

REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA

VOLUMEN 19

Handwritten signature

No. 1

ENERO - MARZO 1993



REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD
COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

Volumen 19

No. 1

Enero • Marzo 1993

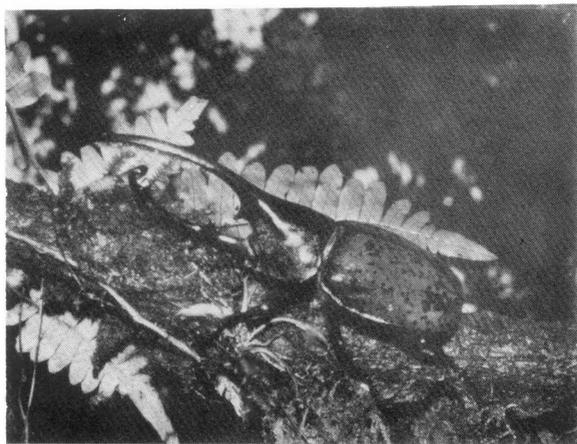
Licencia Mingobierno 002274/81

Permiso Adpostal 3208

Tarifa Postal Reducida para libros y revistas No. 239 de Adpostal.

NOTA: SOCOLEN no se responsabiliza de las ideas emitidas por los autores

Tiraje: 1.000 ejemplares.



PORTADA: "Los Insectos también se extinguen".

FOTOGRAFIA: Jorge Aldana

Correos
de Colombia



Adpostal

Estos son nuestros servicios ¡ utilícelos!

- SERVICIO DE CORREO ORDINARIO
- SERVICIO DE CORREO CERTIFICADO
- SERVICIO DE CERTIFICADO ESPECIAL
- SERVICIO ENCOMIENDAS ASEGURADAS
- ENCOMIENDAS CONTRA REEMBOLSO
- SERVICIO CARTAS ASEGURADAS
- SERVICIO DE FILATELIA
- SERVICIO DE GIROS
- SERVICIO ELECTRONICO BUROFAX
- SERVICIO INTERNACIONAL APR/SAL
- SERVICIO "CORRA"
- SERVICIO TARIFA POSTAL REDUCIDA
- SERVICIOS ESPECIALES

Teléfonos para quejas y reclamos: 334.03.04
341.55.36
Bogotá

Cuenta con nosotros

Hay que creer en los Correos de Colombia

Editor Director

LAZARO POSADA OCHOA

Comite Editor

JUAN RAIGOSA B.

RAUL VELEZ A.

HUGO CALVACHE G.

EMILIO LUQUE Z.

RUBEN RESTREPO M.

DORA A. RODRIGUEZ S.

JUNTA DIRECTIVA SOCOLEM

Presidente

ARISTOBULO LOPEZ AVILA

Vicepresidente

ALFREDO ACOSTA GOMEZ

Secretaria

JUDITH SARMIENTO CAMARGO

Tesorero

HUGO CALVACHE GUERRERO

Revisor Fiscal

JORGE GARCIA ROJAS

VOCALES

Principales

RUBEN RESTREPO MEJIA

MIGUEL BENAVIDES ROSERO

EMILIO LUQUE ZABALETA

Suplentes

IVAN ZULUAGA CARDONA

DORA ALBA RODRIGUEZ S.

RAUL PARDO PUENTES

SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA
APARTAMENTO AEREO No. 43672
SANTAFE DE BOGOTA D.C. COLOMBIA

CONTENIDO

UNA NUEVA ESPECIE DE **Trichogramma** (Hymenoptera: Trichogrammatidae) DE LOS ANDES DE COLOMBIA.

Carlos E. Sarmiento M.

INFESTACION Y DAÑO DEL **Sitophilus zeamais** Motschulsky EN DIEZ GENOTIPOS DE MAIZ.

Hernando Suárez G.

Jamilton Pereira S.

ESTUDIOS DE PATOGENICIDAD DE UN HONGO ASOCIADO A **Mononychellus tanajoa** (Bondar), ACARO PLAGA DE LA YUCA (**Maninot esculenta** Crantz).

Juan Manuel Alvarez A.

Alfredo Acosta

Anthony C. Bellotti

Ann R. Braun

CARACTERIZACION DEL DAÑO DE LA HORMIGA CORTADORA DE PASTOS **Acromyrmex landolti** (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE **Andropogon gayanus** EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA.

Miguel S. Serrano

Stephen L. Lapointe

Amanda Villegas

UMBRAL DE ACCION PARA EL CONTROL DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS, **Trialeurodes vaporariorum** (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), EN HABICHUELA.

César Cadona

Adela Rodríguez

Pedro C. Prada

UNA NUEVA ESPECIE DE *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) DE LOS ANDES DE COLOMBIA.

Carlos E. Sarmiento M.

RESUMEN

Una nueva especie de *Trichogramma* Westwood, llamada *T. lopezandinensis*, es descrita a partir de especímenes obtenidos en cultivos sobre *Sitotroga cerealella* (Olivier). Los tipos son descendientes de avispas colectadas en huevos de la mariposa *Colias dimera* Doubleday & Hewitson en zonas altas de los Andes colombianos.

SUMMARY

A new species of *Trichogramma* Westwood, namely *T. lopezandinensis*, is described from material in culture ex *Sitotroga cerealella* (Olivier). Types are descendants of material collected in high mountains of Colombia from eggs of *Colias dimera* Doubleday & Hewitson.

INTRODUCCION

Durante un estudio ecológico de la mariposa *Colias dimera* Doubleday & Hewitson (Lepidoptera: Pieridae), en alturas superiores a los 2.800 msnm en el departamento de Cundinamarca, el profesor R. Torres, de la Universidad Pedagógica Nacional, encontró huevos de esta mariposa parasitados por avispas del género *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Dado su lugar de origen, se sospechó que este parasitoide fuera una especie desconocida para la ciencia y por lo tanto se cultivó sobre huevos de la polilla *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae),

en el laboratorio de Control Biológico del Centro de Investigaciones "Tibaitatá" del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA (T = 20°C; H.R. = 50%), en Mosquera (Cund.). Se hicieron comparaciones morfológicas con otras especies del género y se encontraron diferencias apreciables. Los especímenes cultivados en el laboratorio no presentaron variación con respecto a los especímenes silvestres. De otra parte, esta especie se encuentra en evaluación para su uso como controlador de la palomilla del tubérculo de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae).

Los especímenes tipo fueron montados empleando la técnica descrita por Nagarkatti y Nagaraja (1971). Los nombres y las abreviaturas empleadas en el texto y en la Figura 1A, para indicar las partes de la genitalia del macho, fueron tomados de Nagaraja (1983).

Trichogramma lopezandinensis
sp. n.

Macho

Coloración: Negro con la parte distal de los tergitos abdominales y primeros dos tarsos amarillo-oscuro; cabeza marrón. Morfología: Longitud 0,49 mm. Ancho de la cabeza 0,18 mm. Antena con 30 setas largas (24

- 36; n = 10), la más larga es 3,64 veces el ancho máximo del flagelo (2,8-4,7; n = 10) (Fig. 1B). Ala delantera con un remigium amplio, su ancho corresponde a 0,43 veces su longitud (0,37-0,48; n = 10); las setas de la parte distal del margen anterior del ala son 0,45 veces el ancho del remigium (0,38-0,58; n = 10) (Fig. 1C). Genitalia estrecha, 0,38 veces su longitud (0,32-0,44; n = 10). Estructuras quitinosas (CS) más cortas que el gonoforceps (GF). Fisura media (MC) 0,15 veces la longitud total de la genitalia (0,11-0,19; n = 10). Proyección ventral mediana (MVP) delgada y corta. Canal central (CR) en par y su longitud es una tercera parte de la genitalia. Expansión dorsal de la gonobase (DEG) ancha en la base con sus costados poco curvados, no llega al nivel de las CS. Aedeagus 1,04 veces los apodemas (0,79-1,39; n = 10) y un poco más largo que la cápsula genital; así mismo, es 0,66 veces el largo de la tibia posterior (0,54-0,94; n = 10).

Hembra

El color del cuerpo es similar al del macho. Morfología: Longitud 0,53 mm. Ancho de la cabeza 0,14 mm. Remigium del ala delantera con setas de alrededor de 0,45 veces su ancho. Ovipositor 0,91 veces el largo de la tibia posterior (0,84-1,08; n = 10) (Fig. 1D).

1. Biólogo. Apartado Aéreo 52656. Santafé de Bogotá, D.C. Colombia.

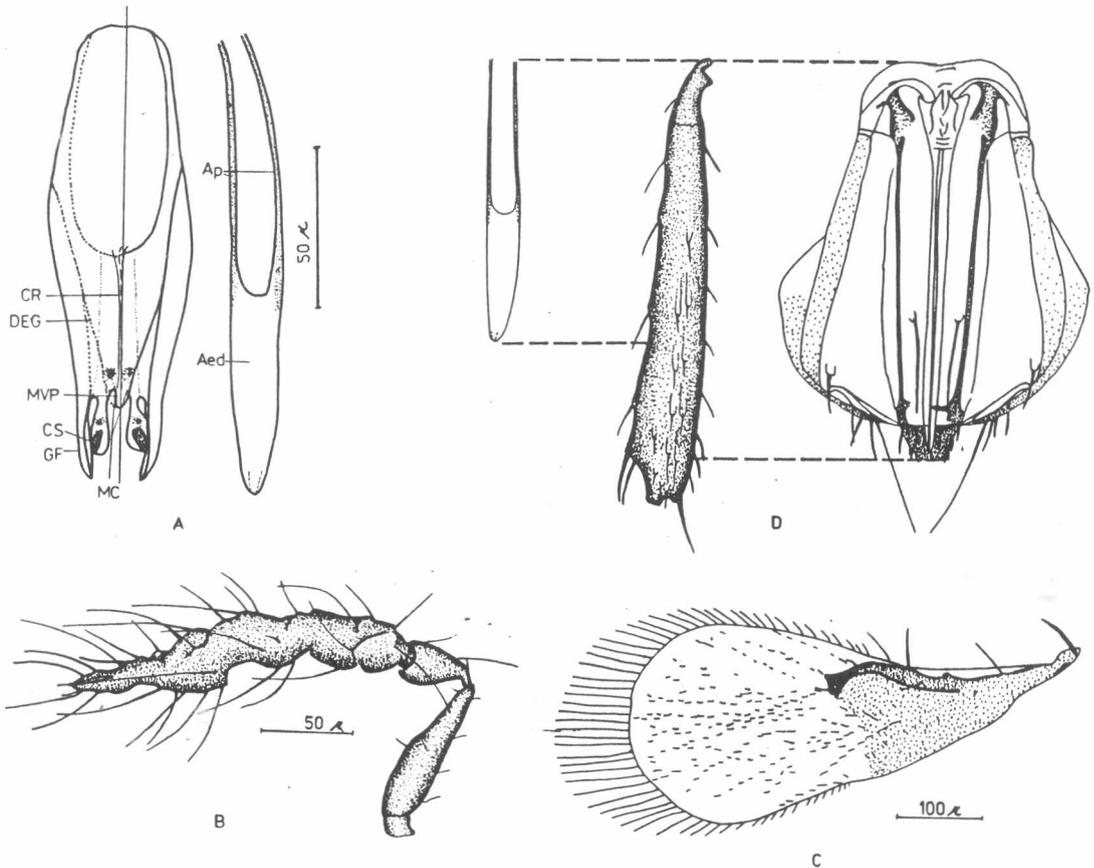


Figura 1. -A. Partes de la genitalia de *Trichogramma lopezandinensis*: CR Canal central; DEG Expansión dorsal de la gonobase; MVP Proyección ventral mediana; CS Estructuras quitinosas; GF Gonoforceps; NC Fisura media; Ap Apodemas; Aed Aedeagus. B.- Antena del macho. C.- Ala anterior del macho. D. Longitudes comparadas del aedeagus, tibia posterior del macho y genitalia femenina.

Material examinado

Holotipo ♂ COLOMBIA, Chipaque, Cundinamarca, 2.850 msnm. *Colias dimera* en *Trifolium repens* L., C. Sarmiento & A. Amarillo coll. Depositados en la Colección Taxonómica Nacional "Luis Ma. Murillo" ICA; Tibaitatá", Apartado Aéreo 151123 Eldorado, Santafé de Bogotá D.C., Colombia. Paratipo, 31 ♂♂, 10 ♀♀ con los mismos datos del holotipo, depositados en la CTN "Luis Ma. Murillo" y en el Museo Británico (Historia Natural), Londres.

Comentarios

T. lopezandinensis semeja a *T. bruni* Nagaraja del Brasil, pero difiere en los siguientes caracteres: El

color del cuerpo de *T. bruni* es amarillo mientras que en *T. lopezandinensis* es mucho más oscuro; las setas del borde del ala posterior en *T. lopezandinensis* son mucho más largas que en *T. bruni*; El MC en *T. lopezandinensis* es más angosto que en *T. bruni*; en *T. lopezandinensis* la tibia posterior es más larga que el ovipositor, mientras que en *T. bruni* es más corta. *T. lopezandinensis* se encontró a alturas superiores a los 2.800 msnm, donde afronta condiciones climáticas muy diferentes a aquellas en las que vive *T. bruni*, originaria de las tierras bajas en el Brasil. Una primera comparación de la adaptación de *T. lopezandinensis* a las bajas temperaturas frente a *T. pretiosum* Riley, muestra como la primera inicia ac-

tividad a 10°C mientras que la segunda comienza a moverse a los 15°C. Desafortunadamente, no fue posible hacer pruebas de hibridación con *T. bruni* que es la especie morfológica y geográficamente más cercana a *T. lopezandinensis* (Fig. 2); sin embargo, es bien sabido que muchas buenas especies en el campo presentan descendencia fértil en laboratorio, por lo que este criterio no es completamente confiable.

Algunos datos biológicos de la nueva especie son:

- Ciclo de vida: 15 días en huevos de *S. cerealella* a 20°C; razón sexual 1,5 ♀♀: 1 ♂; fecundidad promedia de 11,2 huevos por hembra, emergiendo un adulto de cada huevo; en C.

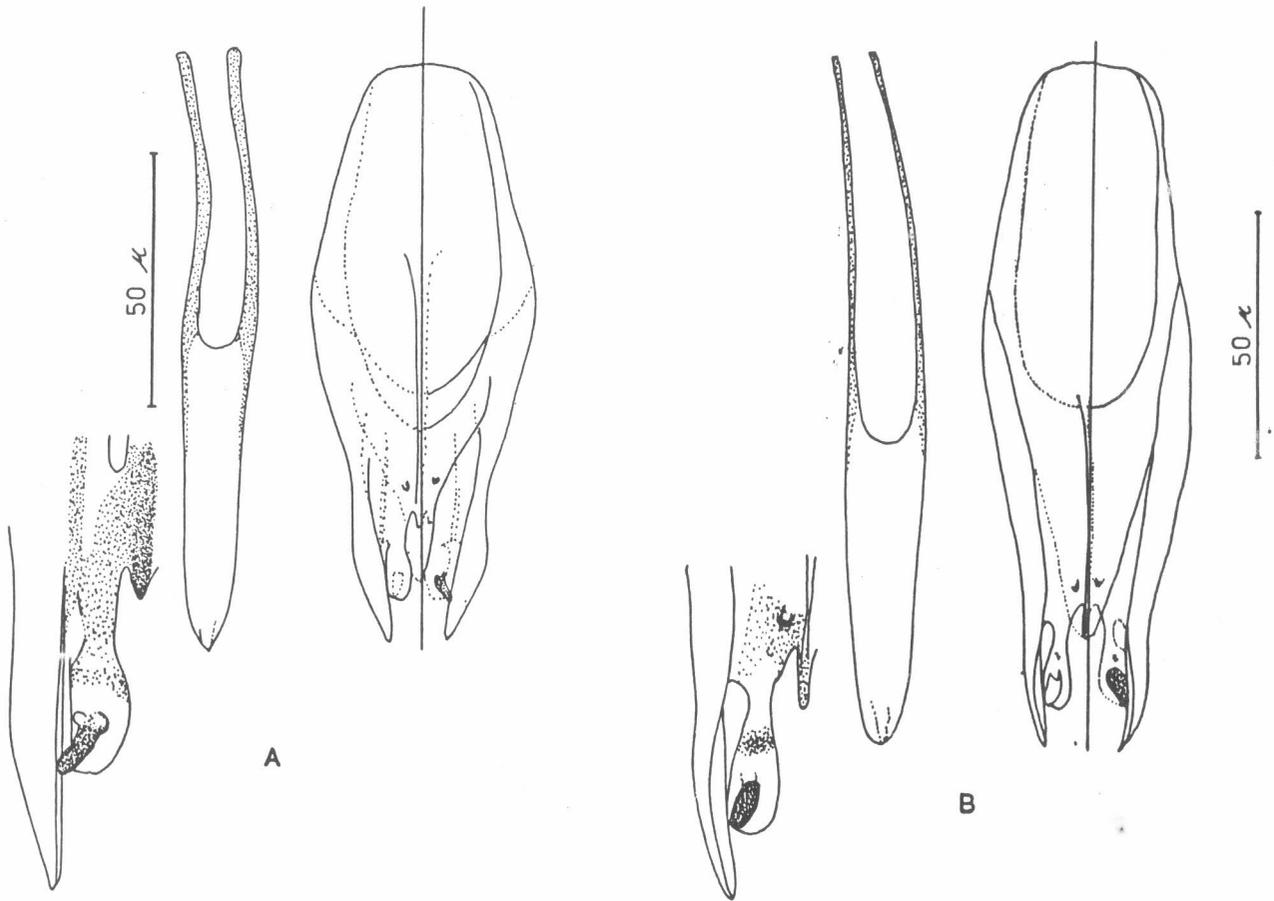


Figura 2. -A. Genitalia masculina de *Trichogramma brunii*. B Genitalia masculina de *Trichogramma lopezandinensis*. A la izquierda de cada una se encuentra ampliado el gonoforceps y la estructura quitinosa.

dimera emergen tres adultos por huevo, 2 ♀♀ y 1 ♂.

- Estudios preliminares revelan que *T. lopezandinensis* parasita con éxito huevos de *P. operculella* sin importar la edad del huevo.

AGRADECIMIENTOS

El autor esta muy agradecido con el Dr. A. López-Avila, Investigador en Control Biológico del ICA "Tibaitatá", en cuyo honor se nombró la especie,

por su guía y apoyo en los estudios con esta avispa; también se presenta el agradecimiento al Profesor R. Torres, de la Universidad Pedagógica Nacional, por su motivación para adelantar este trabajo; así mismo se agradece al Dr. L. Posada - Ochoa, Entomólogo de la CTN-ICA "Tibaitatá" y al Dr. A. Polaszek, investigador del C.A.B. International Institute of Entomology, Londres (CIE), por las valiosas sugerencias sobre el manuscrito; al Centro Internacional de la Papa (CIP) por el soporte finan-

ciero y a A. Amarillo por su ayuda en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFIA

NAGARAJA, H. 1983. Descriptions of new *Trichogrammatidae* (Hymenoptera) from Brazil. *Revista Brasileira de Biología* v. 43 no. 1, p. 37-44.

NAGARKATTI, I.; NAGARAJA, H. 1971. Redescriptions of some known species of *Trichogramma* (Hym., *Trichogrammatidae*), showing the importance of male genitalia as a diagnostic character. *Bulletin of Entomological Research (Inglaterra)* v. 61, p. 13-31.

INFESTACION Y DAÑO DEL *Sitophilus zeamais* Motschulsky EN DIEZ GENOTIPOS DE MAÍZ¹

Hernando Suárez G.²

Jamilton Pereira S.

RESUMEN

Se determinó el porcentaje de daño y la pérdida de peso provocada por el gorgojo menor de los granos, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en diez genotipos de maíz con diferentes características físicas y químicas. Para permitir la oviposición, se infestaron los genotipos de maíz con gorgojos por un período de 15 días. Tres meses después se evaluó la acción ejercida por los gorgojos infestantes y su progenie F₁, considerando la presencia del orificio de salida del adulto en los granos, y la diferencia entre los pesos inicial y final de los granos al terminar el experimento. Hubo diferencias significativas entre genotipos, destacándose el BR-106, genotipo normal dentado, como el de mejor comportamiento al ataque del gorgojo, mientras que el IAC-I-O₂-IV portador del gene Opaco-2 sufrió las mayores pérdidas.

SUMMARY

The percent of damage and the weight losses caused by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, were determined in 10 maize genotypes with different physical and chemical characteristics. Maize genotypes were infested with adult weevils during a period of 15 days in order to obtain oviposition. Three months later, the action of infestant adults and their F₁ progeny was evaluated taking into account the exit holes in the grains and the differences between initial and final weights of the grain at the end of experiment. Significant

differences among the genotypes were found; the greatest resistance to the maize weevil attack was presented by the normal, toothed genotype BR-106, meanwhile the IAC-I-O₂-IV carrier of the Opaque gen-2, underwent the greatest losses.

INTRODUCCION

Los gorgojos del género *Sitophilus* causan severas pérdidas económicas en los granos de cereales almacenados en todo el mundo (Phillips et al. 1985). El gorgojo menor de los granos, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), es considerado como una de las mayores plagas del maíz almacenado (Vanderschaaf et al. 1969; Dobie 1974).

Diaz et al. (1970) y Gloria (1972) reportan que la infestación de plagas de granos almacenados es un serio problema a nivel mundial y que el 5% de las cosechas anuales de granos, en el mundo, se pierden debido al ataque de dichas plagas. Campos y Bitram (1975) encontraron que dependiendo del local, la pérdida de peso causada por el *S. zeamais* en maíz empacado, sin tratamiento y bajo condiciones de almacenamiento después de cinco meses, fue del 20%.

Rossetto (1967) determinó que el *S. zeamais* está ampliamente distribuido atacando maíz almacenado y que no se conocen datos concretos sobre las pérdidas causadas en los

sitios de almacenamiento o depósitos. De acuerdo con Santos et al. (1983), los gorgojos y las polillas del maíz dañaron a nivel de fincas el 17,3; el 36,4 y el 44,5% de los granos, en tres períodos de almacenamiento. Caswell (1962) reportó que del 8 al 10% de los granos pueden ser dañados en la cosecha y que con la infestación continuada en el almacenamiento del 30 al 50% puede ser dañado después de seis meses.

Howe (1965) afirma que el daño de los insectos en granos almacenados es difícil de determinar con exactitud, ya que los insectos no pueden ser vistos; además, el peso de las heces, partes del cuerpo del insecto y los cambios en el contenido de la humedad durante el almacenamiento pueden también ser aspectos no conocidos. La pérdida de peso en granos almacenados causada por la actividad de los insectos depende del comportamiento alimenticio de cada especie, del tamaño de la población y de las condiciones ambientales que afectan el crecimiento de la población (Campbell y Sinha 1976).

Los objetivos de este trabajo fueron determinar el porcentaje de daño por *S. zeamais* en diez genotipos de maíz, con base en el número de granos dañados con orificios de salida y calcular la pérdida de peso causada por los adultos y la progenie F₁ del gorgojo, después de 90 días de almacenamiento.

1. Parte de la Tesis de Grado presentada por el primer autor como requisito parcial para optar al título de Master of Science.

2. I.A., M.Sc. Sección de Entomología, ICA. Cl. "Motilonia". Apartado Postal 021. Codazzi (Cesar), Colombia e I.A., Ph.D. Investigador del CNPMS/EMBRAPA. Sete Lagoas, MG. Brasil, respectivamente.

Tabla 1. Designación y características de los genotipos de maíz usados en el estudio sobre daño del *Sitophilus zeamais*

GENOTIPOS (1)	TIPO		Porcentaje de Humedad	
	DENTADO	DURO	INICIAL	FINAL
BR - 105 NORMAL		X	16,4	12,9
BR - 106 NORMAL	X		17,0	12,5
BR - 107 NORMAL		X	14,2	12,9
CMIS - 22 NORMAL	X		15,9	12,9
CMS - 451 QPM	X		14,6	12,9
CMS - 452 QPM		X	15,3	13,0
CMS - 458 QPM		X	15,9	12,9
CMS - 467 QPM	X		15,3	12,9
IAC-I-O ₂ -IV OPACO	X		13,5	12,5
YELLOW FLINT H ₂ O ₂ OPACO		X	14,3	12,8

(1) NORMAL: Bajos niveles de proteína y pobres en triptofano y lisina.

QPM: Calidad proteínica modificada.

O₂: Portadores del gene Opaco.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el laboratorio de granos almacenados del Centro Nacional de Investigación de Maíz y Sorgo (CNPMS), de la Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) en Sete Lagoas MG, Brasil.

Los genotipos de maíz a probar (Tabla 1) fueron seleccionados y suministrados por el programa de mejoramiento del mismo Centro. El material fue sometido a desinfestación siguiendo las recomendaciones de Rego et al. (1975) y la humedad de los granos se llevó a un promedio de 15%. El trabajo se realizó bajo condiciones de $T = 28 \pm 1^\circ\text{C}$ y $H.R. = 70 \pm 2\%$. Cien gramos de cada genotipo de maíz fueron colocados en frascos con tapa metálica y malla en la parte central para permitir la aireación. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los gorgojos provinieron de la cría existente en el laboratorio, conforme a la técnica de Strong et al. (1967). Cada repetición de los genotipos fue infestada con 10 machos y 20 hembras de *S. zeamais* de 6 a 14 días de edad, cuyos sexos fueron separados según las indica-

ciones de Halstead (1962). Los gorgojos se dejaron en los genotipos por un período de 15 días para permitir la oviposición.

La pérdida de peso se determinó al término del experimento, por la diferencia entre el peso inicial y el peso final del grano, una vez descontada la pérdida debida a la humedad. El porcentaje de daño se evaluó por el número de granos con orificio de salida del adulto y el número de granos sanos en cada genotipo.

Todos los datos se sometieron a la prueba de Lilliefors para determinación de normalidad; cuando ésta falló para la variable en estudio, los datos fueron transformados para lograr el ajuste requerido. Se hizo un análisis de varianza y la prueba de Duncan para la separación de los promedios. Para determinar las asociaciones entre variables se usó la correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 ilustra las pérdidas de peso causadas por los gorgojos usados para infestar las muestras y por su progenie F₁ en los diferentes genotipos. El análisis de varianza reveló un valor de F altamente significativo ($F = 20,56^{**}$) indicando diferencia en la pérdida de peso entre los genotipos.

El BR-106 presentó una diferencia bastante acentuada respecto a los otros genotipos. La pérdida de peso en este material fue aproximadamente 3,5 veces menor que la del IAC-I-O₂-IV que sufrió la mayor pérdida. Es interesante anotar que ambos genotipos son del tipo dentado, pero el segundo es portador del gene Opaco-2 que modifica la composición de aminoácidos y la textura fi-

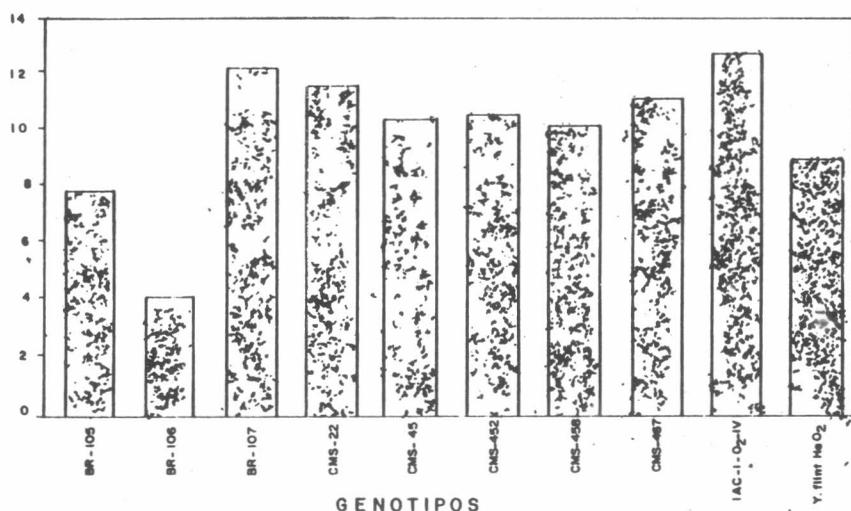


Figura 1. Pérdida de peso, en porcentaje, causada por adultos de *Sitophilus zeamais* y su progenie F₁ en 10 genotipos de maíz, 90 días después de infestados.

sica del endospermo de los granos (Schoonhoven et al. 1972). Se observó una respuesta diferente de cada material a la acción del gorgojo. El genotipo Yellow Flint H_6O_2 que es también portador del gene Opaco-2 pero de textura dura, tuvo un comportamiento estadísticamente diferente al del IAC-I-O₂-IV y mostró tener un buen potencial para trabajos de resistencia al gorgojo.

Los materiales con calidad proteínica modificada (QPM) tuvieron un comportamiento intermedio. Estos resultados sugieren la presencia de estimulantes de oviposición y alimentación en los genotipos en estudio. Widstrom et al. (1992) consideran que la pérdida de peso es un método fácil para medir la resistencia en maíz al *S. zeamais*.

El porcentaje de daño calculado con base en el número de granos dañados, es decir granos con orificio de salida de los adultos de la progenie F_1 , se presenta en la Tabla 2. El análisis de varianza mostró un valor de F altamente significativo ($F = 5,94^{**}$). Los materiales portadores del gene Opaco-2 pero con características físicas diferentes (IAC-I-O₂-IV y Yellow Flint H_6O_2) quedaron ubicados en los extremos con el mayor y menor porcentaje de daño, respectivamente. En forma general se pudo observar que los genotipos formaron dos grupos que difieren estadísticamente y que estos grupos incluyen materiales con diferentes características, lo cual confirma lo dicho anteriormente en relación al comportamiento del *S. zeamais* con la presencia de estimulantes químicos.

Morales (1972) al estudiar el comportamiento de genotipos de maíz con diferentes características al ataque del *S. zeamais*, encontró diferencias altamente significativas entre el número de granos dañados y sugirió que ellas pueden ser atribui-

das a la variabilidad en el tamaño y dureza de los granos, a las diferencias en el contenido de humedad y a los componentes químicos de los mismos.

El porcentaje de granos dañados correlacionó positivamente con la pérdida de peso ($r = 0,52$; $p < 0,01$), lo cual indica que cuanto más susceptible es un genotipo mayor es la pérdida que sufre y mayor el porcentaje de granos dañados. Dobie (1974) consideró que estimar el daño por insecto individual es un problema, lo cual puede ser superado al utilizar diferentes métodos experimentales.

CONCLUSIONES

-Los genotipos IAC-I-O₂-IV y BR-107 que dieron origen a la mayor progenie de gorgojos, resultaron ser los que mayor pérdida sufrieron 90 días después de infestados y junto con el CMS-22 presentaron el mayor porcentaje de daño.

-El genotipo comercial, normal y de tipo dentado BR-106 sufrió la menor pérdida provocada por el *S. zeamais* y esta fue 3,5 veces menor que la sufrida por el genotipo suave del gene Opaco-2, IAC-I-O₂-IV.

-Los genotipos portadores del gene Opaco-2, IAC-I-O₂-IV y Yellow Flint H_6O_2 , se comportaron en forma diferente con relación a la pérdida de peso y porcentaje de daño; el segundo de ellos muestra un potencial para trabajos de resistencia al gorgojo *S. zeamais*.

-El comportamiento de los diferentes genotipos al ataque del *S. zeamais* sugiere la presencia de estimulantes de oviposición-alimentación para este insecto.

BIBLIOGRAFIA

- CAMPBELL, A.; SINHA, R.N. 1976. Damage of wheat by feeding of some stored product beetles. *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v. 69 no. 1, p. 11-13.
- CAMPOS, T.B.; BITRAN, E.A. 1975. Daños causados por gorgulhos em milho escado. In: Reunión Anual da Sociedade Brasileira para o Progreso da Ciencia, 27^o, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. p. 610.
- CASWELL, G.H.; 1962. *Agricultural entomology in the tropics*. Edward Arnold, London. p. 40-76.
- DIAZ, J.F.; DIAZ, C.G.; SOSA, M.C. 1970. Susceptibilidad relativa de variedades colombianas de maíz al ataque de *Sitotroga cerealella* (Olivier). *Revista Peruana de Entomología* v. 13 no. 1, p. 15-23.

Tabla 2. Porcentaje de daño provocado por la progenie F_1 *Sitophilus zeamais* ¹, en 10 genotipos de maíz

GENOTIPOS	PORCENTAJE DE GRANOS DAÑADOS
IAC-I-O ₂ -IV	74,9 a
CMS - 22	71,2 a
BR - 107	69,9 ab
CMS - 467	59,6 bc
BR - 105	58,1 c
BR - 106	58,8 c
CMS - 458	57,0 c
CMS - 452	56,8 c
BR - 451	54,6 c
YELLOW FLINT H_6O_2	51,8 c

1. Para el análisis estadístico, los datos se transformaron a log x

2. Promedios de cuatro repeticiones. Promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente el nivel del 5% (Prueba de Duncan).

- DOBIE, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by **Sitophilus zeamais** Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* (Inglaterra) v. 10, p. 183-192.
- GLORIA, R.B. 1972. Información preliminar sobre las principales plagas de los granos almacenados en la Costa Peruana. *Revista Peruana de Entomología* v. 15, no. 2, p. 219-224.
- HALSTEAD, D.G.H. 1961. The rice weevils **S. oryzae** (L.) and **S. zeamais** Motsch. Identification and synonymy. *Tropics Stored Products Information* (Inglaterra) v. 4, p. 317-329.
- HOWE, R.W. 1965. Losses caused by insects and mites in stored foods and feedingstuffs. *Nutrition Abstracts Reviews* (Inglaterra) v. 35, p. 286-286.
- MORALES, A.C. 1972. Nutritive value and susceptibility of opaque-2 composite k and different types of corn to the larger rice weevil **Sitophilus zeamais** Mots. *Philippine Agriculturist* v. 74, p. 280-286.
- PHILLIPS, J.H.; WALGENBACH, C.A.; KLEIN, J.A.; BURKHOLDER, W.E.; SCHUFF, N. R.; FALES, H.M. 1985. (R*S*)-5Hydroxy-4-Methyl-3-Heptanone, male produced aggregation pheromone of **Sitophilus oryzae** (L.) and **Sitophilus zeamais** M. *Journal of Chemical Ecology* (Estados Unidos) v. 11 no.9, p. 1263-1274.
- REGO, A.M.; OLIVEIRA, M.L.; MARQUES, L.A.; FERREIRA, D. 1975. Reproducao de **Sitophilus zeamais** Motsch. 1885 em milho e arroz irradiados e expurgados com phostoxin em Pernambuco. In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira para o Progreso da Ciencia, 27º, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. p. 371.
- ROSSETO, C.J. 1967. Sugestoes para o armazenamento de graos no Brasil. *Boletim do campo* (Brasil) v. 12 no. 209, p. 3-16.
- SANTOS, J.P.; FONTES, R.A.; CRUZ, L.; FERRARI, R.A.R.; 1983. Avaliacao de danos e controle de pragas de graos armazenados a nivel de fazenda no Estado de Minas Gerais, Brasil. In: Seminario Latino Americano de Perdas Pós-Colheita de Graos, 1º, Anais S.1; CENTREINAR Vicosa, M.G., Brasil. p. 105-110.
- Hernando Suárez G. - Jamilton Pereira S.
- SCHOONHOVEN, A.V.; WASSON, C.E.; HORBER, E. 1972. Development of maize weevil on kernels of Opaque-2 nearly isogenic corn inbred lines. *Crop Science* (Estados Unidos) v. 12, p. 862-863.
- STRONG, R.G.; SBUR, D.E.; PARTIDA, G.J. 1967. Rearing stored product insects for laboratory studies: Lesser grain borer, granary weevil, rice weevil, **Sitophilus zeamais**, and Angoumois grain moth. *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v. 60, no. 4, p. 1078-1082.
- VANDERSCHAAF, P.; WILBUR, D.A. PAINTER, R.H. 1969. Resistance of corn to laboratory infestation of the larger rice weevil, **Sitophilus zeamais**. *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v. 62, no. 2, p. 352-355.
- WIDSTROM, N.W.; REDLINGER, L.M.; WISER, W.J.; 1972. Appraisal of methods for measuring corn kernel resistance to **Sitophilus zeamais**. *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v. 65 no. 3, p. 790-792.

ESTUDIOS DE PATOGENICIDAD DE UN HONGO ASOCIADO A *Mononychellus tanajoa* (Bondar), ACARO PLAGA DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)

Juan Manuel Alvarez A.¹
Alfredo Acosta²
Anthony C. Bellotti¹
Ann R. Braun¹

RESUMEN

Con el propósito de estudiar la viabilidad de un hongo encontrado en el CIAT-Palmira sobre poblaciones de *Mononychellus tanajoa*, (Bondar), dentro de un manejo integrado de plagas, se fijaron los siguientes objetivos: demostrar la patogenicidad del hongo u hongos asociados con los ácaros enfermos mediante pruebas de inoculación del patógeno a individuos sanos; determinar la biología del patógeno e identificar el o los hongos asociados con los ácaros enfermos. El trabajo se realizó bajo condiciones controladas adecuadas para reproducir los síntomas, cuatro temperaturas: 20, 24, 28 y 32°C y dos rangos de H.R. >65% y <65%. Se consiguió provocar reinfección de individuos sanos, obteniendo la completa expresión de síntomas y se estableció el modelo de reinfección. Se determinó que el contagio ocurría más rápidamente a la mayor temperatura probada (32°C), pero el mayor número de individuos infectados se obtuvo a las temperaturas de 24 y 28°C. Se determinó que la muerte del ácaro ocurre por la acción mecánica del patógeno al invadir el hemocelo. Se determinó la biología del patógeno; la conidiogénesis sólo ocurre con humedades relativas superiores al 65%, mientras que la producción de conidias adhesivas ocurre únicamente con humedades relativas inferiores al 65%. La infección es irreversible y aparentemente no se transmite transovariamente; el contagio de la infección lo provocan las conidias adhesivas. De acuerdo con la medición y comparación de las estructuras del patógeno, se determinó que el hongo

pertenece al género *Neozygites*, pero se recomienda reevaluar el concepto de identificación de especies de este género sobre la medición de estructuras. No se registró patogenicidad sobre un ácaro Phytoseiidae de la especie *Typhlodromalus limonicus* sens. lat.

SUMMARY

In the cassava crop (*Manihot esculenta* Crantz), tetranychid mites cause considerable losses. Fungal epizootics which affect *Mononychellus tanajoa* (Bondar) populations have been detected under field conditions. Healthy mites were infected under controlled conditions in the laboratory. Daily observations were made with a dissecting microscope, in order to identify disease symptoms progression. Mites were mounted on slide and examined with a phase contrast microscope in order to confirm the presence of a fungal pathogen and to determine its identity. Reinfection occurred when a healthy and an infected mite were placed together at 70% R.H. and 20°-30°C. Symptoms of infection progressed from changes in body color, swelling and sluggish movements, to death and mummification. Invasion by secondary pathogens was common. Each symptom was related to a developmental stage of the fungus, which was identified as a species of the genus *Neozygites*. *Neozygites* sp. is pathogenic to all mobile stages of *M. tanajoa*. Conidiogenesis was inhibited at relative humidities below 65%; however, the formation of an adhesive conidia responsible for propagation of the infection occurred only below 65% H.R. No evidence was found for pathogenicity of this fungus to phytoseiid mites

INTRODUCCION

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las plantas cultivadas de mayor importancia para el hombre, ya sea para su alimentación como

fuelle de calorías o para consumo animal e industrial. La planta es atacada por numerosas plagas, entre las cuales los ácaros se consideran como serios en todo el mundo (Bellotti y Schoonhoven 1978). El ácaro verde de la yuca, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae), es la mayor plaga del cultivo en algunas áreas del Neotrópico. Fue accidentalmente introducido al Africa desde América en 1971 (Nyiira 1982), convirtiéndose en un grave problema y diseminándose rápidamente por 27 países, debido entre otros factores a la carencia de enemigos naturales efectivos (Yanineky y Herren 1988), hasta el punto de ser considerada hoy como la plaga más destructiva. El *M. tanajoa* es una plaga seria en el Nordeste de Brasil, donde las pérdidas en el rendimiento del cultivo varían entre 10 y 50%, dependiendo de algunos factores como la variedad, el sistema y la época de siembra (Veiga 1985). En Venezuela se reconocen pérdidas similares a las que se han registrado en Brasil (Doreste y Aponte 1979). En Colombia, las pérdidas ocasionadas por el complejo *Mononychellus* spp. han sido esporádicas y se considera que un efectivo control biológico natural ya existente, evita que las pérdidas alcancen el orden del 73 y 67% en la producción de raíces y estacas, respectivamente, como se obtuvo a nivel experimental en variedades susceptibles (Byrne 1980).

1. I.A. Asistente de Investigación y Entomólogos. Programa Entomología Yuca. CIAT. Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia.

2. I.A. Profesor. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Apartado Aéreo 14490. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.

El control del ácaro verde de la yuca es un desafío importante hoy en día. De hecho, con el propósito de implementar su control biológico, el IITA (International Institute of Tropical Agriculture) organizó un proyecto colaborativo y multi-institucional. El CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) y EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria) se comprometieron en la búsqueda de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, considerados como los más importantes enemigos naturales del *M. tanajoa* en Sur América, mientras que IITA implementó la liberación de depredadores y la capacitación de técnicos en África. Otras instituciones, incluyendo universidades en países desarrollados y varios programas nacionales africanos, también fueron involucradas en el proyecto. La estrategia del proyecto consistía en explorar aquellas áreas en el Neotrópico que correspondieran ecológicamente a áreas en África donde el ácaro fuera un grave problema y luego seleccionar los posibles enemigos naturales para ser introducidos al África. Para dar prioridades a las exploraciones se usaron criterios agroecológicos. Se le dio una alta prioridad a las regiones áridas y semi-áridas. Entre 1983 y 1990 se evaluaron 1.261 campos de yuca en Colombia, Venezuela, Ecuador, Nordeste del Brasil, Trinidad y Tobago, Guyana, Perú, Paraguay, México, Cuba, Panamá y Nicaragua. Un trabajo similar realizó EMBRAPA en el Nordeste de Brasil entre 1988 y 1990, cubriendo 427 campos de yuca (CIAT 1991).

Cuarenta y cinco especies de ácaros fitoseiidos fueron identificadas asociadas con la yuca en el Neotrópico. En Colombia se obtuvo la mayor diversidad de especies de fitoseiidos, con 40 especies identificadas.

Desde 1984 se han enviado a África 10 especies de enemigos naturales del ácaro verde de la yuca. Con el propósito de mantener e incrementar una cantidad suficiente de los ácaros fitoseiidos para dichos envíos, se desarrollaron métodos de cría para su multiplicación. Para esto se mantuvieron permanentemente, en el CIAT, colonias del ácaro confinadas dentro de casas de malla, y fue allí donde se comenzó a detectar la presencia masiva de cadáveres del ácaro en el envés de las hojas de yuca. En 1985, el agente causal de dichas mortalidades fue identificado provisionalmente como una especie de *Neozygites* (Humber com. pers¹.). Posteriormente, en zonas subhúmedas del Nordeste brasileiro, se observaron epizootias en el campo debidas a *Neozygites* sp. (Delalibera et al., en prensa). Las mortalidades se caracterizaron por presentar momificación. Para emplear eficientemente una enfermedad como una medida de control microbial es de gran importancia determinar su naturaleza y causa, por lo tanto, en el presente trabajo los objetivos fueron:

1. Demostrar la relación existente entre la presencia bajo condiciones de campo de ácaros enfermos de la especie *M. tanajoa* y hongos asociados con este artrópodo.
2. Identificar los hongos asociados con los ácaros enfermos y seleccionar el que ofrezca mayor grado de patogenidad, estudiar su biología y probar su efectividad bajo condiciones de laboratorio adecuadas y controladas.

REVISION DE LITERATURA

Una de las primeras observaciones de un hongo infectando ácaros de la familia Tetranychidae fue hecha por Fisher (1951) en la Florida, donde una especie de *Entomophthora* causó mortalidades entre el 32 y el

95% en una población del ácaro rojo de los cítricos, *Panonychus citri* (McGregor). Weiser (1968) describió la especie *Triplosporium tetranynchi* establecido sobre *Tetranychus althaeae* Hanstein. El hongo causó alta mortalidad (80-85%) sobre poblaciones naturales del ácaro rojo en un huerto frutal de Checoeslovaquia. El *Entomophthora* sp. es probablemente uno de los mejores agentes para el control natural de poblaciones de *T. urticae* Koch sobre algodón en Alabama (Estados Unidos), en donde en algunas parcelas experimentales alcanza un máximo de infección del 100% (Carner y Canerday 1970).

En un trabajo realizado bajo invernadero en la U.R.S.S. se produjo infección sobre una población de *T. urticae*; todos los ácaros murieron por "Entomophthorosis" durante los siguientes 15 días después de introducido el hongo, y la plaga no volvió a aparecer en el invernadero durante los siguientes 5,5 meses (Tsintsadze et al. 1976).

Es muy reducido el conocimiento a cerca del complejo de enemigos naturales del *M. tanajoa* (Alvarez 1990). Agudelo (1986), durante un conteo de rutina de las poblaciones de *M. progresivus* Doreste (= *M. tanajoa*) al comienzo del período de lluvias en Venezuela, en una parcela experimental para evaluar la resistencia de plantas de yuca a los ácaros, encontró algunos ácaros muertos sobre el envés de las hojas. Al montar y examinar los cadáveres con el microscopio de contraste, se observaron estructuras típicas de un hongo de la familia Entomophthoraceae.

Estudios y registros anteriores demuestran que los hongos acaropatógenos juegan un papel importante en la regulación natural de las poblaciones de estos artrópodos. El interés creciente se debe a que su aplicación no es puramente de naturale-

1. HUMBER, R.H. 1989. Boyce Thompson Institute. Cornell University, Ithaca, N.Y. U.S.A.

za académica, sino también aplicada. El control biológico natural de hongos sobre poblaciones de ácaros puede causar mortalidades superiores a un 80% (Weiser y Numa 1966; Saba 1971; Smith y Furr 1975; Tsintzade et al. 1976; Carner 1976; Gardner et al. 1982; Smitley et al. 1986; Carrera et al. 1987).

Van der Geest et al. (1990) afirman que los hongos acaropatógenos tienen probablemente un gran potencial para aplicación en el trópico, donde la humedad relativa y la temperatura son altas, cuando las poblaciones de plaga están en su máximo nivel.

En cuanto a la identificación de los hongos patógenos de ácaros, los taxónomos que han trabajado con ellos no han dilucidado hasta el momento claves claras que permitan diferenciar las especies. Hasta la fecha hace falta mucho trabajo sistemático como guía para la determinación de hongos patógenos de ácaros y también son casi inexistentes los esquemas y ayudas visuales que ilustren su morfología, estructura y la sintomatología correspondiente a la infección que causan sobre los huéspedes (Alvarez 1990).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y Recolección de Muestras

El trabajo se realizó durante los años 1989 y 1990 en las instalaciones del CIAT (Palmira, Valle, Colombia), situado a 965 msnm, con una humedad relativa promedio de 70%, una precipitación promedio de 938 mm/año, una temperatura máxima promedio de 29,21°C, mínima promedio de 19,1°C y media promedio de 24,2°C.

El proceso de investigación se inició con la recolección de ácaros en el campo y en las casas de malla destinadas a la cría masiva de ácaros

fitófagos, sitios donde se encontraron especímenes de **M. tanajoa** muertos y con apariencia diferente a los cadáveres ocurridos por causas naturales o mecánicas. Durante las recolecciones se registraron la temperatura y la humedad relativa. En sitios donde se detectaron epizootias con muchos individuos se colectaron las hojas con pecíolo y se llevaron al laboratorio en cajas plásticas con la mayor asepsia posible, con el fin de aprovechar al máximo todo el material, extrayendo los individuos que presentaban signos de infección, con la ayuda de un microscopio estereoscópico. Los ácaros que no se emplearon inmediatamente, permanecieron en tubos de recolección, los cuales contenían en su parte inferior un algodón embebido en glicerol y encima de este un papel de filtro, sobre el que se colocaron los ácaros colectados. Todo esto con el fin de mantener las muestras en condiciones de total sequedad. Este método fue recomendado por Richard Humber del Boyce Thompson Institute (Comunicación personal, 1989).

La muestra se dividió en tres grupos: El primer grupo se destinó para comprobar la presencia del patógeno; el segundo para realizar las pruebas de patogenicidad o reinfección efectuando los estudios de sintomatología, y el último grupo para la identificación del patógeno.

Comprobación de Infección

Para comprobar la presencia del hongo en las muestras, los ácaros del primer y tercer grupo se aclararon con una solución de lactofenol y se tiñeron con azul de algodón, en una caja plástica de las utilizadas para las pruebas de ELISA, con el fin de llevar un registro individual.

Pruebas de Patogenicidad

Los especímenes del segundo grupo se dividieron en dos, así: una parte de ellos se colocó individual-

mente sobre círculos de hoja de yuca de 2 cm de diámetro, en cajas petri con espuma saturada de agua para proporcionar condiciones similares a las de campo ($T = 30^{\circ}\text{C}$ en el día y 20°C en la noche y una H.R. = 60%, con un rango entre 40 y 80%). Allí se observaron los cambios que ocurrían en los ácaros momificados que se presumía habían muerto por la infección. La otra parte de los especímenes se destinó para efectuar las pruebas de reinoculación del patógeno. Una vez se determinaron los cambios que ocurrían en los ácaros momificados, se buscó dilucidar si la temperatura y la humedad relativa eran factores determinantes para que un ácaro momificado tomara una u otra apariencia, para la cual se formaron cuatro grupos de 32 ácaros. Cada grupo se mantuvo a una de cuatro temperaturas (20, 24, 28 y 32°C) y dos humedades relativas (<65% y >65%), llegando algunas veces a la saturación de humedad en el ambiente.

Para realizar los estudios de inoculación del patógeno se emplearon ácaros adultos obtenidos de colonias mantenidas en el laboratorio, las cuales se manejaron desde el estado de huevo, con el propósito de tener certeza acerca de su sanidad. Los individuos se sometieron a varias pruebas: 20 ácaros infectados muertos, previamente envueltos en tela de gaza, se lavaron por 30 segundos en hipoclorito de sodio al 0,05%, y posteriormente se maceraron en un homogenizador de cristal, mezclados con agua bidestilada estéril, y esta solución se asperjó sobre individuos sanos adultos de la misma edad colocados individualmente sobre círculos de follaje de yuca de 2 cm de diámetro, por medio de un microaspersor de Vilbis conectado a una bomba de vacío, a una presión de 20 PSI, para así conseguir una gota muy fina. Igualmente, la solución se asperjó sobre discos limpios de yuca que sirvieron de sustrato

alimenticio a otros ácaros sanos. Como testigos se emplearon ácaros sanos y discos de yuca asperjados con agua bidestilada estéril. En total se trabajó con 50 individuos sanos en contagio y 20 testigos. También se empleó el macerado en seco, asperjado sobre hojas de yuca que sirvieron como sustrato alimenticio a los ácaros sanos. El inóculo inicial se cambió a las 48 horas por hojas limpias. Siempre se empleó yuca de la variedad CMC 40, escogida por ser una variedad susceptible al ataque de ácaros.

Se probó otro método de inoculación, el cual consistió en colocar durante 24 horas, en cámaras de humedad (cajas de petri cubiertas), un ácaro sano en contacto directo con cuatro (4) ácaros momificados; después de este tiempo, las cajas se descubrieron y a las 48 horas se retiraron los ácaros momificados y se cambiaron los discos de yuca.

Para las pruebas descritas anteriormente se emplearon cajas de petri de 14,5 cm de diámetro provistas de espuma saturada con agua. Dentro de cada una se colocaron ocho (8) discos de hoja de yuca CMC 40 de 2 cm de diámetro, numerados y ubicados en círculo. Igualmente se emplearon frascos plásticos de confinamiento, de 2 cm de diámetro, los cuales se cubrieron con plástico adhesivo. Las observaciones se hicieron a partir de las 24 horas y se realizaron diariamente hasta la muerte de los ácaros. Con el propósito de determinar la sintomatología de la infección sobre los huéspedes se evaluó la mortalidad, la movilidad y los cambios en apariencia, tales como color y volumen.

Inicialmente se trabajó bajo una temperatura de 28°C y con humedad relativa promedio del 65%, las cuales corresponden a las condiciones promedias de los sitios de recolección de las muestras en el campo, el

fotoperíodo fue de 12 horas luz: 12 horas oscuridad.

En estos trabajos se redujo el intervalo de observación de 24 a 12 horas y en algunos casos a 6 horas, con el fin de determinar con la mayor aproximación la sintomatología de la enfermedad. Una vez se determinó el proceso de infección, cada síntoma externo se asoció con un estado de desarrollo del patógeno, para lo cual se hicieron montajes de individuos infectados en placas de microscopía, empleando el mismo sistema de aclarado, tinción y montaje de los individuos del primer y tercer grupos. De esta forma se determinó la biología del patógeno.

Permanencia de la Epizootia

Una vez se consiguió reinfectar individuos sanos, se efectuó otro bioensayo con el propósito de comprobar si una epizootia o infección puede mantenerse o perdurar en una población de ácaros. Para ello se pusieron en contacto cinco (5) ácaros adultos sanos con dos (2) ácaros momificados y se replicó 20 veces, para un total de 100 individuos sanos y 40 momificados. Se trabajó con una temperatura promedio de 28°C y una H.R. promedia de 65%; se hizo una observación diaria para registrar los cambios en apariencia de los individuos vivos (color, volumen, movimiento, mortalidad y momificación). El inóculo inicial (40 individuos momificados) se retiró al octavo día, también se retiraron todos los individuos que morían por causas naturales o mecánicas. Con el fin de hacer observaciones sobre una población que se incrementa normalmente, no se retiraron los huevos y se permitió que estos eclosionaran.

Velocidad de Infección y Estado más infeccioso

Conocida la sintomatología y el proceso de infección, se buscó mante-

ner permanentemente individuos infectados, para lo cual fue necesario conocer cuál estado posterior a la momificación era más infectivo, cuál infectaba más rápido y cuál provocaba mayor número de individuos enfermos; para esto se montó un ensayo, colocando grupos de cinco (5) individuos sanos en contacto con un ácaro momificado, uno cristalizado, uno negro y uno con conidiogénesis. Este ensayo se replicó 5 veces, para un total de 25 ácaros sanos por cada estado de inóculo. Para la prueba con individuos momificados se mantuvo la humedad relativa por debajo del 20%, ya que se había comprobado que una humedad relativa alta provoca la conidiogénesis. Sólo se observó si se presentaba o no contagio en los primeros 8 días de contacto. Se consideró como éxito, obtener individuos momificados. La temperatura fue de 28°C.

Relación entre Temperatura e Infección

Después de detectar el estado infectivo, se buscó determinar cuál temperatura favorecía más el contagio. Para esto se montó un ensayo bajo cuatro regímenes de temperatura (20, 24, 28 y 32°C), colocando, sobre un disco de hoja de yuca, cinco (5) ácaros sanos en contacto con un ácaro esporulado. Por cada temperatura, el ensayo se repitió 16 veces, para un total de 320 ácaros sanos. La humedad relativa fue superior al 70%. Se hicieron observaciones cada 24 horas y se registró la presencia de síntomas y la mortalidad causada por la infección.

Prueba de Transmisión Transovárica

Se montó un ensayo para observar las generaciones descendientes de hembras infectadas, con el fin de conocer si la infección se transmite transováricamente; para esto se aislaron y observaron los huevos depo-

sitados por hembras con sintomatología de infección. Se evaluaron aproximadamente 80 huevos, sobre los cuales se observó la eclosión y se llevaron hasta el estado de adulto.

Pruebas de Patogenicidad sobre Acaros Phytoseiidae

Con el propósito de conocer si el patógeno de los ácaros fitófagos infecta también ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, a dos ácaros depredadores de la especie **Typhlodromalus limonicus** (Garman & McGregor) se les suministró como alimento, cuatro (4) especímenes del ácaro verde de la yuca. Al quinto día se efectuó el montaje de los fitoseiidos, con el fin de observarlos bajo el microscopio de contraste de fase y comprobar la posible presencia del patógeno. El ensayo se replicó cinco veces.

Identificación del Patógeno

Medición de estructuras. Para determinar el género del hongo, esencialmente se empleó la medición y comparación de la morfología y de los estados fisiológicos iguales, utilizando el microscopio de contraste de fase, el microscopio electrónico de barrido, y las descripciones de King y Humber (1981); además, se enviaron especímenes y fotografías al Dr. R. Humber, en el Boyce Thompson Institute. La forma, tamaño y presencia de núcleos de la conidia primaria son quizás los caracteres taxonómicos más importantes. Debido a que los ácaros colectados en el campo generalmente presentan momificaciones y ausencia de conidias, fue necesario diseñar un método para provocar la conidiogénesis. Este consistió en utilizar una campana de vacío estéril con agua 100C en la parte inferior para provocar la saturación de humedad en su interior; en la parte media se colocó una malla sobre la cual se ubicaron placas con individuos

momificados, y posteriormente se selló herméticamente. Se trabajó con una temperatura de 28°C. Se efectuaron mediciones de las estructuras del patógeno aparecidas a las 24, 48 y 72 horas después del montaje.

Microscopia electrónica. Para el proceso de identificación del patógeno y estudios de su biología se tomaron fotografías bajo el microscopio de contraste de fase al igual que unas fotografías logradas en el microscopio electrónico de barrido en la Unidad de Virología del CIAT.

RESULTADOS

Ubicación y recolección de muestras de ácaros

Las condiciones promedio de temperatura y humedad relativa durante los muestreos en los sitios de recolección en el campo fueron: T = 30°C; H.R. = 51%; mientras que en las casas de mallas fueron T = 34°C; H.R. = 76 - 100%.

Durante las recolecciones de ácaros se encontraron individuos de **M. tanajoa** con momificación y por lo general se registraron en epizootias abundantes. Los individuos infectados se caracterizaron por una momificación y aumento de volumen del cuerpo; cambió de la coloración normal a habano claro, café, hasta el negro intenso y brillante; las patas delanteras quedan estiradas y las manchas ocelares se tornan difusas. En algunos casos se observa una apariencia de cristalización con coloraciones entre el café y el café rojizo brillante.

Comprobación de infección

En los ácaros momificados colectados que luego se aclararon, se detectó la presencia de cuerpos hifales y conidias adhesivas, estructuras típicas de los hongos de la familia Entomophthoraceae.

Por lo general, los ácaros momificados pasan por un proceso que consiste en la inducción de esporulación; algunos pueden tomar una coloración totalmente blanca; en los momificados se observa una pérdida de volumen, generalmente asociada con la pérdida de las conidias sobre los individuos. Una vez estos ácaros han perdido sus conidias y disminuido su volumen, comienzan a tomar una apariencia cristalizada un poco brillante y aquellos que en este momento no se han cristalizado son susceptibles de ser atacados por hongos saprófitos que los invaden, observándose un crecimiento miceliar sobre ellos.

Relacion entre Temperatura y Apariencia de Acaros Momificados

Una vez se conocieron los cambios que ocurren a partir de los ácaros momificados, se comprobó que la temperatura es un factor determinante de altos cambios. En los ácaros momificados los colores oscuros se asociaron con temperaturas bajas y el color blanco con temperatura alta (32°C). Por el contrario, la conidiogénesis o esporulación es independiente de la temperatura, lo cual fue corroborado en las pruebas con las dos humedades relativas; con la H.R. inferior a 65% y en las cuatro temperaturas, probadas, los ácaros permanecieron momificados, y con la H.R. superior a 65%, en las cuatro temperaturas ocurrió la conidiogénesis. Este parámetro es muy útil en las pruebas de patogenicidad.

Los estudios sobre la sintomatología de los ácaros enfermos se realizaron mediante los métodos de inoculación del patógeno en ácaros sanos. En las pruebas que se utilizó la aspersion del macerado de ácaros momificados, no fueron satisfactorias; ningún individuo presentó momificación. En las pruebas donde se empleó el macerado en seco, únicamente un ácaro, de los 50 del

ensayo, presentó momificación. El método de inoculación donde se empleó una cámara de humedad con cuatro ácaros momificados y uno sano dio buenos resultados. Al octavo día, de los 50 individuos con los que se inició el ensayo, 23 se observaron momificados, lo cuál corresponde a un 46%; 21 murieron por causas naturales o mecánicas y 6 permanecieron vivos.

Sintomatología

La muerte de ácaros por causas diferentes de la infección generalmente ocurrió por ahogamiento o mecánicamente cuando eran traspasados a un disco nuevo de hoja de yuca. Durante el proceso de infección, los ácaros van perdiendo progresivamente la movilidad, aumentan su volumen y aclaran bastante su color. Posteriormente mueren y comienzan a oscurecerse, pierden el brillo y toman una apariencia opaca. El color pasa del amarillo al habano o café; en este punto ya están momificados y han ganado mucho volumen, las patas delanteras generalmente quedan estiradas, las manchas ocelares rojas se tornan difusas y la momificación típica es bastante seca. El proceso entre la aparición de síntomas y la momificación dura entre 36 y 48 horas, a una temperatura promedio de 28°C. El conocimiento de los síntomas permitió reinfectar ácaros sanos y estudiar los cambios internos, al igual que determinar la biología del patógeno.

Cuando en el ácaro se observan los inicios de la sintomatología, internamente ha comenzado a ser invadido por unos pequeños cuerpos hifales que al principio son de forma redondeada (Fig. 1a), luego crecen un poco y algunos se dividen por fisión originando dos cuerpos hifales nuevos; posteriormente empiezan a alargarse y toman formas irregulares al comenzar a retorcerse. Luego, los cuerpos hifales se alargan, se agru-

pan, toman formas más regulares y llenan el hemocelo del ácaro; esta invasión interna es la causa real de la muerte del ácaro. Cuando el ácaro muere, comienza a momificarse (Fig. 1b) e internamente, los cuerpos hifales que ya han invadido todo el cuerpo del ácaro y se han agrupado, se elongan hasta alcanzar la superficie o cutícula del ácaro; cada cuerpo hifal tiene una forma ancha en su extremo que es la que llega a la pared del exoesqueleto, como buscando una salida (Fig. 1c).

La aparición de esporulación sobre el ácaro es el signo externo de la conidiogénesis (Fig. 1d). La emergencia de las conidias ocurre de la siguiente forma: cada cuerpo hifal se constituye en un conidióforo y pequeñas protuberancias van emergiendo; cada punta del cuerpo hifal presiona hasta romper el exoesqueleto por el medio de dos estrías (Fig. 1c). Los cuerpos hifales emergen por todas partes, menos por las patas, quelíceras y el escudo ventral. Cuando cada conidióforo maduro (Fig. 1e) alcanza el tamaño máximo, la punta se torna esférica y en el conidiófono se observa la línea por donde va a ocurrir el desprendimiento de la conidia, entonces se rompe originando una conidia primaria, que es redonda y deja la cicatriz de ruptura. La coloración externa blanca corresponde a una conidiogénesis abundante (Fig. 1d).

Cuando los ácaros toman una apariencia algodonosa y oscura, internamente se observa que han sido invadidos por otros hongos ajenos al causante de la muerte. Algunos de estos invasores fueron identificados como *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. y *Penicillium* sp.

Permanencia de la Epizootia

Se comprobó que bajo condiciones similares a las de campo, una epizootia se mantiene en una pobla-

ción. Sobre una colonia de 100 ácaros adultos sanos cogidos al azar se observaron primero dos ácaros momificados a los 10 días, la población siguió creciendo normalmente y aunque la infección jamás puso en peligro a la colonia, se observaron ácaros con síntomas, lo cual indica que estos van a servir de inóculo de infección a otros ácaros y la enfermedad puede continuar causando mortalidad en la población.

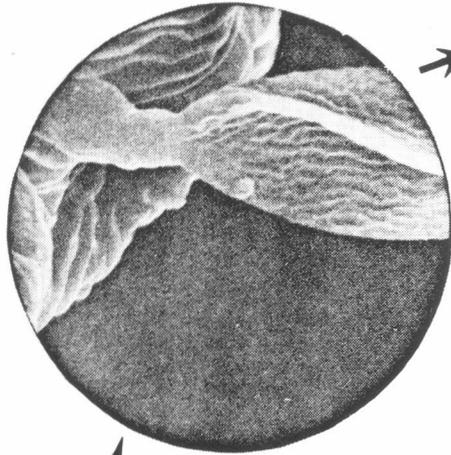
Relación entre Estado e Infección

El único estado capaz de provocar reinfección sobre individuos sanos fue el estado en el cual se presenta conidiogénesis. Ninguno de los otros estados provocó infección.

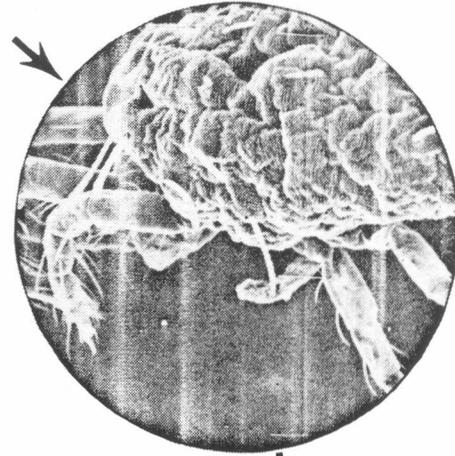
Relación entre Temperatura e Infección

Se determinó que de las temperaturas probadas las de 24 y 28°C fueron las que mayor número de individuos momificados provocaron, con un total del 81,3% de la población momificada, en ambos regímenes (Fig. 2). La temperatura de 20°C provocó la infección más rápida, con un 47,5% de la población momificada al quinto día. Al contabilizar los individuos vivos en el bioensayo, al décimo día se observó que a menor temperatura mayor número de individuos vivos, y que a mayor temperatura mayor mortalidad. Por lo tanto se cree que una temperatura adecuada para la infección permanente de los ácaros estaría entre 24 y 28°C. Realmente no se puede determinar a cuál temperatura el patógeno es más eficaz, porque si bien a 32°C únicamente hay infección sobre el 21,3% de la población, esto no indica que el patógeno no sea eficaz a esta temperatura, pues ya en el día décimo ha ocurrido una mortalidad natural del 73,7%. Por lo tanto, es posible que el ciclo de vida de los ácaros se acorte hasta el punto de no dar oportunidad de infección al

1g. Conidia adhesiva, adherida al cuerpo del ácaro, provocando el contagio de la infección.

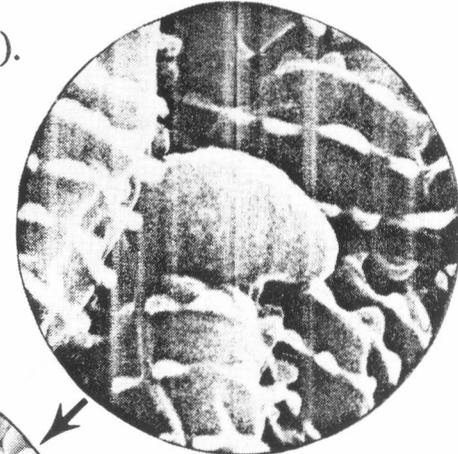


1a. Cuerpos hifales en el hemocele del ácaro.

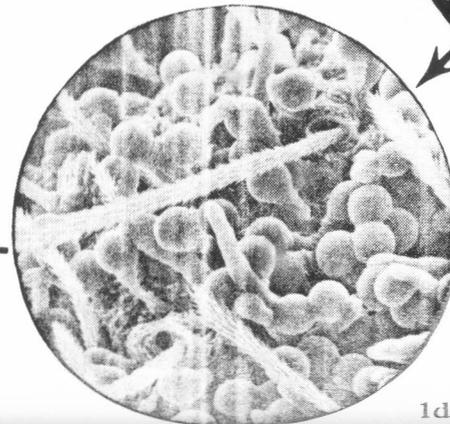


1b. AVY momificado.

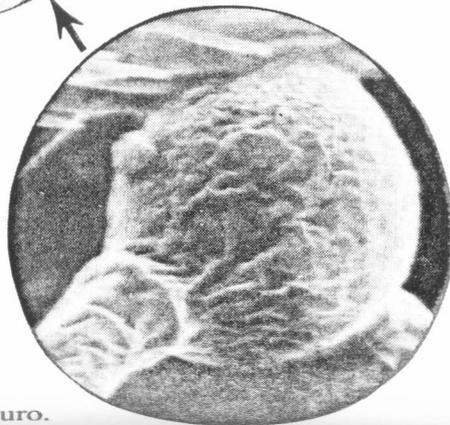
Fig. 1. Ciclo de vida del hongo *Neozygites* sp. patógeno del ácaro verde de la yuca AVY, *Mononychellus tanajoa* (Bondar).



1c. Cuerpo hifal emergiendo en medio de dos estrias.

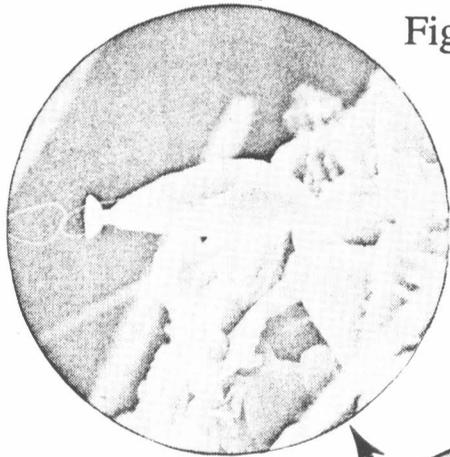


1d. Conidiogénesis abundante.



1e. Conidióforo maduro.

1f. Conidia adhesiva aún en su capilar.



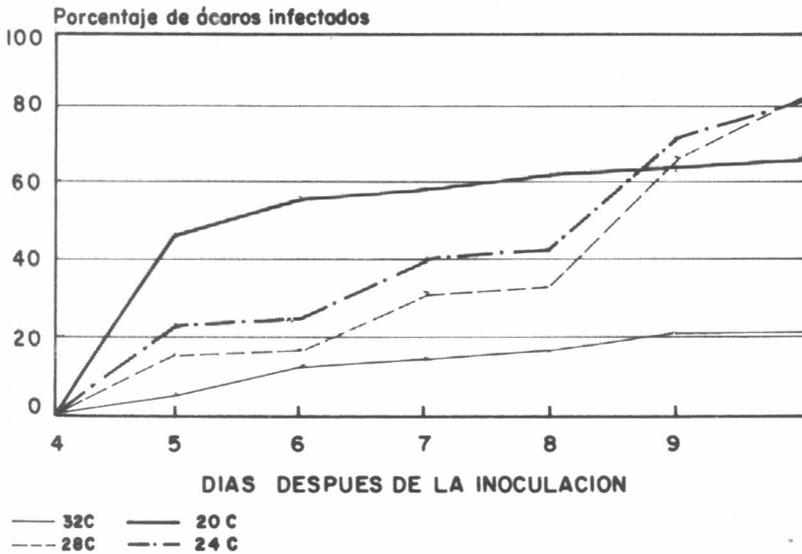


Figura 2. Relación entre infección y temperatura

patógeno. Es decir, con una temperatura entre 24 y 28°C, el proceso de infección no es tan acelerado, pero se infecta un mayor porcentaje de la población; además, es posible que estos nuevos individuos momificados sean capaces de reproducir la infección en los individuos que aún se encuentran vivos.

Pruebas de Transmisión Transovárica

En las observaciones de la descendencia de hembras infectadas, ningún individuo mostró síntomas de infección. Los huevos que no eclosionaron se montaron en placas y bajo el microscopio no mostraron señales del patógeno.

Pruebas de Patogenicidad sobre Phytoseiidae

Nunca se observó infección sobre los ácaros Phytoseiidae. Sobre 12 ácaros depredadores observados nunca se determinó invasión de los cuerpos hifales. En dos hembras de *T. limonicus* se observaron capilo-

conidias sobre el dorso, pero sin presentar síntoma alguno de infección.

Identificación del Patógeno

Los individuos de *M. tanajoa* colectados y observados al microscopio electrónico presentaron evidencia de infección, pero generalmente sin conidiogénesis.

Sobre los individuos colocados en la campana de vacío se observó conidiogénesis en el primer registro a las 24 horas y en estas condiciones se obtuvo presencia de conidias primarias. Estas conidias generalmente fueron claras, sin núcleo y con cicatriz de ruptura. La emergencia de las conidias ocurrió por todas las partes del cuerpo del ácaro, menos por el escudo ventral, las patas y las quelíceras. Las conidias fueron disparadas del conidióforo (Fig. 1e), formando un halo en el huésped; la máxima distancia a la cual se disparó una conidia fue en promedio de 6 mm, lo cual daba un halo de aproxi-

madamente de 13 mm de diámetro, incluido el milímetro del huésped. A las 48 horas se observó la presencia de conidias secundarias y algunas terciarias, las cuales eran oscuras. Las conidias primarias algunas veces se convierten en nuevos conidióforos, los cuales se elongan y dan origen a conidias secundarias. Igual ocurre con los secundarias que originan terciarias. Las conidias que no originan ninguna conidia continúan su desarrollo. En esta observación aparecieron las conidias adhesivas o capiloconidias.

A las 72 horas se observó una gran cantidad de conidias adhesivas o capiloconidias (Fig. 1f), originadas en su mayoría a partir de conidias primarias y algunas por las secundarias. Algunas capiloconidias dan origen capilares, sobre los cuales nacen capiloconidias secundarias y en ocasiones sobre estas últimas nacen capiloconidias terciarias. La germinación y crecimiento de estas conidias se realizó verticalmente sobre las placas de microscopía, y estas se observan soportando un bosque de conidias, donde cada fila vertical de capilares representa un árbol. Al efectuar los montajes, los capilares caen sobre la placa.

En resumen, las conidias mantenidas al 100% de humedad relativa producen muchos cambios; algunas se constituyen en nuevos conidióforos o cuerpos hifales que dan lugar a conidias secundarias y algunas veces estas originan las terciarias, las cuales sólo difieren en unas pocas micras de menos en tamaño; otras conidias en lugar de conidióforos, originan unos tubos delgados o capilares que crecen verticalmente y en la punta van formando un ángulo, sobre el cual crecen unas conidias, inicialmente redondeadas y posteriormente de forma ovalada que una vez maduran, presentan una estructura en forma de cono pequeño en el extremo distal (Fig. 1f).

El capilar que las sostiene se parte fácilmente y estas conidias una vez liberadas caen al sustrato donde se encuentren. Es frecuente observar estas conidias adheridas a las patas de los ácaros, y en ocasiones, adheridas a otras partes del cuerpo, lo cual hace presumir que el minúsculo cono tiene poder adhesivo y que posiblemente estas sean las estructuras de propagación de la infección sobre nuevos ácaros sanos (Fig. 1g), puesto que generalmente los ácaros con conidias adhesivas se encuentran vivos y con síntomas de infección o momificados. Además, algunas conidias adhesivas se observan abiertas longitudinalmente, como si ya hubieran cumplido la misión de pasar su contenido protoplasmático al ácaro (Fig. 1g). Por todo lo anterior, se pudo determinar que se trata de un hongo Entomophthoraceae, perteneciente al género **Neozygites**.

DISCUSION

En el campo, la recolección de ácaros tetranychidos infectados por "entomophthorosis" es fácil, y estos se reconocen por presentar una momificación típica. Para observar todas las estructuras del patógeno bajo el microscopio de contraste de fase es necesario aclarar los individuos y posteriormente teñirlos.

Bajo condiciones de laboratorio se consiguió provocar la reinfección de individuos sanos de **M. tanajoa** por la acción del patógeno **Neozygites** sp., obteniendo la completa expresión de síntomas. La infección se manifiesta por un aumento en el volumen de los individuos, los cuales pierden las arrugas sobre el dorso, cesan de alimentarse por causa de la inmovilidad y pierden el brillo típico en todo el cuerpo. Una vez el ácaro muere, se momifica, adquiere un color café claro u oscuro opaco, con las manchas ocelares rojas difusas y las patas delanteras estiradas.

Como cada uno de los síntomas y signos se asoció con un estado del patógeno, fue posible, mediante el montaje de los individuos para observación al microscopio, determinar la biología y el género del hongo **Neozygites**. Además, esos montajes permitieron determinar que la muerte ocasionada por el patógeno ocurre por la acción mecánica de la invasión del hemocelo del ácaro.

Los cambios externos ocurridos sobre los ácaros momificados se deben a la conidiogénesis del patógeno. Para que sobre un individuo infectado por "entomophthorosis" ocurra la formación y desprendimiento de conidias primarias (Conidiogénesis) se requiere de una humedad relativa superior al 65%; de lo contrario, con una humedad relativa baja, el individuo permanece momificado. Esto indica la forma como se podrían preservar durante largo tiempo individuos de epizootias de campo. Individuos momificados, de 5 y 6 semanas, produjeron conidiogénesis en ambientes de humedad relativa alta y provocaron la reinfección de individuos sanos. La temperatura fue el factor determinante para que existieran diferentes coloraciones en la conidiogénesis. Mientras que la formación de conidias se favorece con una alta humedad relativa, esta impide la formación de conidias adhesivas.

Dentro de las campanas de humedad, a las 48 horas se condensó el agua en el ambiente, por tanto la humedad relativa bajó y fue por esta razón por la cual hasta ese momento comenzó a observarse la formación de conidias adhesivas.

Los ácaros con sintomatología de infección siempre presentan capiloconidias adheridas a las patas o al cuerpo; algunas de ellas abiertas y libres de su contenido protoplasmático, por lo cual se presume que las estructuras encargadas de propa-

gar la infección son las capiloconidias o conidias adhesivas. Se comprobó que mientras un ácaro se encuentre momificado no tiene poder infectivo. Los individuos sobre los cuales se observaron síntomas de infección, murieron y posteriormente se momificaron, lo cual indica que la infección por causa del patógeno es irreversible y en cualquier caso conduce a la muerte del huésped.

Por medio del montaje de ácaros colectados de las epizootias en el campo, se constató que todos los estados del ácaro son susceptibles a la infección; los huevos fueron los únicos sobre los cuales nunca se observó signo de infección. No se observó transmisión transovarica del patógeno; los individuos obtenidos a partir de hembras infectadas se mantuvieron sanos y no presentaron signo alguno del patógeno.

Por medio de un ensayo durante el cual se proporcionaron condiciones similares a las de campo y se emplearon unos individuos momificados como inóculo inicial, se observó que una epizootia puede mantenerse por sí misma. El contagio se obtiene a través de tres generaciones. A medida que se reinfectan nuevos individuos, estos pueden propagar la enfermedad a la siguiente generación, dependiendo de las condiciones ambientales. Es importante anotar que en un ensayo de laboratorio con características iguales, en Brasil, la patogenicidad se perdió después de la segunda generación.

La velocidad de infección fue mayor a la menor temperatura probada (20°C) y a 24 y 28°C hubo mayor número de individuos infectados. A 32°C el porcentaje de población infectada fue menor, pero esto no prueba que el patógeno sea menos infeccioso a determinada temperatura. A 32°C el ciclo biológico de los tetranychidos se acelera y muchas veces ocurre la muerte natural de estos

antes de haberse expuesto al patógeno, mientras que a menores temperaturas el ciclo de los ácaros es más largo y da mayor oportunidad de infección.

Las condiciones ambientales pueden favorecer la invasión de los cadáveres de los tetranychidos por parte de patógenos secundarios. Los ácaros en estado de conidiogénesis son más susceptibles a la invasión de patógenos secundarios, que aquellos en estado de cristalización.

Las claves taxonómicas de los Entomophthoraceae se basan en la forma, tamaño, color y número de núcleos de las conidias primarias (King y Humber 1981); y a pesar de no tener una nomenclatura validada, es el carácter más aceptable. Luego se consideran las conidias adhesivas, la longitud de los capilares, la presencia o ausencia de rizoides, cystidias y esporas de resistencia.

Mediante el método de conidiogénesis diseñado en el laboratorio se determinó que si las conidias primarias presentan un incremento y un posterior decrecimiento en el tamaño, es muy riesgoso emitir un juicio en cuanto a la identificación taxonómica del patógeno, si no se conoce la edad de la conidia, o por lo menos se tiene un promedio del tamaño de conidias de diferentes edades. Es por esto que no se concluye en la ubicación taxonómica del patógeno de los tetranychidos, pues en una tabla de identificación de especies de *Entomophthora* suministrada por el Dr. R. Humber se podía ubicar el patógeno, en más de dos especies, dependiendo de la edad de las conidias.

Aunque las conidias secundarias y terciarias son más oscuras que las primarias, es necesario observar el proceso para poder determinar si la medición se hace sobre una conidia primaria, secundaria o terciaria, pues estas últimas son más pequeñas que

las primarias. Igualmente ocurre con los cuerpos hifales, pues cuando maduros, presentan formas irregulares y su desarrollo es igualmente proporcional al tamaño del cuerpo del ácaro, es decir que ácaros inmaduros presentan cuerpos hifales más pequeños que ácaros adultos momificados; y cuerpos hifales de machos momificados presentan menor longitud que los de hembras momificadas, por lo tanto la única medida de los cuerpos hifales que sirve como carácter taxonómico para la identificación de la especie, es la de aquellos que aún no se han dividido por fisión.

Las conidias primarias observadas al microscopio electrónico presentan una apariencia muy lisa en su estado joven en el conidióforo, posteriormente se tornan arrugadas y oscuras en el momento que van a ser liberadas (Fig. 1e). Estas conidias son disparadas alrededor del huésped y forman un halo hasta de 13 mm de diámetro. Este parámetro fue muy útil en los trabajos de inoculación de infección, pues los frascos de 2 cm de diámetro, con los cuales se trabajó, fácilmente se cubrieron de conidias, al colocar, en triángulo, tres individuos momificados y provocar la conidiogénesis; de esta manera se garantizó la presencia de inóculo de infección sobre toda el área por donde iban a caminar individuos sanos.

Las capiloconidias nacen redondas y sin disco adhesivo, en el extremo de los capilares de las conidias primarias, secundarias o terciarias; posteriormente se tornan ovaladas y desarrollan en su extremo distal el disco adhesivo. El capilar es más frágil en el extremo donde nace la conidia adhesiva, pues siempre se quiebra por este lado desprendiendo la capiloconidia.

El patógeno del ácaro verde de la yuca no presenta rizoides, cystidias, ni esporas de resistencia.

CONCLUSIONES

- El hongo *Neozygites* sp. es el causante de la muerte de los ácaros de la especie *Mononychellus tanajoa* Bondar, bajo las condiciones estudiadas.

- Conocida la expresión completa de síntomas de la infección causada por el hongo *Neozygites* sp. y establecido el modelo de reinfección, es posible comenzar a probar un programa de infección del ácaro verde de la yuca mediante el empleo del patógeno.

- La identificación de una especie de *Neozygites* con base en la medición de estructuras del patógeno puede conducir a cometer errores, hasta tanto no se conozca la edad real de las estructuras y se establezca una clave de identificación más clara.

- La infección de los tetranychidos es transmitida por las capiloconidias del patógeno, estructuras que se originan a partir de las conidias primarias, secundarias o terciarias, mantenidas a una humedad relativa inferior al 65%; sin embargo, para que ocurra la conidiogénesis es necesario contar con una humedad relativa superior al 65% en el ambiente.

- No se observó que el patógeno *Neozygites* sp. infectara la especie *Typhlodromalus limonicus* (German y McGregor) (Phytoteiidae), el ácaro depredador más común en Colombia. Por consiguiente, el patógeno fungal debe tenerse en cuenta dentro del manejo integrado de ácaros tetranychidos.

BIBLIOGRAFIA

- AGUDELO, P. 1986. A species of *Triplosporium* (Zygomycetes = Entomophthorales) infecting *Mononychellus progressivus* (Acari: Tetranychidae) in Venezuela. Florida Entomologist (Estados Unidos) v. 67 no. 2, p. 444-446.

- ALVAREZ, J.M. 1990. Estudios de patogenicidad de un hongo asociado con **Tetranychus urticae** (Koch) y **Mononychellus tanajoa** (Bondar), ácaros plaga de la yuca **Maninot esculenta** Crantz. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá. 113 p. (Tesis Ing. Agrónomo).
- BELLOTTI, A.C.; SCHOONHOVEN, A. van 1978. Mite and insect pests of cassava. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v. 23, p. 39-67.
- BYRNE, D.H. 1980. Studies of resistance to mites **Mononychellus tanajoa** Bondar and **Mononychellus caribbeanae** McGregor in cassava, **Maninot esculenta** Crantz. Cornell University, Itaca, N.Y. U.S.A. 174 P. (Thesis Ph.D.).
- CARRERA, R.I.; CACERES, I.; DOMINGUEZ, D. 1987. Estudio de dos especies de **Hirsutella** y sus hospedantes en el cultivo de la guayaba, **Psidium guajava**. Agrotecnia de Cuba v. 19 no. 1, p. 29-34.
- CARNER, G.R. 1976. A description of the life cycle of **Entomophthora** sp. in the twospotted spider mite. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v. 28, p. 245-254.
- ; CANERDAY, T.D. 1970. **Entomophthora** sp. as a factor in the regulation of twospotted spider mite on cotton. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 63 no. 2, p. 638-640.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1991. Cassava Program. Annual Report. Entomology and Acarology. CIAT, Cali, Colombia. p. 1-25.
- DELALIBERA, I.; SOSA, D.R.; MORAES, G.J. de; ALENCAR, J.A. de; FARIAS, W. Infection of the spider mite **Mononychellus tanajoa** (Acari: Tetranychidae) by the fungus **Neozygites** sp. (Entomophthorales) in Northeast Brazil. (En prensa).
- DORESTE, E.; APONTE, O. 1979. Efecto de los ataques del complejo de ácaros Tetranychidae en los rendimientos del cultivo de la yuca. Revista de la Facultad de Agronomía Maracay (Venezuela) v. 10 nos. 1-4, p. 105-119.
- FISHER, F.E. 1951. An **Entomophthora** attacking the citrus red mite. Florida Entomologist (Estados Unidos) v. 34, p. 83-88.
- GARDNER, W.A.; DETTING, R.D.; STOREY, G.K. 1982. Susceptibility of the twospotted spider mite, **Tetranychus urticae** Koch, to the fungal pathogen **Hirsutella thompsonii** (Fisher). Florida Entomologist (Estados Unidos) v. 65 no. 4, p. 458-465.
- KING, D.S.; HUMBER, R.A. 1981. Identification of the Entomophthorales. In: Burges, H.D. (Ed.). Microbial control of pests and plant diseases. 1970-1980. Academic Press, New York. p. 107-127.
- NYIIRA, Z.N. 1982. Cassava Green Mite: Its distribution and possible control, in Rwanda. Proceedings of a workshop. Ottawa, Canada, International Development Research Centre I.D.R.C. p. 65-67.
- SABA, F. 1971. Population dynamics of some tetranychids in subtropical Florida. In: International Congress of Acarology, 3^o, Prague. Proceedings. Dr. W. Junk, B.V., the Hague. p. 237-240.
- SMITH, J.W.; FURR, R.E. 1975. Spider mites and some natural control agents found on cotton in the delta area of Mississippi. Environmental Entomology (Estados Unidos) v. 4, p. 559-560.
- SMITLEY, D.R.; BROOKS, W.M.; KENNEDY, G.G. 1986. Environmental effects on production of primary and secondary conidia, infection and pathogenesis of **Neozygites floridana** a pathogen of the twospotted spider mite, **T. urticae**. Journal of Invertebrate Pathology (Estados Unidos) v. 43 no. 3, p. 325-332.
- ; -----; -----; 1986. Role of the entomogenous fungus, **Neozygites floridana**, in the population declines of the twospotted spider mite, **T. urticae**, on field corn. Entomologia Experimentalis et Applicata (Holanda) v. 41, p. 256-264.
- TSINTSADZE, K.V.; ZIL'BERMINTS, V.; VARTOPETOV, S.G. 1976. A natural focus of spider mite Entomophthorosis and feasibility of using this fungus for control of mites. Soviet Agriculture Sciences (Estados Unidos) v. 1, p. 27-28 (In Russian).
- VAN der GEEST, L.P.S. 1985. Pathogens of spider mites. Their biology, natural enemies and control. Vol. 1B, p. 247-258.
- ; SABELIS, M.W.; BAKKER, F.M. 1990. Evaluation of the Entomophthoraceous fungus **Neozygites** sp. as a control agent of the cassava green mite **Mononychellus tanajoa** Bondar. Propuesta de trabajo en estudio ante la Comisión de Comunidades Europeas (Science and Technology for Development) 7p.
- VEIGA, A.G.S.L. 1985. Aspectos bioecológicos e alternativas de controle de ácaro verde da mandioca. **Mononychellus tanajoa** (Bondar) (Acari: Tetranychidae) no estado de Pernambuco. Universida Sao Paulo, Sao Paulo. 138p. (Tesis de doctorado em Ciências Biológicas).
- WEISER, J. 1968. **Triplosporium tetranychii** sp.n. (Phycomycetes: Entomophthoraceae) a fungus infecting the red mite **Tetranychus althaeae** Hanstein. Folia Parasitologica (Checoslovaquia) v. 15, p. 115-122.
- ; MUMA, M.G. 1986. **Entomophthora floridana** n. sp. (Phycomycetes: Entomophthoraceae), a parasite of Texas citrus mite **Eutetranychus banksi**. Florida Entomologist (Estados Unidos) v. 49, p. 155-159.
- YANINEK, J.S.; HERREN, H.R. 1988. Introduction and spread of the cassava green mite, **Mononychellus tanajoa** Bondar (Acari: Tetranychidae), an exotic pest in Africa and the search for appropriate control methods: A Review. Bulletin of Entomological Research (Inglaterra) v. 78 p. 1-13.

CARACTERIZACION DEL DAÑO DE LA HORMIGA CORTADORA DE PASTOS *Acromymex landolti* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE *Andropogon gayanus* EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Miguel S. Serrano¹
Stephen L. Lapointe¹
Amanda Villegas²

RESUMEN

Para establecer la relación existente entre la densidad de hormigueros de *Acromymex landolti* en la sabana nativa antes de la preparación del suelo y el éxito en el establecimiento del *Andropogon gayanus* se realizó un experimento en "Carimagua", Departamento del Meta, en un lote de 2,1 ha (165 x 125 m) con altas poblaciones de la hormiga. Se encontró que en los Llanos la distribución espacial de los hormigueros de *A. landolti* es en agregados y que se ajusta a la distribución binomial negativa; además se observó que los hormigueros se agrupan en franjas relacionadas con la dirección de los canales de escorrentía. Se desarrolló un método de muestreo sencillo y rápido para estimar la densidad de hormigueros y se determinó que la densidad varió de 188 a 1.347 hormigueros/ha y que para lograr el establecimiento de una macolla del pasto por m², seis meses después de la siembra, no se permite una densidad mayor de 600 hormigueros/ha antes de la preparación del suelo.

SUMMARY

To establish the relationship between the density of nests of the ant *Acromymex landolti* in the native sabana before soil preparation and the success in the establishment of the grass *Andropogon gayanus*, an experiment was carried out at the Experimental Station "Carimagua", in the Department of Meta, in the Colombian Eastern plains. It was found that the spatial distribution of the nest is in aggregates and that it adjusts to the negative binomial distribution. A simple and

fast sampling method to estimate the ant nests density was developed. The ant nests density in the native sabana varied from 188 to 1347 nest/ha. To obtain the establishment of a cluster of the grass per square meter, six months after planting, the ant nest density before planting should not be greater than 600 nests/ha.

INTRODUCCION

Andropogon gayanus Kunth es una gramínea de origen africano, perenne, erecta, de porte alto, formadora de macollas grandes que pueden alcanzar 1 m de diámetro y hasta 3 m de altura (Keller-Grein y Schultze-Kraft 1989). Fue entregada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 1980 como cultivar "Carimagua 1" (Seré y Ferguson 1989) por su adaptación a los suelos ácidos e infértiles de los llanos, donde expresa un alto potencial de producción, buen comportamiento durante la época de sequía y facilidad de asociación con leguminosas (Amézquita et al. 1989). Además es resistente, en el campo, al ataque del salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae (Ferrufino y Lapointe 1989). El pasto fue rápidamente adoptado por los ganaderos, hasta el punto de que en 1983 se habían sembrado alrededor de 5.000 ha en Colombia. También fue entregada en otros países de América tropical: en Brasil como cultivar "Planaltina", en Venezuela como cultivar "Sabanero", en Perú como cultivar "San Martín", en Panamá como cultivar "Veranero" y

en México como cultivar "Llanero" (Seré y Ferguson 1989).

La hormiga cortadora de pastos, *Acromymex landolti* (Forel), es una especie ampliamente distribuida en los Llanos de Colombia y Venezuela y se presenta desde el norte de Sur América hasta la Argentina; corta principalmente gramíneas, de las cuales prefiere las hojas tiernas que se producen durante el establecimiento o el rebrote después de las quemadas (Fowler y Robinson 1977).

Las colonias de *A. landolti* se presentan en densidades muy altas, hasta 6.000 hormigueros/ha, en el Estado Zulia (Venezuela), donde se considera como plaga del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) (Rubio y Timaure 1977). En Colombia se han registrado poblaciones de hasta 3.800 hormigueros en las sabanas nativas de los Llanos y de hasta casi 5.000 en potreros de *A. gayanus* (Lapointe et al. 1989).

A. landolti afecta la industria ganadera en Venezuela, Perú, Guyana y Paraguay (Fowler y Robinson 1977; Robinson y Fowler 1982). En Colombia, la combinación del daño de las hormigas y el sobrepastoreo puede conducir al deterioro completo de pasturas de *A. gayanus* (Lenné y Calderón 1989). También se ha observado que la hormiga coloniza más rápidamente a *A. gayanus* que a otras pasturas (Lapointe et al. 1992).

¹ Entomólogos. Programa Pastos Tropicales, CIAT. Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia.

² Ing. Agr. Ingenio Risaralda, Apartado Aéreo 1465. Pereira, Colombia

El control químico de esta hormiga es difícil y costoso ya que se debe hacer manualmente, aplicando insecticidas en polvo a la entrada de cada hormiguero. La densidad de hormigueros de *A. landolti* hace este trabajo costoso en términos de mano de obra (Viáfara 1991). Los cebos tóxicos, que son una alternativa para el control de otras hormigas cortadoras como *Atta* spp. (Cherret 1969), no están hechos con materiales atractivos para *A. landolti*, por lo cual no son efectivos. Otros métodos de manejo incluyen el control cultural y la resistencia varietal (Lapointe et al. 1990)

Aunque algunos autores han establecido su importancia como plaga (Cherret y Peregrine 1976) y han hecho intentos para cuantificar el daño (Fowler y Robinson 1977; Jonkman 1979; Robinson y Fowler 1982), en pasturas tropicales esto ha sido difícil debido a la cantidad de variables que se deben tener en cuenta. Robinson y Fowler (1982) estimaron el daño de *A. landolti fracticornis* (Forel) con base en el consumo diario, en nidos individuales y llegaron a la cifra de 4.770 kg/ha/año de materia seca de gramíneas colectada por hormiguero, lo que, a las densidades características de hormigueros por hectárea, es suficiente para causar pérdidas económicas significativas para la industria ganadera del Paraguay. Ellos concluyen que los estimativos de daño sólo tienen significado para el área geográfica para la cual se realizaron.

El objetivo principal de este trabajo fue establecer la relación existente entre la densidad de hormigueros en la sabana nativa antes de la preparación y el éxito en el establecimiento de *A. gyanus* para determinar la distribución espacial de los hormigueros y una función del daño.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se desarrolló en el Cen-

tro de Investigación "Carimagua", del ICA-CIAT en San Pedro de Arimeña (Meta), al este del departamento, entre los meses de marzo y diciembre de 1990.

La densidad de hormigueros en la sabana antes de la preparación del terreno se estableció levantando un mapa de la localización de los hormigueros en toda el área del experimento (2,1 ha) durante marzo de 1990. El área se dividió en cuadrículas de 1 m² y en cada una de ellas se localizaron los hormigueros presentes y su posición en el lote (Fig. 1). Con estos datos se simuló la toma de muestras en una hoja electrónica de un computador con el fin de determinar el tamaño del cuadrante más recomendable para los ganaderos de la región. Se compararon dos tipos de cuadrantes; el tradicionalmente usado de 4 m de ancho por 50 m de largo (Lapointe et al. 1990) y otro de 2 x 100 m. Cada uno de ellos se tomó de dos formas: orientando al azar o de manera perpendicular a la pendiente general del lote. En cada caso se compararon las varianzas asociadas al muestreo para seleccionar la menor.

Siembra del Pasto.

El área se preparó con la labranza reducida recomendada para siembra de *A. gyanus* en la zona (Spain y Couto 1989) que consiste en un pase de escardillo (arado de cincel modificado) a 15 cm de profundidad y 30 cm entre cincheles, y un pase cruzado de discos excéntricos. La preparación y la siembra se realizaron en junio de 1990. La siembra se hizo manualmente, a chorrillo y con surcos espaciados a 60 cm, utilizando 12 kg/ha de semilla con una viabilidad del 15%. Al momento de la siembra se fertilizó con 50 kg/ha de fósforo (P) y posteriormente se adicionaron K, Mg y S a razón de 25, 12 y 12 kg/ha, respectivamente.

El experimento se sembró en un lote de 165 x 125 m (2,1 ha) en "El Tomo", "Carimagua", un área que presenta altas poblaciones de *A. landolti* y muy pocos hormigueros de *Atta laevigata* (Fr. Smith), la otra hormiga cortadora común en las sabanas de los Llanos. El tamaño de parcela fue de 35 x 35 m, dejando 5 m de calle. Para reducir al mínimo el movimiento de las hormigas entre las parcelas, las calles se sembraron de la misma forma que las parcelas y se controlaron todos los hormigueros allí presentes.

La densidad inicial de los hormigueros por parcela varió de 23 hasta 165, lo que equivale a 188 y 1.347 hormigueros/ha, respectivamente. Se escogieron al azar tres parcelas testigo, donde se controlaron todos los hormigueros con clorpirifos 2,5% P aplicado con una insufladora manual en la boca de cada hormiguero. Los hormigueros de las calles y de las parcelas testigo se insuflaron semanalmente con el insecticida para evitar el resurgimiento o la recolonización por hormigueros vecinos.

Evaluaciones.

Para estimar la germinación de *A. gyanus*, 30 días después de la siembra se hicieron recuentos del total de plántulas por metro lineal en 20 muestras tomadas al azar por parcela. Estos datos se relacionaron con la población de hormigueros que hubo antes de la preparación del lote, por medio de una regresión.

Seis meses después de la siembra, en diciembre de 1990, se hizo un recuento de todas las macollas establecidas en cuadrantes de 25 m² incluyendo las calles, y se dibujó un mapa del establecimiento del pasto. Estos datos se compararon con la densidad inicial de hormigueros, en los mismos cuadrantes, para establecer la función del daño, o sea la cuantificación del número de plantas

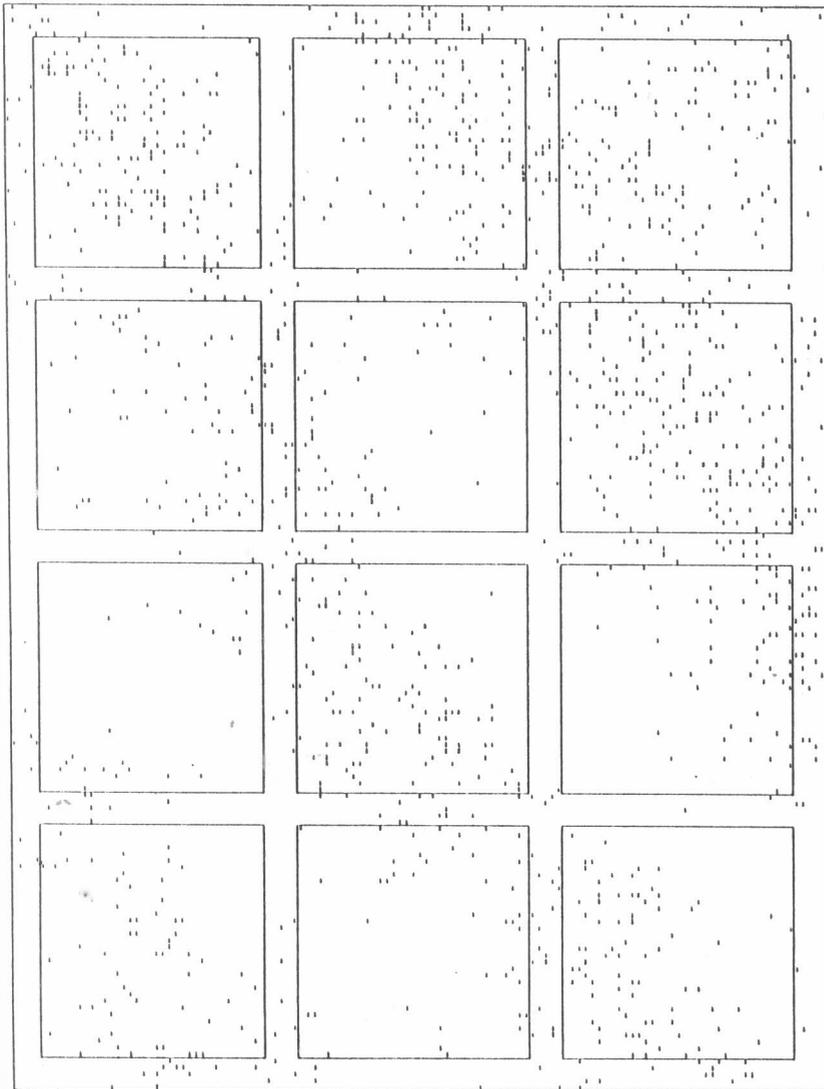


Figura 1. Distribución espacial de los hormigueros de *Acromyrmex landolti* antes de la preparación del suelo, en un área de 165 x 125 m de sabana nativa. Cada "x" representa un hormiguero. Las parcelas (35 x 35 m) y las calles (5 m) fueron preparadas y sembradas con *A. gyanus* posteriormente.

que se perdieron respecto a la densidad de hormigueros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Distribución espacial de los hormigueros.

En Paraguay, Fowler (1983) encontró que *Acromyrmex* y *Atta* son mas abundantes en los ecosistemas perturbados, como las sabanas, que en los menos perturbados como los bosques. Jonkman (1979) estableció que la distribución de *Atta*

vollenweideri Forel, una hormiga cortadora que sólo se presenta en pasturas en el bajo Chaco del Paraguay, es ligeramente agregada, y sostiene que aunque la fundación de los hormigueros puede ocurrir en forma agregada, no todos los hormigueros que están próximos unos de otros pueden sobrevivir, quizá debido a cierto mecanismo regulador que puede ser la competencia entre hormigueros.

En este trabajo se encontró que los hormigueros de *A. landolti* se distri-

buyeron en forma agregada en la sabana nativa; además se observó que los hormigueros se agruparon formando tres franjas que cruzan el lote en diagonal (Fig. 1). Esto coincide con la microtopografía del suelo, la cual se relaciona con la escorrentia natural de las aguas durante las lluvias y que forman tenues pero perceptibles canales (Lapointe et al., en preparación). Los hormigueros fueron más abundantes en las cimas que en los canales de escorrentia.

La distribución espacial de las muestras tomadas con el método tradicional, utilizando cuadrantes de 4 x 50 m (Lapointe et al. 1990), se ajusta a la distribución binominal negativa con $p = 4,6$ y $k = 2,8$. Esto significa que los hormigueros tienden a colocarse unos cerca de otros y que posiblemente compiten por alimento o por sitios adecuados para anidar.

Métodos de Muestreo.

Lapointe et al. (1990) utilizaron transectos de 200 m² (cuatro franjas contiguas de un metro de ancho por 50 m de largo) para estimar la densidad de hormigueros/ha. La dirección hacia la cual se orientaron los transectos fue al azar, lanzando un lápiz y tomando la dirección hacia donde señalaba la punta. La distribución espacial de los hormigueros hace que este método subestime o sobreestime la densidad de los hormigueros, ya que puede coincidir con las franjas abundantes en hormigueros (sobreestima) o las que presentan pocos (subestima). La longitud del transecto también puede dar un estimativo errado, ya que generalmente no alcanza a tocar más de una franja, pues éstas se separan en promedio 60 m (Lapointe et al., en preparación).

La simulación realizada en una hoja electrónica permitió comparar los dos tamaños de transecto, orientado al azar o tomados perpendiculares a

Tabla 1. Efecto del tamaño y la orientación de los cuadrantes sobre el promedio y la varianza de los estimados de población de hormigueros de *Acromyrmex landolti* (Forel) en la sabana nativa. Carimagua, 1990.

Orientación	Al azar		90° de la pendiente	
	4 x 50	2 x 100	4 x 50	2 x 100
Tamaño del cuadrante	4 x 50	2 x 100	4 x 50	2 x 100
No. de datos	157	85	30	30
Promedio de (hormigueros/200 m ²)	12,9	13,2	16,4	15,2
Varianza	66,9	35,7	50,4	26,0
Promedio exacto	13,0			
Varianza exacta	13,2			

las franjas de escorrentia de la sabana (Tabla 1). La menor varianza se obtuvo con la franja de 2 x 100 m trazada perpendicular a la pendiente general del lote. De esta forma se determinó un método de muestreo sencillo para el ganadero que incluye los siguientes pasos:

1. Ubicar al azar un punto de partida en la sabana.
2. Determinar la pendiente general del lote.
3. Orientarse perpendicular a ella.
4. Extender una piola o cinta métrica de 100 m de largo.
5. Caminar paralelo a la piola o cinta contando todos los hormigueros que aprecie en una franja de un metro de ancho.
6. Devolverse por el otro lado de la piola o cinta contando hormigueros en la misma forma. De esta manera recorrerá una franja de 200 m² (100 m de largo por dos de ancho).
7. Hacer la conversión a hormigueros/ha, multiplicando por 50.

Función de daño.

A diferencia de otras estimaciones de daño (Robinson y Fowler 1982), los datos de este trabajo se tomaron con base en recuentos absolutos de las poblaciones, tanto de hormigues-

ros (Fig. 1) como de plantas establecidas seis meses después de la siembra (Fig. 2). El daño fue más abundante en las parcelas donde se presentó mayor densidad de hormigueros antes de la preparación. En el mapa del establecimiento del pasto (Fig. 2) se observa una menor densidad de plantas en las parcelas con mayor densidad de hormigueros y una densidad alta en las parcelas testigo, donde se eliminaron los hormigueros.

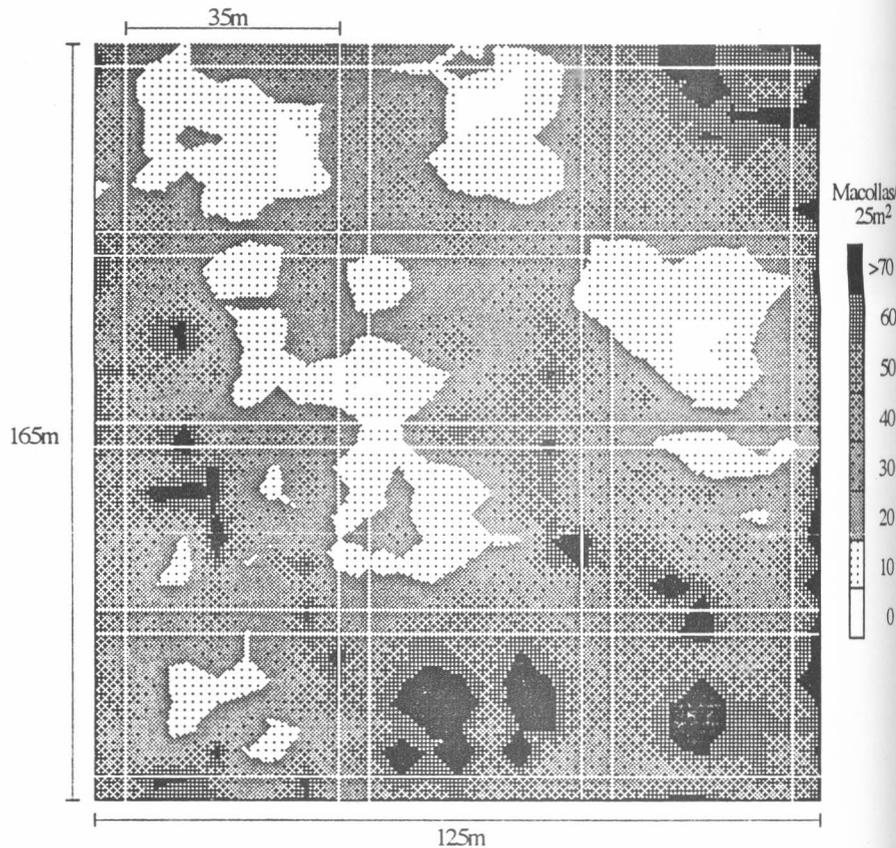


Figura 2. Densidad de macollas de *A. gayanus* seis meses después de la siembra. Las líneas blancas delimitan las parcelas y calles. Nótese que las parcelas que presentan áreas más oscuras corresponden a los testigos (la derecha superior, la derecha inferior, y la central inferior).

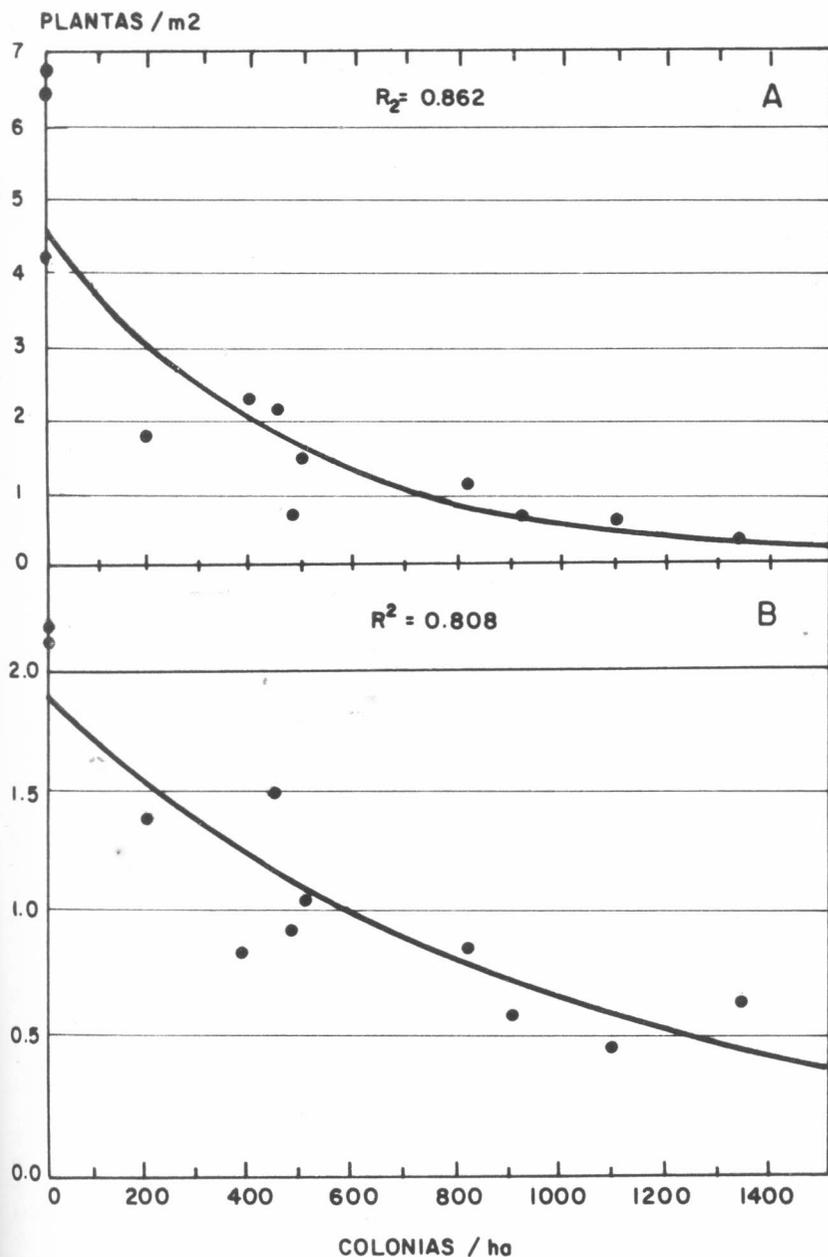


Figura 3. Relación exponencial entre la densidad de colonias de *Acromyrmex landolti* antes de la preparación del suelo y el establecimiento de plantas de *A. gayanus*. (A) un mes después de la siembra (B) seis meses después.

Se encontró una relación exponencial altamente significativa ($P < 0,01$) entre la densidad de hormigueros en la sabana nativa antes de la preparación y el éxito en el establecimiento de *A. gayanus* (Fig. 3). En los estados tempranos, el daño fue más severo y resultó en la pérdida

de una gran cantidad de plántulas. Estos datos son consistentes con las observaciones realizadas por Lenné y Calderón (1989) y Spain y Couto (1989), quienes mencionaron que la mayor susceptibilidad de *A. gayanus* ocurre durante el lento período de establecimiento.

Hubo una reducción en la densidad de macollas de *A. gayanus* entre julio de 1990 (Fig. 3A) y diciembre de 1991 (Fig. 3B), especialmente en las parcelas testigos donde se controlaron los hormigueros. Aparentemente hay un proceso de competencia entre las plántulas de *A. gayanus* que resulta en un establecimiento maduro de aproximadamente dos macollas por m^2 en las parcelas sin daño por hormigas cortadoras. Si se considera que el establecimiento mínimo a los seis meses después de la siembra es una macolla por m^2 , se podría tolerar una densidad máxima de aproximadamente 600 hormigueros de *A. landolti* por hectárea en la sabana antes de la preparación del suelo (Fig. 3B). Al tomar la densidad de 600 hormigueros por hectárea como umbral, el ganadero puede decidir si siembra *A. gayanus* o si siembra otro pasto resistente al ataque de la hormiga cortadora como *Brachiaria humidicola* (Lapointe et al. 1992).

CONCLUSIONES

- La distribución espacial de los hormigueros se debe tener en cuenta cuando se toman muestras para estimar la densidad de hormigueros por ha. En la sabana nativa de los Llanos Orientales de Colombia, los hormigueros de *A. landolti* se distribuyen en forma agregada.
- Se desarrolló un método de muestreo sencillo y rápido para estimar la densidad de hormigueros en la sabana nativa, antes de la preparación de los lotes para el establecimiento de potreros.
- En la sabana nativa, para lograr el establecimiento exitoso de una macolla de *A. gayanus* por m^2 seis meses después de la siembra, no se puede permitir una densidad mayor de 600 hormigueros por ha antes de la preparación del suelo.

-Con estos datos el ganadero puede tomar la decisión de sembrar **A. gayanus** en un área donde conozca la densidad de hormigueros o escoger otras alternativas de germoplasma resistentes al ataque de hormigas como **Brachiaria humidicola** o **B. brizantha** (Hochst.) Stapf.

BIBLIOGRAFIA

- AMÉZQUITA, M.C.; PIZARRO, E.A. TOLEDO, J.M. 1989. Rango de adaptación de **Andropogon gayanus**. En: Toledo, J.M., Vera, R.; Lascano, C.; Lenné, J.L. (Eds). **Andropogon gayanus** Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p. 39-68.
- CHERRET, J.M. 1969. Baits for the control of leaf-cutting ants. I. Formulation. *Tropical Agriculture (Trinidad)* v. 46, p. 81-90.
- ; PEREGRINE, D.J. 1976. A review of the status of leaf-cutting ants and their control. *Annals of Applied Biology (Inglaterra)* v. 84, p. 124-128.
- FERRUFINO, A.; LAPOINTE, S. L. 1989. Host plant resistance in **Brachiaria** grasses to the spittlebug **Zulia colombiana**. *Entomologia Experimentalis et Applicata (Holanda)* v. 51, p. 155-162.
- FOWLER, H.G. 1983. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (**Atta** and **Acromyrmex**) (Formicidae: Attini). *Studies in Neotropical Fauna and Environment* v. 18, p. 121-138.
- ; ROBINSON, S.W. 1977. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant **Acromyrmex landolti fractiocornis** (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. *Bulletin of Entomological Research (Inglaterra)* v. 67, p. 659-666.
- JONKMAN, J.C.M. 1979. Population dynamics of leaf-cutting ant nests in a Paraguayan pasture. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie (Alemania)* v. 87, p. 281-293.
- KELLER-GREIN, G.; SCHULTZE-KRAFT, R. 1989. Descripción botánica y distribución natural de **Andropogon gayanus**. En: Toledo J.M; Vera, R.; Lascanos, C.; Lenné, J.L. (Eds). **Andropogon gayanus** Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p. 1-20.
- LAPOINTE, S.L.; GARCÍA, C.A.; SERRANO, M.S. 1990. Control of **Acromyrmex landolti** in the improved pastures of Colombian savana, In: Vander Meer, R. K; Jaffe, K.; Cedeño, A. (Eds). *Applied Myrmecology: A World Perspective*. Westview Press. p. 511-518.
- ; SERRANO, M.S.; GARCÍA, C.A.; VILLEGAS, A. 1992. Colonization of two tropical forage grasses by leaf-cutter ants (**Acromyrmex landolti**, Hymenoptera: Formicidae) in Eastern Colombia. *Florida Entomologist (Estados Unidos)* v. 75 (in press).
- ; -----; JONES, P.; VILLEGAS, A. sf. Distribution and sampling of leaf-cutter ant colonias **Acromyrmex landolti**, Hii (Forel) Hymenoptera: Formicidae) in the Colombian savanna (En preparación).--
- LENNÉ, J.M. CALDERÓN, M. 1989. Problemas causados por plagas y enfermedades en **Andropogon gayanus**. En: Toledo, J.M; R. Vera, R.; Lascano, C.; Lenné, J.L. (Eds). **Andropogon gayanus** Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p. 191-233.
- ROBINSON, S.W.; FOWLER, H.G. 1982. Foraging and pest potential of Paraguayan grass-cutting ants (**Atta** and **Acromyrmex**) to the cattle industry. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie (Alemania)* v. 43, p. 42-54.
- RUBIO, E.; TIMAURE, A. 1977. Características de los nidos de **Acromyrmex landolti** (Forel) en el oeste de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, Zulia (Venezuela)* v. 4, no. 1, p. 63-62.
- SERÉ, C.; FERGUSON, J. 1989. Liberación de **Andropogon gayanus** y evidencia inicial de su adopción e impacto en América Tropical. En: Toledo, J.M.; Vera, R.; Lascano, C.; Lenné, J.L. (Eds). **Andropogon gayanus** Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p.357-387
- SPAIN, J.M.; COUTO, W. 1989. Establecimiento y desarrollo inicial de pasturas de **Andropogon gayanus** en sabanas tropicales. En: Toledo, J.M.; Vera, R.; Lascano, C.; Lenné, J.L. (Eds). **Andropogon gayanus** Kunth. Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p. 239-264.
- VIÁFRA, P.J. 1991. Estudios encaminados al manejo integrado de **Acromyrmex landolti** (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) sobre **Andropogon gayanus** (Glumiflorae: Graminaceae) en la estación experimental ICA-CIAT, Carimagua, en el Departamento de Meta. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 52 p. (Tesis Ing. Agrónomo).
- VILLEGAS, A.; LAPOINTE, S.L.; SERRANO, M.S. 1991. Colonización y distribución de la hormiga cortadora **Acromyrmex landolti** (Hymenoptera: Formicidae) en dos gramíneas forrajeras de los Llanos Orientales. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 18º, Bogotá, julio 17-19, 1991. Resúmenes. SOCOLEN, Santafé de Bogotá, p. 4.

UMBRAL DE ACCION PARA EL CONTROL DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), EN HABICHUELA.

César Cardona¹
Adela Rodríguez¹
Pedro C. Prada²

RESUMEN

Mediante una serie de experimentos de campo se estableció el umbral de acción para el control de la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), principal plaga de la habichuela en la Provincia de Sumapaz, Cundinamarca. En dos experimentos iniciales se ejerció control químico de la mosca blanca a diferentes niveles de ataque, estimados por medio de una escala visual basada en la fenología del insecto y en la expresión de síntomas del daño. Así se obtuvieron diferenciales de población y de daño que se reflejaron en la producción. La ecuación de regresión entre niveles de ataque y rendimientos fue: $y = 26,7 - 1,43x$ ($r = -0,956^{**}$). Mediante un análisis económico se calculó como umbral de acción el nivel de ataque 3, es decir, la aparición de ninfas de primer instar en el tercio inferior de la planta. En dos ensayos posteriores se comparó el control al nivel 3 con el control al nivel 5 (aparición de melaza), en combinación con tres regímenes de aplicación de fungicidas contra enfermedades. Los resultados confirmaron que el umbral de acción para mosca blanca es el nivel de ataque 3. Este umbral se está utilizando como componente esencial en un esquema de Manejo Integrado de Plagas de la habichuela propuesto para la Provincia de Sumapaz.

SUMMARY

Several field trials were conducted to determine action threshold for the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), key pest of snap beans in the Sumapaz Province

1. Entomólogo y Asistente de Investigación, respectivamente. Programa de Frijol, CIAT. Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

2. Jefe de Investigación, CRECED Provincia de Sumapaz Regional 1, ICA. Carrera 5 No. 7-08. Fusagasugá, (Cund.), Colombia.

of Colombia. In two initial trials, chemical control of the whitefly was exerted at different levels of attack defined by means of a visual scale based on the phenology of the insect and damage symptoms. Differential attack levels thus obtained resulted in differential yield responses. The regression of attack levels on yield was: $y = 26.7 - 1.43x$ ($r = -0.956^{**}$). Economic analysis of the data indicated that the action threshold for whitefly control occurred at level of attack 3, that is, when first instar nymphs appear on the lower third of the plant. In two additional trials, control at level 3 was compared with control at level 5 (honeydew formation) in combination with different fungicidal regimes for diseases control. Results confirmed that whitefly control at level 3 could be recommended within the integrated Pest Management scheme proposed for snap beans in the Sumapaz Province.

INTRODUCCION

En la Provincia de Sumapaz, en la región central de Colombia, se siembran unas 2.500 ha de habichuela por año. Casi toda la producción está dedicada al mercado de Bogotá, el cual exige alta calidad del producto. Entre las diversas plagas que afectan al cultivo en esta zona, la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), es sin duda la más importante porque el daño directo a la planta causa serias pérdidas en rendimiento y porque la aparición de fumagina, como consecuencia del ataque, afecta la calidad en grado tal que puede dar lugar al rechazo total del producto. Este insecto es también la plaga principal de frijol y habichuela en zonas de ladera de los departamentos de

Antioquia, Nariño y Valle en Colombia y, según Cardona (1989), en partes de Ecuador y República Dominicana.

La respuesta de los agricultores al problema de mosca blanca en Sumapaz ha sido la aplicación por calendario de insecticidas de amplio espectro. Esto a su vez ha sido causa para que el minador pequeño de la papa, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae), se haya convertido en plaga importante de la habichuela. Conscientes de la seriedad de los problemas originados por el excesivo uso de plaguicidas, el ICA y el CIAT iniciaron en 1988 un plan de investigación encaminado a desarrollar un sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para habichuela en la región de Sumapaz. Como la piedra angular de todo sistema de MIP radica en la abolición de las aplicaciones por calendario, el objetivo principal del presente trabajo fue establecer un umbral de acción (U.A.) para el control químico de la mosca blanca que pudiera luego ser utilizado como uno de los componentes fundamentales de la estrategia propuesta.

REVISION DE LITERATURA

La literatura sobre la mosca blanca de los invernaderos es muy extensa. Un buen resumen aparece en el reciente libro sobre moscas blancas editado por Gerling (1990). En el

caso particular de la habichuela se sabe que el insecto ataca desde la iniciación hasta la maduración del cultivo. Los adultos y ninfas de *T. vaporariorum* chupan la savia de las hojas afectando la producción y excretan una sustancia azucarada sobre la cual crece un hongo causal de la fumagina, la cual demerita la calidad de la habichuela que se logra cosechar. Los primeros estudios en la región de Sumapaz indicaron que las pérdidas en rendimiento, por este insecto, podían ser hasta del 50% (Cardona et al. 1991).

Los estudios preliminares también indicaron que el control natural ejercido por varios parásitos, algunos de los cuales son idénticos a los reportados por López-Avila (1986) atacando *Bemisia tabaci* (Gennadius), no es suficiente para regular las altas poblaciones de mosca blanca que se desarrollan en habichuela. El control cultural, en la forma de destrucción de socas y residuos de cosecha, tampoco es suficiente por sí solo, y la resistencia varietal a este insecto no ha sido reportada (CIAT, resultados sin publicar). De esta manera se llega a la conclusión de que el control químico de este insecto es aún la principal herramienta de combate.

Sanderson (1988) y Dittrich et al. (1990), entre otros autores, enfatizan las grandes dificultades para lograr un buen control de moscas blancas con insecticidas. No sólo es difícil lograr buena cobertura del follaje para alcanzar las ninfas que se encuentran en el envés de las hojas, sino que estos insectos han desarrollado resistencia a muchos de los insecticidas disponibles en el mercado, siendo pocos los que aún son efectivos. En la zona de Sumapaz, los más eficaces para el control de ninfas y adultos de *T. vaporariorum* han sido carbofuran, monocrotofos y metamidofos y en menor grado, acetato. El regulador de crecimiento

buprofezin es muy efectivo contra ninfas pero no tiene actividad contra adultos (Cardona et al. 1991).

En general, se acepta que los estados de huevo y pupa son los más difíciles de matar con insecticidas. En el caso de *T. vaporariorum*, El-Shishini (1984) encontró que los insecticidas eran más eficientes si se aplicaban contra instares ninfales tardíos mientras que Sanderson (1986) considera que son más fáciles de matar los instares iniciales que los tardíos, y señala que el adulto no es tan fácil de controlar como muchos suponen.

Los pocos umbrales de acción disponibles para el control de moscas blancas parecen todos haber sido desarrollados para *B. tabaci*. En algodón, Dittrich et al. (1990) recomiendan hacer las aplicaciones cuando la población de adultos sea de 6 a 8 por hoja o cuando el follaje presente manchas amarillas y se muestre pegajoso al tacto. También en algodón, Sharaf (1986) estableció un umbral muy bajo de apenas dos adultos por hoja ó 100 a 200 por trampa pegajosa colocada en el cultivo. En tomate, donde *B. tabaci* es vector de virus, De Ponti et al. (1990) recomiendan aplicar cuando la población sea de 10 adultos por trampa por semana. En flores de navidad (poinsetias), Sanderson (1988) no se atreve a establecer un U.A. para moscas blancas y recomienda hacer aplicaciones calendario cada 3-4 días.

Tal como señalan Waddill et al. (1981), Walker (1987), Zadoks (1989) y muchos otros autores, el establecimiento de umbrales de acción es un paso esencial para el desarrollo del MIP. De otra manera, no hay forma de racionalizar el uso de insecticidas y abolir las aplicaciones por calendario. La forma de calcular el U.A. es determinar la respuesta en rendimiento a diferentes niveles de pobla-

ción o daño y establecer si los beneficios de una acción de controlar son mayores que la pérdida que el insecto causa. En otras palabras, lograr que la decisión de control lleve al máximo los beneficios netos para el agricultor (Smith et al. 1989).

En el presente trabajo, el concepto de umbral de acción es igual al definido por Mumford y Norton (1987) o sea: el U.A. es el nivel de población o daño máximo que se pueda tolerar antes de tomar una medida de control, con el fin incrementar al máximo los ingresos netos. O sea que es el nivel mínimo de población que justifica tratamiento desde el punto de vista económica. Es también la densidad de población a la cual el ingreso marginal y el costo marginal de control son iguales. Existen formas complejas de calcular el U.A. (Walker 1987), incluyendo factores tales como aversión al riesgo por parte del agricultor, resistencia varietal al insecto, elasticidad de la demanda del producto, tiempo entre la toma de la decisión y la aplicación de la medida de control, entre otros. Para efectos del presente trabajo se siguió el modelo sencillo propuesto por Mumford y Norton (1987), el cual tiene en cuenta las variables costo de control, precio del producto, eficiencia del insecticida y función de daño.

MATERIALES Y METODOS

Todos los experimentos, cuatro en total, se hicieron en terrenos de la Estación Experimental del Instituto Técnico Universitario de Cundinamarca (ITUC), localizada en Fusagasugá (Cund.), a 1.550 msnm y con una temperatura promedio de 18°C. Las prácticas culturales fueron las mismas utilizadas por los agricultores de la zona. Los insecticidas y fungicidas se aplicaron con volúmenes de mezcla de 200 a 600/ha, dependiendo de la edad del cultivo.

Todos los experimentos se hicieron en un diseño de bloques completos

al azar con 3 ó 4 repeticiones y utilizando parcelas de 80 a 100 m² por tratamiento. En los dos primeros ensayos se evaluó el efecto de aplicar un insecticida efectivo (monocrotofos) a cinco diferentes niveles de ataque de mosca blanca en comparación con un tratamiento denominado "Agricultor" (simulación de las prácticas de control acostumbradas en la zona) y un testigo absoluto sin aplicar. Los niveles de ataque fueron estimados por medio de la siguiente escala visual.

Nivel de ataque	Descripción
1	Presencia de adultos o huevos.
3	Aparición de primeras ninfas en el tercio inferior de la planta.
5	Gotas de melaza (brillo en hojas; 2/3 de la planta muestran melaza).
7	Aparición de fumagina; daño severo.
9	Hojas y vainas cubiertas con fumagina; daño muy severo.

Las aplicaciones en el tratamiento "Agricultor" fueron semanales, y en las parcelas con niveles de ataque se hicieron tantas cuántas fueran necesarias para mantener el nivel preestablecido para cada una, lo cual requirió una revisión permanente de las parcelas.

En los otros dos experimentos se comparó el efecto de aplicar insecticida a los niveles de ataque de mosca blanca 3 y 5, con frecuencias de aplicación de fungicidas para el control de roya, ascoquita, antracnosis y mildew polvoso, principales enfermedades en la zona, cada 7, 10 y 15 días. También se incluyó un tratamiento "Agricultor" que simuló las

prácticas de uso de agroquímicos en la región y un testigo absoluto sin aplicaciones.

En todos los experimentos, a partir de los 14 días de edad del cultivo y hasta el último pase de cosecha, se tomó una muestra semanal de 10 plantas al azar por parcela para estimar el ataque de mosca blanca utilizando la escala descrita anteriormente, y el del minador y enfermedades por medio de escalas desarrolladas por Cardona et al. (1991). Los datos así obtenidos se utilizaron para construir áreas bajo la curva por el método descrito por Johnson y Wilcoxon (1979). Las áreas totales bajo la curva se sometieron a análisis de varianza por el sistema SAS y cuando el valor de F fue significativo se hizo la separación de los promedios por la prueba de rangos múltiples de Duncan.

En todos los ensayos se tomó el rendimiento en los surcos centrales de cada parcela y se estimó la calidad de la habichuela producida por medio de una escala visual de 1 a 5 (1 = muy mala; 5 = excelente). Los datos de rendimiento y calidad también se sometieron a análisis de varianza. Se registraron los precios de la habichuela según su calidad y se llevaron registros rigurosos de los costos incurridos en cada tratamiento, incluyendo mano de obra y valor de los insumos utilizados. Con estos datos se prepararon presupuestos parciales y se hizo un análisis marginal (CIMMYT 1988), con el fin de calcular los siguientes parámetros por tratamiento: costo variable, costo total, beneficio total, beneficio neto y relación beneficio/costo.

Se hizo la regresión lineal de tipo $y = a + bx$ entre niveles de ataque y rendimientos. A partir de la ecuación de regresión se calcularon el potencial de rendimiento, la función de daño y las pérdidas en cada nivel, en términos de producción y porcenta-

je, por los métodos descritos por Schwartz y Klassen (1981). Con estos valores se procedió a calcular el U.A. empleando la fórmula sugerida por Mumford y Norton (1987):

$$U.A. = \frac{C}{P \times F \times E}$$

Donde:

C = costo marginal de control (diferencia entre aplicar y no aplicar).

P = Precio del producto.

F = Función de daño (tasa de pérdida de rendimiento).

E = Eficiencia de control (porcentaje de mortalidad logrado).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al ejercer control químico a los diversos niveles de ataque previstos en el ensayo, se logró establecer una gradación tal de la incidencia de mosca blanca que fue posible detectar diferencias significativas entre tratamientos. El mínimo de población y daño ocurrió cuando se aplicó para el nivel 1 (presencia de adultos y/o huevos) y el máximo cuando no se aplicó (testigo) o cuando se permitió que el ataque llegara al nivel 9 (formación extrema de fumagina, daño muy severo). En los otros tratamientos las intensidades de ataque fueron intermedias (Fig. 1).

El número de aplicaciones (Tabla 1) varió entre 1,5 para el nivel 9 y 10,5 para el nivel 1. Los tratamientos nivel 1 y "Agricultor" tuvieron el mismo número de aplicaciones, lo cual no es sorprendente porque generalmente los agricultores desconocen las formas inmaduras y deciden intervenir cuando ven adultos. Otros tratamientos tuvieron un número intermedio de aplicaciones.

Los rendimientos guardaron proporción con los gradientes de ataque

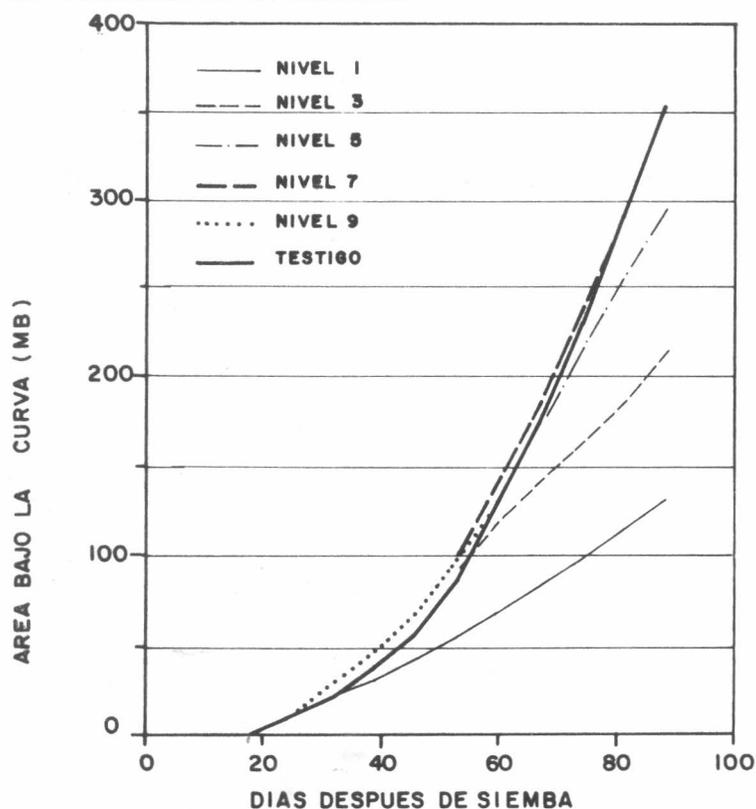


Figura 1. Grados diferenciales de ataque de la mosca blanca de los invernaderos en habichuela obtenidos al ejercer control del insecto a diferentes niveles de ataque. Las letras muestran diferencias significativas al nivel del 5% (Duncan).

así obtenidos, siendo, en general mayores a medida que se aumentó, el número de aplicaciones (Tabla 1). La regresión entre niveles de ataque y rendimientos fue: $y = 26,7 - 1,43x$ ($r = -0,956^{**}$). Esto significa que con un potencial de rendimiento teórico de 26,7 t/ha obtenido cuando la población del insecto es cero, se corre el riesgo de perder 1,43 t/ha cuando el nivel de ataque aumenta un punto en la escala de evaluación. Con los datos de la regresión se calcularon las pérdidas. Cuando no se ejerció control, como en el testigo, o cuando el control se hizo muy tarde, como en el nivel 9, las pérdidas fueron del orden de 48%, o sea 13 t/ha. Esto da una idea del gran potencial de daño que tiene la mosca blanca, un insecto verdaderamente importante en habichuela. Las menores pérdidas (1,4 t/ha) ocurrieron cuando se controló al nivel 1.

Las cifras anteriores reflejan el daño puramente mecánico causado por el insecto. El análisis por medio de presupuestos parciales detectó además las pérdidas por calidad, ya que la habichuela cosechada en parcelas donde se permitieron niveles altos de ataque fue de muy mala calidad, se vendió a precios muy bajos o

tuvo que ser descartada. El análisis económico (Tabla 2) indicó que las pérdidas económicas son muy serias si se permite llegar el ataque de mosca blanca a los niveles 7 y 9, o sea si se hace control cuando la planta presenta abundante fumagina. Las menores ganancias (menores beneficios netos) se obtuvieron cuando se controló al nivel 5 y las mayores cuando se usó el nivel 3 o cuando se aplicó semanalmente como en el tratamiento "Agricultor".

Para calcular la función de daño o tasa de pérdida en rendimientos se hizo la regresión entre niveles de ataque y rendimientos, excluyendo los datos del tratamiento "Agricultor", porque en éste las aplicaciones fueron por calendario y no con base en niveles de ataque previamente establecido y manipulados experimentalmente, condición que, de acuerdo con Walker (1987), es esencial para calcular con propiedad este parámetro. La nueva ecuación de regresión fue: $y = 27,4 - 1,535x$ ($r = -0,942^{**}$). O sea que la función de daño (F) a usar es de 1,535 kg/ha, cantidad dañada por la mosca blanca cuando su nivel de ataque aumenta un punto en la escala de evaluación aquí propuesta. Otros datos para el cálculo del U.A. fueron: precio de la habichuela (P), cuando se hicieron los ensayos; \$75 por kg; costo marginal de control (C) o sea la diferencia en costos entre aplicar y

Tabla 1. Número de aplicaciones, rendimientos de habichuela y porcentajes de pérdida obtenidos al controlar la mosca blanca de los invernaderos a diferentes niveles de ataque. (Promedios de dos experimentos).

Nivel de ataque	No. de aplicaciones	Rendimientos (t/ha)	t/ha	Pérdidas* Porcentaje
Agricultor	10,5	24,1	1,4	5,4
1	10,5	23,8	1,4	5,4
3	9,0	25,4	4,3	16,1
5	5,5	20,2	7,2	26,8
7	3,5	16,7	10,0	37,6
9	1,5	12,8	13,0	46,4
Testigo	0,0	13,6	13,0	48,4

* Calculadas con base en la ecuación de regresión $y = 26,7 - 1,43x$.

Tabla 2. Costos, beneficios e ingresos marginales obtenidos en habichuela al controlar la mosca blanca de los invernaderos a diferentes niveles de ataque. (Promedios de dos experimentos).

Nivel de ataque	No. de aplicaciones	x \$ 1000/ha				Relación Beneficio/costo
		Costo	Beneficio total	Beneficio neto	Ingreso marginal ¹	
Testigo	0	857,8	430,2	-427,6	-	0,50
9	1,5	866,2	520,6	-345,6	62,0	0,60
7	3,5	974,4	879,4	-95,0	332,6	0,90
5	5,5	1132,6	1368,5	235,9	663,5	1,21
3	9,0	1288,2	1861,3	573,1	1000,7	1,44
1	10,5	1294,5	1865,1	570,6	998,2	1,44
Agricultor	10,5	1203,4	1899,8	616,4	1044,0	1,57

¹ Con respecto al testigo sin aplicar.

no aplicar: \$345.523; eficiencia (E) del monocrotopos establecido al promediar los resultados de 12 ensayos de invernadero y campo (Cardona et al. 1991): 88%. Al aplicar la fórmula de Mumford y Norton se encontró que el U.A. fue 3,41, lo cual significa que el control de la mosca blanca se debe iniciar cuando el nivel de ataque llegue al nivel 3, o sea cuando aparezcan las primeras ninfas en el tercio inferior de la planta. Este valor puede cambiar, como es obvio, con cambios en los precios de la habichuela, de la mano de obra y de los insumos o con alteraciones en la eficiencia de los insecticidas.

La información generada en estos experimentos se usó también para calcular la regresión entre el número de aplicaciones y los ingresos marginales que aparecen calculados en la Tabla 2. De la regresión $y = -14,2 + 103,9x$ se derivó que para garantizar al agricultor los mismos beneficios netos que él obtiene con 11 aplicaciones, era necesario hacer seis aplicaciones. Este número se redujo luego a 3 ó 4 aplicaciones, al utilizar un insecticida granular en el esquema de manejo de plagas propuesto para habichuela (Cardona et al. 1991).

Para comprobar la viabilidad técnica del U.A. calculado en los dos prime-

ros experimentos se comparó el control al nivel 3 con el control al nivel 5, en combinación con diferentes regímenes de aplicación de fungicidas. El control al nivel 3 produjo rendimientos significativamente iguales a los del tratamiento "Agricultor", con mayores relaciones beneficio/costo y con menor número de aplicaciones, independientemente de la frecuencia en el uso de fungicidas (Tabla 3). El nivel 5 (aparición de melaza) demostró nuevamente que es marginal y peligroso, porque la calidad de la habichuela fue significativamente inferior y porque las correspondientes relaciones beneficio/costo fueron muy bajas, de apenas 1,09 y 1,11. La ventaja económica de hacer control de la mosca blanca al nivel de ataque 3 se confirmó cuando se hizo la curva de beneficios netos (Fig. 2). Claramente, la mayor tasa de retorno marginal se logró cuando se ejerció control de la mosca blanca al nivel 3, aplicando fungicidas cada 15 días. En años favorables para el desarrollo de enfermedades, las aplicaciones deberían hacerse cada 10 días.

El umbral de acción desarrollado en estos estudios tiene la ventaja de que es fácilmente comprendido por los agricultores y no demanda que

Tabla 3. Rendimientos de habichuela y beneficios económicos (x \$ 1000/ha) obtenidos al combinar el control de la mosca blanca de los invernaderos a dos niveles de ataque con diferentes frecuencias de aplicación de fungicidas. (Promedios de dos ensayos).

Control de mosca blanca	Aplicación de fungicidas	Número de aplicaciones ¹		Rendimiento (t/ha)	Calidad ²	Beneficio neto	Relación beneficio/costo
		I	F				
Al nivel 3	Cada 7 días	8	11	10,3a ³	4,2b	362,8	1,31
Al nivel 3	Cada 10 días	8	9	12,1a	4,1b	663,9	1,59
Al nivel 3	Cada 15 días	8	5	11,4a	3,9bc	617,6	1,57
Al nivel 5	Cada 10 días	4,5	8	8,7b	3,8c	848,9	1,09
Al nivel 5	Cada 15 días	4,5	5	8,7b	3,6c	105,6	1,11
Agricultor		10	11	11,6a	4,5a	599,4	1,54
Testigo sin aplicar	0	0	2,8c	1,8d	-319,5	0,48	

¹ I = insecticidas; F = fungicidas.

² En una escala de 1 a 5 (1 = muy mala; 5 = excelente).

³ Los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5% (Duncan).

éstos hagan recuentos tediosos y difíciles de un insecto que está considerado por Ekbohm y Rumei (1990) como uno de los más difíciles de muestrear.

Este U.A. ha sido utilizado en ensayos a gran escala en investigación participativa (Prada et al., en prensa) y no ha fallado ni en términos entomológicos ni en términos económicos. Es un componente esencial del esquema de MIP que se adelanta en la zona y con los debidos ajustes podría ser utilizado en otras áreas productoras de frijol o de habichuela donde **T. vaporariorum** sea plaga importante.

BIBLIOGRAFIA

- CARDONA, C. 1989. Insects and other invertebrate bean pests in Latin America. **En:** Schwartz, H.F.; Pastor Corrales, H.A. (Eds), Bean Production Problems in the Tropics. 2nd. ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali. p. 505-510.
- ; PRADA, P.; RODRÍGUEZ, A.; ASHBY, J.; QUIRÓS, C. 1991. Bases para establecer un programa de manejo integrado de plagas de habichuela en la Provincia de Sumapaz (Colombia). ICA-CRECED Sumapaz-Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali. 76 p. (Documento de Trabajo No. 86).
- CIMMYT. 1988. From agronomic data to farmer recommendations: An economics workbook. Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo, CIMMYT, México, D.F. 79 p.
- DE PONTI O.M.B.; ROMANOV, L.R.; BERLINGER, M.J. Whitefly-plant relationships: Plant Resistance. **En:** Gerling, D. (Ed.). Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Intercept Ltd., Andover, U.K. p. 91-106.
- DITTRICH, V.; UK, S.; ERNEST, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. **En:** Gerling, D. (Ed.). Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Intercept Ltd., Andover, U.K. p. 263-285.
- EKEKBOM, B.S. RUMEI, X. 1990. Sampling and spatial patterns of whiteflies. **En:** Gerling, D. (Ed.). Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Intercept Ltd., Andover, U.K. p. 107-121.
- EL-SHISHINI, H. 1984. Optimal chemical control of the greenhouse whitefly I. The optimization Procedure. **En:** Conway, G.R. (Ed.). Pest and pathogen control, strategic, tactical, and policy models. John Wiley & Sons, Chichester, U.K. 488 P.
- GERLING, D. (ED.). 1990. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. Intercept Ltd., Andover, U.K. 348 p.
- JOHNSON, D.A. WILCOXON, R.D. 1979. Inheritance of slow rusting of barley infected with **Puccinia hordei** and selection of latent period and number of uredia. Phytopathology (Estados Unidos) v. 69, p. 145-151.
- LÓPEZ-AVILA - A. 1986. Natural enemies Chapter IV. **En:** Cock, M.J.W. (Ed.). **Bemisia tabaci**: A literature survey. CAB International Institute of Biological Control, London. p. 27-35.
- MUMFORD, J.D.; NORTON, G.H. 1987. Economics of integrated pest control. **En:** Teng, P.S. (Ed.). Crop loss assessment methods and pest management. A.P.S. Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U.S.A. p. 191-200.
- SANDERSON, J.P. 1988. Whiteflies: chemical control and insecticide resistance. **En:** Ali, A.D. (Ed.). Conference on insect and disease management on ornamentals. Kansas City, Missouri. U.S.A. p. 162-171.
- SCHWARTZ, P.H.; KLASSEN, W. 1981. Estimate of losses caused by insects and mites to agricultural crops. **En:** Pimentel, D. (Ed.). CRC Handbook of pest management in agriculture. Vol. 1 CRC Press, Inc., Boca Ratón FA., U.S.A. p. 15-77.
- SHARAF, N. 1986. Chemical control of **Bemisia tabaci**. Agriculture, Ecosystems and Environment (Holanda) v. 17, p. 111-127.
- SMITH, J.; LITSINGER, J.A.; BANDONG, H.P.; LUMABAN, M.D.; DELACRUZ, C.G. 1989. Economic thresholds for insecticide application to rice: profitability and risk analysis to Filipino farmers Journal of Plant Protection Tropics v. 6, p. 67-87.
- WADDILL, V.H.; MCSORLEY, R.; POHR-NEZNY, K. 1981. Field monitoring: basis for integrated management of pests on snap beans. Tropical Agriculture (Inglaterra) v. 58, p. 157-169.
- WALKER, P.T. 1987. Measurement of insect pest populations and injury. **En:** Teng, P.S. (Ed.). Crop loss assessment methods and pest management. A.P.S. Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U.S.A. p. 19-29.
- ZADOKS, J.C. 1987. Rationale and concepts of crop loss assessment for improving pest management and crop protection. **En:** Teng, P.S. (Ed.). Crop loss assessment methods and pest management. A.P.S. Press. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, U.S.A. p. 1-5.

RECOMENDACIONES PARA LOS AUTORES

La Revista Colombiana de Entomología es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad Colombiana de Entomología -SOCOLEN- y como tal publica de preferencia artículos científicos, inéditos, basados en resultados de investigaciones en el campo de la entomología o ciencias afines. Ocasionalmente también publica artículos técnicos de diferente naturaleza que no presentan prueba de hipótesis como por ejemplo descripción de métodos o revisiones de literatura pero que sean relevantes en el campo de la ciencia entomológica.

Los artículos en original y tres (3) copias, deben ser enviados a la Secretaría de SOCOLEN, escritos a máquina o impresora de computador en letra de alta calidad, a doble espacio, en papel tamaño carta y con márgenes de tres cm. El trabajo puede tener una extensión máxima de 25 páginas, incluidas figuras, tablas y bibliografía. El lenguaje utilizado debe ser claro y preciso, y las tablas y figuras seleccionadas deben ser bien elaboradas, de alta calidad y aportar información valiosa e ilustrativa para el artículo y no ser redundantes con la información dada en el texto o entre ellas mismas.

La estructura del artículo debe tener en cuenta los pasos del método científico así:

Título: Debe ser corto pero ilustrativo, sin exceder de 15 palabras; si ello no es posible se deberá incluir un subtítulo.

Autores: En el crédito de autores se debe incluir los nombres completos y a continuación de cada autor las iniciales de los títulos académicos. Los autores deben ir en orden de acuerdo con la importancia de su contribución a la investigación o en la preparación del artículo y no en orden alfabético o de rango. En nota de pie de página se indicará respectivamente la institución a la cual pertenecen y la dirección postal completa.

Resumen: Debe ser conciso y contener información sobre: la justificación, objetivos, metodología y resultados concre-

tos de la investigación. Además debe indicar los límites de la validez e implicaciones de los resultados. No debe exceder de 250 palabras escritas en un párrafo continuo, sin puntos aparte.

Summary: Debe ser una traducción fiel del Resumen al idioma Inglés.

Palabras claves adicionales: Al final del Resumen y del Summary se debe colocar una lista de palabras del artículo, diferentes de las incluidas en el título, que faciliten el uso de los sistemas modernos de catalogación y búsqueda de información por computador.

Estructura: Cada artículo debe constar fundamentalmente de los siguientes capítulos: Introducción, no debe exceder de 350 palabras y puede incluir la Revisión de Literatura; Revisión de Literatura; Materiales y Métodos; Resultados y Discusión (la Discusión puede ir como un capítulo aparte); Conclusiones y Bibliografía.

Tablas: Se deben presentar en páginas separadas e identificadas con números arábigos continuos. El título debe ir en la parte superior de la tabla. Notas de pie de página solo se deben utilizar en las tablas.

Figuras: Fotografías, dibujos, gráficos y mapas deben presentarse en páginas separadas e identificadas con números arábigos con su correspondiente leyenda en la parte inferior. Se aceptan figuras elaboradas en computador cuando estas sean impresas con características de alta calidad, preferiblemente en impresora láser. Las fotografías en colores deben entregarse en transparencias y las en blanco y negro deben venir en papel brillante de 9x12 cm. Cada ilustración debe venir acompañada de su crédito respectivo. La información que se presenta en las gráficas no debe ser repetición de la presentada en las tablas.

Citas bibliográficas: Solamente se aceptan referencias publicadas, citando el apellido del autor seguido por el año de publicación entre paréntesis. Ej: Rodríguez (1993). Cuando los autores sean tres o más se debe usar la expresi-

ón latina et al. Ej: López et al. (1993). Si la cita se coloca al final se usa autor y fecha entre paréntesis. Ej: (Rodríguez 1993; López et al. 1993).

Bibliografía: Se debe presentar en orden alfabético. La referencia de un artículo en una publicación periódica debe contener los siguientes elementos: Autor (es) (en mayúsculas y separados por ;). Año de publicación. Título del artículo. Nombre completo de la revista y el país de origen entre paréntesis siempre y cuando no este incluido en el título, v. (volumen) no. (número), p. (páginas). Ej: POSADA F., F.J. 1992. Ciclo de vida, consumo foliar y daño en frutos de melón por *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae). Revista Colombiana de Entomología v. 18 no. 1, p. 26-31. La referencia de un libro debe incluir: Autor (es) en mayúsculas y separados por ;. Año de publicación. Título. Editorial o Entidad responsable de la publicación, lugar de impresión. páginas, Ej: GOMEZ-ARISTIZABAL, A.; RIVERA-POSADA, H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. CENICAFE, Chinchiná (Colombia). 481p.

Estilo: Se debe escribir en un estilo impersonal, utilizando abreviaturas de uso común y el sistema métrico decimal o el internacional.

ARTICULOS TECNICOS

Artículos técnicos se aceptan para ser publicados en la revista sólo cuando su importancia o relevancia en la ciencia de la Entomología, lo ameriten. Deben seguir en términos generales las normas aquí establecidas para los artículos científicos con las modificaciones apropiadas para este tipo de trabajos.

SEPARATAS

Por cada uno de los artículos publicados, se entregarán 15 separatas en forma gratuita al autor. Copias adicionales, pueden ser ordenadas a los precios vigentes en el momento de impresión, para lo cual el autor deberá hacerlo saber, cuando reciba la confirmación de aceptación de su artículo para la publicación.