

ISSN 1016-0469

Manejo Integrado de Plagas

No. 44

Junio 1997



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, República de Panamá, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA CATIE

DIRECTOR GENERAL

Rubén Guevara Moncada

SUBDIRECTOR GENERAL

Rómulo Olivo

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA Y COOPERACIÓN EXTERNA

Pedro Ferreira

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO

Markku Kanninen

PROGRAMA DE PROYECCIÓN EXTERNA

Gerardo E. Häbich

COMITE EDITORIAL OPERATIVO

Elkin Bustamante, Presidente
Joseph L. Saunders
Luko Hilje
Bernal Valverde M.
Philip Shannon
Wilberth Phillips M.
Galileo Rivas Platero
Laura Rodríguez, Editora

GRUPO ASESOR DE REVISIÓN:

CATIE

Elkin Bustamante
Manuel Carballo
Duglas Cubillo
Israel Garita
Eduardo Hidalgo
Luko Hilje
Galileo Rivas
Joseph Saunders
Bernal Valverde
Carlos Vargas

CENICAFE

Alex Bustillo

DOW ELANCO

Enrique Rojas

EARTH

Ramiro de la Cruz

UCR

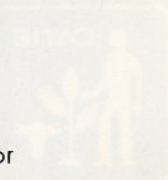
Helga Blanco

Dirección: Elkin Bustamante

Edición: Laura Rodríguez

Diseño Gráfico y Textos: Yorlene Pérez y Guiselle Brenes

Foto: *Saccharum spontaneum* una maleza que día a día adquiere mayor importancia en el Continente Americano.
(Dr. Ramiro de la Cruz, Escuela de Agricultura de la Región Trópic Humeda).



Manejo Integrado de Plagas

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

No.44

Junio 1997

CONTENIDO

	Pág.
INFORMES DE INVESTIGACION	
La rotación de cultivos como alternativa ecológica y económica para el monocultivo del algodón Helmut Eiszner, Víctor Blandón, Jurgen Pohlan	1-6
Adherencia y parasitismo de <i>Pasteuria penetrans</i> en <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>Meloidogyne arabicida</i> Tomás Rojas Miranda, Nahúm Marbán-Mendoza, Nelly Vásquez	7-13
Compatibilidad de <i>Beauveria bassiana</i> y extractos acuosos de nim (<i>Azadirachta indica</i>) para el control de broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>) Daniel A. Rodríguez-Lagunes, Angel Lagunes-Tejada, David Riestra-Díaz, Concepción Rodríguez-Maciel Juan Velázquez-Mendoza, Enrique Becerril-Román, Silvia Rodríguez-Colorado, Evaristo Pacheco-Velasco	14-19
Resistencia del pasto honduras (<i>Ixophorus unisetus</i>) a herbicidas inhibidores de la sintetasa del acetolactato Lilliana Cháves, Bernal E. Valverde, Israel Garita	20-25
Umbral mínimo de desarrollo de <i>Tetranychus tumidus</i> en el cultivo del plátano Rubén P. Pérez Alvarez, Lérica Almaguel Rojas, Eudaldo de la Torre López, Milagros Domínguez Barrios	26-28
HOJA TECNICA	
Biota rizósferica: un recurso para promover el crecimiento y la protección de las plantas Jairo Cuervo, Gonzalo Galileo Rivas	i-iv
SECCION INFORMATIVA	
Reseñas de Publicaciones	29
Tesis Postgrado CATIE	31
Mosca Blanca al Día	34
Futuros Eventos	36

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



LA ROTACION DE CULTIVOS COMO ALTERNATIVA ECOLOGICA Y ECONOMICA PARA EL MONOCULTIVO DEL ALGODON

Helmut Eiszner*
 Víctor Blandón**
 Jürgen Pohlan*

RESUMEN

El impacto agronómico y ecológico del cambio de barbecho - monocultivo algodón- hacia el cultivo de algodón en rotación con soya y ajonjolí, fue estudiado por la UNA, en el CEA, Posoltega, Nicaragua, desde 1987 hasta 1992. Una evaluación permanente bifactorial combinó cinco rotaciones y tres sistemas de manejo de malezas. El rendimiento mayor de algodón en rama (1368 kg/ha) se obtuvo después de la rotación con ajonjolí. La soya inoculada (1583 kg/ha) mostró mayor rendimiento que soya sin inoculación (1241 kg/ha); se observó mejor adaptación a siembras en mayo con precipitación irregular. Sin embargo, este sistema requiere mayor fertilización mineral para el cultivo sucesor. La composición de la flora adventicia cambió drásticamente debido a la reducción del período de barbecho e introducción del cultivo doble. En 1988, la abundancia total inicial fue de 139 ind./m², *Cyperus rotundus* alcanzó 94 ind./m², Poaceas 9 ind./m² y Dicotiledóneas 36 ind./m². En 1992 la abundancia total inicial aumentó a 241 ind./m², desapareciendo casi el *Cyperus rotundus* (8 ind./m²); ésta maleza fue reemplazada por las Poáceas (154 ind./m²). Las Dicotiledóneas duplicaron su abundancia a 79 ind./m². Cinco años después de establecido el experimento, con monocultivo de soya inoculada se observó la menor abundancia (182 ind./m²). La dominancia más baja (141 g/m²) se obtuvo con la rotación soya sin inocular - algodón.

Palabras claves: Rotación de cultivos, Algodón, Soya, Ajonjolí, Implicaciones ecológicas.

CROP ROTATION AS AN ECOLOGICAL AND ECONOMICAL ALTERNATIVE FOR COTTON MONOCULTURE

ABSTRACT

Agronomic and ecological impacts of changing from fallow - cotton monoculture to double-crop cotton in rotation with sesame and soybean was studied by the UNA Managua at CEA Posoltega, Nicaragua, from 1987 to 1992. A bifactorial permanent field experiment combined five rotations and three weed management systems. The highest cotton raw yield (1368 kg/ha) was obtained after a sesame crop. Inoculated soybean (1583 kg/ha) yielded higher than soybean without inoculation (1241 kg/ha), showing a better adoption to may growing season with irregular precipitation, but requiring a major mineral fertilization the succeeding crop. The composition of the flora changed drastically due to shortening of the fallow period and introduction of double cropping. In 1988, the total initial abundance was 139 ind./m², *Cyperus rotundus* with 94 ind./m², Poaceae with 9 ind./m² and Dicotyledoneae with 36 ind./m². In 1992, the total initial abundance augmented to 241 ind./m², nearly disappearing *Cyperus rotundus* with 8 ind./m², which was replaced by Poaceae (154 ind./m²). The Dicotyledoneae duplicated their abundance to 79 ind./m². Five years after starting the experiment, the soybean monoculture (inoculated) resulted in the least abundance with 182 ind./m². The lowest weed biomass (141 g/m²) occurred in the rotation soybean (without inoculation) - cotton.

Key Words: Crop rotation, Cotton, Soybean, Sesame, Ecological implications.

INTRODUCCION

El monocultivo es una característica común de la agricultura centroamericana. En Nicaragua, el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) se cultiva utilizando este sistema de producción desde el inicio de los años 50, llegando a alcanzar un área de siembra de 200000 ha a fines de los años 70. El manejo de este cultivo se

caracteriza por una preparación intensiva del suelo, empleo de insumos externos y un control de malezas convencional, con base en la aplicación de herbicidas preemergentes. Este tipo de agricultura cada vez más intensiva en la región de León, Chinandega, Nicaragua ha provocado graves daños agroecológicos, tales como la degradación estructural de los suelos y erosión tanto hídrica como eólica. Además llevó a un predominio indeseable de insectos, enfermedades y malezas, expresado en la reducción de la biodiversidad y la aparición de especies de difícil manejo agrícola (Blandon Rivera 1994). Esto elevó los costos de producción

Recibido: 14/02/96. Aprobado: 10/06/97.

*Dr. Agr., Universidad de Leipzig, Sección Ciencias Agrarias, Dpto. Agricultura Tropical Fichtestr. 28, D-04275 Leipzig, Alemania.

**Dr. Agr., Universidad Nacional Agraria (UNA) Km. 12 1/2 Carretera norte - Apartado 453. Managua, Nicaragua.

y redujo drásticamente el área de cultivo del algodón hasta llegar a 1500 ha en 1994.

Una solución al sistema barbecho - monocultivo algodón mediante un uso creciente de insumos internos, disminuiría a corto plazo los efectos negativos del monocultivo, pero su resultado no sería un sistema sostenible ecológica ni económicamente. La soya y el ajonjolí representan una alternativa viable para romper el sistema de monocultivo del algodón en la región del Pacífico de Nicaragua, debido a que compensan la reducción en la producción de aceite de algodón y aprovechan la infraestructura industrial y humana de la región. La soya (*Glycine max* (L.) Merr.) combina en forma ideal la alta producción de aceite con la capacidad de fijación de nitrógeno en la rotación.

El cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) se recomienda especialmente para pequeños productores porque demanda mucha mano de obra.

Con el objetivo de frenar los daños al agroecosistema, diversificar la producción y facilitar el manejo integrado de insectos, enfermedades y malezas, la Universidad Nacional Agraria (UNA), Nicaragua realizó un experimento en el Centro Experimental de Algodón (CEA), Posoltega, Nicaragua. Los objetivos de esta investigación fueron: -Evaluar la evolución del sistema barbecho - monocultivo algodón hacia un sistema de rotación barbecho - soya/ajonjolí - algodón. Valorar el efecto de la rotación de cultivos de soya/ajonjolí en el rendimiento del algodón, soya y ajonjolí. Determinar la reacción de la flora adventicia al cambio del sistema y a la rotación de cultivos.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en un área fija desde la siembra en agosto ó setiembre (conocida como siembra de postrera) de 1987 hasta la siembra en mayo (conocida como siembra de primera) de 1992. El CEA está ubicado en el municipio de Posoltega, Chinandega, Nicaragua 80 m.s.n.m., en las coordenadas 12°33' latitud norte y 86°59' longitud oeste. Holdridge (1960) clasificó esta zona como bosque tropical seco, en la cual la vegetación natural ha desaparecido virtualmente debido a la rápida expansión del monocultivo del algodón.

Con una temperatura promedio anual de 27,5°C y 1890 mm de precipitación anual, la localidad experimental presenta un período seco de noviembre a abril, acompañado de altas temperaturas. Las condiciones climáticas son aceptables para los cultivos de algodón, soya y ajonjolí considerados en la rotación. El suelo es de origen volcánico, profundo, moderadamente drenado y con buen contenido de materia orgánica; pertenece a la serie El Ingenio (Catastro 1971), clasificado como Andosol según FAO-UNESCO (1974). Las propiedades físicas y químicas del suelo (Cuadro 1) ofrecen las condiciones de nutrición adecuadas para los cultivos de oleaginosas que son muy exigentes en este sentido (Eiszner 1994).

CUADRO 1. Propiedades físicas y químicas del suelo en el CEA Posoltega, Nicaragua.

pH	Mat. Org. (%)	Arena (%)	P (µg/ml)	K	Ca	Mg
(H ₂ O)	(%)	(%)	µg/ml	meq / 100 ml suelo		
6,4	2,8	62	18	1,33	8,00	3,32

En este experimento se utilizó un diseño bifactorial de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. El área experimental fue de 1,080 m², cada parcela tenía un tamaño de 54 m² y las subparcelas 18 m². Los factores incluidos en la evaluación son detallados en el Cuadro 2.

Para evaluar el efecto de la rotación y de la época de siembra en los cultivos, se compararon únicamente los rendimientos de los tratamientos b3 (Control por Limpias Periódicas) con el propósito de excluir interacciones por competencia de malezas. El rendimiento se determinó en un área de la parcela útil de 9,6m², y se efectuó un análisis de varianza y separación de medias por SNK ($\alpha = 5\%$).

Los cambios en la estructura y dinámica de la comunidad de malezas se determinó mediante cinco recuentos de malezas por época de siembra en un área fija de 1m² por cada subparcela (Eiszner y Pohlan 1992). Las variables consideradas fueron:

- Abundancia (número de individuos por especie y m²) y diversidad (número de especies por m²) a los 15; 30; 45; 60 dds y a la cosecha.

CUADRO 2. Factores de prueba y sus niveles para el experimento permanente de 1987 hasta 1992. Posoltega, Nicaragua.

Factor A		Rotación de cultivos	
		Siembra mayo	Siembra Agosto/Septiembre
a1	Soya sin inocular		Algodón
a2	Soya inoculada		Algodón
a3	Soya inoculada		Soya inoculada
a4	Soya sin inocular		Soya sin inocular
a5	Ajonjolí		Algodón
Factor B		Control de malezas	
b1	Control Químico		Fluometuron o Acifluorfen
	Algodón		Fomesafen, Bentazon
	Soya		Fluazifop
	Ajonjolí		
b2	Control por Período Crítico (1 pase de azadón en el período crítico de competencia)		
	Algodón		6a hoja
	Soya		V3/V4
	Ajonjolí		6a hoja
b3	Control por Limpias Periódicas		
	Algodón		3 pases de azadón
	Soya		
	Ajonjolí		entre 15 - 45 dds

-Biomasa (producción de materia seca por especie y m²) a la cosecha.

Para determinar el efecto de la rotación sobre la comunidad de las malezas, se comparó el 2° ciclo de siembra (siembra en mayo, 1988) con el 10° ciclo de siembra (siembra en mayo, 1992). La abundancia inicial se calculó con base en los valores máximos para cada especie de maleza registrada en la fase inicial del cultivo (0...45 dds). Estos valores fueron promediados entre los tres sistemas de control para obtener una respuesta generalizada sobre el efecto de la rotación sin sobrestimar un sistema de control específico. La evaluación de la biomasa al final del ciclo del cultivo (100 dds) se efectuó de manera similar.

En el campo experimental utilizado, durante los 10 años anteriores al experimento, se realizó una siembra anual en el sistema barbecho -

monocultivo algodón, y permaneció en descanso total un año antes de iniciar esta investigación. La preparación del suelo se realizó en forma convencional, con arado de disco y dos pases de grada, siguiendo las normas técnicas utilizadas en el CEA, los parámetros de siembra se detalla en el Cuadro 3. Se efectuó una fertilización completa a los tres años de iniciado el experimento, con la fórmula 12-30-10 usando una dosis de 130 kg/ha. En todos los ciclos de cultivo se aplicó fertilizante nitrogenado en forma de urea, dividido en dos fracciones, para algodón se utilizó 120 kg/ha y para ajonjolí 60 kg/ha. En los tratamientos de soya inoculada se aplicó inoculante comercial en dosis de 600 g/50 kg de semillas. Las prácticas de protección fitosanitaria fueron realizadas por el CEA, de acuerdo a los criterios establecidos por ese Centro. La cosecha se realizó manualmente.

CUADRO 3. Parámetros de siembra en el experimento permanente. Posoltega, Nicaragua.

Cultivo	Variiedad	Semilla (kg/ha)	Distancia siembra (cm)	Profundidad siembra (cm)
Algodón	H-373	23,0	90 x 36	4-5
Soya	Cristalina	83,3	60 x 4	3-4
Ajonjolí	China roja /Turen	3,5	60 x 8	1-2

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los cinco años del experimento, la introducción de la rotación de cultivos (eliminando el sistema de barbecho - monocultivo algodón), mostró una clara tendencia favorable al cambio (Eiszner 1994; Espinoza González y Rivas Vanegas 1994; Malespín Cruz y Castillo Muñoz 1993; Rivera Centeno 1994; Solórzano 1989).

El rendimiento de los diferentes cultivos fue influenciado por la rotación y por la época de siembra (Fig. 1 y 2). El algodón alcanzó los mejores rendimientos cuando se sembró después de ajonjolí (1368 kg/ha) y de soya sin inocular (1333 kg/ha). El bajo rendimiento del algodón en rama (811 kg/ha), registrado con la rotación con soya inoculada, se atribuye a la mayor extracción de nutrimentos y agua ejercida por esta leguminosa, esto se reflejó en la alta producción de soya en esta rotación (Fig. 1).

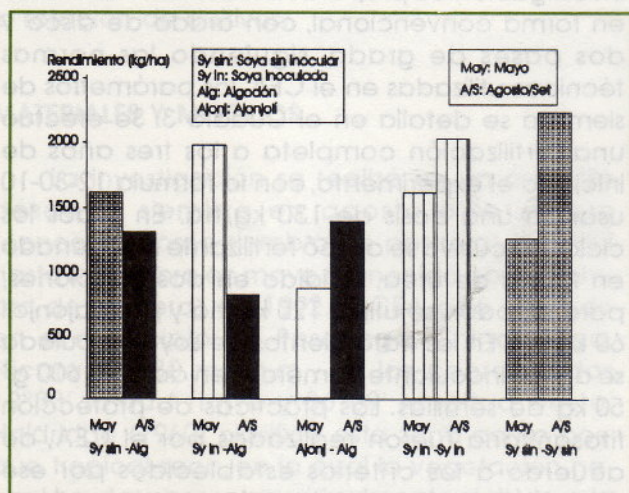


Fig. 1. Promedio de rendimiento de 1987 a 1992 por rotaciones, Posoltega, Nicaragua.

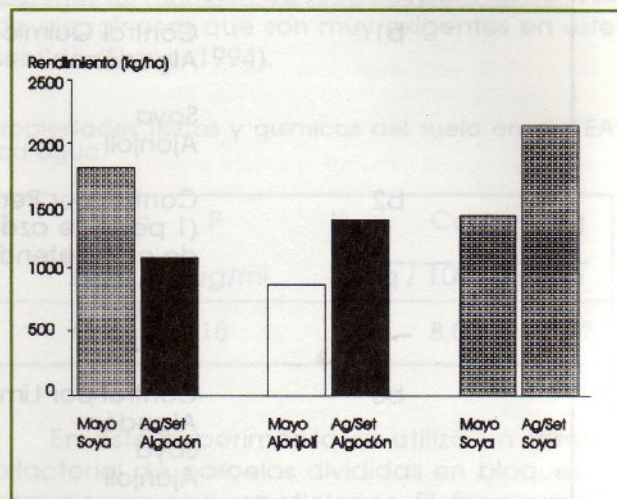


Fig. 2. Promedio de rendimiento por cultivos de 1987 a 1992. Posoltega, Nicaragua.

Durante el experimento (1987-1992) el rendimiento promedio de soya inoculada, en la época seca y en rotación con algodón fue de 1966 kg/ha en comparación con los 1610 kg/ha registrados para la soya sin inocular. También en el monocultivo se destacó la soya inoculada, mostrando un aumento en el rendimiento de 27% con respecto a la soya sin inocular. Estos resultados indican que la soya inoculada es una buena alternativa para la siembra en mayo, porque muestra mayor tolerancia a las condiciones de sequía, en comparación con la soya sin inocular. Además se observó la superioridad de la rotación soya - algodón (1788 kg/ha) con respecto al monocultivo de soya, (1412 kg/ha) en siembras en mayo. Esto indica la necesidad de ajustar la fertilización mineral a la rotación (acorde con la extracción de nutrimentos que ejerce la soya inoculada) con el propósito de lograr un mayor rendimiento en ambos cultivos.

El ajonjolí mostró excelentes rendimientos de grano cuando se sembró en rotación con algodón, práctica señalada por Ustimenko-Bakumovski (1982) como muy común y exitosa en la India. En esta investigación se obtuvo un rendimiento promedio de 858 kg/ha (Fig. 2). Sin embargo, es necesario utilizar para la siembra en la época de primera, variedades de ciclo corto y tolerantes al fotoperíodo con el fin de garantizar la cosecha en la canícula. El alto rendimiento del ajonjolí y la gran demanda de mano de obra lo convierten en un cultivo recomendable para pequeños y medianos productores, como alternativa para incrementar los ingresos, debido a su gran demanda para exportación.

La intensificación del sistema de cultivo produjo cambios cualitativos y cuantitativos de la flora adventicia. Cinco años después de haber iniciado el experimento, en la siembra en mayo 1992, el promedio de abundancia de las malezas se incrementó en 73% (abundancia inicial hasta 45 dds en cada época de siembra), comparada con la abundancia registrada en la siembra en mayo de 1988 (Fig. 3). Las especies de la familia Poaceae incrementaron su abundancia, de 9 ind./m² en la siembra en mayo de 1988 a 154 ind./m² en la siembra en mayo 1992. Las dicotiledóneas aumentaron su abundancia pasando de 36 ind./m² a 79 ind./m² en el período experimental evaluado.

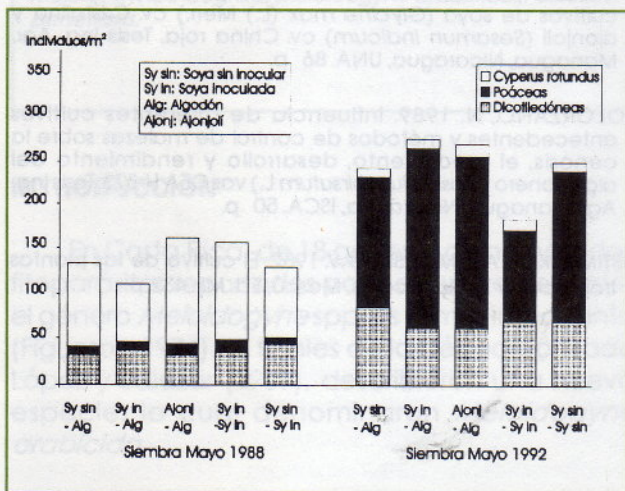


Fig. 3. Efecto de la rotación de cultivos sobre la abundancia inicial de las malezas (0...45 dds). Posoltega, Nicaragua, 1988-1992.

El incremento de la abundancia inicial de las malezas durante el período experimental

obedece a la intensificación del sistema de producción (dos cosechas anuales). Las labores de preparación del suelo y de manejo agronómico en cada época de siembra, provocaron al inicio de cada ciclo de cultivo, un aumento importante en la abundancia de malezas y por consiguiente mayor producción de semillas, lo cual se refleja en el incremento de la abundancia de las malezas en el último ciclo.

La abundancia de las malezas también se manifestó en mayores valores de producción de materia seca para la siembra de mayo de 1992. En promedio, la biomasa de las malezas presentó un ascenso de 25% en comparación con la siembra de mayo del año 1988 (Fig. 4). Esto se atribuye al incremento de la competencia interespecífica, sobre todo de las gramíneas como *Cenchrus* spp. e *Ixophorus unisetus* (Presl.) Schlecht., las cuales por ser plantas C₄ son altamente competitivas bajo condiciones de alta luminosidad y muy eficientes en la síntesis de materia seca (Pohlan 1988).

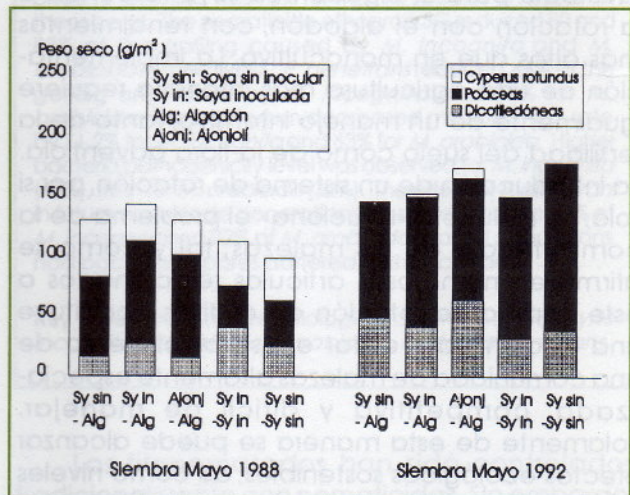


Fig. 4. Efecto de la rotación de cultivos sobre la biomasa de las malezas (100 dds). Posoltega, Nicaragua, 1988-1992.

En solo cinco años de realizar el experimento, se observó que *Cyperus rotundus*, considerada una de las malezas más competitivas del mundo y la más perjudicial para el cultivo de algodón en Nicaragua, prácticamente desapareció de la comunidad como consecuencia de la introducción de la rotación de cultivos. Al inicio del experimento dominaba la dinámica de la comunidad con 94 ind./m² (68% de la abundancia total) y fue reducida a 8 ind./m² en el

año 1992. Esto evidencia que el control de grandes poblaciones de esta especie, debe basarse en medidas integradas, como el establecimiento del cultivo en densidades óptimas y uniformes, que incrementan su competitividad por la luz, combinadas con variedades precoces y cuando sea necesario, la aplicación de herbicidas postemergentes. La implementación de solo medidas directas como el control químico con preemergentes favorece las poblaciones de *C. rotundus*, como lo demuestran los resultados obtenidos por Blandon Rivera (1994) en esa región.

CONCLUSIONES

La evolución del sistema barbecho - monocultivo algodón hacia el sistema barbecho-soya/ajonjolí-algodón, con dos cosechas anuales, es una alternativa viable para la región del Pacífico de Nicaragua. El ajonjolí constituye un cultivo predecesor en rotación muy favorable para el algodón. La soya responde a la rotación con el algodón, con rendimientos más altos que en monocultivo. La implementación de una agricultura más intensiva requiere igualmente de un manejo intensivo, tanto de la fertilidad del suelo como de la flora adventicia. La introducción de un sistema de rotación, por sí sola, no reduce o «soluciona» el problema de la competencia de las malezas, tal y como se afirma en numerosos artículos relacionados a este campo. La rotación de cultivos constituye una opción para evitar el establecimiento de una comunidad de malezas altamente especializada, competitiva y difícil de manejar. Solamente de esta manera se puede alcanzar efectos ecológicos sostenibles, así como niveles de rendimiento en diferentes cultivos en las condiciones ecológicas aquí presentadas.

LITERATURA CITADA

BLANDON RIVERA, V. 1994. Einfluss von Anbauperiode, Fruchtfolge und Unkrautbekämpfung auf die Unkrautzönose, das Wachstum und den Ertrag ölliefernder Pflanzen in der Pazifik-Region der Republik Nikaragua. Diss. (A), WB Tropische Landwirtschaft, Universität Leipzig Ed. Shaker, Aachen, 114 p.

CATASTRO. 1971. Inventario de recursos naturales de Nicaragua. Levantamiento de suelos de la región del Pacífico de Nicaragua. Descripción del suelo. vol.1, p. 350-360.

EISZNER, H. 1994. Base de datos experimentales. FAGRO - EPV. Managua, Nicaragua, UNA, 146 p.

EISZNER, H.; POHLAN, J. 1992. Struktur und Dynamik der Unkrautzönose unter dem Einfluss von Fruchtfolge und Unkrautbekämpfung. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XIII, Ed. Ulmer, Stuttgart. p. 253-261.

ESPINOZA GONZALEZ, J. M.; RIVAS VANEGAS, R. M. 1994. Efecto de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de soya (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Cristalina y algodón (*Gossypium hirsutum*) cv. H-373. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UNA. 89 p.

FAO - UNESCO, 1974. Soil map of the world. Vol. 1. Legend. Paris, UNESCO.

HOLDRIDGE, L. 1960. Ecología basada en zonas de vida. Trad. del inglés por S.H. Jiménez. 1 ed. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.

MALESPIN CRUZ, D. A.; CASTILLO MUÑOZ, S. M. 1993. Efectos de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos soya (*Glycine max* (L.) Merr.) y ajonjolí (*Sesamun indicum* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UNA. 74 p.

POHLAN, J. 1988. Probleme und Möglichkeiten einer effektiven Unkrautbekämpfung im tropischen Klimabereich. In: Zur Problematik der Unkrautbekämpfung in den Tropen. Inst. f. trop. Landwirtsch., Univ. Leipzig. p. 9-18.

RIVERA CENTENO, A. J. 1994. Efecto de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de soya (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Cristalina y ajonjolí (*Sesamun indicum*) cv. China roja. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, UNA. 86 p.

SOLORZANO, N. 1989. Influencia de diferentes cultivos antecedentes y métodos de control de malezas sobre la cenosis, el crecimiento, desarrollo y rendimiento del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) var. CEA H-373. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, ISCA. 50 p.

USTIMENKO BAKUMOVSKI, G. V. 1982. El cultivo de las plantas tropicales y subtropicales. Moscú, Ed. Mir. 432 p.

ADHERENCIA Y PARASITISMO DE *Pasteuria penetrans* EN *Meloidogyne incognita* Y *Meloidogyne arabicida**

Tomás Rojas Miranda**
Nahúm Marbán-Mendoza***
Nelly Vásquez****

RESUMEN

Se evaluó el potencial de *P. penetrans* como agente controlador de los nematodos agalladores *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne arabicida*. Se realizaron pruebas de adherencia de las esporas a la cutícula de juveniles (J2) de estos nematodos. El efecto de la bacteria en el desarrollo de *M. incognita* y *M. arabicida* en raíces de tomate fue estudiado en condiciones de laboratorio. La adherencia de *P. penetrans* fue evidente a las 24 horas con un promedio de ocho y cuatro esporas por J2 para *M. incognita* y *M. arabicida* respectivamente. Los porcentajes de adherencia para *P. penetrans* fueron 94% y 75% para cada nematodo en estudio. El nematicida ethoprop 5G redujo en 80% el agallamiento provocado por *M. incognita* y en 83% el de *M. arabicida*. *P. penetrans* redujo en 44% el agallamiento causado por *M. incognita* y en un 36% en *M. arabicida*. La bacteria disminuyó en 71,2% la tasa de multiplicación en *M. incognita* y en 63% en *M. arabicida*. Se observó mayor patogenicidad de la bacteria para *M. incognita*, alcanzando 45% y 32% para *M. arabicida*. El efecto de *P. penetrans* en las siguientes generaciones de los nematodos fue evidente, y se obtuvo 51% de *M. incognita* de la población final de suelo con esporas de la bacteria adherida a la cutícula y 22% para *M. arabicida*.

Palabras claves: Nematodos, Control biológico, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arabicida*, *Pasteuria penetrans*.

ADHERENCE AND PARASITISM OF *Pasteuria penetrans* ON *Meloidogyne incognita* AND *Meloidogyne arabicida*

ABSTRACT

Pasteuria penetrans was evaluated as a potential control agent of *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne arabicida* root-knot nematodes. Tests of spore adherence to juvenile (J2) cuticles were conducted. The effect of *P. penetrans* on the development of *M. incognita* and *M. arabicida* on tomato roots was also evaluated. *P. penetrans* was evident after 24 hours of inoculation, showing an average of eight spores per J2 of *M. incognita* and four spores per J2 of *M. arabicida*. Spores adhered once to juveniles was 95% for the first species and 75% for the second. The nematicide ethoprop 5G reduced 80 and 83% of the galling caused by *M. incognita* and *M. arabicida* respectively. *P. penetrans* reduced 44% of the galling originated by *M. incognita* and 36% for *M. arabicida*. The bacterium decreased multiplication rate by 71,2% for *M. incognita* and 63% for *M. arabicida*. Higher bacteria pathogenicity level was observed for *M. incognita* (45%), than for *M. arabicida* (32%). The effect of *P. penetrans* in future nematode generations was evident since 51% of *M. incognita* and 22% of *M. arabicida* final soil populations had bacterium spores adhered to their cuticles.

Key words: Nematodes, Biological control, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne arabicida*, *Pasteuria penetrans*.

INTRODUCCION

En Costa Rica, de 18 géneros de nematodos fitoparásitos reportados para el cultivo del café, el género *Meloidogyne* spp. es el más importante (Figuerola 1974). A finales de la década pasada López y Salazar (1989), describieron una nueva especie, la cual denominaron *Meloidogyne arabicida*.

Recibido: 29/10/96. **Aprobado:** 10/06/97.

*Parte de la Tesis de M.Sc. del primer autor. CATIE. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica.

**Ministerio de Agricultura, Dirección de Investigaciones. Costa Rica.

***Universidad Autónoma de Chapingo. C.P. 56230 Chapingo, México.

E-Mail: nmarban@iserve.net.mx

****CATIE. Programa Agricultura Tropical Sostenible. 7170. Turrialba, Costa Rica.

Los fitonematodos han sido controlados tradicionalmente con nematicidas. Sin embargo, el uso excesivo de estas sustancias químicas contamina el ambiente y perjudica la salud humana (Glynn 1989, Ramírez y Ramírez 1980). Por tanto, se realizan esfuerzos para desarrollar alternativas de manejo adecuadas para el control de los nematodos. Uno de los organismos más promisorios y con gran potencial biológico es la bacteria *Pasteuria penetrans* (Thorne), Zaire y Starr. Este organismo es un parásito obligado de nematodos, en especial del género *Meloidogyne*, y tiene la capacidad de inhibir la producción de masas de huevos y afectar a las futuras generaciones (Stirling 1991).

Los objetivos de esta investigación fueron: - Evaluar la bacteria *P. penetrans* como agente

controlador, de los nematodos agalladores *M. incognita* y *M. arabicida*, así como la capacidad de adherencia de las esporas de *P. penetrans* en juveniles (J2) de *M. arabicida* y *M. incognita*. -Determinar el efecto de *P. penetrans* en la reducción del porcentaje de agallamiento, población final y tasa de multiplicación de *M. arabicida* y *M. incognita*. -Determinar el porcentaje de infección de *P. penetrans* en *M. arabicida* y *M. incognita*.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, bajo condiciones de laboratorio e invernadero en 1992.

Para detectar la presencia de esporas de *P. penetrans* adheridas a la cutícula de los nematodos y conocer parte del proceso de parasitismo de la bacteria, se colocaron especímenes de segundo estadio juvenil (J2) de *M. arabicida* y de *M. incognita* en una suspensión de 10^6 de esporas/ml y se tomaron muestras de 20 nematodos, cada 2 horas durante 24 horas.

El efecto de *P. penetrans* en el desarrollo de *M. arabicida* y *M. incognita* se evaluó en raíces de tomate de variedades susceptibles a estos patógenos (var. Hayslip), en condiciones de invernadero. Las plantas sembradas en macetas se inocularon con 1000 juveniles extraídos de raíces de tomate previamente inoculadas. El método empleado para la extracción de nematodos fue el de hipoclorito de sodio (Ferris 1985). Luego de la inoculación de las plantas con los nematodos, se aplicó *P. penetrans* (2×10^6 esporas/ml) a cada maceta, la inoculación de las plantas de tomate con los diferentes tratamientos fue simultáneo. Se utilizó un diseño completamente al azar, con siete tratamientos y siete repeticiones. La unidad experimental utilizada fueron macetas que contenían 300 g de suelo estéril. Los tratamientos evaluados fueron: testigo absoluto, *M. arabicida*, *M. incognita*, *M. arabicida* + *P. penetrans*, *M. incognita* + *P. penetrans*, *M. arabicida* + Ethoprop a 10 ppm, *M. incognita* + Ethoprop a 10 ppm.

Con el propósito de conocer el efecto de la bacteria en la primera generación del nematodo y evitar que el traslape generacional afectara los resultados, el experimento se prolongó

por siete semanas después de la aplicación de los tratamientos.

Las variables consideradas fueron: porcentaje de agallamiento, población final en raíz y suelo, tasa de multiplicación del nematodo (se obtuvo al dividir la población total final entre la población inicial (1000 J2), resultando la fórmula P_f/P_i); cuantificación de J2 libres de esporas y con esporas adheridas en sus cutículas y patogenicidad de *P. penetrans* en las dos especies de *Meloidogyne*. Para medir esta última variable se recolectaron 140 hembras maduras de cada especie y se comprimieron sobre un portaobjetos para observar la presencia de endosporas.

Los datos fueron transformados a $\sqrt{x+0,5}$ y analizados utilizando el programa estadístico SAS, mediante los ANDEVAS y Duncan correspondientes para cada variable evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Adherencia de *P. penetrans* a juveniles de *M. arabicida* y *M. incognita* en el tiempo.

El porcentaje de nematodos con esporas de *P. penetrans* y el número de esporas adheridas a la cutícula de juveniles de *M. arabicida* y *M. incognita* se incrementó conforme aumentó el tiempo de exposición de los nematodos a la bacteria (Figs. 1, 2). A las 24 horas, el promedio de esporas adheridas en la cutícula de *M. incognita* fue de ocho, con un porcentaje de adherencia de 95%. El promedio de esporas adheridas para J2 de *M. arabicida* fue de cuatro con un porcentaje de *P. penetrans* de 70%. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la cantidad de esporas adheridas a la cutícula de las dos especies de nematodos en estudio.

Estos resultados hacen suponer que la bacteria es más específica a *M. incognita* que a *M. arabicida*. Es probable que con la cantidad de esporas adheridas a la cutícula de los nematodos se desarrolle la infección o parasitismo. Según Stirling (1984), se necesitan 5 esporas para que ocurra la infección y un número mayor de esporas para disminuir la infestación del nematodo a la planta (Brown y Smart 1985, Davies *et al.* 1988). En el caso de la especificidad, es evidente que *P. penetrans* se adhiere en mayor porcentaje a *M. incognita* que a *M. arabicida* (Fig. 2). Dutky y Zaire (1978), observaron una especificidad diferente de la bacteria a los

nematodos *M. incognita* y *Pratylenchus brachyurus*. Davies *et al.* (1988) y Stirling (1991), señalaron que esta especificidad se puede presentar dentro de un mismo género, como en el caso de esta investigación.

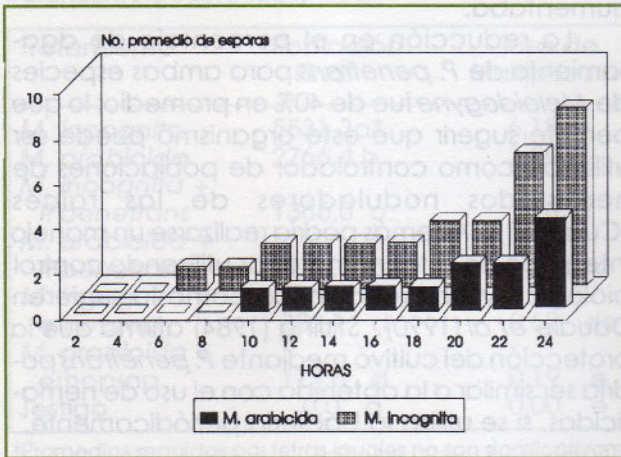


Fig. 1. Número promedio de esporas de *P. penetrans* adheridas a la cutícula de J2 de *M. arabicida* y *M. incognita* en función del tiempo (h), Costa Rica, 1992.

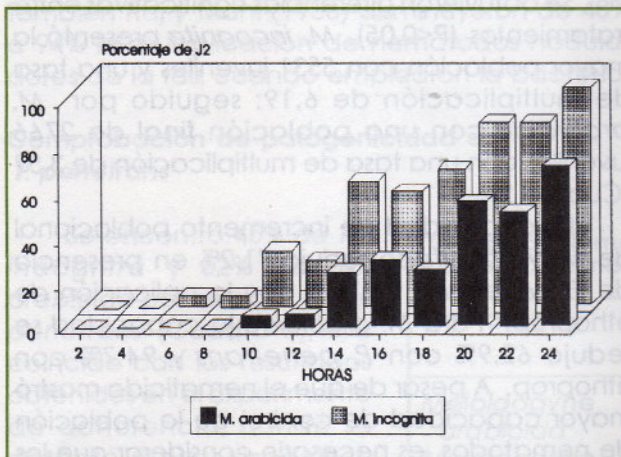


Fig. 2. Porcentaje de J2 de *M. arabicida* y *M. incognita* con *P. penetrans* adherida a su cutícula en función del tiempo (h), Costa Rica, 1992.

Observaciones realizadas con microscopio electrónico de barrido, mostraron que no existe preferencia de la bacteria hacia alguna región específica del cuerpo de *M. arabicida* y de *M. incognita*, encontrándose inclusive, esporas adheridas en las bandas laterales (Figura 3).

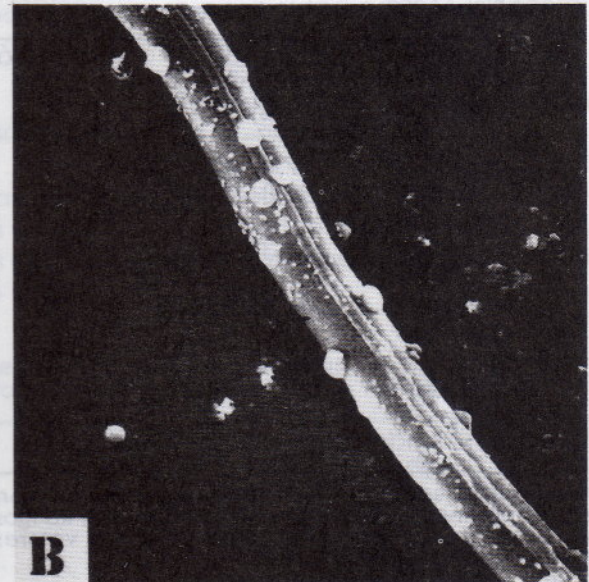
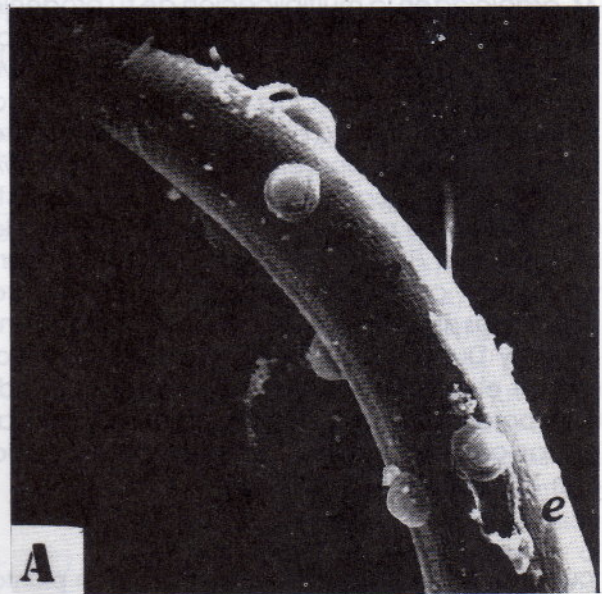


Fig. 3. Esporas de *P. penetrans* atacando la cutícula de los nematodos. A: Porción anterior de J2 de *M. arabicida* mostrando gran número de esporas (n:nematodos; e:esporas). (3000X). B: Parte media de *M. incognita* atacada por *P. penetrans* (n:nematodos, e:esporas) (1300X).

Efecto de *P. penetrans* en el desarrollo de *M. arabicida* y *M. incognita* en raíces de tomate bajo condiciones de invernadero

Porcentaje de agallamiento. Se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de agallamiento para los diferentes tratamientos ($P < 0,05$) (Cuadro 1). Estos resultados demuestran que *M. incognita* es más agresivo que

M. arabicida en la multiplicación de su progenie. Se observó una reducción marcada en el porcentaje de agallamiento con los tratamientos *M. incognita* y *M. arabicida*, con respecto a los tratamientos donde la bacteria estuvo presente. La reducción del porcentaje para *M. incognita* fue de 44,1% y para *M. arabicida* 36,5%. Esta capacidad de reducción de agallamiento demuestra que *P. penetrans* tiene potencial para ser usado como un nematocida biológico. Resultados similares fueron informados por Stirling (1984) y Dube y Smart (1987), quienes lograron reducir el porcentaje de agallamiento cuando incorporaron preparados con raíces secas cargadas con esporas, en campos contaminados con *Meloidogyne* spp.

CUADRO 1. Porcentaje de agallamiento en plantas de tomate provocados por *M. arabicida* y *M. incognita* de acuerdo a los diferentes tratamientos. Costa Rica, 1992.

Tratamiento	Promedio Agallamiento** (%)	Reducción (%)
<i>M. incognita</i>	97,4 a*	—
<i>M. arabicida</i>	82,86 a	—
<i>M. incognita</i> + <i>P. penetrans</i>	53,33 b	44,1
<i>M. arabicida</i> + <i>P. penetrans</i>	46,43 b	36,5
<i>M. incognita</i> + ethoprop	16,93 c	80,5
<i>M. arabicida</i> + ethoprop	2,86 c	83,0
Testigo	0	

*Promedios seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($\alpha=0,05$) a partir de valores transformados de $\sqrt{x+0,5}$.

**De acuerdo a la escala de Barker. 1987

Al comparar el porcentaje de agallamiento para *M. incognita* y *M. arabicida*, con los obtenidos con el nematocida, se aprecia una reducción promedio de 81%. La diferencia entre los tratamientos *P. penetrans* y ethoprop es de 40% mayor para el nematocida. Este efecto puede atribuirse a que los nematocidas son sustancias nematostáticas, que ejercen un efecto inmediato en el desarrollo de las poblaciones de nematodos. Pero, después de que el efecto residual del nematocida pasa, algunos nematodos pueden infestar las raíces de las

plantas (Marbán y Viglierchio 1980). Esta tendencia fue observada por Rojas (1989), en investigaciones sobre el control de *M. incognita* con ethoprop, donde las poblaciones del nematodo decrecían inmediatamente después del tratamiento, pero tres meses después la población aumentaba.

La reducción en el porcentaje de agallamiento de *P. penetrans* para ambas especies de *Meloidogyne* fue de 40% en promedio; lo que permite sugerir que este organismo puede ser utilizado como controlador de poblaciones de nematodos noduladores de las raíces (Cuadro 1). Además podría realizarse un manejo integrado de estos nematodos utilizando control biológico y control químico como lo sugieren Daudie *et al* (1990). Stirling (1984) afirma que la protección del cultivo mediante *P. penetrans* podría ser similar a la obtenida con el uso de nematocidas, si se utiliza la bacteria periódicamente.

Población final de *M. incognita* y *M. arabicida* en raíces y su tasa de multiplicación

Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ($P<0,05$). *M. incognita* presentó la mayor población con 5531 juveniles y una tasa de multiplicación de 6,19; seguido por *M. arabicida* con una población final de 2766 juveniles con una tasa de multiplicación de 3,59 (Cuadro 2).

La capacidad de incremento poblacional de *M. incognita* se redujo 71,2% en presencia de *P. penetrans* y 91,6% con la aplicación de ethoprop. Para *M. arabicida* la capacidad se redujo 62,9% con *P. penetrans* y 94,7% con ethoprop. A pesar de que el nematocida mostró mayor capacidad de control de la población de nematodos, es necesario considerar que los organismos antagonistas a los nematodos requieren una serie de condiciones para actuar eficientemente. Además, el efecto de los controladores biológicos como *P. penetrans* sobre los nematodos, se logra después de varias generaciones, en contraste con los nematocidas, que poseen efecto inmediato (Stirling 1991, Mankau 1980, Marbán 1985). Aunque existen estas diferencias, es evidente que el control biológico de fitonematodos con *P. penetrans* es factible; además no contamina el ambiente como en general lo hacen los nematocidas.

Brown y Smart (1985), informaron de la reducción de las pérdidas causadas por *M.*

Incognita en los cultivos de tabaco, frijol soya y arveja cuando se incorpora *P. penetrans* al suelo.

CUADRO 2. Promedio poblacional de *M. incognita* y *M. arabicida* en raíces de tomate, su tasa de multiplicación y reducción de acuerdo a los tratamientos, Costa Rica, 1992.

Tratamiento	Población Final	Tasa de Multiplicación	Reducción (%)
<i>M. incognita</i>	5531,3a*	6,18a	—
<i>M. arabicida</i>	2766,4 b	3,59 b	—
<i>M. incognita</i> + <i>P. penetrans</i>	1365,0 c	1,78 c	71,2
<i>M. arabicida</i> + <i>P. penetrans</i>	1136,0 c	1,33 cd	62,9
<i>M. incognita</i> + ethoprop	302,1 d	0,52 de	91,6
<i>M. arabicida</i> + ethoprop	113,6 d	0,19 e	94,7
Testigo	0,0 d	0,00 e	

*Promedios seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($\alpha=0,05$) a partir de valores transformados a $\sqrt{x+0,5}$.

También Raj y Maní (1988) disminuyeron de 48% a 94% la multiplicación de nematodos noduladores de la raíz cuando emplearon la bacteria.

Comprobación de patogenicidad de *P. penetrans*

Se encontró 45% de *M. incognita* y 32% de *M. arabicida* parasitadas con *P. penetrans* (Cuadro 3), ello coincide con los resultados obtenidos en el experimento de adherencia, donde se detectó mayor especificidad de la bacteria a *M. incognita*. En las hembras parasitadas se observó la presencia de endosporas de la bacteria y la ausencia de masas de huevos. Con base en estos resultados, se presume que *P. penetrans* podría considerarse como alternativa para el control biológico de nematodos.

Población final de nematodos en el suelo

Se determinaron diferencias significativas ($P<0,05$) en las poblaciones finales de nematodos

en el suelo (Cuadro 4), las poblaciones más altas se registraron con *M. incognita*, tanto con aplicación de *P. penetrans* y ethoprop, como sin éstos.

También se encontraron diferencias significativas ($P<0,05$) en el número de juveniles que presentaron esporas de *P. penetrans* adheridas a su cutícula (Cuadro 4). Para *M. incognita* se registraron 214 juveniles con esporas (51%) y para *M. arabicida* 51 juveniles con esporas (22,8%). Estos datos confirman los resultados de patogenicidad, de porcentaje de agallamiento y de población final en raíces, con respecto al material utilizado de *P. penetrans*, el cual sugiere que hay mayor especificidad para *M. incognita* que para *M. arabicida*. Sin embargo, esto no significa que *P. penetrans* no tenga potencial para el control de *M. arabicida*.

La eficiencia de la bacteria depende en gran medida de la cantidad de esporas existentes en el suelo, que puedan parasitar las siguientes generaciones de los nematodos agalladores de la raíz.

CUADRO 3. Número promedio de hembras maduras de *M. arabicida* y *M. incognita* sanas y parasitadas con *P. penetrans*. Costa Rica, 1992.

Nematodo	Sanas	Enfermas	N	Hembras Enfermas (%)
<i>Meloidogyne arabicida</i>	94	46	140	32
<i>Meloidogyne incognita</i>	77	63	140	45

Según Mankau (1980), el parasitismo es tan efectivo en macetas, que puede exterminar una población en un lapso de cuatro a cinco generaciones. Según la cantidad de esporas de la bacteria presentes en el suelo, es posible disminuir significativamente la patogenicidad de juveniles y prevenir la reproducción del nematodo (Gowen y Channer 1988).

CUADRO 4. Promedio poblacional de *M. incognita* y de *M. arabicida* en 300 gr de suelo, número de juveniles (J2) con *P. penetrans* adheridas y su porcentaje, Costa Rica, 1992.

Tratamiento	Promedio	Juveniles con <i>P. Penetrans</i>	Adherencia (%)
<i>M. incognita</i>	677,6a*		
<i>M. arabicida</i>	550,3a		
<i>M. incognita</i> + <i>P. penetrans</i>	418,9ab	214a	51
<i>M. arabicida</i> + <i>P. penetrans</i>	223,7 bc	51 b	22,8
<i>M. incognita</i> + ethoprop	211,5 bc		
<i>M. arabicida</i> + ethoprop	78,1 c		
Testigo absoluto	0,0 d		

*Promedios seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($\alpha=0.05$) a partir de datos transformados $\sqrt{x+0.5}$.

CONCLUSIONES

- Se confirmó la adherencia de *P. penetrans* a la cutícula de J2 de ambas especies de *Meloidogyne* con un promedio de ocho esporas por J2 para *M. incognita* y cuatro esporas para *M. arabicida*, lo que evidenció una marcada preferencia de la bacteria hacia *M. incognita*.
- La bacteria podría ser considerada como un nematocida biológico potencial debido a que redujo el agallamiento de *M. incognita* y de *M. arabicida*.
- La bacteria también redujo la tasa de multiplicación de ambas especies de *Meloidogyne*. El nematocida causó una disminución de 92% en *M. incognita* y 95% en *M. arabicida*.
- La bacteria mostró mayor patogenicidad en *M. incognita* que en *M. arabicida*.
- El efecto de *P. penetrans* en las futuras generaciones de ambas especies de nematodos fue evidente.

LITERATURA CITADA

- BROWN, S.M.; SMART, G.C. Jr. 1985. Root penetration by *Meloidogyne incognita* juveniles infected with *Bacillus penetrans*. *Journal of Nematology* 17:123-126.
- DAUDI, A.T.; CHANNER, A.G.; AHMED, R.; GOWEN, S.R. 1990. *Pasteuria penetrans* a biocontrol agent of *Meloidogyne javanica* in Malawi and in microplots in Pakistan. Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases. p.253-257.
- DAVIES, K.G.; KERRY, B.R.; FLYNN, C.A. 1988. Observations on the pathogenicity of *Pasteuria penetrans*, a parasite of root-knot nematodes. *Annals of Applied Biology* 112:491-501.
- DUBE, B.; SMART, G.C. Jr. 1987. Biological control of *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. *Journal of Nematology* 19:222-227.
- DUTKY, E.M.; SAYRE, R.M. 1978. Some factors affecting infection of nematodes by the bacterial spore parasite *Bacillus penetrans*. *Journal of Nematology* 10:285.
- FERRIS, H. 1985. Modelos para la predicción de pérdidas en cosechas y decisiones en el manejo. In Zuckerman, M.B.; Mai, F.W. y Harrison, B.M. *Manual de Laboratorio*. Trad. Marban, M.N. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p.31-38.
- FIGUEROA, A. 1974. Nematodos en café. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. Boletín Técnico 61:90-100.
- GLYNN, M. 1989. Water threat prompts California scientists to urge ban on use of aldicarb. *The Packer*, Los Angeles (USA). p. 3A.
- GOWEN, S.R.; CHANNER, A.G. 1988. The production of *Pasteuria penetrans* for control of root-knot nematodes. In Brighton Crop Protection Conference, Pests and Diseases. p.1215-1220.

LOPEZ, R.; SALAZAR, L. 1989. *Meloidogyne arabicida* sp.n. (Nemata: Heteroderidae) nativo de Costa Rica: un nuevo y severo patógeno de café. Turrialba (Costa Rica) 39(3):279-427.

MANKAU, R. 1980. Biological control of *Meloidogyne* populations by *Bacillus penetrans* in West Africa. Journal of Nematology 12:230.

MARBAN M., N. 1985. Quimioterapia en nematodos. In Marban, N.M., Thomson, I.J. Fitonematología Avanzada I. 345 p.

MARBAN M., N.; VIGLIERCHIO, B. 1980. Behavioral effects of carbofuran and phenamiphos on *Pratylenchus vulnus*. I. Motility and dispersion. J. Nematol. 112:102-114.

RAJ, M.A.J.; MANI, A. 1988. Biocontrol of *Meloidogyne javanica* with the bacterial spore parasite *Pasteuria penetrans*. International Nematology Network Newsletter 5:3-4.

RAMIREZ, A.L.; RAMIREZ, C.M. 1980. Esterilidad masculina causada por la exposición laboral al nematocida 1,2-Dibromo-3 cloropropano. Act. Met. Cost. 23(3):219-222.

ROJAS, T. 1989. Evaluación de nematocidas para el combate de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de pimienta (*Piper nigrum*) en el Cantón de Pococí en la Zona Atlántica de Costa Rica. In Informe Anual a la Dirección de Investigaciones Agrícolas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. s.p.

STIRLING, R.G. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. England, C.A.B. International. 281 p.

_____. 1984. Biological control of *Meloidogyne javanica* with *Bacillus penetrans*. Phytopathology 74:55-60.

STIRLING, R.G.; SHARMA, R.D.; PERRY, J. 1990. Attachment of *Pasteuria penetrans* spores to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in soil and its effect on infectivity. Nematologica 36:246-252.

COMPATIBILIDAD DE *Beauveria bassiana* Y EXTRACTOS ACUOSOS DE NIM (*Azadirachta indica*) PARA EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFETO (*Hypothenemus hampei*)

Daniel Arturo Rodríguez-Lagunes*
 Angel Lagunes-Tejeda**
 David Riestra-Díaz**
 Concepción Rodríguez-Maciel**

Juan Velázquez-Mendoza**
 Enrique Becerril-Román**
 Silvia Rodríguez-Colorado**
 Evaristo Pacheco-Velasco**

RESUMEN

La susceptibilidad del hongo *Beauveria bassiana* a diferentes dosis del extracto acuoso de semillas de *Azadirachta indica* (EASMAR) fue evaluada en condiciones de laboratorio, con el objetivo de determinar la compatibilidad de ambos. Los resultados mostraron que las formulaciones de EASMAR elaboradas a las 24 y 48 horas antes de la aplicación, no presentaron diferencias en su toxicidad. Las dosis 0,5; 1,5; 2,5 y 5,0% de EASMAR no inhibieron significativamente el crecimiento micelial del entomopatógeno, incluso, el efecto sobre la velocidad de desarrollo del hongo no limitó el incremento del mismo. Igualmente, la comparación de medias ($\alpha=0,05$) en la viabilidad de las esporas de *B. bassiana*, mostraron únicamente diferencias entre el testigo y las dosis altas de EASMAR, al presentar solo un 55% de esporas germinadas. Sin embargo, se presentó compatibilidad entre el hongo entomopatógeno y las dosis menores del insecticida EASMAR, al no determinarse diferencias entre el testigo y las dosis de 0,5; 1,5; 2,5% elaboradas con 24 y 48 horas antes de la aplicación, con estas mismas dosis y tiempos de preparadas el porcentaje de esporas germinadas fue de 70, 77,5; 77,5 y 80; 77,5; 75%, respectivamente.

Palabras claves: *Beauveria bassiana*, Insecticidas botánicos, Extractos acuosos, *Azadirachta indica*.

COMPATIBILITY OF *Beauveria bassiana* WITH AQUEOUS EXTRACTS OF THE NEEM (*Azadirachta indica*) TO CONTROL COFFEE BORER (*Hypothenemus hampei*)

ABSTRACT

Evaluation of *Beauveria bassiana* with aqueous extract of *Azadirachta indica* seeds (EASMAR) was carried out to observe their compatibility. Formulations of EASMAR elaborated 24 and 48 hours before their application did not show differences in toxicity. The EASMAR dosies of 0,5; 1,5; 2,5 and 5,0% did not inhibit mycelial growth of the entomopathogen. Furthermore, the effect over the velocity of fungal development did not reduce the increment of itself. Likewise, the comparison of the means ($\alpha=0,05$) of the viability of the spores. Compatibility was shown between the entomopathogenic fungi and the lower doses of EASMAR, since there was no difference between the control and doses of 0,5; 1,5; 2,5% elaborated 24 and 48 hours before their application, which showed 70; 77,5; 77,5; and 80; 77,5; 75%, respectively, of germinate spores.

Palabras claves: *Beauveria bassiana*, Botanical insecticides, Aqueous extracts, *Azadirachta indica*.

INTRODUCCION

El uso de hongos entomopatógenos para reducir las poblaciones y los daños causados por la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari), es una de las opciones promisorias en el manejo integrado de esta plaga. En la actualidad, existe una propuesta para el uso de cepas regionales del hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, en las regiones cafetaleras del mundo (Laçayo *et al.* 1994; Díaz *et al.* 1994; Bustillo 1994 y Rodríguez *et al.* 1995).

En la mayoría de las zonas cafetaleras, *B.*

bassiana se presenta como agente de control natural de la broca. Sin embargo, la incidencia de la epizootia natural y su impacto sobre la plaga, difieren de un área a otra, en el mismo año y entre ciclos; por tanto, no está claro la eficacia de las epizootias naturales para controlar las poblaciones de broca y su daño.

A pesar de que se han generado técnicas para la producción masiva de *B. bassiana*, en México, no existen suficientes laboratorios que ofrezcan el hongo con la calidad y en la cantidad necesaria para asegurar su eficacia y adaptación a mediano plazo en condiciones de campo.

Con base en lo anterior, fue necesario proponer opciones que disminuyan el daño ocasionado por la broca del fruto del café y que sean compatibles con los métodos de control promisorios, como el entomopatógeno *B. bassiana*. En la actualidad, investigaciones

Recibido: 07/11/96. Aprobado: 10/06/97.

*Estudiante del Programa de Postgrado en Agroecosistemas Tropicales-Campus Veracruz-IRN-Colegio de Postgraduados, México.

Apdo. Postal 143, C.P. 94500, Córdoba, Veracruz, México.

**Académicos e Investigadores del Colegio de Postgraduados, México.

realizadas en Colombia, Honduras y México, demostraron que productos de origen vegetal, como los extractos de semillas de nim o margosa (*Azadirachta indica* A. Juss), presentan actividad insecticida contra *H. hampei*. Por tanto, éstos son señalados como un elemento promisorio para formar parte de la estrategia de manejo integrado de este coleóptero (Cárdenas y Ruiz 1994; Sponagel 1994 y Rodríguez *et al.* 1996).

El objetivo de esta investigación fue determinar la compatibilidad del insecticida natural derivado de las semillas del árbol de nim, con la viabilidad y desarrollo de *B. bassiana*, así como el efecto detrimental de diferentes dosis de extractos acuosos de nim (elaborados 24 y 48 horas antes de la aplicación) sobre este entomopatógeno.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se efectuó entre octubre y noviembre de 1995, en la Unidad Reproductora de Hongos Entomopatógenos (URHE-CP) del Campus Córdoba, del Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. El estudio se desarrolló bajo condiciones controladas, temperatura promedio de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, humedad relativa entre 70% y 90% y un fotoperíodo de 12 horas-luz (6 a.m. a 6 p.m.).

En los bioanálisis se utilizó *B. bassiana*, aislado de *H. hampei*, recolectadas en la zona de Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. Para el aislamiento del hongo se utilizaron cajas de petri con agar dextrosa de Sabourad, enriquecido con 1% de extracto de levadura (ADS+L) como medio de cultivo. Posteriormente, se transfirió a tubos con el mismo medio de cultivo, en forma inclinada, obteniendo así el aislamiento purificado (Rodríguez *et al.* 1995).

Preparación de los productos utilizados

Recolección y procesamiento de las semillas de nim. Las semillas se obtuvieron de frutos cosechados, de árboles de cuatro años de edad (septiembre de 1995), de crecimiento libre, ubicados en el campo experimental del Colegio de Postgraduados en Ciencia Agrícolas, Instituto de Recursos Naturales-Campus Veracruz. Este Instituto está ubicado en condiciones de trópico subhúmedo y a una altitud de 29 msnm. Las semillas, con 2,5% de humedad, contenían

40% de aceite (400 mg/g de semilla), 29,85% de extracto metanólico (298,5 mg/g de semilla), nueve compuestos de extracto hexánico y 12 en extracto metanólico; éstos fueron detectados mediante cromatografía de capa fina. Además se determinó la presencia de flavonoides en el insaponificable (Corona *et al.* 1995). Los frutos cosechados se despulparon manualmente; las semillas obtenidas se secaron al aire libre bajo sombra, por un período de 4 a 7 días. Posteriormente, éstas se descascararon y se molieron mecánicamente para obtener el producto triturado. Este producto se conservó en refrigeración (8-10°C) para su utilización posterior.

Elaboración de los extractos acuosos y presentación del insecticida comercial. Se pesaron 5, 15, 25 y 50 g de semillas molidas de nim y se depositaron en recipientes que contenían un litro de agua. A cada solución elaborada se le agregó 2 ml de adherente comercial. Las soluciones se dejaron en reposo durante 24 y 48 horas, transcurrido este tiempo, se filtraron para eliminar la parte sólida. La parte líquida se etiquetó como EASMAR para ser utilizada en las pruebas biológicas.

El insecticida comercial de origen botánico preparado previamente (ingrediente activo, azadirachtina 0,4%), se evaluó en dosis de 2 ml/l de agua, a esta mezcla se agregó adherente comercial 2 ml/l de agua.

Parámetros evaluados. El efecto sobre la viabilidad y desarrollo del hongo *B. bassiana* del insecticida botánico preparado con extracto de nim, se determinó evaluando el porcentaje de germinación de las esporas y el crecimiento diametral de la colonia, de acuerdo a las metodologías propuestas por Mohamed *et al.* (1987) y Ramaraje *et al.* (1967), adaptadas a insecticidas de origen botánico. Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos (formulados a las 24 y 48 horas) y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1= hongo *B. bassiana* sin aplicación (testigo); T2= hongo *B. bassiana* + adherente comercial (0,2%); T3= hongo *B. bassiana*+insecticida comercial (0,2%); T4= hongo *B. bassiana*+EASMAR (0,5%); T5= hongo *B. bassiana*+EASMAR (1,5%); T6= hongo *B. bassiana* + EASMAR (2,5%); T7= hongo *B. bassiana* + EASMAR (5,0%).

Procedimiento de las pruebas biológicas

Crecimiento diametral de la colonia de *B. bassiana*. Se prepararon cajas de petri con medio de cultivo ADS+L; en cada una se marcaron tres círculos de 1 cm de diámetro. Posteriormente, utilizando un asa bacteriológica se inocularon esporas y micelio del hongo dentro de cada círculo. Las cajas de petri se dejaron en incubación en la sala de germinación de la URHE-C.P. Posteriormente, se midió el diámetro de cada colonia y se agregó a cada placa 1 ml de los diferentes tratamientos que incluían EASMAR de 24 horas de preparados. Luego se incubaron durante 48 horas, transcurrido este tiempo se realizó la segunda medición del diámetro de las colonias del hongo. Este procedimiento se repitió con EASMAR de 48 horas de preparado.

Porcentaje de germinación de las esporas de *B. bassiana*. Para determinar esta variable se prepararon cajas de petri con 1 cm de ADS+L como medio de cultivo. En cada caja se depositó 0,5 ml de una solución de esporas de *B. bassiana* con una concentración de 1×10^8 conidios/ml. Posteriormente, se agregó a cada caja 0,5 ml de las diferentes dosis de nim. Las cajas de petri se dejaron en incubación en la sala de germinación de la URHE-C.P. Después de 24 horas se tomaron muestras de cada repetición y se observaron en el microscopio compuesto (45X), con el fin de verificar el número de esporas germinadas y no germinadas del hongo. Esta investigación fue repetida con EASMAR de 48 horas de elaborado.

Interpretación de los resultados. Los resultados se analizaron utilizando el paquete SAS (Statistical Analysis System), la diferencia de medias se obtuvo mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación de las formulaciones elaboradas 24 y 48 horas antes de la aplicación, no mostraron diferencias; sin embargo, en los parámetros evaluados se observó mayor toxicidad sobre *B. bassiana* con los extractos acuosos formulados a las 24 horas. López *et al.* (1994) informaron que los extractos crudos de nim a

concentraciones elevadas no inhibieron el crecimiento micelial ni la germinación de las esporas de *B. bassiana*

Crecimiento diametral de la colonia de *B. bassiana*: El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre el testigo y algunos de los tratamientos evaluados (Cuadro 1); sin embargo, en las evaluaciones se observó que ninguno de ellos inhibe el desarrollo del hongo entomopatógeno, incluso, mediante la prueba de comparación de medias, se confirmó una respuesta similar entre las dosis de los extractos acuosos de las semillas de nim (EASMAR). También con las formulaciones de EASMAR elaboradas a las 24 y 48 horas antes de la aplicación, se observó para la primera una toxicidad ligeramente mayor sobre el hongo, mostrando éste un crecimiento menor pero no significativo (Cuadro 1). Los tratamientos con insecticida comercial de origen botánico (ingrediente activo, azadirachtina 0,4%), preparados 24 y 48 horas antes de la aplicación presentaron diferencias significativas entre ellos, manifestando mayor toxicidad sobre el desarrollo del hongo cuando el producto se dejó reposar en agua por 48 horas. Este último tratamiento también difirió del testigo; sin embargo, el insecticida no inhibió totalmente el crecimiento del hongo (Cuadro 1).

Igualmente, el análisis de varianza y la prueba de medias de la tasa de crecimiento de *B. bassiana* durante 48 horas, confirmó la diferencia del testigo con siete de los tratamientos. Sin embargo, entre estos no hay diferencia, e incluso, el efecto sobre la velocidad de desarrollo del hongo no limitó el crecimiento del mismo (Cuadro 1 y Fig. 1).

Porcentaje de germinación de las esporas de *B. bassiana*: El porcentaje de esporas no germinadas para cada tratamiento se muestra en el Cuadro 2. La prueba de medias al 1% confirmó el resultado de que los extractos acuosos, e incluso, el insecticida comercial preparado mostraron una respuesta similar al testigo (Cuadro 2), debido a que no presentaron efecto inhibitorio en la germinación de las esporas. Sin embargo, la comparación de medias al 5% mostró diferencias entre el testigo con respecto a las dosis altas de EASMAR (5% formuladas a las 24 y 48 horas), éstas últimas presentaron un 55% de esporas germinadas (Fig. 2).

CUADRO 1. Comparación de medias del crecimiento diametral y tasa de crecimiento de *Beauveria bassiana*, mediante la prueba de Tukey al 1% y 5%. Córdoba, Ver., México. 1995-1996.

No.	Tratamientos	Promedio (cm)	Tasa de crecimiento cm/hora	Grupo de medias
12	Testigo	1,34	0,02795	a **
6	EASMAR 0,5% (48)*	1,19	0,02483	ab
5	Comercial (24)	1,03	0,02153	abc
9	EASMAR 5,0% (48)	0,87	0,01823	abcd
2	EASMAR 1,5% (24)	0,87	0,01814	abcd
7	EASMAR 1,5% (48)	0,85	0,01736	bcd
4	EASMAR 5,0% (24)	0,80	0,01667	bcd
8	EASMAR 2,5% (48)	0,72	0,01493	bcd
11	Adherente	0,69	0,01441	cd
1	EASMAR 0,5% (24)	0,60	0,01241	cd
3	EASMAR 2,5% (24)	0,58	0,01215	cd
10	Comercial (48)	0,52	0,01094	d

*Horas de elaboración antes de la aplicación.

**Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al nivel que se indica.

CUADRO 2. Comparación de medias de la viabilidad de las esporas de *Beauveria bassiana*, mediante la prueba de Tukey al 1% y 5%. Córdoba, Ver., México. 1995-1996.

No.	Tratamientos	Promedio esporas no germinadas (%)	Promedio esporas germinadas (%)	Tukey 1% **	Tukey 5% **
4	EASMAR 5,0% (24)*	45,0	55,0	a	a
8	EASMAR 5,0% (48)	45,0	55,0	a	a
1	EASMAR 0,5% (24)	30,0	70,0	a	ab
10	Adherente	27,5	72,5	a	ab
7	EASMAR 2,5% (48)	25,0	75,0	a	ab
5	EASMAR 0,5% (48)	22,5	77,5	a	ab
3	EASMAR 2,5% (24)	22,5	77,5	a	ab
2	EASMAR 1,5% (24)	22,5	77,5	a	ab
6	EASMAR 1,5% (48)	20,0	80,0	a	ab
9	Comercial	17,5	82,5	a	ab
11	Testigo	10,0	90,0	a	b

*Horas de elaboración antes de la aplicación.

**Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al nivel que se indica.

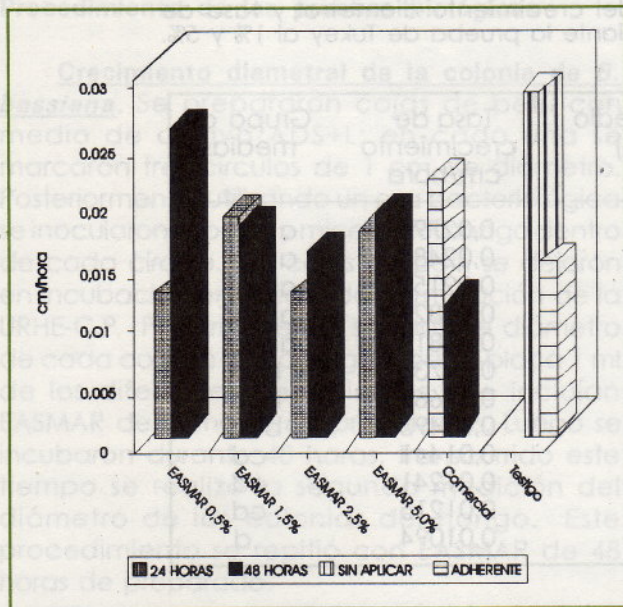


Fig. 1. Tasa de crecimiento en *Beauveria bassiana*. Córdoba, Ver., México. 1995.

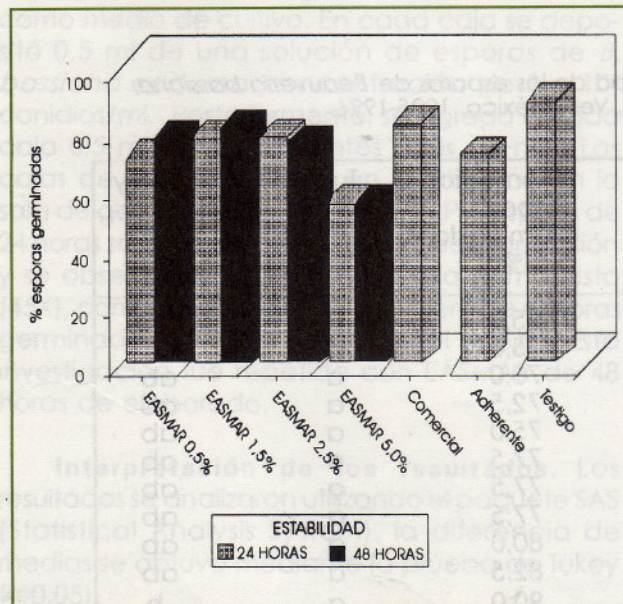


Fig. 2. Viabilidad de *Beauveria bassiana*. Córdoba, Ver., México. 1995.

CONCLUSIONES

Al usar soluciones de EASMAR al 2,5% y *B. bassiana* no se inhibe el crecimiento del hongo y la germinación de las esporas alcanza un 77,5%.

El insecticida de origen vegetal EASMAR, es compatible con *B. bassiana*, por lo que en un futuro se podrían utilizar en forma integral con los otros elementos del MIP de la broca del fruto del cafeto.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, que otorgó al primer autor una beca para realizar sus estudios de postgrado. Al Colegio de Postgraduados-Campus Córdoba, por el apoyo con la infraestructura y equipo utilizado en este estudio.

LITERATURA CITADA

- BUSTILLO, A.E.P. 1994. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* en Colombia. In Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. (5, 1994, San José, Costa Rica). Memoria. p. 239.
- CARDENAS, M.R.; RUIZ, S.L. 1994. Pruebas de azatina contra broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera:Scolytidae) en laboratorio y campo en Chinchiná, Caldas, Colombia. In Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros Insecticidas Vegetales. (1, 1994, Santo Domingo, República Dominicana). Memorias. p. 223.
- CORONA, G.J.; DEBERNARDI, M. L.; RODRIGUEZ, L.D.A. 1995. Reporte del análisis químico preliminar de las semillas de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). México. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana y Campus Córdoba-IF-Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 5 p.
- DIAZ, V.; PINTO, V.M.; MENDEZ, I.1994. Efecto del hongo *Beauveria bassiana* (bals.) Vuill. en el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) en Chiapas, México. In Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. (5, 1994, San José, Costa Rica). Memoria. p. 94.
- LACAYO L.; BARRIOS, C.; JIMÉNEZ, C.; SANDINO, V. 1994. Uso de hongos entomopatógenos para el manejo de la broca de café en Nicaragua. In Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. (5, 1994, San José, Costa Rica). Memoria. p. 58.
- LOPEZ, T.M.; ESTRADA, O. J.; CROCHE, G.; GONZALEZ, L.; GONZALEZ, Y.; ALVAREZ, M. 1995. Compatibilidad de extractos naturales con hongos entomopatógenos. In Taller Internacional y Tercero Nacional de Plaguicidas Biológicos de Origen Botánico. (1 1995, La Habana, Cuba). Memoria. p. 132-133.
- MOHAMED, A.K.A.; PRATT, J.P.; NELSON, F.R.S. 1987. Compatibility of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* with chemical pesticides. Mycopathologia 99:99-105.

RESISTENCIA DE *Ixophorus unisetus* A HERBICIDAS INHIBIDORES DE LA SINTETASA DEL ACETOLACTATO*

Lilliana Chaves**
Bernal E. Valverde***
Israel Garita***

RESUMEN

La evolución de la resistencia a herbicidas inhibidores de la enzima sintetasa del acetolactato en condiciones de campo, ha sido informada previamente para sulfonilureas pero no para imidazolinonas. Bioanálisis efectuados en casa de mallas con poblaciones de *I. unisetus* que crecían en bordes de canales de riego y drenaje en áreas productoras de arroz y caña de azúcar, en la Región del Pacífico Norte de Costa Rica, permitieron demostrar por primera vez, la evolución de la resistencia de una maleza a imazapir, luego de repetidas aplicaciones de este herbicida en el campo. Se utilizaron ocho poblaciones que recibieron ocho dosis crecientes de seis diferentes herbicidas; en cada análisis se incluyó un testigo sin tratar. La evaluación de peso fresco indicó que el grado de resistencia fue variable entre las poblaciones; dos de estas resultaron 5 y 80 veces más resistentes a imazapir, que la población más susceptible. También se determinó resistencia cruzada a otras imidazolinonas, pero no se observó resistencia para las sulfonilureas incluidas en el experimento.

Palabras claves: Resistencia, Herbicidas, *Ixophorus unisetus*, Malezas.

RESISTANCE OF *Ixophorus unisetus* TO ACETOLACTATE SYNTHASE INHIBITING HERBICIDES

ABSTRACT

Field-evolved resistance to herbicides that inhibit the enzyme acetolactate synthase has been previously reported for sulfonylurea herbicides but not for imidazolinones. Resistance to imazapyr was demonstrated in populations of *Ixophorus unisetus* growing along irrigation and drainage canals in the North Pacific of Costa Rica that had been treated repeatedly with the herbicide. Bioassays were conducted in the greenhouse with eight populations of *I. unisetus*. Plants were treated with increasing rates of six acetolactate synthase (ALS) inhibiting herbicides and fresh weights were obtained. Based on biomass reductions produced by the herbicides in relation to the untreated control, GR₅₀ (dose required to reduce plant growth by 50%) values were calculated. Resistance indices (ratio of GR₅₀ of tested population and that of a known susceptible population) indicated that two *I. unisetus* populations were 5 and 80 times more resistant to imazapyr compared to the susceptible population. Imazapyr-resistant populations exhibited cross resistance to other imidazolinones (imazaquin, imazetapyr) but not to the sulfonylurea herbicides included in the experiments.

Key words: Resistance, Herbicides, *Ixophorus unisetus*, Weeds.

INTRODUCCION

Los herbicidas constituyen una de las herramientas más utilizadas por los productores en su lucha para combatir las malezas. Sin embargo, el uso frecuente de un mismo herbicida durante largos períodos (Gressel 1984), la variabilidad genética de las poblaciones de malezas (Rubin 1991) y algunas características

de los herbicidas (LeBaron 1991), entre otras causas, provocan la evolución de la resistencia a estos productos.

El primer informe de resistencia a herbicidas se publicó en Estados Unidos en 1970, cuando se descubrieron poblaciones de *Senecio vulgaris* resistentes a simazina (LeBaron 1989). Desde entonces se ha incrementado la aparición y distribución de biotipos resistentes a triazinas (LeBaron 1991).

Del total de casos de resistencia documentados, cerca de 30% corresponden a malezas gramíneas, siendo más común la evolución de resistencia en especies de hoja ancha (LeBaron 1991). Hasta 1992 se había informado de 86 casos de resistencia, 60 en especies de hoja

Recibido: 29/10/96. **Aprobado:** 10/06/97.

*Parte de la tesis de Ing. Agr. del primer autor. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

**Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, 3000 Heredia, Costa Rica.

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

ancha y 26 en gramíneas, incluyendo 17 familias de herbicidas*, entre ellas las sulfonilureas.

Las malezas que han evolucionado resistencia a los herbicidas sulfonilureas, inhibidores de la sintetasa del acetolactato (ALS), incluyen cuatro especies de hoja ancha: *Lactuca serriola*, *Kochia scoparia*, *Salsola iberica* y *Stellaria media*. Además, en Australia e Inglaterra, dos gramíneas (*Lolium rigidum* y *Alopecurus myosuroides*, respectivamente), evolucionaron resistencia cruzada a sulfonilureas, después de haber estado expuestas a otras familias de herbicidas (Thill *et al.* 1991).

Los herbicidas imidazolinonas también inhiben la ALS, pero hasta ahora no se había documentado la evolución de resistencia en el campo. En Costa Rica, se sospechó que *Ixophorus unisetus* (conocido como pasto Honduras y hatico) se había tornado resistente al imazapir después de varios años de aplicaciones de este producto.

El *I. unisetus* no es considerado una maleza importante, excepto en los canales de riego en áreas productoras de arroz y caña de azúcar. En algunos casos la maleza invade el cultivo, pero las pérdidas que ocasiona aún no han sido cuantificadas. En Costa Rica, *I. unisetus* se encuentra desde el nivel del mar hasta 1200 msnm. También está presente en México y el resto de Centroamérica, así como en Colombia, Venezuela y Cuba (Pohl 1980).

El objetivo de esta investigación fue determinar si las poblaciones de *I. unisetus* expuestas a imazapir en el campo, habían evolucionado resistencia a este y otros herbicidas inhibidores de la sintetasa del acetolactato (ALS), en Costa Rica. Resultados preliminares de esta investigación se publicaron previamente (Valverde *et al.* 1993).

MATERIALES Y METODOS

Material experimental. En 1992 se recolectaron semillas de *I. unisetus* de poblaciones presumiblemente resistentes, que crecían en los bordes de los canales de riego adyacentes a campos de arroz en la Hacienda San Agustín, Chomes, Provincia de Puntarenas. Estas poblaciones (identificadas como Tijo Blanco y Escuadra), estuvieron sujetas a aplicaciones de

imazapir en dosis comerciales por más de cinco años. También se recolectó semilla en haciendas productoras de caña de azúcar, en la provincia de Guanacaste, donde se sospechaba que el imazapir no controlaba bien la maleza. Estas poblaciones se denominaron Taboga y CATSA-R. Adicionalmente, en Guanacaste también se obtuvo semilla de poblaciones de *I. unisetus* (identificadas como el Viejo, CATSA-S y Palmira), expuestas a no más de cuatro aplicaciones de imazapir, las cuales presumiblemente eran susceptibles a imidazolinonas. En Carrillos, Guanacaste, se recolectó semilla de una población que nunca fue tratada con herbicidas de esta familia, lo cual se utilizó como testigo susceptible.

Tratamientos. Individuos de *I. unisetus* se asperjaron en postemergencia con dosis crecientes de imazapir (Arsenal), sulfometuron metilo (Oust) y triasulfuron (Amber); mientras que los herbicidas imazaquin (Scepter), imazetapir (Pivot) y clorsulfuron (Glean) se aplicaron en pre-emergencia. Las dosis aplicadas se aumentaron progresivamente duplicando a la anterior. El ámbito de dosis se adecuó según se sospechó que la población era resistente o susceptible (Cuadro 1) utilizando un volumen de 200 l/ha. También se incluyó un testigo sin aplicaciones.

Las aplicaciones se realizaron en una cámara de aspersión controlada, con velocidad y presión constantes**.

Procedimiento. Para los tratamientos post-emergentes, las semillas se colocaron en bandejas que contenían suelo sin esterilizar, y se mantuvieron en una casa de mallas en las instalaciones del CATIE, Turrialba, Costa Rica, a temperatura ambiente. De 10 a 12 días después, se trasplantaron 15 plántulas en recipientes que contenían aproximadamente 0,5 kg de suelo; posteriormente se raleó dejando 10 plantas por maceta.

De ocho a diez días después del trasplante (ddt), las macetas se colocaron fuera de la casa de mallas y se dejaron a plena exposición solar hasta finalizar el período de evaluación; excepto las poblaciones El Viejo y CATSA-S que se les aplicó imazapir, y Taboga que se le aplicó triasulfuron, siempre permanecieron en la casa de mallas. Los herbicidas postemergentes se

*LeBaron, H. 1992. Ciba-Geigy Corp., Greensboro, North Carolina, USA. Comunicación personal a Bernal Valverde.

**R & D Sprayer Inc. Opelousas, Louisiana, USA.

CUADRO 1. Dosis de herbicidas¹ utilizadas en los bioanálisis de *I. unisetus*, Costa Rica, 1992.

Herbicida	Dosis (g/ha) ²	Biotipo
IMZ	0; 18,8; 37,5; 75; 150; 300; 600; 1200; 2400 0; 150; 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200	S R
IMQ	0; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 640 0; 20; 40; 80; 160; 320; 640; 1280; 2560	S R
IMT	0; 9,38; 18,8; 37,5; 75; 150; 300; 600; 1200 0; 75; 150; 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600	S R
SMM	0; 0,59; 1,17; 2,34; 4,69; 9,38; 18,8; 37,5; 75 0; 1,17; 2,34; 4,69; 9,38; 18,8; 37,5; 75; 150	S ³ R
TRS	0; 1,56; 3,12; 6,25; 12,5; 25; 50; 100; 200 0; 6,25; 12,5; 25; 50; 100; 200; 400; 800	S R
CLS	0; 0,47; 0,94; 1,88; 3,76; 7,50; 15; 30; 60 0; 1,88; 3,76; 7,50; 15; 30; 60; 120; 240	S R

¹. Abreviaciones: IMZ (imazapir), IMQ (imazaquin), IMT (imazetapir), SMM (sulfometuron metilo), TRS (triasulfuron), CLS (clorsulfuron).

². Las dosis para los herbicidas imidazolinonas están dadas en equivalente ácido; las de sulfonilureas, en ingrediente activo.

³. Los biotipos el Viejo y CATSA-R, fueron tratados con dosis de 2,34 hasta 300 y de 9,38 hasta 1200 g i.a./ha, respectivamente.

Biotipo S: Susceptible
R: Resistente

aplicaron cuando las plantas tenían entre 5 y 6 hojas en promedio. Cuando se utilizó sulfometuron metilo y triasulfuron, se agregó el agente tensoactivo no iónico WK 85% L.S. (nonoxinol 85%) al 0,25% v/v.

Para determinar el peso fresco y seco del follaje, las plantas asperjadas con imazapir se cortaron a nivel del suelo 7 días después de la aplicación (dda); las asperjadas con triasulfuron y sulfometuron metilo, se cortaron a los 15 dda. Dos semanas después de la cosecha inicial se contaron los rebrotes y se determinó el peso fresco y el peso seco del follaje. Las muestras se secaron en un horno por 72 horas a una temperatura de 70°C.

Antes de la aplicación de los herbicidas preemergentes, las semillas de *I. unisetus* se pusieron a germinar en una mezcla de suelo:arena (50:50), a temperatura ambiente. Posteriormente, cuando las radículas medían de 1 a 3 mm aproximadamente, se trasplantaron dejando 10 plántulas por maceta y se cubrieron con una capa de suelo fino. Un día después se aplicó el tratamiento (herbicida). Treinta días

después del trasplante, las plantas sobrevivientes se contaron y se pesó su follaje.

Para las poblaciones CATSA-S y Taboga, no se realizó la evaluación con los herbicidas imazetapir y clorsulfuron porque la germinación de la semilla disminuyó sustancialmente.

En la mayoría de los experimentos se utilizó un diseño completamente aleatorio con cuatro repeticiones, excepto cuando las plantas no tenían un crecimiento uniforme y podían ser agrupadas por tamaño; en este caso, se utilizó un diseño de bloques completos al azar.

Los datos fueron analizados por regresión, usando transformaciones apropiadas cuando fue necesario. De las ecuaciones de regresión se calcularon los valores de RC_{50} (dosis de herbicida necesaria para reducir el crecimiento en un 50%) para herbicidas postemergentes y DL_{50} para los preemergentes. Cuando se aplicó sulfometuron metilo, también se calculó la DL_{50} considerando la mortalidad de los rebrotes. La mayoría de las respuestas fueron descritas por funciones exponenciales y polinomiales.

CUADRO 2. Respuesta de poblaciones de *I. unisetus* a la aplicación de tres herbicidas imidazolinonas. Costa Rica, 1992.

Población	Imazapir		Imazaquin		Imazetapir	
	RC ₅₀ (g/ha)	IR ¹ (g/ha)	DL ₅₀ (g/ha)	IR ¹	RC ₅₀	IR ¹
Carrillos	22,0	1,00	21,55	1,00	154,86	1,00
El Viejo	22,8	1,04	14,73	0,68	9,32	0,06
CATSA-S	33,9	1,54	73,52	3,41	nd	nd
Palmira	47,4	2,15	42,68	1,98	36,39	0,23
CATSA-R	<150,0	<6,82	24,73	1,15	85,72	0,55
Tijo B.	117,6	5,35	314,50	14,59	634,50	5,00
Taboga	46,5	2,11	46,67	2,17	nd	nd
Escuadra	1725,0	78,40	271,08	12,58	884,29	5,71

¹. IR= índice de resistencia.

RC₅₀: Dosis de herbicida necesaria para reducir el crecimiento en un 50%.
DL₅₀: dosis letal media.

CUADRO 3. Respuesta de ocho poblaciones de *I. unisetus* al herbicida sulfometuron-metilo. Costa Rica, 1992.

Población	RC ₅₀ (g/ha)	IR ¹ (g/ha)	DL ₅₀	IR ¹
Carrillos	10,46	1,00	60,36	1,00
El Viejo	1,91	0,18	4,98	0,08
CATSA-S	0,54	0,05	45,43	0,75
Palmira	17,96	1,69	61,52	1,02
CATSA-R	0,95	0,09	12,95	0,21
Tijo B.	0,54	0,05	18,09	0,30
Taboga	2,60	0,25	51,55	0,85
Escuadra	12,04	1,15	72,93	1,21

¹. IR= índice de resistencia.

RC₅₀: Dosis de herbicida necesaria para reducir el crecimiento en un 50%.
DL₅₀: dosis letal media.

Para todos los casos se calculó el índice de resistencia (la razón entre el valor de RC₅₀ o DL₅₀ de cada población y el testigo) con el propósito de comparar las diferentes poblaciones evaluadas. Para los herbicidas clorsulfuron y triasulfuron no fue posible calcular estos valores. En el primer caso, debido a la imposibilidad de ajustar un modelo; en el segundo, por no alcanzarse 50% de reducción en el crecimiento con las dosis utilizadas. Las poblaciones se clasificaron como susceptibles (IR≤2), parcialmente resistentes (2<IR<4) y resistentes (IR≥4).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó un amplio ámbito de respuestas entre los biotipos de *I. unisetus*. Los valores de RC₅₀ y DL₅₀ para imidazolinonas y para sulfometuron metilo, se presentan en los cuadros 2 y 3. Esta variabilidad es frecuente en poblaciones de malezas, según lo demuestran varios estudios. Por ejemplo, Moss y Cussans (1991) al evaluar la resistencia de *Alopecurus myosuroides* a algunas ureas sustituidas, y Thill *et al.* (1991) en investigaciones sobre la resistencia de *Lactuca serriola* a sulfonilureas, encontraron diversidad de respuestas a esos herbicidas.

Las poblaciones consideradas inicialmente como susceptibles, tuvieron una respuesta al imazapir similar a la del testigo (Carrillos) según los valores de RC_{50} . Palmira y Taboga tuvieron una respuesta intermedia, a pesar de que Taboga fue asperjado con imazapir por varios años en el campo.

Las poblaciones más resistentes a imazapir fueron Tijo Blanco y Escuadra, provenientes de la Hacienda San Agustín, donde se sospechaba de resistencia a las imidazolinonas. Escuadra es aproximadamente 80 veces más resistente que Carrillos, mientras que Tijo Blanco requiere dosis cinco veces mayor que éste, para alcanzar el mismo nivel de reducción del crecimiento (Cuadro 2). En la figura 1 se muestra la respuesta a imazapir de tres poblaciones de *I. unisetus* con diferentes grados de resistencia a este herbicida. Para Carrillos, Palmira y Escuadra, las ecuaciones de regresión fueron, respectivamente:

$$Y=44,7 \cdot e^{(-29,76 \cdot X)} + 28,45 \cdot e^{(-1267 \cdot X)};$$

$$Y=57,86 \cdot e^{(-38,41 \cdot X)} + 1,5 \cdot e^{(-1266 \cdot X)};$$

$$Y=20,33 \cdot e^{(-10,81 \cdot X)} + 65,47 \cdot e^{(-0,35 \cdot X)}.$$

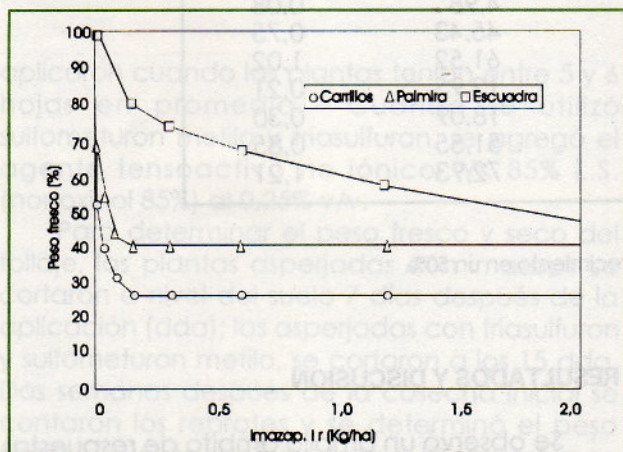


Fig. 1. Respuesta de tres poblaciones de *I. unisetus* al herbicida imazapir.

De las ocho poblaciones evaluadas, sólo Escuadra y Tijo Blanco presentaron resistencia cruzada a otras imidazolinonas (Cuadro 2). Numerosos casos de resistencia cruzada están documentados en la literatura. Thill *et al.* (1991) evaluaron la resistencia cruzada a triazinas, de *Kochia scoparia* y *Stellaria media*, resistentes a sulfonilureas, y Heap (1991), encontró un compor-

tamiento variado en el grado de resistencia cruzada entre diferentes biotipos de *Lolium rigidum*.

Por otra parte, Tijo Blanco presentó resistencia cruzada negativa al sulfometuron metilo (poblaciones resistentes a un herbicida resultaron muy susceptibles al otro herbicida, al cual no habían sido expuestas). Las otras poblaciones mostraron más o igual susceptibilidad a este herbicida que la población testigo Carrillos (Cuadro 3).

CONCLUSIONES

Se documentó por primera vez, la evolución de resistencia a herbicidas imidazolinonas, específicamente en poblaciones de *I. unisetus*, después de repetidas aplicaciones de imazapir en el campo.

No hubo casos de resistencia cruzada a las sulfonilureas evaluadas, pero Tijo Blanco si evolucionó resistencia cruzada negativa al sulfometuron metilo.

Varias de las poblaciones evaluadas que han recibido más de 4000 g de imazapir, aún permanecen susceptibles, mientras que Tijo Blanco y Escuadra con aproximadamente esta cantidad, requieren dosis de imazapir 5 y 80 veces superiores respectivamente, que Carrillos; la población testigo.

LITERATURA CITADA

- GRESSEL, J. 1984. Evolution of herbicide-resistant weeds. *In* Origins and Development of Adaptation. London, Pitman Books. p. 73-93.
- HEAP, I. 1991. Resistance to herbicides in Annual Ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *In* Herbicide Resistance in Weeds and Crops. Caseley, J. C., G.W. Cussans, y R.K. Atkin. Ed. Butterworth-Heinemann. p. 57-66.
- LEBARON, H. 1989. Management of herbicides to avoid, delay and control resistant weeds: a concept whose time has come. *In* Annual Meeting of the Western Society of Weed Science 1988, Honolulu, Hawaii. Proceedings. v.42. p. 6-28.
- LEBARON, H. 1991. Distribution and seriousness of herbicide-resistant weed infestations worldwide. *In* Herbicide Resistance in Weeds and Crops. Ed by Caseley, J. C., G.W. Cussans, y R.K. Atkin. Butterworth-Heinemann. p. 27-43.
- MOSS, R.; CUSSANS, G.W. 1991. The development of herbicide-resistant populations of *Alopecurus myosuroides* (Black-grass) in England. *In* Herbicide Resistance in Weeds and Crops. Ed by Caseley, J. C., G.W. Cussans, y R.K. Atkin. Butterworth-Heinemann. p. 45-55.

POHL, R.W. 1980. Flora Costarricensis; familia Gramineae. Fieldiana Botany, new series. Field Museum of Natural History, USA. p. 285-287.

RUBIN, B. 1991. Herbicide resistance in weeds and crops, progress and prospects. In Herbicide Resistance in Weeds and Crops. Ed. by Caseley, J.C., G.W. Cussans, y R.K. Atkin. Butterworth-Heinemann. p. 337-414.

THILL, D.; MALLORY-SMITH, C.; SAARI, L.; COTTERMAN, J.; PRIMIANI, M.; SALADINI, J.L. 1991. Sulfonylurea herbicide resistant weeds: discovery, distribution, biology, mechanism, and management. In Herbicide Resistance in Weeds and Crops. Ed by Caseley, J. C., G.W. Cussans, y R.K. Atkin. Butterworth-Heinemann. p. 115-128.

VALVERDE, B. E.; CHAVES, L.; GONZALEZ, J.; GARITA, I. 1993. Field-evolved imazapyr resistance in *Ixophorus unisetus* and *Eleusine indica* in Costa Rica. Proc. Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, U.K., p. 1189-1194.

RESUMEN
El experimento se desarrolló en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de San José, Costa Rica, en condiciones de vegetación natural. Se establecieron dos tratamientos con temperaturas de 20 y 30°C, controlados mediante incubadoras estancadas. El material de estudio consistió en la estructura larval de *Ixophorus unisetus* y *Eleusine indica* con una constante térmica de 25.4°C para el desarrollo de la larva y 20.3°C para el desarrollo de la planta. Los valores de 19.8°C para el punto mínimo de desarrollo y de 30.1°C para el punto máximo de desarrollo total de *Ixophorus unisetus* y 18.2°C y 30.1°C para *Eleusine indica* se obtuvieron a partir de los datos de desarrollo.

RESUMEN
El experimento se desarrolló en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de San José, Costa Rica, en condiciones de vegetación natural. Se establecieron dos tratamientos con temperaturas de 20 y 30°C, controlados mediante incubadoras estancadas. El material de estudio consistió en la estructura larval de *Ixophorus unisetus* y *Eleusine indica* con una constante térmica de 25.4°C para el desarrollo de la larva y 20.3°C para el desarrollo de la planta. Los valores de 19.8°C para el punto mínimo de desarrollo y de 30.1°C para el punto máximo de desarrollo total de *Ixophorus unisetus* y 18.2°C y 30.1°C para *Eleusine indica* se obtuvieron a partir de los datos de desarrollo.

MATERIALES Y METODOS
Gómez (1975) encontró que en Cuba el ciclo de vida de *I. unisetus* en condiciones de laboratorio y una temperatura promedio de 25°C fue de 12.7 días. La duración de cada fase fue de 3.3 días para el huevo, 1.7 días para el activo, 1.2 días para el inactivo, 2.0 días para el inactivo, 1.2 días para el activo, 1.2 días para el inactivo, 1.2 días para el activo y 1.2 días para el inactivo. El desarrollo y el ciclo de vida de *I. unisetus* en condiciones de laboratorio por los campos de arroz y de maíz de la zona de San José, Costa Rica, con temperaturas de 25°C y 30°C de promedio relativo a la duración del ciclo de vida en el arroz (Molina y Victoria, 1982) fue de 12 y 13.3 días respectivamente. La actividad máxima de esta especie se presentó a una temperatura media de 25°C y 30°C de promedio relativo, en estas condiciones el ciclo de vida en el arroz y en el maíz (Molina y Victoria, 1982) fue de 12 y 13.3 días respectivamente. Durante la evaluación se constató que el período de incubación (tiempo que transcurre desde la puesta del huevo hasta

INTRODUCCION
El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales cultivos de arroz en Costa Rica y se encuentra distribuido por todo el territorio nacional. Solo (1974), señaló que en Honduras, EUA, las hembras de *I. unisetus* se desarrollan mejor a 19°C y requieren 21.5 días para completar su ciclo, mientras que a 25°C el ciclo demora 8 días para las hembras y 7.5 días para los machos. Con una temperatura de 25°C, la posición óptima es de 1.2 y el promedio de huevos por hembra es de 1.4. La mayor longevidad para las hembras se reportó a 19°C en estas condiciones el 50% de las hembras vivió 2.0 días y un 10% vivió 3.0 días. La fecundidad media obtenida a las 24 y 30°C fueron de 2.0 y 1.4 huevos por hembra respectivamente.

UMBRAL MINIMO DE DESARROLLO DE *Tetranychus tumidus* EN EL CULTIVO DEL PLATANO

Rubén P. Pérez Alvarez*
Lérida Almaguel Rojas*
Eudaldo de la Torre López*
Milagros Domínguez Barrios*

RESUMEN

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba, en condiciones de laboratorio, con temperaturas de 20, 25 y 30°C, logradas mediante incubadoras refrigeradas. El umbral mínimo de desarrollo para *Tetranychus tumidus* Banks para el período de incubación fue de 14°C con una constante térmica de $35 \pm 6,4^\circ/\text{días}$; para el estado larval 13,7°C y constante térmica de $26,3 \pm 5,2^\circ/\text{días}$; los estados ninfales alcanzaron valores de 12,9°C para el umbral mínimo de desarrollo y de $50,1 \pm 5,2^\circ/\text{días}$ como constante térmica y para el ciclo total de huevo-adulto de 13,9°C y constante térmica de $112,6 \pm 8,5^\circ/\text{días}$.

Palabras claves: *Tetranychus tumidus*, Plátano, Umbral de desarrollo.

MINIMUM THRESHOLD FOR *Tetranychus tumidus* WAS ESTABLISHED FOR PLANTAIN

ABSTRACT

The study was developed in the Plant Protection Research Institute, Agriculture Ministry, under laboratory conditions at temperatures of 20, 25 and 30°C with the use of refrigerated incubators. The minimum development threshold to *Tetranychus tumidus* Banks for its incubation period (I.P.) was 14°C with a thermal constant of $35 \pm 6,4^\circ/\text{days}$; for the larval stages the I.P. was 13,7°C with thermal constant of $26,3 \pm 5,2^\circ/\text{days}$; the nymphal stages reached values of 12,9°C with a thermal constant of $50,1 \pm 5,2^\circ/\text{days}$ for the whole cycle from egg to adult stages, the minimum threshold was 13,9°C with a thermal constant of $112,6 \pm 8,5^\circ/\text{days}$.

Key words: *Tetranychus tumidus*, Plantains, Development threshold.

INTRODUCCION

El ácaro rojo, *Tetranychus tumidus* Banks es una plaga de importancia económica para el cultivo del plátano y banano en Cuba y se encuentra distribuida por todo el territorio nacional.

Saba (1974), señaló que en Florida, EUA, las hembras de *T. tumidus* se desarrollaron lentamente a 19°C y requiere 21,5 días para completar su ciclo, mientras que a 29°C el ciclo demora 8 días para las hembras y 7,5 días para los machos. Con una temperatura de 24°C, la oviposición diaria es de 4,2 y el promedio de huevos por hembras de 49,6. La mayor longevidad para hembras se registró a 19°C; en estas condiciones el 50% de los insectos vivió 21 días y un 10% llegó a los 40 días. La fecundidad media obtenida a 19, 24 y 29°C fueron de 28,0; 49,6 y 41,3 huevos por hembras, respectivamente.

Recibido: 09/05/96. **Aprobado:** 10/06/97.

*Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Playa, Ciudad de La Habana. Cuba.

Gómez (1975) encontró que en Cuba, el ciclo de vida de *T. tumidus*, en condiciones de laboratorio y una temperatura promedio de 29°C, fue de 12,7 días, y la duración de cada fase fue: de 3,3 días para el huevo; 1,7 días larva activa; 0,9 días larva inactiva; 2,0 días protoninfa activa; 1,4 días protoninfa inactiva; 1,5 días deutoninfa activa; 0,8 días deutoninfa inactiva; y 1,3 días preoviposición.

El desarrollo y duración del ciclo de vida de *T. tumidus* es influido directamente por los cambios de temperatura y de humedad relativa (Sierra *et al.* 1981). Con temperatura de 22°C y 59,3% de humedad relativa, la duración del ciclo de vida en el clon Macho 3/4 y Victoria, fue de 15 y 16,5 días respectivamente. La actividad máxima de esta especie se presentó a una temperatura media de 36,2°C y 87% de humedad relativa; en estas condiciones el ciclo se completó en 8,3 días para el clon Macho 3/4 y en 8,9 días para Victoria. Durante la evaluación se constató que el período de incubación (tiempo que transcurre desde la puesta del huevo hasta

la eclosión) sufre cambios considerables, y que está influido por las condiciones de temperatura y humedad relativa. Los estados de larva y ninfa también mostraron cambios en su desarrollo y duración. Al parecer el estado inactivo o de muda no es afectado por los factores antes mencionados, debido a que las variaciones observadas fueron mínimas. Las medias obtenidas para el desarrollo total del ciclo huevo-adulto fueron de 10,3 y 11,1 días para las variedades Macho 3/4 y Victoria, respectivamente.

Investigaciones realizadas por Cao (1981) en la biología de *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead con naranja Valencia y Lima persa, determinaron la existencia de una relación estrecha entre la temperatura y la duración del ciclo de esta especie.

De la Torre (1985) informó que el ciclo de vida de *T. tumidus* en frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) demora 19,2 días cuando la temperatura media es de $20,9 \pm 1^\circ\text{C}$ y $74,2\% \pm 10\%$ de humedad relativa, y 15,4 días con temperatura de $22,1 \pm 2^\circ\text{C}$ y $69,0 \pm 11\%$ de humedad relativa, lo que demuestra la influencia de la temperatura sobre la duración del ciclo de vida. Bajo estas mismas condiciones de temperatura y humedad, la longevidad del adulto fue de 22,3 días.

El objetivo de esta investigación fue determinar el umbral mínimo de desarrollo del *T. tumidus*.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal ubicada en el Municipio de Alquizar, Provincia de La Habana, Cuba.

La evaluación se realizó en condiciones de temperatura controlada, usando incubadoras refrigeradas. Se seleccionó un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos (20, 25 y 30°C) y 4 repeticiones. En cada repetición se usaron 5 huevos frescos, de aproximadamente 1 hora de ovipositado y cajas de Petri de 150 x 25 mm; a las cuales se les colocó en el fondo una capa fina de algodón húmedo y sobre la misma se colocaron discos de hojas de plátano de 20 mm de diámetro, del clon CEMSA 3/4.

Durante todo el ciclo de vida se realizaron observaciones diarias, utilizando un microscopio-estereoscopio Mbc-9 a 25 x de aumento; para cada observación se anotó la fecha, hora y es-

tado de desarrollo (huevo, larva, ninfas y adultos).

Para el cálculo del umbral mínimo de desarrollo de la especie se utilizó el modelo de ecuación de regresión $y = ae^{(bx)^2}$ de ajuste a una distribución logarítmica normal donde:

y = duración en días
x = temperatura en $^\circ\text{C}$
b = coeficiente de regresión
a = intercepto

y la ecuación

$\frac{1}{H} = a(T-t)$ equivalente de la ecuación de regresión lineal simple $y = bx - c$

donde:

1/H = y = inverso del desarrollo
a = b = coeficiente de regresión
T = t = temperaturas de ensayo en $^\circ\text{C}$
t = c = temperatura mínima de desarrollo

Con estos resultados se establecieron las curvas teóricas del desarrollo de cada estado en función de las temperaturas efectivas.

La constante térmica (suma de temperaturas efectivas que necesita un organismo para completar su desarrollo, expresado en grados/días) se calculó a partir de la fórmula $K = D(T-t)$ donde:

K = constante térmica
D = duración en días de cada estado de desarrollo a la temperatura T
T = temperatura $^\circ\text{C}$ a la que se trabajó
t = umbral mínimo de desarrollo de la especie para un estado determinado

RESULTADOS Y DISCUSION

La duración del estado de incubación está determinado por la temperatura; para temperaturas de 20, 25 y 30°C los valores registrados fueron 7,7; 3,5 y 2,8 días respectivamente, lo cual difiere de lo informado por Gómez (1975), quien informó que en investigación con el clon 3/4 y en condiciones de temperatura de 29°C , humedad relativa de 80-85% la incubación tardó 3,3 días. Esta diferencia podría deberse a que esta última investigación no se realizó en condiciones de laboratorio. Los valores determinados para

el umbral mínimo de desarrollo teórico del período de incubación fueron de 14°C y la constante térmica de 35±6,4°/días (Cuadro 1).

CUADRO 1. Umbral mínimo de desarrollo y constante térmica del ácaro rojo *Tetranychus tumidus*. Cuba.

Estados de desarrollo	Umbral mínimo (grados/días)	Constante térmica (%)	Coefficiente de variación
Huevo	14,06	35,1±6,5	18,5
Larva	13,77	26,4±5,2	19,8
Ninfa	12,99	50,2±5,3	10,5
Total	13,9	112,7±8,5	8,0

Para el estado larval los resultados obtenidos fueron de 4,6; 1,9 y 1,4 días para 20, 25 y 30°C, respectivamente. El umbral mínimo de desarrollo teórico para este estado fue calculado en 13,7°C con una constante térmica de 26,3±5,2 grados/días. El estado ninfal fue calculado considerando el desarrollo total de la protoninfa ó ninfa I, más la deutoninfa ó ninfa II. Los resultados fueron 7,4; 3,9 y 3,0 días para 20, 25 y 30°C, respectivamente. Gómez (1975) informó que la duración para este estado (ninfa I + ninfa II) a temperatura promedio de 29°C fue de 5,8 días. El cálculo del umbral mínimo de desarrollo teórico para las ninfas fue de 12,9°C y una constante térmica de 50,1±5,2 grados/días. El ciclo de vida total, considerado desde la puesta del huevo hasta la emergencia del adulto fue de 19,7; 9,3 y 7,1 días de duración con temperaturas de 20, 25 y 30°C, respectivamente. Para el ciclo total, el umbral mínimo de desarrollo obtenido fue de 13,9°C y la constante térmica de 112,6±8,5 grados/días (Cuadro 1).

De la Torre (1985) señaló que esta especie completa su ciclo de desarrollo en 19,2 días a temperatura media de 20,9±1°C, en el cultivo del frijol común, similar a lo obtenido para el cultivo del plátano. Por el contrario, los resultados informados por Gómez (1975) para esta especie fueron de 11,4 días a temperatura promedio de 29°C lo que no concuerda con lo obtenido en el presente trabajo.

La duración de cada uno de los estados de desarrollo de *T. tumidus* mantiene una relación inversa con respecto a las temperaturas evaluadas en el experimento.

El cambio más notable se produjo en los estados de incubación y larval, con una marcada

diferencia entre la duración del ciclo total a 20°C en comparación con la observada para temperaturas de 25 y 30°C, donde los cambios experimentales no son tan significativos. La marcada influencia de la temperatura en estos cambios fue señalada con anterioridad por Saba (1974), Gómez (1975), Sierra *et al.* (1981), y De la Torre (1985) en estudios realizados sobre *T. tumidus*.

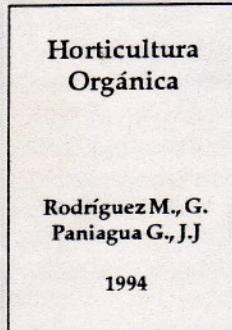
CONCLUSIONES

- El estado de incubación duró 7,7; 3,5 y 2,8 días a 20, 25 y 30°C; el umbral mínimo de desarrollo teórico fue de 14°C con una constante térmica de 35±6,4 grados/días.
- El estado larval se completó en 4,6; 1,9 y 1,4 días a 20, 25 y 30°C y su umbral mínimo de desarrollo se calculó en 13,7°C con una constante térmica de 26,3±5,2 grados/días.
- Los valores para el desarrollo de los estados ninfales fueron de 7,4; 3,9 y 3,0 días a 20, 25 y 30°C; el umbral mínimo de desarrollo fue de 12,9°C y la constante térmica de 50,1±5,2 grados/días.
- La duración total del ciclo para esta especie fue de 19,7; 9,3 y 7,1 días para 20, 25 y 30°C, el umbral mínimo de desarrollo de 13,9°C y la constante térmica de 112,6±8,5 grados/días.

LITERATURA CITADA

- CAO, J. 1981. *Phyllocoptruta oleivora* (Acarina: Eriophyidae). Aspectos de su biología. Memorias del Primer Congreso Nacional de Cítricos y otros Frutales. Tomo 2. p. 54-59.
- GOMEZ M., M.E. 1975. Estudios preliminares de *Tetranychus tumidus* Banks (Acarina: Tetranychidae). Trabajo de Diploma. Universidad de La Habana. 27 p.
- DE LA TORRE, L.E. 1986. Algunas generalidades del ácaro rojo en frijol. Tesis de Grado. I.P.A. «Juan Tomás Roig». 21 p.
- SABA, F. 1974. Life history and population dynamic of *T. tumidus* in Florida (Acari: Tetranychidae). Florida Entomology. 5(1):47-63.
- SIERRA L., S.; PEREZ, R.P.; ALMAGUEL, L.; CACERES, I.; FEITO, E. 1981. Dinámica poblacional de *Tetranychus tumidus* en el cultivo del plátano. Informe Final Quinquenio 1976-1980. 7 p.

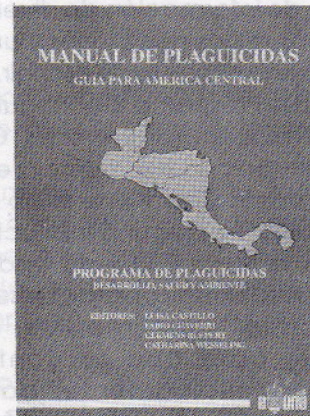
RESEÑAS DE PUBLICACIONES



RODRIGUEZ, M., G. ; PANIAGUA G., J.J. Horticultura Orgánica. 1994. San José, Costa Rica, Fundación Güilombé. 76 p.

Una publicación de la experiencia más exitosa de horticultura orgánica en Costa Rica, en 10 hectáreas de extensión con 19 especies de hortalizas. Escrita en un lenguaje sencillo por los mismos agricultores. La obra pretende ser una guía práctica para productores, para que ganen confianza en la agricultura orgánica. Aunque se trata de una experiencia en horticultura, la información puede servir para otros cultivos. Todos los ejemplos presentados fueron probados por los autores. Además, según los autores, son rentables, no requieren demasiado tiempo y son fáciles de llevar a cabo. La publicación es un testimonio de que la naturaleza, como «maestra» para los trabajos de campo, es segura y confiable. La experiencia narrada por los autores comprueba lo que señala van Bemmeten. Cuando el hombre se une a la naturaleza, el mundo es una totalidad; la práctica se convierte en un saber que inspira, anima y hace crecer a las personas.

(Reseñado por: Dr. Jaime García, UNED, San José, Costa Rica).



CASTILLO, L.; CHAVERRI, F.; RUEPERT, C.; WESSELING, C. 1995. Manual de plaguicidas: Guía para América Central. Heredia, Costa Rica. EUNA. 680 p.

Quienes trabajan con el enfoque del MIP, visualizan a los plaguicidas como una herramienta útil, cuyo potencial depende de su utilización sensata (salvo los casos en que, por supuesto, por sus características intrínsecas causen graves problemas humanos o ambientales). No obstante, la información que contribuya a manejarlos en forma adecuada no siempre está disponible con facilidad. Obras como *Farm Chemicals Handbook* y *Agricultural Chemicals* son muy valiosas, pero de acceso restringido, por su costo e idioma, por lo que el Manual reseñado viene a llenar un vacío muy sentido en la región centroamericana.

En este voluminoso y detallado texto aparecen los plaguicidas registrados entre 1991-1993 por los gobiernos de los siete países de dicha región. El índice, por nombres genéricos, permite ubicar rápidamente los datos de cada producto, los cuales comprenden sus *características generales* (ingrediente activo, nombres comerciales, nombre común, grupo químico, acción biocida, modo de acción, estabilidad, usos, formulación y mezclas), *toxicidad humana* (toxicidad aguda, crónica y de largo plazo), *aspectos ambientales* (toxicidad sobre varios animales, persistencia y movilidad en el suelo, agua y sedimentos, y

bioacumulación) y *condición legal* (según la acción regulatoria en cada país).

Si bien no se trata de una obra original desde el punto de vista científico, sino de una recopilación de información de diversas fuentes, es uno de esos textos necesarios y urgentes que alguien debe asumir el reto de escribir. Por fortuna, los colegas del Programa de Plaguicidas de la Universidad Nacional (en Heredia, Costa Rica), quienes tienen amplia experiencia en la región, lo hicieron, y con calidad. Este texto de consulta no debería faltar en ninguna institución agrícola y forestal de la región. Queda el desafío, que planteamos desde ahora, para que se establezca un mecanismo (por medios escritos o electrónicos) para que su contenido sea actualizado periódicamente, dado que la aparición de nuevos productos y los aspectos regulatorios son muy dinámicos.

(Reseñado por: Dr. Luko Hilje. Unidad de Fitoprotección, CATIE).



LIRA SAADE, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools. Rome, Italy. International Plant Genetic Resources Institute. 218 p.

El autor destaca taxonómica y ecogeográficamente la importancia de la familia Cucurbitaceae. Analiza con detalle cuatro géneros de esta familia de plantas: *Cucurbita*, *Sechium*, *Sicana* y *Cyclanthera*. De cada género

presenta sus generalidades taxonómicas, especies cultivadas y silvestres, distribución de especies, distribución geográfica y ecológica, fenología, interrelaciones entre especies, variabilidad, atributos agronómicos, aspectos nutricionales etnobotánicas y usos. Las descripciones son complementadas con dibujos y fotografías. Una extensa lista bibliográfica se cita al final de cada capítulo. Asimismo se discuten prioridades para la conservación *ex situ* e *in situ* de esta importante familia. Se destaca la necesidad de realizar investigaciones dirigidas, a nivel de herbario, hacia la búsqueda de nuevas y mejores colecciones; esclarecer afinidades intragenéricas en los géneros *Sicana* y *Cyclanthera* e investigar sobre la resistencia a plagas de las especies descritas.

El libro representa una importante contribución al conocimiento de los recursos genéticos de la familia Cucurbitaceae. No dudamos, que será de gran utilidad para estudiantes, mejoradores, biólogos, botánicos y todas aquellas personas que trabajen de una u otra forma con las Cucurbitaceae.

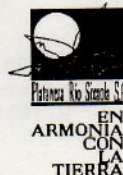
(Reseñado por: MSc. Gonzalo Galileo Rivas-Platero. Fitopatólogo. CATIE-AATS).

PREMIO ECOLOGICO PARA PATROCINADOR DE LA REVISTA

Platanera Río Sixaola, S.A., patrocinador de la Revista Manejo Integrado de Plagas fue recientemente galardonada por el Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica con el Premio Nacional Ambiental "Guayacán" por sus esfuerzos en la conservación del ambiente.

Esta es la primera plantación de banano ecológico a nivel mundial, certificado por Rainforest Alliance "Better Bananas".

Felicitaciones a esta Empresa por tan importante logro.



PLATANERA RIO SIXAOLA
Apartado 10905-1000
San José, Costa Rica
Tel/Fax (506)258-22-16

TESIS DE POSTGRADO

Contreras, R.T. 1996. Evaluación de trampas de pseudotallos y formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals.) en el combate del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar.) en Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 68 p.

Los métodos químicos y mecánicos generalmente empleados para combatir la plaga conocida como picudo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus* son demasiado costosos, difíciles de aplicar e ineficientes, debido a que el insecto pasa la mayor parte de su vida oculto en los rizomas o en los residuos de la cosecha.

Con el objetivo de contribuir en el manejo de esta problemática, se evaluó la capacidad de atracción de dos tipos de trampa y su potencial para la aplicación del hongo *B. bassiana* (aislamiento 113); así como el efecto de dos formulaciones del hongo en el manejo de *C. sordidus*. Se usó un diseño de parcelas divididas con distribución en bloques al azar con dos tipos de trampa como parcela principal y tres tratamientos de formulación como subparcela, para un total de seis tratamientos. En la prueba de laboratorio se evaluó la virulencia y otras características de cinco aislamientos de *B. bassiana* (RL-9, 9006, 9205, 9218, 113) y un testigo que no incluyó el hongo.

El trabajo de campo se efectuó en la finca productora de plátano de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), vertiente Atlántica de Costa Rica.

Se encontraron diferencias estadísticas en captura de adultos entre los tipos de trampas, siendo la trampa tipo "disco de cepa" la mejor, alcanzando 78% de eficacia de captura.

La mortalidad de *C. sordidus*, presentó diferencias estadísticas por efecto de las formulaciones. De acuerdo a la evaluación realizada, el día de la aplicación, la formulación en emulsión causó mayor mortalidad que la sólida en arroz, mientras que la evaluación

realizada días después mostró que la formulación en arroz superó a la formulación en emulsión.

Cabe mencionar que la formulación en sustrato de arroz tiene la desventaja de causar un efecto negativo sobre la captura del insecto. Este aspecto se mostró con mayor tendencia con la trampa tipo "disco de cepa".

En la prueba de laboratorio, se detectó diferencias entre los aislamientos. El 9205 y RL-9 fueron los más patogénicos y virulentos. Estos provocaron mortalidad de 95% y tiempo letal medio de 2,45 y 2,95 días respectivamente. El aislamiento 9205 presenta el inconveniente de producir muy pocas conidias, aspecto que lo hace poco atractivo para ser aplicado en el campo.

López Payes, J.G. 1996. Variación en resistencia de cedro (*Cedrela odorata* L.) al ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller en Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 104 p.

Se analizaron dos experimentos de *Cedrela odorata* establecidos por el Proyecto de Mejoramiento Genético Forestal del CATIE. Uno de los experimentos contiene diez procedencias y 41 familias, y se encuentra establecido en San Francisco La Palmera, San Carlos, Alajuela. El otro experimento contiene tres procedencias y 18 clones y está establecido en la finca Cabiria del CATIE, en Turrialba, Cartago.

Los objetivos del trabajo fueron: Estudiar la variación en resistencia de *C. odorata* al ataque del barrenador de los brotes (*Hypsipyla grandella*), en ambos sitios e identificar genotipos de *C. odorata* que manifestaron resistencia al ataque del barrenador para promover su propagación en una segunda fase de la investigación (comprobación en el campo).

En el experimento de procedencias y familias, los resultados mostraron mejor crecimiento en altura en la procedencia Upala, y en general de las procedencias originarias de la Zona Atlántica de Costa Rica (San Carlos, Upala, Guápiles y Talamanca). Sin embargo, éstas presentan mayor susceptibilidad al ataque del barrenador por tener frecuencias e intensidades de ataque mayores.

Las procedencias y familias de la Zona del Pacífico Seco de Costa Rica (Cañas, Carmona, Cóbano y Hojancha), aunque mostraron mayor resistencia al ataque de *H. grandella* no alcanzaron un crecimiento en altura, comparable al mostrado por procedencias de la Zona Atlántica.

En relación al experimento de clones, la procedencia originaria de Trinidad y Tobago, presenta el mejor crecimiento en altura, sin embargo, muestra mayor susceptibilidad al ataque de *H. grandella*, al presentar los valores más altos en relación a frecuencia e intensidad de ataques.

Entre los genotipos evaluados no se encontraron diferencias en relación a la capacidad de recuperación. En ambos experimentos, solamente un 10% de los árboles presentó una recuperación considerada como deseable, caracterizada por la producción de un solo brote dominante, que sustituyó al original, y continuó el crecimiento normal del árbol. El 90% de los árboles, mostró una alta proliferación de brotes como respuesta al ataque, o bien no se recuperaron.

La recuperación presentada, debe considerarse como una respuesta preliminar de los genotipos, pues al momento de la evaluación, el experimento se encontraba bajo un período de intensa actividad de *H. grandella*.

Se recomienda continuar y dar seguimiento a los dos experimentos, por lo menos durante tres años, período en que se considera que los árboles alcanzarán un mejor desarrollo y podrán responder mejor al ataque de *H. grandella*. Asimismo, es importante evaluar los genotipos de cedro bajo condiciones de sitio más favorables, que permitan a los árboles expresar mejor su potencial.

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

En condiciones de invernadero se evaluó el efecto de rizobacterias, un fosfato y «bocashi» en la inducción de resistencia sistémica contra geminivirus y en la promoción del crecimiento de las plantas de tomate de mesa, var. Haylip de crecimiento determinado.

Se estableció un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Todos los tratamientos excepto el testigo absoluto fueron inoculados con geminivirus, a los 24 días después de la germinación (ddg). Los tratamientos, evaluados fueron tres rizobacterias aisladas de raíces de plantas de tomate colectadas en el campo: CS-10, LE-2, LE-12 y tres de la colección MIP-CATIE: *Serratia marcescens*, *Bacillus cereus* y *Pseudomonas cepacia*. La inoculación de los microorganismos se realizó de dos formas (al suelo y a la semilla) y durante la siembra.

También se evaluó un fosfato (K_2HPO_4) inoculado en la segunda hoja apical a los 16 ddg. El abono orgánico «bocashi» se mezcló con el suelo en una proporción de 12% v/v. Se incluyó dos testigos, uno absoluto y uno relativo, ambos sin ningún tratamiento; el primero sin virus y el segundo inoculado con geminivirus.

Para infectar las plantas con virus se utilizaron adultos de moscas blancas que se mantuvieron sobre plantas infectadas con el mosaico amarillo del tomate dentro de otro invernadero. Para la detección del geminivirus en las plantas se utilizó el método de hibridación de ácidos nucleicos. Las películas de detección mostraron señales de la presencia del virus en las plantas de tomate inoculadas.

Se evaluó la altura, diámetro de tallo y producción de biomasa de la planta y la severidad de la enfermedad.

La cepa A30 de *Bacillus cereus* promovió el crecimiento y redujo la severidad del mosaico amarillo cuando fue inoculada a la semilla, no así, cuando fue inoculada al suelo. La aspersión del fosfato (K_2HPO_4) sobre una hoja de la planta promovió el crecimiento y redujo la severidad de

la enfermedad. También los tratamientos con el abono orgánico «bocashi» promovieron sustancialmente el crecimiento de las plantas y disminuyeron el daño por la virosis.

Talavera S., M.E. 1996. Determinación de β -glucano en subproductos agrícolas y evaluación del efecto de microorganismos glucanolíticos sobre *Mycosphaerella fijiensis* en banano. Turrialba, Costa Rica. 80 p.

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es el principal problema fitopatológico que enfrentan los productores de banano de Centro América y de la mayoría de países tropicales donde se produce este cultivo. El manejo tradicional de la enfermedad se ha realizado a cabo a través de la aplicación de fungicidas, los cuales, debido a la agresividad del patógeno, incrementan los costos de producción y ocasionan serios problemas de contaminación ambiental. En los últimos años, el control biológico, a través del uso de microorganismos antagonistas ha surgido como una alternativa de alto potencial.

El objetivo de esta investigación fue identificar una fuente de glucano común en nuestro medio y evaluar el efecto de microorganismos glucanolíticos sobre *M. fijiensis* en banano. La investigación se llevó a cabo en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, en el Laboratorio de Diagnóstico y en campo, utilizando vitroplantas de la variedad Gran Enano sembradas en macetas.

Se determinó el contenido de β -glucano en los sustratos semolina de arroz, avena comercial, bagazo de caña de azúcar, granza de arroz y desecho de levadura de cerveza. Este último se seleccionó debido a que es muy común, barato y tiene buen rendimiento de β -glucano, cuya extracción se efectuó por medio de un método sencillo y barato.

Ciento noventa y seis cepas bacteriales, 37 de las cuales pertenecen al género *Bacillus*, se aislaron de plantas de banano de la variedad Gran Enano. Estos microorganismos fueron purificados y luego evaluados en medio agar-glucano y agar nutriente-glucano. De éstos se

seleccionaron siete cepas, las cuales mostraron la mayor actividad glucanolítica en el menor tiempo. En condiciones de laboratorio, utilizando discos de hoja de banano, cuatro de estas cepas (GS2, GBC2, GS3 y GC1), mostraron un buen efecto antagonístico sobre ascosporas de *M. fijiensis*, inhibiendo su germinación en un 25%, 18%, 14% y 9%, respectivamente y reduciendo la longitud del tubo germinativo en un 47%, 37%, 40% y 38%, respectivamente. Estas cepas también mostraron, a nivel de laboratorio, buena compatibilidad con los fungicidas más usados en banano.

A nivel de campo, se probó el efecto antagonístico de las cuatro cepas bacteriales aplicadas con y sin glucano, al igual que el efecto del glucano aplicado solo, sobre la severidad de la enfermedad, utilizando plantas de la variedad Gran Enano sembradas en macetas e inoculadas en forma natural con el patógeno. Todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo (agua), controlando la enfermedad en un 58,5% en promedio. De acuerdo a la prueba de contrastes, no se encontraron diferencias significativas entre grupos de tratamientos, lo cual puede deberse a la doble acción del glucano al incrementar las poblaciones de otros microorganismos, particularmente glucanolíticos, y la activación de los mecanismos de defensa de la planta, especialmente las glucanasas. La prueba de Tukey al 5% detectó diferencias significativas para los tratamientos GS3 + glucano, GS2 + glucano, la cepa GS2 sola y el Glucano, los cuales redujeron la severidad de la enfermedad en un 67,0%; 66,2%; 65,4% y 65,0% respectivamente.



MOSCA BLANCA AL DIA



Coordinador: I. Iuko Hilje
(Ihilje@catie.ac.cr)

No. 19

Junio, 1997

NOTA EDITORIAL



Con frecuencia se nos pregunta si es cierto que los problemas causados por el complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus han amainado, pues ya no se escucha tanto hablar de crisis, como sucedió entre 1990-1993. Al respecto, cabe decir lo siguiente. No hay duda de que la sensación de alarma generada por un problema fitosanitario nuevo y grave, ya pasó. Además, la investigación de los entes públicos y de la industria agroquímica, así como la transferencia de tecnología, han permitido mejorar el manejo del problema. Sin embargo, los resultados positivos son desiguales entre países y, como lo advierten algunos especialistas, si no se toman las debidas precauciones con el uso de novedosos insecticidas percibidos casi como «mágicos», la ilusión podría durar poco. De ahí la necesidad de continuar y fortalecer los esfuerzos en investigación y transferencia, dentro de la noción y prácticas del **manejo integrado de plagas**, como nos lo proponemos con el **VI Taller**, pronto a realizarse.

VITALLER



Se recuerda a los lectores que del 17 al 20 de agosto se efectuará el **VI Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus** en Santo Domingo, República Dominicana. Habrá informes nacionales, algunas charlas magistrales y ponencias mediante carteles (afiches). Su coordinador es el **Ing. Porfirio Alvarez**, Gerente Nacional Programa Nacional de MIP. JAD. Euclides Morillo No. 51, Arroyo Hondo. Apdo. postal 388-9. Santo Domingo, República Dominicana. Tel (809) 563-6178. Fax (809) 563-6181, jad@codetel.net.do

¿RESISTENCIA?



El riesgo de que *B. tabaci* desarrolle resistencia a insecticidas novedosos, como el imidacloprid (Gaucho, Confidor) y piriproxifen (Knack) fue analizado en tres ponencias presentadas por reputados especialistas en la conferencia **Resistance '97: Integrated Approach to Combating Resistance**, efectuada en abril en IACR-Rothamsted, Reino Unido. Dichas ponencias fueron: **Expression of imidacloprid resistance in *Bemisia tabaci*** (Cahill *et al.*), **Changes in resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* under various resistance management strategies** (Prabhaker y Toscano) y **Dynamics of resistance in *Bemisia tabaci* to the insect growth regulator Pyriproxyfen** (Horowitz e Ishaaya). Disponemos de los resúmenes de tales presentaciones.

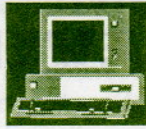
PUBLICACIONES



Se cuenta con una nueva y amplia publicación, en español: **Desafíos fitosanitarios: mosquita blanca** [Fitófilo (México), 181 p.]. Su valor es de \$ 10, y se puede solicitar a la Dra. Laura Delia Ortega, a la siguiente dirección: Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Montecillos, México. Casilla postal 56230. Telefax (595) 11580, ladeorar@colpos.colpos.mx

Como se anunció en **MBDía No. 17**, en diciembre apareció el libro **Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus** [CATIE], el cual ha tenido gran acogida en varios países de América Latina y el Caribe. Su valor es de \$ 10, y se puede solicitar a la Lic. Laura Rodríguez, a la siguiente dirección: CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica. Tel (506) 556-6431, Fax (506) 556-1632, cicmip@catie.ac.cr

GEMININET



Esta red, para el intercambio de información sobre geminivirus, con sede en La Jolla, California, cambió su dirección electrónica por la siguiente: <http://bcc206.scripps.edu/index.html>

STATUS MOSCA BLANCA



A continuación se incluye información sobre el *status* de plaga de *B. tabaci* en dos países (Brasil y Haití) que son nuevos miembros de nuestra red.

BRASIL. *B. tabaci* se registró desde hace muchos años en varias zonas del país, afectando varios cultivos. Su mayor impacto se ha presentado como vector de virus, como el del mosaico dorado del frijol, sobre todo en los estados del sur y sudeste, aunque también en los del nordeste.

Sin embargo, en el estado de Sao Paulo desde 1991 se han observado altas poblaciones del insecto sobre hortalizas y plantas ornamentales, sin que el uso de insecticidas haya logrado reducir las infestaciones. Se ha confirmado (Dra. Judy Brown) que se trata del biotipo **B** (o *B. argentifolii*), tanto por su patrón de esterasas como por la expresión de los síndromes de hoja plateada de cucurbitáceas y de maduración irregular del tomate, y el ataque al brócoli.

Más recientemente en el nordeste, en la región del valle del río San Francisco, se han detectado serios problemas en tomate, melón, sandía y frijol, causados posiblemente también por *B. argentifolii*. Por tanto, se tomaron medidas legales para impedir el trasiego de material infestado, y se están investigando medidas técnicas para detener el crecimiento y propagación del insecto, con un enfoque de manejo integrado de plagas; en esto participan investigadores de la IPA y EMBRAPA. Asimismo, se constituyó una *Comisión sobre Mosca Blanca*, para coordinar las estrategias

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

de manejo del problema y evaluar su impacto en dicha región. (Dr. Geraldo Arruda. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuaria, IPA. Pernambuco, Brasil).

HAITI. Hasta fines de los años 60, en el país las moscas blancas (Aleyrodidae) no eran conocidas como plagas. A partir de 1972 se empezó a detectar en frijol la presencia de *B. tabaci*, asociada con el mosaico dorado del frijol, con alta incidencia sobre todo en las partes bajas de las llanuras y valles. Ello ameritó trabajos de investigación que incluían insecticidas y fechas de siembra.

No obstante, la primera infestación masiva de *B. tabaci* se observó en la estación seca de 1990, durante y después de un largo período de sequía. Los daños fueron, tanto directos (por alimentación) como indirectos (por geminivirosis y fumaginas), alcanzando niveles muy severos, con pérdidas de 50-100% en los cultivos afectados. Entre éstos destacan el tomate, berenjena, sandía, chile dulce, chile picante, caupí (*Vigna unguiculata*), gandul (*Cajanus cajan*) y habas de lima (*Phaseolus lunatus*). Se desconoce si las moscas blancas que atacan a la papaya, limón y mango corresponden a ésta u otras especies.

Asimismo, entre las plantas hospedantes silvestres con síntomas de mosaicos parecidos a los causados por geminivirus se encuentran: *Sida* spp., *Amaranthus* spp., *Euphorbia heterophylla*, *Boerhavia erecta*, *Jatropha gossypifolia*, *Malachra* sp., *Rhynchosia* sp., *Centrosema* sp. y *Mucuna* sp.

Debido a la importancia de los daños causados por el complejo *B. tabaci*-geminivirus, es prioritaria la constitución de la *Comisión Nacional de Moscas Blancas*, para lo cual se han iniciado contactos entre especialistas del Ministerio de Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural, el Programa Nacional de Frijol (PRONATHAR), la Facultad de Agronomía (FAMV), el IICA, el sector privado y los agricultores. Dicha Comisión desarrollará actividades de validación y transferencia de tecnologías, investigación y capacitación de técnicos y agricultores. (Jackson Donis, M.Sc. Centro de Investigación Agropecuaria (CRDA), Ministerio de Agricultura. Puerto Príncipe, Haití).



2nd International Workshop on Bemisia and Geminiviral Diseases

San Juan, Puerto Rico
7-12 de junio de 1998



BIOTA RIZOSFERICA: UN RECURSO PARA PROMOVER EL CRECIMIENTO Y LA PROTECCION DE LAS PLANTAS

Jairo Cuervo*
Gonzalo Galileo Rivas Platero**

INTRODUCCION

Muchos de los microorganismos son conocidos por su habilidad para realizar actividades que modifican la disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo. Algunos de éstos son los microorganismos solubilizadores de fosfatos, los fijadores de nitrógeno, las rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas y los hongos micorrícicos (Azcón *et al.* 1991).

El manejo de la fertilidad del suelo activa la nutrición de la planta y tiene un efecto directo sobre su crecimiento y rendimiento, así como en su capacidad de resistencia a las enfermedades (Cassman 1990). También es importante considerar los abonos orgánicos, los cuales ofrecen la oportunidad de analizar las interacciones entre los fitopatógenos, los agentes de control biológico, la materia orgánica del suelo y las raíces de las plantas (Hoitink *et al.* 1997).

Esto sugiere la posibilidad de que las interacciones sinérgicas entre microorganismos del suelo y sustratos preparados a base de subproductos agrícolas, puedan promover el crecimiento y la protección de las plantas.

Interacciones entre la biota rizosférica, el suelo y las plantas

Los microorganismos del suelo presentan interacciones complejas que afectan la fertilidad de éste y el desarrollo de las plantas. Entre estos microorganismos se encuentran los grupos de rizobacterias, hongos, en especial los micorrícicos y los patógenos. Evidencias experimentales

indican que bacterias, tales como *Frankia* sp., *Azospirillum* sp. y *Azotobacter* sp. llevan a cabo ciertas acciones con los hongos vesículo-arbusculares (VA), las cuales tienen importantes consecuencias en el desarrollo vegetal y en la formación de agregados del suelo (Linderman 1991).

Además de los efectos estimulantes que resultan de la interacción entre hongos VA y otros microorganismos, también se han observado efectos inhibitorios y antagónicos. Estos se han detectado principalmente en los experimentos donde las esporas de los VA germinan en suelo pasteurizado; por el contrario, en suelo sin pasteurizar, estas no germinan debido a la acción de las bacterias (Paulitz y Linderman 1991). La comprensión de los procesos que ocurren entre los hongos VA y otros microorganismos, y de éstos con las plantas, son fundamentales para la manipulación exitosa de la rizosfera (Azcón *et al.* 1991).

Meyer y Linderman (1986) encontraron que el empleo de bacterias en forma aislada o con micorrizas, promueven el crecimiento de las plantas de ajo. La combinación de ambos microorganismos produjo los mejores resultados.

Otras investigaciones han demostrado que la aplicación de *Pseudomonas* fluorescentes en papa (*Solanum tuberosum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) permiten la colonización rápida de la raíz, incrementando significativamente la producción (Glandorf 1994).

Cuervo (1997), en evaluaciones de promoción del crecimiento de dos especies forestales, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*, mediante la aplicación de rizobacterias y micorrizas, determinó que éstas no superaron a los hongos VA aplicados en forma aislada (Fig. 1). Sin

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

**Área de Agricultura Tropical Sostenible. CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica. EMail: grivas@catie.ac.cr

embargo, se obtuvieron buenos resultados cuando las bacterias actuaron solas; en todos los casos éstas superaron al testigo. Un ejemplo es la interacción de *P. fluorescens* y *G. manihotis* (Foto 1).

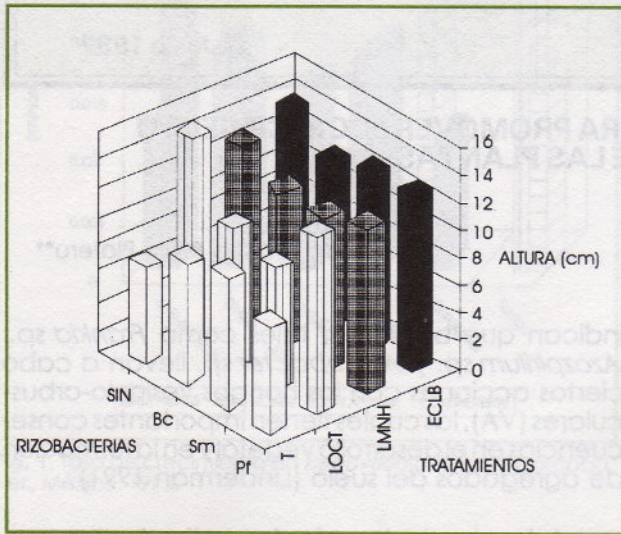


Fig. 1. Altura de plantas de *T. rosea* y *C. alliodora* en función de la interacción micorriza-bacteria (*G. occultum* = LOCT, *G. manihotis* = LMNH, *E. colombiana* = ECLB, *B. cereus* = Bc, *S. marcescens* = Sm y *P. fluorescens* = Pf). Costa Rica. 1997.

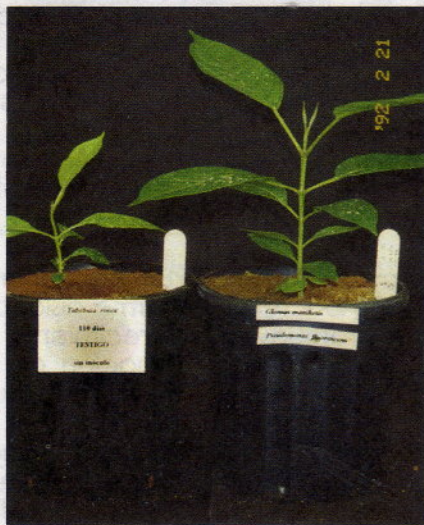


Foto 1. Altura de *T. rosea*, en relación a la interacción *Pseudomonas fluorescens* x *Glomus manihotis*. Costa Rica. 1997. (Foto. J. Cuervo).

Meyer y Linderman (1986) y Cuervo (1997) atribuyen el beneficio de la interacción del hongo VA-rizobacteria, a la infección temprana con los hongos VA, los cuales ayudan a establecer las rizobacterias y mejoran la toma de los elementos solubilizados por las rizobacterias. La contribución

entre ambos organismos en la inducción del crecimiento, es dependiente de la presencia del otro microorganismo.

La efectividad de la micorriza está relacionada con factores como el nivel nutricional del suelo, la planta hospedante, la densidad de propágulos infectivos, la eficacia de las especies de hongos VA involucrados y su capacidad de competir con otros microorganismos (Sieverding 1991). Castellano y Molina (1989) señalan que debe considerarse, que no existe un hongo eficaz para todas las situaciones. Por el contrario, cada cepa o ecotipo del hongo, tiene sus condiciones ecológicas en las cuales es más efectivo, en términos de crecimiento de su planta hospedante.

Diferentes investigaciones demuestran que los hongos VA poseen gran potencial como agentes de control biológico de nematodos; sin embargo, es necesario que existan de manera simultánea. Las infecciones radicales por nematodos son generalmente menores en plantas micorrizadas que en plantas no micorrizadas, pero la respuesta puede variar y los mecanismos involucrados son controversiales (Paulitz y Linderman 1991).

Pruebas realizadas en tomate (*Lycopersicon esculentum*) y café (*Coffea arabica*) por el grupo de control biológico del CATIE, demostraron que en asocio con micorrizas, la tasa de multiplicación de *M. exiguase* reduce en más de 50% y el índice de agallamiento radical inducido por el nematodo se reduce en más de 13%. Además, se encontró un aumento en el área foliar y el peso seco de las plantas, y se favoreció la toma de nutrientes (Rivas Platero *et al.* 1997 y Rivas Platero y Cuervo 1997).

Potencial de los suelos

Ante la creciente demanda de insumos químicos en la agricultura, cada vez toma más fuerza, el enfoque biológico de los problemas del suelo. Dentro de este contexto, el estudio de las micorrizas es fundamental (Sieverding 1991). En los últimos años, la importancia de la agricultura biológica ha aumentado y como parte de ella, la fertilización biológica. Esto demuestra el interés por encontrar alternativas que ayuden a mejorar la producción de los cultivos y reducir las labores de manejo.

La búsqueda de alternativas de fertilización fosfatada, económicas y eficientes es una necesidad apremiante para el desarrollo exitoso

de la agricultura y silvicultura del trópico. En este punto, los hongos micorrícicos al igual que otros microorganismos del suelo (bacterias, actinomicetes, etc.) pueden hacer un aporte trascendental (Pedraza 1981). Sieverding (1991) afirma que a largo plazo se podrán encontrar métodos para la producción de cultivos de bajo costo, con la utilización de los recursos biológicos.

En Costa Rica, muestreos realizados en suelos donde crecen las especies *T. rosea* y *C. alliodora*, mostraron que el hongo VA *Glomus* predomina (Fig. 2). Asimismo, se destaca la existencia de rizobacterias asociadas a esos suelos. Estos microorganismos pueden ser consideradas en futuras investigaciones sobre la promoción del crecimiento de estas dos especies forestales (Cuervo 1997).

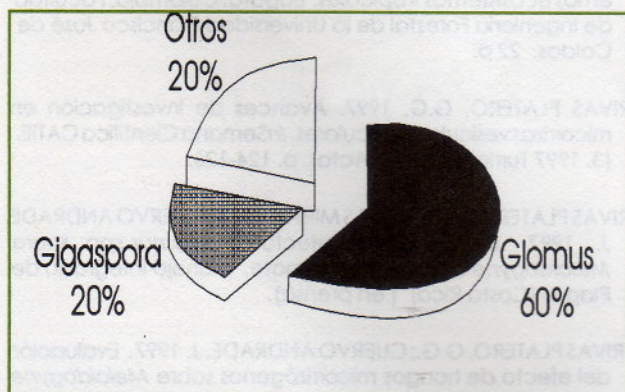


Fig. 2. Presencia, en porcentaje, de géneros MVA asociados con *T. rosea* y *C. alliodora*. Costa Rica, 1997.

En condiciones normales, las relaciones existentes entre los organismos habitantes del suelo tienden a mantenerse en equilibrio. Bull (1987) afirma que el control biológico depende del establecimiento de umbrales poblacionales de las bacterias en el material de siembra o en el suelo; por tanto, una reducción de la viabilidad puede reducir su eficacia.

Igualmente Weller (1988), indica que el establecimiento y supervivencia de las bacterias en el suelo, depende de factores edáficos entre los que están: temperatura, humedad, pH y contenido de arcilla, además, de la manera en que las bacterias se cultivan y se procesan, porque ésto afecta la viabilidad y la tolerancia a condiciones adversas, una vez aplicadas al suelo.

Los abonos orgánicos

La materia orgánica influye en la estructura del suelo, el pH, contenido de nutrimentos y la

capacidad de absorción del agua; todo ésto influye directa o indirectamente en el desarrollo y eficiencia de los hongos VA (Saif 1987). Rivas-Platero (1997) encontró que ciertos productos del compostaje actúan como acarreadores de hongos VA.

Cuervo (1997) determinó, trabajando con diferentes tipos de compost que la aplicación del hongo VA *Glomus occultum*, mejora la eficiencia de la compost tradicionales y el tipo bokashi, al promover el crecimiento de *T. rosea* (Fig. 3).

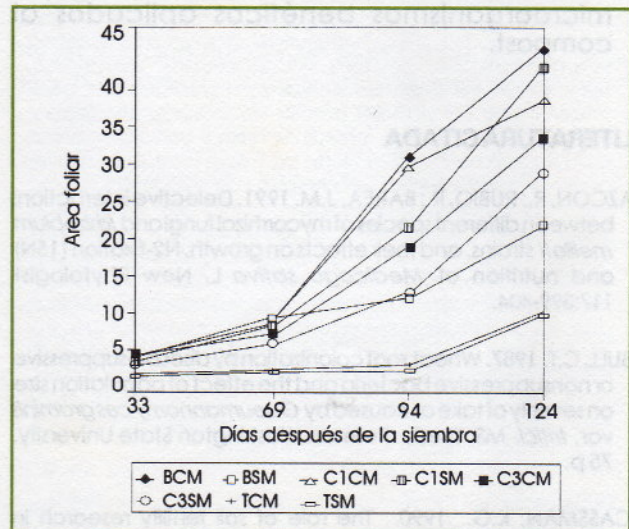


Fig. 3. Área foliar (cm²) de *T. rosea*, a través del tiempo, según los diferentes tratamientos de abonos Bokashi (B), Compost 1 (C1) y 3 (C3) con (CM) y sin micorizas (SM). Costa Rica, 1997.

Los microorganismos benéficos pueden ser eliminados por las altas temperaturas en el proceso de compostaje. Por tanto, los agentes de control biológico deberían aplicarse en el período de recolonización. Niveles adecuados de humedad y un pH superior a 5, favorecen el potencial de las bacterias benéficas (Hoitink *et al.* 1997).

CONSIDERACIONES

- Las micorizas y rizobacterias promueven el crecimiento de las plantas.
- Los nuevos estudios sobre la biota rizosférica, permiten conocer la interacción de los microorganismos, en función de la promoción del crecimiento.
- Los sitios de origen de las especies vegetales, presentan en sus suelos un potencial para la

búsqueda de microorganismos, los cuales una vez seleccionados podrían utilizarse para mejorar la producción de los lugares que requieran.

- El uso de materia orgánica en la producción, juega un papel importante para el restablecimiento de los microorganismos del suelo, el crecimiento y la protección contra plagas que afecta a las plantas.
- Factores como la temperatura, humedad y pH son decisivos en la supervivencia de los microorganismos benéficos aplicados al compost.

LITERATURA CITADA

- AZCON, R.; RUBIO, R.; BAREA, J.M. 1991. Delective interactions between different species of mycorrhizal fungi and *Rhizobium meliloti* strains, and their effects on growth, N₂-fixation (15N) and nutrition of *Medicago sativa* L. *New Phytologist* 117:399-404.
- BULL, C.T. 1987. Wheat root colonization by disease-suppressive or nonsuppressive bacteria and the effect of population size on severity of take all caused by *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. MS. Thesis. Pullman, Washington State University. 75 p.
- CASSMAN, K.G. 1990. The role of soil fertility research in developing sustentable food production systems. *Better Crops with Plant Food* 74(4):16-19.
- CASTELLANO, M.A.; MOLINA, R. 1989. Mycorrhizae. In Landis, T.D. The Biological Component: Nursery Pests and Mycorrhizae. *Agric. Handbook* 674. USDA. Forest Service. Washington. Vol. 5. p. 101-171.
- CUERVO, J.L. 1997. Efecto de la aplicación de micorrizas y rizobacterias en el crecimiento de plántulas de dos especies forestales. *C. alliodora* y *T. rosea*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 96 p.
- GLANDORF, D. C. M. 1994. Agglutination, adherence and root colonization by fluorescent *Pseudomonas*. *Applied and Environmental Microbiology* 60(6):1726-33.
- HOITINK, H.A.J.; STONE, A.G.; HAN, D.Y. 1997. Supresión de enfermedades mediante el uso de compost. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 43:31-39.
- LINDERMAN, R.G. 1991. Mycorrhizal interactions in the rhizosphere microflora. In D.L. Keister and P.B. Cregan (ed.) *The rhizosphere and plant growth*. Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic. p. 343-348.
- MEYER, J.R.; LINDERMAN, R.G. C. 1986. Response of subterranean clover to dual inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting bacterium, *Pseudomonas putida*. *Soil Biol. Biochem.* 18: 185-190.
- PAULITS, T.C.; LINDERMAN, R.G. 1991. Mycorrhizal interactions with soil organisms. In *Handbook of Applied Mycology. Soil and Plants*. Ed. Dilip K. Arora, Bharat Rai, K.G. Mukerji, Guy R. Knudsen. New York. Marcel Dekker. Vol 1. p. 77-129.
- PEDRAZA, J. 1981. Ocurrencia e importancia de las micorrizas en los ecosistemas tropicales. Bogotá, Colombia, Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Francisco José de Caldas. 22 p.
- RIVAS PLATERO, G.G. 1997. Avances de investigación en micorrizas vesículo arbusculares. In *Semana Científica CATIE*. (3, 1997 Turrialba, C.R.). *Actas*. p. 124-126.
- RIVAS PLATERO, G.G.; ROJAS MIRANDA, T.; CUERVO ANDRADE, J. 1997. Evaluación del efecto de *Glomus* spp. sobre *Meloidogyne arabicida* en tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* (en prensa).
- RIVAS PLATERO, G.G.; CUERVO ANDRADE, J. 1997. Evaluación del efecto de hongos micorizógenos sobre *Meloidogyne exigua* en café. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* (en prensa).
- SAIF, S.R. 1987. Growth responses of tropical forage plant species to vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Plant and Soil* 97:25-35.
- SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical Cooperation, Federal Republic of Germany. Eschborn. *Schriftenreihe der GTZ*. No. 224. 371 p.
- WELLER, D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annual Review of Phytopathology* 26:379-407.

FUTUROS EVENTOS

11 Agosto - 19 Setiembre, 1997

International Course on the Identification of Fungi of Agricultural and Environmental Significance

Información:
Mrs. Stephanie Groundwater
International Mycological Institute
Bakeham Lane
Egham
Survey, TW20 qT Y
United Kindom
Tel.: +441784470111
Fax: +441784470909
EMail: s.groundwater@cabi.org

18 - 21 Agosto, 1997

Congreso Internacional de Plagas Forestales

Información:
Srta. Pilar Pérez D.
Avda. Bulnes 259. Ofc. 404
Santiago, Chile
Tel.: (562) 696-6677
Fax: (562) 696-3544

19 al 22 agosto 1997

Simposio Internacional sobre Riego y Drenaje en Banano.

Información:
Campus EARTH, Guácimo/ Limón,
Costa Rica
Dr. Mahlon Brevé
Apdo. 4442-1000
EARTH San José
Tel: (506) 255-2000
Fax. (506) 255-2726
E-mail: mbreve@ns.earth.ac.cr

20 - 26 Agosto, 1997

XXI International Congress of Entomology

Información:
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina - PR - Brasil
EMail: GAZONI@CNPSO.EMBRAPA.BR

1 - 4 Setiembre, 1997

XLIII Congreso Internacional Sociedad Internacional de Horticultura Tropical

Información:
Fax: (502) 332-7306
EMail: gremial@guate.net
Guatemala, Guatemala

16 - 18 Setiembre, 1997

XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura

Información:
CICAFAE
Apartado Postal 131-3009
Santa Bárbara, Costa Rica
Tel.: (506) 260-1874, 260-1875, 238-3658
Fax (506) 237-1975
EMail: icafecr@sol.racsa.co.cr

12 - 17 Octubre, 1997

IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología

Información:
Fax: (598-2) 39-6508
EMail: dgasa@chasque.apc.org
Montevideo, Uruguay

15 - 17 Octubre, 1997

VI Congreso Nacional de Micología
IX Jornada Científica

Información:
Dr. Evangelina Pérez Silva
Presidenta de la Sociedad Mexicana de Micología
Depto. Botánica.
Instituto de Biología.
Apdo. Postal 70-233 CD.
Universitaria, UNAM
04510 Mexico, D.F.
Tel: 622-56-99 ext. 238 y 241
Fax. (915) 550-1760
E-mail: smdm@+servidor.unam.mx

28 - 30 Octubre, 1997

1st. International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Agriculture, Industry, Health and Environment

Información:
L. Desdín. Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN)
P.O. Box 6122, Habana, Cuba
Tel.: (537) 221518
Fax: (537) 221518, 331188
EMail: root@ceaden.cigb.edu.cu

10-12 Noviembre, 1997

XXXVII Congreso Anual de APS- División del Caribe

Información:
Ronald Romero
CORBANA
Fax: (506) 253-9117
Tel.: (506) 224-4111 ext 1113
EMail: roromero@corbana.icr.co.cr

10 - 13 Noviembre, 1997

Simposio Interamericano sobre Banana en los Subtrópicos

Información:
ICIA Apdo. 60, 38200 La Laguna
Tenerife, España
Tel: (+34-22) 476322
FAX (+34-22) 476303
E-mail: bansubtr@icia.rcanaria.es

17 - 21 Noviembre, 1997

IV Congreso Costarricense de Entomología

Información:
Apartado Postal 1330-2150
Moravia, Costa Rica
Fax: (506) 240-6395
EMail: franbad@sol.racsa.co.cr

14 - 19 Octubre, 1998

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

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



CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

PATROCINADORES

La Revista Manejo Integrado de Plagas se complace en anunciar que como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, ha iniciado la vinculación de "Patrocinadores" los cuales serán anunciados en este espacio. (Mayor información para interesados en el patrocinio de la Revista MIP en p. 62).



**Autoridad Sueca
para el Desarrollo
Internacional (ASDI)**

(Contribución vía Presupuesto
Básico de CATIE)



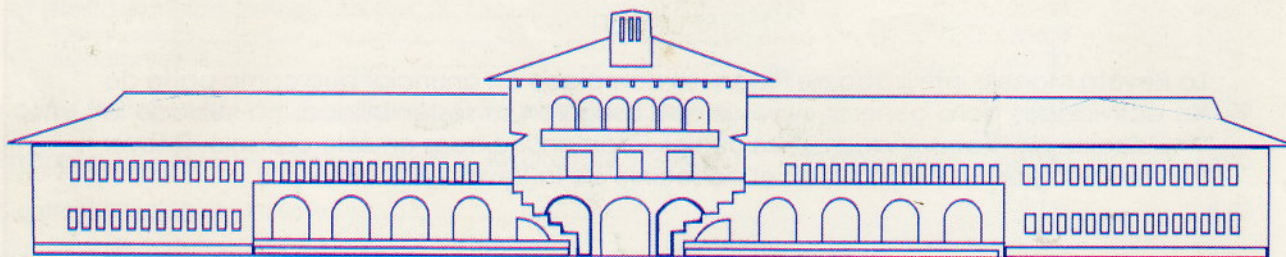
PLATANERA RIO SIXAOLA

Apartado 10905-1000
San José, Costa Rica
Tel/Fax (506)258-22-16

CATIE

ESCUELA DE POSTGRADO

Turrialba, Costa Rica



Doctorados (Ph.D) en:

I. Forestería Tropical
(Conjuntamente con Colorado State University)

II. Sistemas Agroforestales
(Conjuntamente con University of Florida)

Maestría (M.Sc.) en:

I. Agricultura Ecológica, con énfasis en:

- Recursos Fitogenéticos y Biotecnología
- Agricultura Tropical Sostenible

II. Sistemas Agroforestales

III. Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, con énfasis en:

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

IV. Economía Ambiental, con énfasis en:

- Administración y Gerencia Ambiental
- Socioeconomía Ambiental

Solicite información a:

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