Rica, Agosto, 2006



En la localidad de Santa Cecilia de Pejibaye, la familia Guevara Bermúdez ha cultivado por varios años su frijol de consumo y semilla bajo el método de frijol tapado. Para realizar esta labor no se utilizan los tacotales en forma tradicional, sino que han acondicionado un área de ladera con siembra de poró, el cual dejan crecer durante todo el año y, en la última semana de noviembre, hacen la tapa del frijol cortando y picando ramas y hojas de estos arbustos. No se utiliza ningún agroquímico y todo el trabajo es manual. El área por tapar es de 0,5 ha y en la cosecha veranera 2005 cosecharon 9 qq de frijol.



Campo de frijol tapado con *Erythrina* o poró (foto: Ólger Benavides, MAG).

Datos

Área: 0,5 ha

Producción: 9 qq

Semilla regada: 32 kg

Varietal cultivada: Vainica blanca

Tipo: indeterminado I

Uso: consumo y semilla

Publicaciones



La Producción Orgánica en la Argentina: historia, evolución y perspectivas. Compilado por Marcelo País. 626 pgs. Este libro es un interesante análisis de la evolución de un movimiento pionero en América Latina, que dada la visión e impulso de sus gestores y promotores catapultó

a la Argentina a una posición líder en el mundo en desarrollo en cuanto a superficie, número de agricultores, innovación tecnológica, comercialización y mercado de productos agrícolas orgánicos. Para ordenar este libro, visite la página www.mapo.org.ar

Futuros eventos de producción orgánica

Tutorial a distancia por Internet: Producción Orgánica de Cultivos y Frutales.

Orientado a Profesionales, Técnicos y Productores. Consultas: CET - Centro de Educación y Tecnología.

Tel: (56-2-) 234 11 41. Santiago - Chile

www.clades.cl

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología



¿Desea ser patrocinador de la Revista MIPA?

Cada vez hay más empresas involucradas en la generación y comercialización de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) y agroecología. Asimismo, hay una amplia y creciente demanda de dichas tecnologías, pero muchas veces los usuarios desconocen cómo adquirirlas.

En su nueva etapa, tras 17 años de publicación ininterrumpida, la revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología desea constituirse en una herramienta para que dichos usuarios cuenten con un directorio de aquellas empresas interesadas en el desarrollo de sistemas productivos sostenibles, la conservación de los recursos naturales, y la protección de la salud de los agricultores y los consumidores.

Nuestra revista es el único foro en español específicamente dedicado al manejo integrado de plagas y la agroecología. Llega a 27 países del mundo. Además, está disponible en línea.

La imagen de su empresa estará vinculada a una publicación amparada por una de las instituciones agrícolas más prestigiosas de América Latina —el CATIE—, y a una revista indexada en las principales bases de datos internacionales en agricultura y premiada por el CONICIT de Costa Rica con el Premio a la Editorial Científica y Tecnológica.

Espacio publicitario (US \$ 600 por año)

- Diseño y diagramación del anuncio de su empresa, a todo color.
- Publicación impresa de su anuncio a todo color en cada número de la revista.
- Enlaces electrónicos al portal (sitio web) de su empresa.
- Dos ejemplares gratuitos de cada número de la revista durante el año de publicidad.

Patrocinio (US \$ 1500 por año)

- Publicación del logo de su empresa en la contratapa de cada número de la revista, resaltando así el compromiso de su empresa con la agricultura sostenible.
- Diseño y diagramación del anuncio de su empresa, a todo color.
- Entrega del original electrónico diseñado para su distribución adicional por medio impreso o electrónico.
- Publicación impresa de su anuncio en cada número de la revista.
- Enlaces electrónicos al portal (sitio web) de su empresa.
- Seis ejemplares gratuitos de cada número de la revista durante el año del patrocinio.
- El patrocinio es deducible del impuesto sobre la renta en Costa Rica (sede del CATIE).



Patrocinadores

La Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología se complace en anunciar que, como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, cuenta con patrocinadores, los cuales aparecen anunciados en este espacio.



**United States
Department of Agriculture
FAS/ICD/RSED**



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