

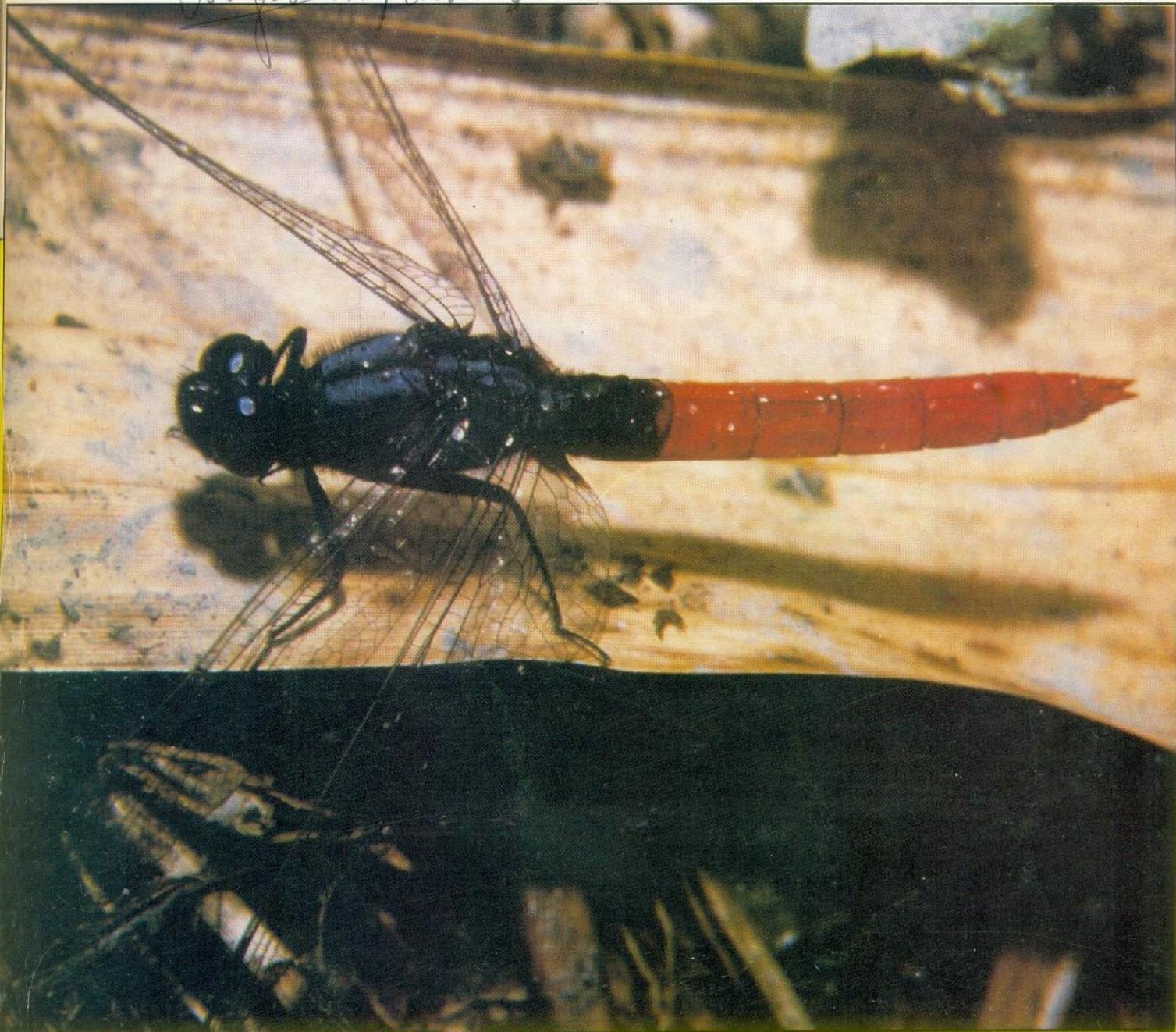
# REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA

VOLUMEN 18

*Angela María Rodríguez* No. 1

ENERO-JUNIO 1992



# REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

PUBLICACION OFICIAL DE LA SOCIEDAD  
COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA

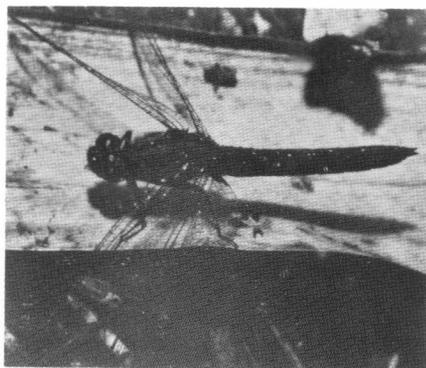
Volumen 18

Número 1

Enero-Junio 1992

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

Tiraje: 1.000 ejemplares.



**PORTADA:**

**FOTOGRAFIA:** Oscar Efraín Ortega

Licencia Mingobierno 002274/81

Permiso Adpostal 3208

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

Esta publicación ha sido realizada con la colaboración financiera del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" COLCIENCIAS, establecimiento público adscrito al Departamento Nacional de Planeación, cuyo principal objetivo es impulsar el desarrollo científico y tecnológico de Colombia.

## **Editor**

**LAZARO POSADA OCHOA**

## **Comité de Publicaciones**

**RAUL VELEZ ANGEL  
RODRIGO VERGARA RUIZ  
FULVIA GARCIA ROA**

**JUNTA DIRECTIVA SOCOLEN**

**ARISTOBULO LOPEZ-AVILA  
Presidente**

**ALFREDO ACOSTA GOMEZ  
Vicepresidente**

**JUDITH SARMIENTO CAMARGO  
Secretaria**

**HUGO CALVACHE GUERRERO  
Tesorero**

**JORGE GARCIA ROJAS  
Revisor Fiscal**

## **VOCALES**

### **Principales**

**RUBEN RESTREPO MEJIA  
MIGUEL BENAVIDES ROSERO  
EMILIO LUQUE ZABALETA**

### **Suplentes**

**IVAN ZULUAGA CARDONA  
DORA ALBA RODRIGUEZ S.  
RAUL PARDO PUENTES**

# CONTENIDO

SECRECION NATURAL DE SALIVA EN LA GARRAPATA *Rhipicephalus appendiculatus* (Neumann), ALIMENTADA ARTIFICIALMENTE EN TUBOS CAPILARES.

**Efraín Benavides Ortiz**

**Alan Ronald Walker**

**1**

---

DESARROLLO DE LINEAS DE FRIJOL RESISTENTES AL GORGOJO *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

**Carmen Elisa Posso**

**César Cardona**

**José F. Valor**

**Héctor Morales**

**8**

---

IMPACTO ECOLOGICO DE LA HORMIGA LOCA, *Paratrechina fulva* (Mayr), EN EL MUNICIPIO DE CIMITARRA (SANTANDER)

**Ingeborg Zenner de Polanía**

**Orlando Martínez Wilches**

**14**

---

EVALUACION DEL DIFLUBENZURON EN EL CONTROL DE LARVAS Y PUPAS DE *Culex pipiens* L., EN BUCARAMANGA

**Jorge Eduardo Luna**

**Leonidas Daza**

**23**

---

CICLO DE VIDA, CONSUMO FOLIAR Y DAÑO EN FRUTOS DE MELON POR *Diaphania hyalinata* (L.) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

**Francisco J. Posada F.**

**26**

---

BIOLOGIA, HABITOS Y ENEMIGOS NATURALES DEL *Neoleucinodes elegantalis* (Guenee)

**Alberto Serrano Plaza**

**Edilberto Muñoz León**

**Jaime Pulido Fonseca**

**Jaime De La Cruz**

**32**

---

# SECRECIÓN NATURAL DE SALIVA EN LA GARRAPATA *Rhipicephalus appendiculatus* (Neumann), ALIMENTADA ARTIFICIALMENTE EN TUBOS CAPILARES.\*

Efraín Benavides Ortiz y

Alan Ronald Walker\*\*

## RESUMEN

Hembras de la garrapata *Rhipicephalus appendiculatus* fueron alimentadas artificialmente con medio de cultivo celular contenido en tubos capilares, con el objeto de inducir la secreción natural de saliva en el medio. Estas secreciones salivares son una fuente importante de material antigénico para estudios sobre la resistencia del huésped a la garrapata. Como medio se utilizó una solución balanceada de sales "Hank", y en él se evaluó el efecto de la adición de tres concentraciones diferentes de albumina sérica bovina sobre la aceptación de las garrapatas para alimentarse en el medio. También se evaluó el efecto producido por la adición del fagoestimulante "glutatión reducido" en cada concentración de proteína. En el primer grupo de experimentos, garrapatas previamente alimentadas sobre conejos durante cuatro días, demostraron mayores aumentos de peso ( $P < 0,01$ ) cuando se les ofreció medio que contenía 5% de proteína, comparados con los obtenidos por garrapatas alimentadas en medio que contenía 0,5% o carente de proteína. La adición del glutatión reducido no demostró efectos significativos sobre los aumentos de peso de las garrapatas. En experimentos subsiguientes, las garrapatas se alimentaron mejor en medio que contenía 5% de proteína, pero aquellas prealimentadas sobre conejos inmunes a la garrapata demostraron un aumento menor de peso ( $P < 0,01$ ) comparado con el obtenido cuando las garrapatas se prealimentaron en conejos que no habían tenido contacto previo con las garrapatas. Conejos inmunes a la garrapata desarrollaron reacciones inmediatas y retardadas de hipersensibilidad, cuando fueron inoculados intradérmicamente con saliva de garrapata obtenida artificialmente mediante inyección de dopamina. Reacciones similares se observaron al inyectar los medios recuperados

después de la alimentación de las garrapatas, demostrando así la presencia de componentes salivares alérgicos en ellos.

## SUMMARY

### NATURAL SECRETION OF SALIVA IN THE TICK *Rhipicephalus appendiculatus* (Neumann) FED ARTIFICIALLY OF CAPILLARY TUBES

*Rhipicephalus appendiculatus* female ticks were artificially fed on capillary tubes containing a cell culture medium, in an attempt to induce the natural secretion of saliva into the medium. These salivary secretions are an important source of antigenic material for studies on resistance of the host to the tick. Hank's Balanced Salt solution was used as medium and the effect of the addition of three different concentrations of bovine serum albumine on the acceptance of the ticks to fed on the medium were evaluated. The effect of the addition of the phagostimulant reduced glutathion on each concentration of protein, was also evaluated. On the first group of experiments, ticks prefed on rabbits for four days, showed higher increases in weight ( $P < 0.01$ ) when the media offered contained 5% protein as compared with the increases observed on ticks fed on media containing 0.5% or no protein. The addition of glutathion showed no effect on the weight increase of the ticks. In subsequent experiments, ticks fed better on media containing 5% protein, but those prefed on rabbits immune to the tick showed a lower weight increase ( $P < 0.01$ ) than that displayed by ticks prefed on naive rabbits. Rabbits sensitized to the tick by repeated infestations, developed immediate and delayed hypersensitivity reactions following the intradermal injection of tick saliva, obtained by the injection of dopamine to the tick. Similar type of reactions were observed on the rabbits, when the media on which the ticks have been fed, were injected. This fact demonstrated the presence of allergenic salivary components on them.

ta son importantes en la estimulación del sistema inmune del huésped (Wikel y Allen 1982). Por ésta razón, las glándulas salivares de la garrapata y sus secreciones son una fuente importante de material antigénico para los estudios modernos en este campo.

La mayoría de estudios sobre resistencia, realizados hasta ahora, han usado extractos de glándulas salivares o extractos de garrapatas completas (Wikel et al. 1978; Willadsen 1980), mientras que los estudios de intoxicación por garrapatas, transmisión de enfermedades y fisiología de artrópodos se han basado en saliva obtenida artificialmente mediante el uso de drogas parasimpaticomiméticas que estimulan la salivación (Purnell et al. 1969; Tatchell 1967; Gregson 1973). La saliva obtenida de esta manera es extremadamente diluida y no es necesariamente el equivalente a saliva producida naturalmente (Binnington y Kemp 1980).

La secreción natural de saliva puede lograrse mediante estimulación táctil del hipostoma, colocando un tubo capilar sobre él (Gregson 1973), pero a pesar de haber sido ampliamente usado en estudios de intoxicación por garrapatas, este método es muy laborioso y sólo es posible obtener pequeñas cantidades de saliva.

El propósito de este trabajo fue intentar inducir la secreción natural de saliva en hembras de la garrapata *Rhipicephalus appendiculatus* (Neumann) (Parasitiformes: Ixodidae), a las cuales se les ofreció como alimento un medio simple en tubos capilares.

\* Apartes del trabajo presentado como tesis de M.Sc. del primer autor.

\*\* Respectivamente: Médico Veterinario, M.Sc. Ph.D. Sección Centro de Diagnóstico, ICA Apartado Aéreo 7984. Bogotá, D.E., Colombia y Entomólogo, Ph.D. Centre for Tropical Veterinary Medicine. University of Edimburg, Roslin, Scotland EH 25-9RG.

## INTRODUCCION

La resistencia animal a la infestación por garrapatas tiene bases inmunes y genéticas. Hoy se indica con evidencia que los componentes salivares de la garrapa-

## REVISION DE LITERATURA

**Adherencia y Alimentación de la garrapata.**

Las glándulas salivares de la garrapata

son un par de estructuras con apariencia de racimo de uvas, localizadas lateralmente en el hemocelo, que se extienden hasta la altura de los espiráculos (Till 1961). En las hembras se presentan tres tipos de acinos glandulares: Acino tipo I ó piramidal y acinos granulares tipo II y III (Batungbacal 1974; Binnington 1978). En los machos existe un acino adicional tipo IV.

Se ha demostrado que existen siete tipos de células granulares en el macho de *Dermacentor variabilis* (Say), nueve tipos en la hembra de *Boophilus microplus* (Canestrini) y *R. appen-diculatus* y diez tipos en los machos de *B. microplus* (Kemp et al. 1982). Tres de estas células probablemente secretan cemento para adherencia y las otras cuatro secretan glicoproteínas y enzimas que pueden jugar un papel importante en la alimentación, mientras que las células epiteliales no granulares y aquellas que forman los acinos tipo I parecen estar implicadas en la osmorregulación (Binnington 1978).

Una vez que la garrapata encuentra un sitio apropiado para su adherencia, penetra la piel del huésped mediante movimientos de los queléceros (Gregson 1973), esto es seguido por la secreción de cemento en los siguientes diez minutos (Kemp et al. 1982). Entonces, rápidamente se inicia un proceso de ingestión de fluidos y salivación. Este patrón es más complejo que las simples alteraciones entre ingestión de sangre y salivación. Los procesos son discretos inicialmente, para luego incrementarse en frecuencia con períodos largos de secreción de saliva (Gregson 1969; Arthur 1970). La salivación más copiosa ocurre hacia el final del proceso de alimentación y regresa al huésped excesos de agua, concentrando la sangre ingerida (Kemp et al. 1982).

Se ha demostrado que las diferencias en los patrones de ingestión y salivación están relacionadas con la composición química del medio ofrecido bajo membranas artificiales. Esta respuesta parece ser debida a la presencia de quimiorreceptores en las piezas bucales de la garrapata (Waladde y Rice 1982). Así mismo, Waladde et al. (1979) demostraron que los fagoestimulantes trifosfato de adenosina (ATP) y glutatión reducido (GSH) incrementaron la frecuencia del

patrón simple de alimentación en *B. microplus* adherido en membranas artificiales. La composición del medio también afecta la deposición de cemento adherente (Kemp et al. 1982).

Estudios histoquímicos de las glándulas salivares de la garrapata y de la saliva han demostrado que estas secreciones contienen enzimas hidolíticas débiles, como esterases y aminopeptidasas y agentes farmacológicos, como prostaglandinas y antagonistas de la histamina. Sin embargo, su papel en el proceso de alimentación de la garrapata no ha sido completamente estudiado (Schleger y Lincoln 1976; Binnington y Kemp 1980). Las glándulas salivares intervienen además en la regulación de iones y en la eliminación de excesos de agua (Tatchell 1969; Kaufman y Sauer 1982).

#### Métodos artificiales de alimentación de garrapatas y técnicas para obtener su saliva.

Los métodos artificiales para la alimentación de garrapatas han sido ampliamente usados. Para argásidos, Edelsten (1974) describió métodos que utilizan la membrana corioalantoidea de huevos embrionados. Para ixódidos, Gregson (1973) logró inducir la adherencia de hembras de *Dermocentor andersoni* (Stiles), parcialmente alimentadas, a membranas. El concluyó que el material preferido era la piel perfundida con la sangre del huésped vivo. Por su parte, Kemp et al. (1975) alimentaron larvas de *B. microplus* en un medio parcialmente definido a través de cortes delgados de piel bovina.

El método de tubos capilares ha sido principalmente usado en estudios de transmisión de enfermedades. Se ha indicado que las garrapatas sólo ingieren la sangre ofrecida en los capilares por un tiempo limitado (Gregson 1973). La garrapata *R. appendiculatus* ha sido alimentada hasta por siete días, cuando los tubos capilares, con suero y sangre desfibrinada o heparinizada, fueron colocados y renovados frecuentemente (Purnell y Joyner 1967). Burgdorfer (1956) demostró que el proceso de alimentación se restringe a un período de 4-6 horas, a menos que sean ofrecidas suspensiones frescas. Esto sugiere que el medio tiende a contaminarse con saliva.

Se ha concluido que la salivación ocurre en los tubos capilares de manera suficiente, como para recolectar partículas infectivas de *Theileria parva* en el medio remanente en los tubos capilares en un período tan corto como dos horas. Este método ha sido ampliamente usado en estudios de transmisión de este protozoario (Purnell et al. 1969; Walker et al. 1979).

En cuanto a la obtención de saliva, Gregson (1957) encontró que las garrapatas podrían ser inducidas a salivar, si un tubo capilar se colocaba cuidadosamente sobre el hipostoma. De acuerdo con Tatchell (1967), para esta técnica es crítico que el diámetro interno del tubo comprima los queléceros.

El uso de drogas parasimpaticomiméticas para obtener secreciones salivares ha sido ampliamente descrito. Se ha reportado que inyecciones de 5-10 microlitros de pilocarpina al 10% en salina, causan un incremento en seis veces la secreción de saliva en *B. microplus* sobre aquel obtenido con sólo el estímulo táctil (Tatchell 1967).

Estudios fisiológicos de las glándulas salivares de la garrapata han demostrado que existe un control neural de la salivación (Kaufman y Phillips 1973), pero ésta puede ser también estimulada por la inyección de líquidos isotónicos en la hemolinfa, tales como cloruro de sodio, sucrosa, urea o agua destilada (Kaufman y Sauer 1982).

## MATERIALES Y METODOS

### Alimentación artificial

Las hembras de *R. appendiculatus* utilizadas en este estudio, se obtuvieron de la colonia establecida en el Centre for Tropical Veterinary Medicine (Universidad de Edinburgo, Escocia). Estas garrapatas se sometieron a una prealimentación en las orejas de conejos Nueva Zelanda, por 4-5 días. Con el fin de extraer saliva, a algunas se les permitió alimentarse por 6-7 días, hasta la plena ingurgitación. Las garrapatas fueron removidas, lavadas y secadas y luego se procedió a pesarlas.

Tubos capilares de vidrio de 75 mm de

largo y 0,8-0,9 mm de diámetro interno fueron moldeados al calor para reducir el diámetro de los extremos a 0,2-0,5 mm, con el fin de adaptarlos a las piezas bucales de la garrapata (Burgdorfer 1956; Tatchell 1967; Gregson 1973).

Para los medios artificiales se utilizó la solución balanceada de sales de Hank (Gibco, Europa), a la que se le adicionaron tres concentraciones diferentes de Albúmina Plasmática Bovina (BPA). De acuerdo con la concentración de proteína utilizada, los medios se denominaron de la siguiente manera: HBSS (Sin proteína), HO,5PA (0,5% de proteína) y H5% BPA (5% de proteína). El pH de los medios se ajustó a 7,2, mediante la adición de bicarbonato de sodio.

Los medios se esterilizaron mediante la filtración a través de un filtro Swinnex con una membrana de acetato de celulosa de un tamaño de poro de 0,22  $\mu\text{m}$  y se repartieron en alícuotas de 5 ml, las cuales se conservaron congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Previamente a su uso, los medios fueron descongelados y usados a temperatura ambiente en los experimentos. Como fagoestimulantes en los medios se utilizó el Glutatión reducido (GSH) (Sigma Labs.) a la concentración de  $10^{-2}$  M.

Para la alimentación artificial, las garrapatas fueron adheridas ventralmente a un soporte Perpex especialmente diseñado, en donde los tubos capilares que contenían el medio respectivo se colocaron cuidadosamente sobre las piezas bucales de la garrapata (Fig. 1). En cada experimento se trabajó con grupos de 10 garrapatas.

El peso individual de cada garrapata se registró utilizando una balanza Oerteling (R.20,  $d=0,1$  mg). Así mismo, se anotó el nivel de la columna de fluido en los tubos capilares, antes y después del proceso de alimentación. Este período fue generalmente de 4-5 horas, durante las cuales las garrapatas se colocaron en el interior de una cámara con una humedad relativa del 100% dentro de un incubador a  $37^{\circ}\text{C}$ . Además, se realizaron algunas pocas observaciones con períodos de 14 horas de alimentación.

Luego del período de alimentación artifi-



**Figura 1.** Alimentación artificial de garrapatas con un medio contenido en tubos capilares. Observe como el extremo del tubo encaja con el hipostoma que penetra en él.

cial, el medio remanente en los tubos capilares se recolectó en recipientes plásticos de acuerdo con el grupo experimental y se conservó congelado a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Se realizaron dos grupos de experimentos utilizando garrapatas prealimentadas en conejos sin previa exposición a garrapatas. El primer grupo incluyó la comparación de tres diferentes niveles de albúmina en el medio (0, 0,5% y 5%) con la inclusión o no de GSH como fagoestimulante.

El segundo grupo consistió en comparar garrapatas alimentadas en el medio sin proteína y con 5% de ella, pero sin utilizar fagoestimulantes. Además, en algunas repeticiones se utilizaron garrapatas prealimentadas en conejos que habían sido previamente expuestos a la garrapata *R. appendiculatus*.

Como estimulante de la secreción salivar se utilizó dopamina. En dos ocasiones las garrapatas se inyectaron con una solución de dopamina  $10^{-2}$  M en PBS. La inyección se efectuó en el centro del dorso de las garrapatas, aplicando 2-10  $\mu\text{l}$  de solución por espécimen, a intervalos de 15-20 minutos (Kaufman y Sauer 1982; Walker et al. 1979). La saliva producida se colectó mediante la colocación de tubos capilares sobre las piezas bucales de

la garrapata, 15-20 minutos después de la segunda inyección. La saliva se recolectó en tubos Eppendorf y se conservó congelada a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### Detección de componentes salivares en el medio después de la alimentación artificial

Con el fin de detectar material antigénico que pueda permanecer en el medio después de la alimentación de garrapatas, se utilizó una prueba de hipersensibilidad en la piel de conejos sensibilizados a la garrapata. En ellos se comparó la reactividad dérmica producida por los diferentes medios luego de la alimentación de garrapatas en ellos, contra la reactividad producida por la inyección de saliva obtenida por la estimulación con dopamina.

A cuatro conejos Nueva Zelanda se les permitió desarrollar inmunidad a la garrapata por medio de tres infestaciones con adultos machos y hembras, utilizando un esquema similar al descrito por Wikel et al. (1978), con períodos de reposo de 7 días entre una y otra infestación. La prueba dérmica se realizó a los 12 y 13 días de finalizada la tercera infestación.

Los cuatro conejos inmunizados y uno sin exposición previa a las garrapatas fueron rasurados en el dorso y el área de piel dividida en cuadros de aproximadamente 4 cm X 4 cm con la ayuda de un marcador indeleble. En cada conejo se inyectó intradérmicamente 0,1 ml de las diluciones del material a probar. Las reacciones de hipersensibilidad inmediata producidas por estos materiales se valoraron por el tamaño de los diámetros de la reacción de edema producida dos horas después de la inyección. El producto de dos mediciones en ángulo recto se tomó como representativo del área de reacción (Willadsen et al. 1978).

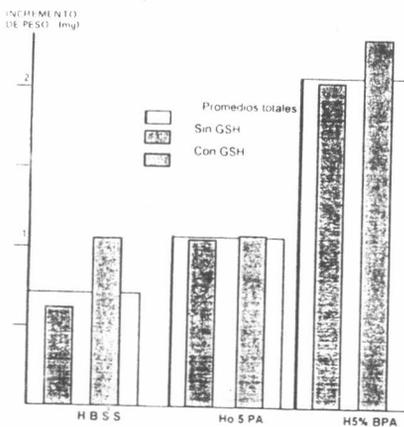
Con el fin de detectar reacciones de hipersensibilidad retardada, se realizaron lecturas adicionales a las 24 y 48 horas post-inoculación, registrando en este caso el diámetro del área de eritema e induración (Roitt 1980). Los medios, así como la saliva obtenida mediante estimulación por dopamina, fueron ensayados si diluir y en diluciones de 1/10 y 1/100 en PBS.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Cambios de peso en garrapatas alimentadas artificialmente en diferentes medios**

La habilidad de las garrapatas para ingerir el medio ofrecido en los tubos capilares, se midió por el aumento de peso registrado durante el período de alimentación. Sin embargo, no todas las garrapatas se alimentaron exitosamente y los valores obtenidos mostraron gran dispersión y ausencia de normalidad en los datos crudos. Así, los valores negativos fueron eliminados y los datos sometidos a transformación logarítmica ( $\log_{10}[x+1]$ ), previo al análisis de varianza (Sard 1978). El efecto de cada tratamiento en el éxito para incrementar el peso se evaluó mediante una prueba de chi-cuadrado (Bailey 1981).

La Figura 2 ilustra los resultados obtenidos en el primer experimento, al comparar tres niveles de proteína en el medio y la adición de GSH como fagoestimulante. El incremento de peso de las garrapatas alimentadas en medio que contenía 5% de proteína fue diferente ( $P < 0,01$ ) del incremento logrado en las garrapatas alimentadas en medios que contenían 0,5%

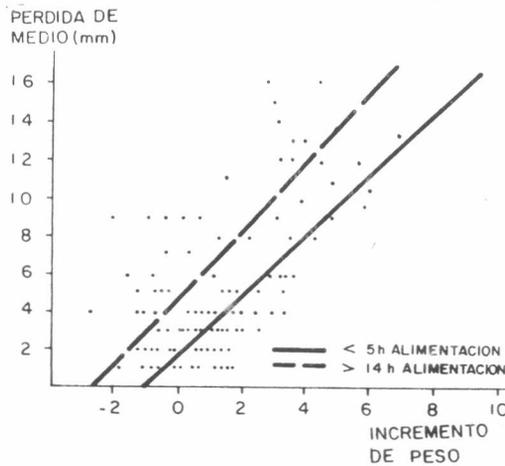


**Figura 2.** Efecto de tres concentraciones de proteína en el medio y la adición de GSH, sobre el incremento de peso de garrapatas alimentadas artificialmente en tubos capilares. La diferencia en H5% BPA es altamente significativa, ( $P < 0,01$ ). La adición de GSH no demostró efectos significativos.

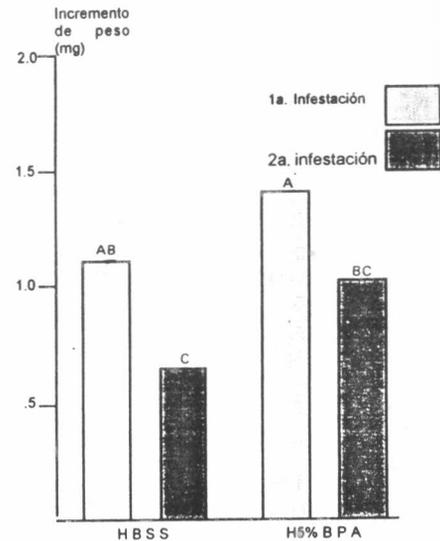
ó sin proteína. La adición de GSH no demostró efecto significativo sobre estos incrementos de peso.

La calibración volumétrica de los tubos capilares demostró que 1 mm de reducción en la columna de fluido, representaba un volumen de 0,726  $\mu$ l. El análisis de la relación entre el aumento de peso y la reducción de la columna de fluido (Fig.3) mostró una correlación altamente significativa en todos los tratamientos. Esto indica que la pérdida de líquido en los tubos fue causada por la ingestión por parte de las garrapatas y que la evaporación o escape no fueron factores importantes en la variación.

Durante el segundo grupo de experimentos, al analizar las diferencias entre garrapatas alimentadas en dos medios (proteína al 5% de concentración o no proteína), y utilizando garrapatas prealimentadas en conejos con y sin exposición previa a las garrapatas, se encontró que los mayores valores de aumento de peso se dieron en las garrapatas alimentadas en medio que contenía 5% de proteína y a su vez prealimentadas en conejos susceptibles (1,93 $\pm$ 0,86 mg) y los menores valores se observaron en garrapatas alimentadas en medio sin proteína y prealimentadas



**Figura 3.** Correlación entre el incremento de pesos y la pérdida de medio en los tubos capilares en garrapatas alimentadas artificialmente por períodos de menos de 5 horas ( $r=0,877$ ) o más de 14 horas ( $r=0,863$ ). Las pendientes son similares pero difieren ( $P < 0,01$ ) en nivel.



**Figura 4.** Efecto del nivel de resistencia a garrapatas de los conejos en que se prealimentaron las garrapatas, sobre el incremento de peso en hembras de *R. appendiculatus* alimentadas artificialmente en dos medios diferentes. Las columnas (promedios conjuntos, aproximadamente 60 garrapatas cada una) que portan diferente letra difieren con alta significancia ( $P < 0,01$ ).

en conejos inmunes a las garrapatas (0,39 $\pm$ 0,18 mg).

El análisis del efecto combinado de la fuente de prealimentación de las garrapatas y el tipo de medio usado para la alimentación, se ilustra en la Figura 4. El aumento de peso en garrapatas prealimentadas en conejos susceptibles a la garrapata (1,11 $\pm$ 0,36 mg para HBSS y 1,41 $\pm$ 0,68 mg para H5%BPA) fue mayor ( $P < 0,01$ ) que el de garrapatas prealimentadas en conejos inmunes (0,64 $\pm$ 0,37 mg para HBSS y 0,81 $\pm$ 0,5 mg para H5%BPA).

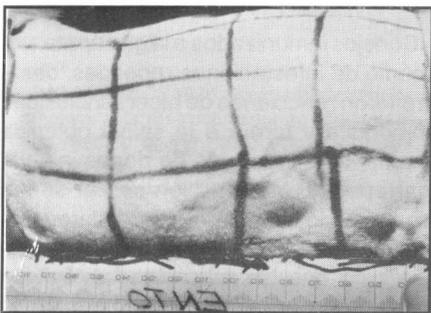
En resumen, el medio que contiene 5% de proteína demostró ser el más efectivo para una alimentación artificial exitosa de la garrapata, aunque el medio sin proteína también permite cierto grado de alimentación. Estos resultados coinciden con los reportados por Kemp et al. (1975), quienes demostraron que para alimentar larvas de *B. microplus* sobre membranas era necesario suplementar el medio de cultivo con proteínas a una concentración del 7%. Reportes previos de alimentación artificial de garrapatas en tubos capilares sólo han incluido sangre entera o glóbulos rojos como medio (Burgdorfer 1956; Purnell y Joycer 1967; Walker et al. 1979).

La falla del GSG para crear un incremento en el patrón de alimentación, puede ser explicada por los hallazgos de Waladde et al. (1979), quienes demostraron que la adición de GSH o ATP a sangre entera, incrementó la frecuencia de las fases de ingestión, pero este efecto sólo fue notorio durante los primeros 7 minutos de alimentación. Período insignificante, si se tiene en cuenta que en estos experimentos el período de alimentación fue de cuatro horas.

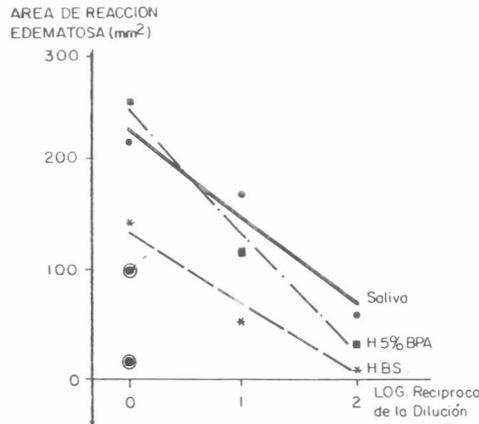
El menor aumento de peso observado en las garrapatas prealimentadas en conejos con exposición previa al parásito, podría explicarse por una inhibición en la ingestión de líquidos, causada por agentes farmacológicos liberados por el huésped en el sitio de adherencia (Willadsen 1980). Se ha demostrado que ocurren alteraciones en la composición de la ingesta en garrapatas que se alimentan en conejos inmunes (Wikel y Allen 1982), creando un aumento en la ingestión de leucocitos, principalmente basófilos. Su ingestión y la posterior liberación de compuestos farmacológicamente activos, explicaría la interferencia con la alimentación de la garrapata.

**Detección de componentes salivares en el medio después de la alimentación artificial.**

Las reacciones de hipersensibilidad inmediata se caracterizaron por el desarrollo de una reacción edematosa prominente, la cual fue notoria al momento de la lectura, dos horas luego de la inoculación (Fig. 5). Con la medición de estas reac-



**Figura 5.** Reacción de hipersensibilidad inmediata a antígenos salivares de garrapata, en la piel de conejos inmunes. De izquierda a derecha se observan las reacciones producidas por saliva sin diluir, y diluciones 1/10, 1/100 y por PBS.

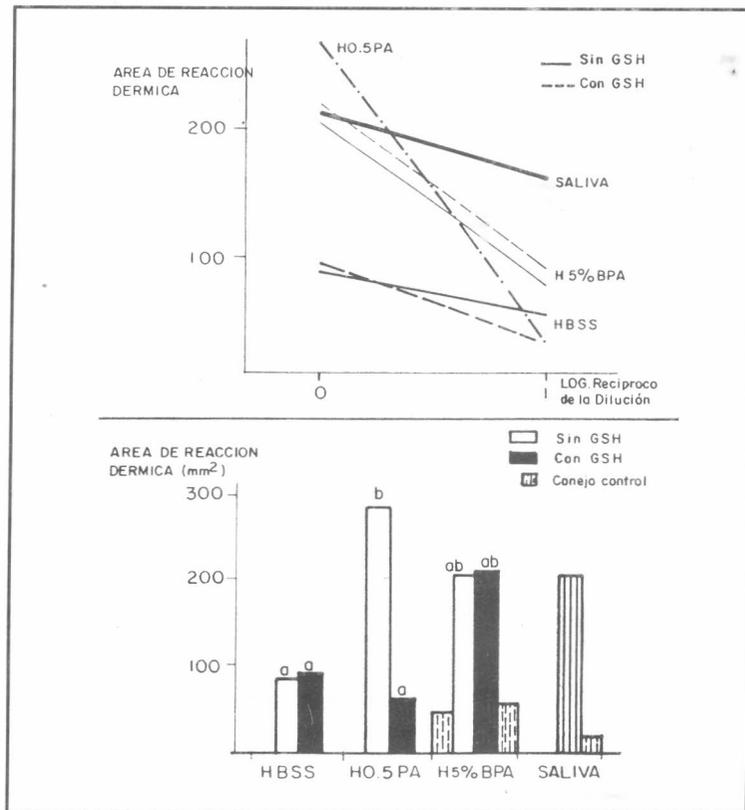


**Figura 6.** Relación entre la respuesta de hipersensibilidad inmediata y diluciones de los medios del experimento 2, o saliva. Las pendientes son similares, pero el nivel de la constante es diferente ( $P < 0,01$ ). Los puntos representan el promedio para cada alérgeno en cada dilución (●) saliva, (★) HBSS, (■) H5% BPA. Los puntos dentro de un círculo representan las reacciones desarrolladas en el conejo control para saliva (○) y H5% BPA (◇).

ciones se obtuvo, para cada inóculo, el promedio de los registros en los cuatro conejos inmunizados.

La Figura 6 presenta los resultados obtenidos al analizar los medios obtenidos durante la segunda fase de experimentos de alimentación artificial. Estos se presentan como regresión lineal entre el área de reacción edematosa desarrollada en los conejos y el logaritmo del recíproco de la dilución del medio utilizada (Willadsen et al. 1978).

Cada regresión por sí misma fue altamente significativa. El análisis de varianza entre las diferentes regresiones demostró que la pendiente era similar, pero mostró diferencias ( $P < 0,01$ ) en el tamaño de la reacción producida por el antígeno sin diluir, de la siguiente manera: Saliva=226 mm², H5%BPA=242 mm² y HBSS=124 mm². Estos resultados sugieren la presencia de componentes salivares



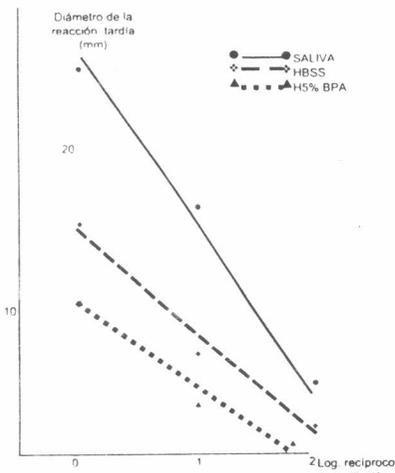
**Figura 7.** Reacciones de hipersensibilidad inmediata producidas en conejos inmunes por los medios usados para alimentar artificialmente garrapatas en el experimento 1. A. Relaciones entre dosis y área de reacción edematosa comparadas a la reacción producida por saliva obtenida por inyección de Dopamina. B. Promedio de las reacciones producidas saliva y medios, sin diluir, comparados con la reacción producida en el conejo control, hay diferencias altamente significativas entre columnas con letras diferentes.

en los medios, con una concentración mayor en H5%BPA, similar a la observada en la saliva obtenida mediante inyección de dopamina.

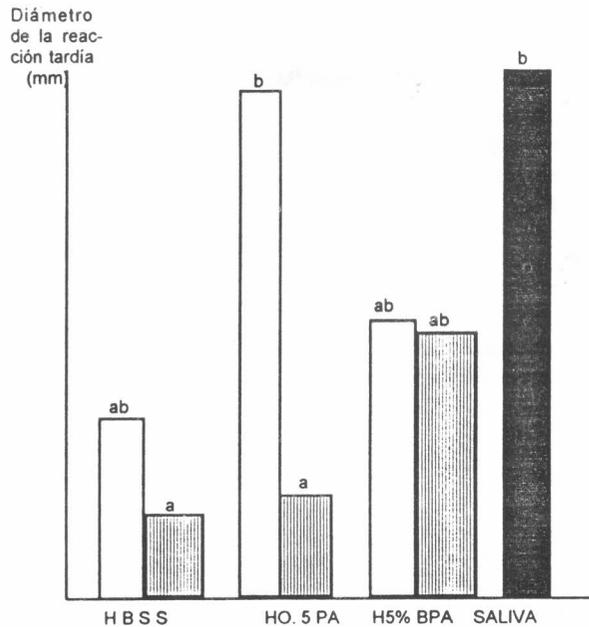
El conejo control (no inmune) desarrolló una ligera reacción a la saliva y a H5%BPA, sugiriendo la presencia de un factor no inmune en la reacción total, como es la presencia de compuestos vasoactivos (Wikel et al. 1978).

Las reacciones producidas por los medios obtenidos del experimento 1, se ilustran en la Figura 7. Estas reacciones presentaron mayor dificultad para su interpretación, ya que sólo dos diluciones fueron evaluadas. En este caso, no todas las regresiones fueron significativas, entonces, las reacciones fueron comparadas mediante un análisis de varianza, el cual demostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los promedios para los diferentes medios. H0,5PA produjo las más fuertes reacciones ( $284 \text{ mm}^2$ ), nivel que no difiere del producido por saliva o H5%BPA.

Las reacciones de eritema e induración producidas por los inóculos, en general fueron más marcadas a las 24 horas post-inoculación. Con los datos obtenidos a las 24 horas se realizaron pruebas de



**Figura 8.** Relación entre la respuesta en la reacción de hipersensibilidad tardía, y la dilución de saliva o medios del experimento 2. La diferencia entre pendientes es significativa ( $p < 0,05$ ) y la diferencia entre constantes es altamente significativa ( $p < 0,01$ ). Los puntos representan los promedios para alérgeno en cada dilución. El conejo control no desarrolló ninguna reacción.



**Figura 9.** Efecto del tipo de medio durante la alimentación artificial, sobre el nivel de reacción de hipersensibilidad retardada desarrollada en conejos sensibilizados por los alérgenos sin diluir. Columnas con diferente letra son diferentes. ( $p < 0,01$ ). El conejo control no desarrolló ningún tipo de reacción.

regresión, de manera similar a como se analizaron las reacciones inmediatas. El análisis de la información procedente del experimento 1 presentó los mismos problemas que los descritos para las reacciones inmediatas.

Las reacciones de hipersensibilidad retardada presentaron un patrón similar al de las reacciones inmediatas (Fig. 8 para el experimento 2 y Fig. 9 para el experimento 1), pero la saliva, obtenida mediante la inyección de dopamina en las garrapatas, produjo reacciones marcadamente diferentes de las producidas por los medios. H0,5%PA produjo niveles mayores de reactividad. El conejo control no desarrolló ningún tipo de reacciones.

Conjugando los resultados de las evaluaciones de las respuestas inmediatas y retardadas se puede afirmar que existen componentes antigénicos tanto en la saliva obtenida mediante inyección de dopamina, como en los diferentes medios en los que las garrapatas fueron alimentadas artificialmente. Estos antígenos desencadenan reacciones de hipersensibilidad inmediata y retardada en conejos inmunes. Ambos tipos de reacciones han sido descritas en animales resistentes a la garrapata (Willadsen et al 1978; Wikel et al. 1978).

Además, se demostró la presencia de factores no inmunes que forman parte de la reacción inmediata, tanto en la saliva como en algunos de los medios utilizados. Se cree que estos son compuestos vasoactivos secretados por la garrapata

para facilitar su alimentación en el huésped (Wikel et al. 1978).

### CONCLUSIONES

Durante estos experimentos se demostró que:

- Garrapatas hembras de *R. appendiculatus*, prealimentadas en conejos, ingieren medios simples ofrecidos en tubos capilares, liberando componentes de la saliva al medio mientras se alimentan.

- Las garrapatas tuvieron un mayor incremento de peso cuando la solución balanceada de sales usada como medio fue adicionada de albumina bovina a una concentración de 5% (peso/volumen). La adición de proteína a la concentración de 0,5% ó del fagoestimulante GSH no produjo cambios en los aumentos de peso.

- Conejos inmunizados a la garrapata, por medio de infestaciones repetidas, desarrollaron reacciones de hipersensibilidad inmediata y tardía a la saliva obtenida mediante la inyección de dopamina a la garrapata. Una reacción similar se encontró en los conejos cuando fueron inoculados con los diferentes medios, después de que las garrapatas se habían alimentado en ellos. El tamaño de la reacción desarrollada demostró un patrón común de reducción a medida que aumenta la dilución del medio, haciendo posible de esta manera estimar la cantidad de alérgenos contenidos en cada medio.

-De esta manera se demostró, que luego de la alimentación artificial de garrapatas en diferentes medios, el medio que contenía albumina bovina a una concentración de 0,5% contenía alérgenos en una cantidad similar a la hallada en la saliva de la garrapata y en mayor cantidad a los alérgenos detectados en el medio adicionado de 5% de proteína o en el medio sin aditivos. A pesar de esto, aún fue posible demostrar componentes salivares en el medio simple sin proteína. La importancia de este hallazgo radica en el hecho de que la purificación de estos componentes de la saliva puede ser menos laboriosa en este medio, así estos se encuentren en menor cantidad.

-Como la alimentación artificial de garrapatas con tubos capilares es un procedimiento muy laborioso, cualquier intento posterior para alimentar artificialmente gran número de garrapatas tratando de obtener secreciones salivares, podría incluir la inducción de la alimentación artificial en membranas colocadas sobre un medio simple, de manera similar a la reportada por Kemp et al. (1975).

## BIBLIOGRAFIA

- ARTHUR, D.R. 1970. Tick feeding and its implications. *Advances in Parasitology* (Estados Unidos) v. 8, p.275-292.
- BAILEY, N.T.J. 1981. *Statistical methods in biology*. 2nd. Ed. London, Hodder & Stoughton. 215p
- BATUNGBACAL, N.R. 1974. The histology of the salivary glands in unfed and feeding *Rhipicephalus appendiculatus*. Roslin, Scotland, Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh. (Thesis M.Sc.).
- BINNINGTON, K.C. 1978. Sequential changes in salivary gland structure during attachment and feeding of the cattle tick *Boophilus microplus*. *International Journal for Parasitology* (Estados Unidos) v.8, p. 97-115.
- ; KEMP, D.H. 1980. Role of tick salivary glands in feeding and disease transmission. *Advances in Parasitology*. (Estados Unidos) v. 18, p. 315-339.
- BURGDORFER, R. 1956. Artificial feeding on ixodid ticks for studies on the transmission of disease agents. *Journal of Infectious Diseases* (Estados Unidos) v. 100, p.212-214.
- EDELSTEN, R.M. 1974. The use of tick colonies in epidemiological studies on the transmission of pathogens. Roslin, Scotland, Centre for Tropical Veterinary Medicine. University of Edinburgh. p.(Thesis M.Sc.).
- GREGSON, J.D. 1957. Experiments on the oral secretion of the Rocky mountain wood tick *Dermacentor andersoni* (Stiles). *The Canadian Entomologist* v.89 no. 1, p. 1-5.
- 1969. Electrical observations of tick feeding in relation to disease transmission. *Second International Congress of Acarology 1967. Proceedings.* p. 329-339.
- 1973. Tick paralysis: An appraisal of natural and experimental data. Canada Department of Agriculture. Monograph No.9.
- KAUFMAN, W.R.; PHILLIPS, J.E. 1973. Ion and water balance in the ixodid tick *Dermacentor andersoni*. I. Routes of ion and water excretion. II. Mechanisms and control of salivary secretion. *Journal of Experimental Biology* (Inglaterra) v.58, p. 523-547.
- ; SAUER, J.R. 1982. Ion and water balance in the feeding tick: mechanisms of tick excretion. En: OBENCHAIN, F.D.; GALUN, R. (Eds.). *Current Themes in Tropical Science. Vol.1. Physiology of ticks.* Oxford, Pergamon Press. p. 213-244.
- KEMP, D.H.; KOUDESTAAL, D.L.; ROBERTS, J.A.; KERR, J.D. 1975. Feeding of *Boophilus microplus* larvae on a partially defined medium through thin slices of cattle skin. *Parasitology* (Inglaterra) v. 70, p. 243-254.
- ; STONE, F.F.; BINNINGTON, K.C. 1982. Tick attachment and feeding: Role of the mouthparts, feeding apparatus, salivary gland secretion and the host response. En: OBENCHAIN, F.D.; GALUN, R. (Eds.) *Current Themes in Tropical Science. Vol.1. Physiology of ticks.* Oxford, Pergamon Press. p. 119-169.
- PURNELL, R.E.; JOYNER, L.P. 1967. An artificial feeding technique for *Rhipicephalus appendiculatus* and the transmission of *Theileria parva* from the salivary secretion. *Nature* (Inglaterra) v. 216, p. 484-485.
- ; BRANAGAN, D.; RAADLEY, D.E. 1969. The use of parasymphomimetic drugs to stimulate salivation on the tick *Rhipicephalus appendiculatus* and the transmission of *Theileria parva* using saliva obtained by this method from infected ticks. *Parasitology* (Inglaterra) v.59, p. 709-718.
- ROITT, I. 1980. *Essential Immunology*. 4 th. Ed. Edinburgh, Blackwell Scientific Publications. 358 p.
- SARD, D.M. 1978. Dealing with data: The practical use of numerical information. (4) displaying data. *Veterinary Record* (Inglaterra) v. 103, p. 26-28.
- SCHLEGER, A.V.; LINCOLN, D.T. 1976. *Boophilus microplus*: Characterization of enzymes introduced into the host. *Australian Journal of Biological Sciences* v.29, p. 482-497.
- TATCHELL, R.J. 1967. A modified method for obtaining tick oral secretions. *Journal of Parasitology* (Estados Unidos) v.53, p. 1105-1107.
- 1969. The ionic regulatory role of the salivary secretion of the cattle tick *Boophilus microplus*. *Journal of Insect Physiology* (Estados Unidos) v. 15, p.1421-1430.
- TILL, W.M. 1961. A contribution to the anatomy and histology of the brown ear tick *Rhipicephalus appendiculatus* (Neumann). *Memoirs of the Entomological Society of Southern Africa* v.6, p.12-27
- WALADDE, S.M.; RICE, M.J. 1982. The sensory basis of tick feeding behaviour. En: OBENCHAIN, F.D.; GALUN, R. (Eds.). *Current Themes in Tropical Science. Vol.1. Physiology of ticks.* Oxford, Pergamon Press. p.71-118.
- ; KEMP, D.H.; RICE, M.J. 1979. Feeding electrograms and fluid uptake measurements of the cattle tick *Boophilus microplus* attached to artificial membranes. *International Journal for Parasitology* (Estados Unidos) v. 9; p.89-96.
- WALKER, A.R.; BROWN, C.G.D.; BELL, L.J.; Mc KELLAR, S.B. 1979. Artificial infection of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* with *Theileria parva*. *Research in Veterinary Science* (Inglaterra) v.26, p. 264-285.
- WIKEL, S.K.; ALLEN, J.R. 1992. Immunological basis of host resistance to ticks. En: OBENCHAIN, F.D.; GALUN, R. (Eds.). *Current themes in tropical science. Physiology of ticks* Oxford, Pergamon Press. p. 169-195.
- ; GRAHAM, J.E.; ALLEN, J.R. 1978. Acquired resistance to ticks: IV. Skin reactivity and in vitro lymphocyte responsiveness to a salivary gland antigen. *Immunology* (Inglaterra) v. 34, p. 257-263.
- WILLADSEN, P. 1980. Immunity to ticks. *Advances in Parasitology* (Estados Unidos) v. 18, p. 293-313
- ; WILLIAMS, P.G.; ROBERTS, J.A.; KERR, J.D. 1978. Responses of cattle to allergens from *Boophilus microplus*. *International Journal for Parasitology* (Estados Unidos) v.8, p.89-95.

## DESARROLLO DE LINEAS DE FRIJOL RESISTENTES AL GORGOJO *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

Carmen Elisa Posso<sup>1</sup>  
César Cardona  
José F. Valor  
Héctor Morales

### RESUMEN

Cuatro variantes electroforéticas de la proteína arcelina, factor antibiótico de resistencia al gorgojo pintado del frijol, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae), fueron transferidos de frijoles silvestres a frijoles cultivados mediante un sistema de retrocruzas. Con este sistema, basado en la combinación de selección mediante un marcador molecular (arcelina) y pruebas de alimentación con el insecto, se desarrollaron líneas avanzadas de frijol, codificadas RAZ, que presentan altos niveles de resistencia al gorgojo y excelentes condiciones agronómicas, comerciales y de calidad proteínica. Las líneas derivadas de cruzas con arcelina 1 presentaron niveles de resistencia similares o superiores a los del testigo resistente; se detectaron niveles intermedios de resistencia en progenies con arcelina 2, mientras que las líneas derivadas de cruzas con arcelina 3 y 4 resultaron susceptibles. Las líneas RAZ con arcelina 1 y 2, resistentes al gorgojo del frijol, serán distribuidas a los programas nacionales de investigación en países de América Latina y África, donde *Z. subfasciatus* constituye una plaga importante del frijol almacenado, con el fin de brindar al agricultor una alternativa de control para esta plaga.

### SUMMARY

By means of a backcross breeding program, high levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae), were transferred from wild bean accessions to bean cultivars. Four variants of arcelin, the antibiosis factor, showed differential effects on the biology of the insect. Thus, arcelin 1-derived lines were highly resistant to the weevil with a level of resistance equal to that of the resistant check. Arcelin 2 lines were intermediate, while lines obtained

from crosses with arcelin 3 and 4 were susceptible. Resistant lines were coded RAZ and will be distributed to national programs in Africa and Latin America where the Mexican bean weevil is an important storage pest.

### INTRODUCCION

Se han detectado niveles de resistencia por antibiosis a los gorgojos del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) y *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) en genotipos silvestres de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) (Schoonhoven et al. 1983). El efecto antibiótico sobre estos bruchidos se manifiesta en una reducción significativa de la emergencia de adultos en los materiales resistentes; alta mortalidad de los primeros instares larvales tardíos y segundos instares tempranos; prolongación sustancial de los días a emergencia de los insectos que sobreviven y reducción del peso y fecundidad de las progenies, siendo los factores responsables de esta resistencia de naturaleza química y presentes en los cotiledones de la semilla (Cardona et al. 1989).

Arcelina, una proteína nueva, ha sido reportada como el factor responsable de la resistencia a *Z. subfasciatus* en genotipos silvestres de *P. vulgaris* (CIAT 1988; Osborn et al. 1988). Esta proteína presenta cinco variantes electroforéticas designadas como arcelina 1, 2, 3, 4, (Osborn et al. 1986) y arcelina 5 (Lioi y Bollini 1989), se hereda como un gen simple, su presencia es dominante a su ausencia (Romero Andreas et al. 1986) y se puede detectar mediante técnicas electroforéticas y serológicas (Fig. 1 y 2).

La caracterización del efecto de arcelina

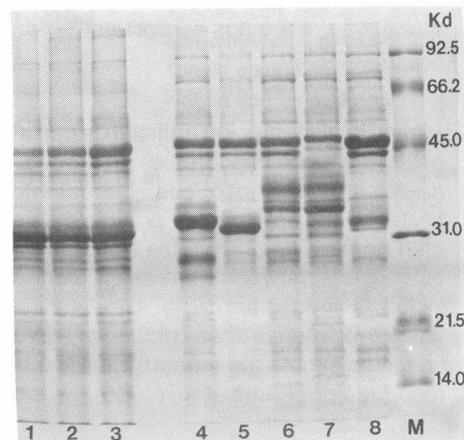


Figura 1. Electroforesis unidimensional (SDS-PAGE) de cinco variantes de arcelina. Líneas 1-3: G 02771 arcelina 5; 4: G 12882 arcelina 1; 5: G 12866 arcelina 2; 6: G 12922 arcelina 3; 7: G 12949 arcelina 4; 8: Pijao; M: marcador de peso molecular. La flecha indica la banda de arcelina 5.

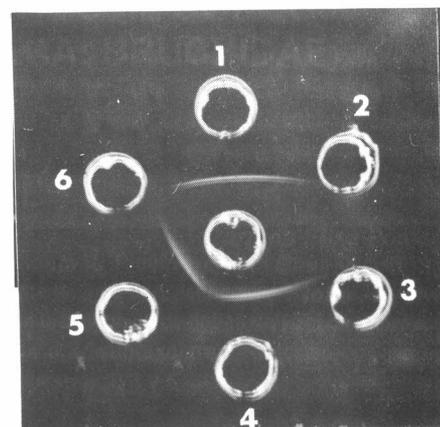


Figura 2. Prueba serológica de Ouchterlony que detecta la presencia de arcelina, utilizada en la obtención de líneas de frijol con resistencia a *Z. subfasciatus*. Reacción positiva en muestras 1, 4 y 5.

1. Programa de Entomología de Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 6713. Cali, Colombia.

sobre **Z. subfasciatus** y el conocimiento genético de su herencia, generaron las bases de un programa de mejoramiento para la obtención de frijoles cultivados con resistencia a esta plaga, el cual se basa en un sistema de retrocruzas y ciclos de selección por la presencia de la proteína, seguidas por pruebas replicadas de alimentación con el insecto (Harmsen et al. 1988; Cardona y Kornegay 1989; Harmsen 1989).

Mediante retrocruzas se han desarrollado en el CIAT cientos de líneas de frijol a partir de cuatro de las variantes electroforéticas de arcelina, con niveles variables de resistencia al insecto. El presente trabajo describe el sistema que se ha desarrollado en el CIAT para la obtención de líneas de frijol resistentes a **Z. subfasciatus**.

## MATERIALES Y METODOS

### Cria masal del insecto y Evaluaciones de Resistencia

Para las evaluaciones de resistencia de materiales silvestres y líneas mejoradas por resistencia a **Z. subfasciatus** se emplearon insectos provenientes de las colonias de cría del laboratorio de Entomología de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Se siguieron las técnicas descritas por Schoonhoven y Cardona (1982) y por Cardona et al. (1989). Se trabajó bajo condiciones ambientales controladas de T=28°C y H.R.=80%. En la mayoría de los casos se infestaron cuatro ó cinco repeticiones de 50 semillas con siete parejas del insecto, randomizadas en un diseño de bloques completos al azar.

Se registraron las siguientes variables: días a emergencia de los adultos, porcentaje de emergencia y porcentaje de semillas con daño 55 días después de la infestación. Los datos se sometieron a análisis de varianza, previa transformación de los porcentajes a arco seno  $x$ . Cuando la prueba de F fue significativa, los promedios se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (SAS Institute 1985).

Para comparar entre tratamientos y discriminar los niveles de resistencia de los genotipos y líneas de frijol evaluadas, se utilizó el siguiente índice de susceptibili-

dad (Is) (Dobie 1974), cuyos valores no fueron analizados estadísticamente:

$$Is = \frac{\log n (\text{progenie/hembra})}{\text{días a emergencia}} \times 100$$

### Técnicas para detectar la proteína

La presencia de arcelina y la identificación de sus cinco variantes se hizo por medio de electroforesis de una dimensión en geles de poliacrilamida (SDS/PAGE), de acuerdo con el método de Laemmli (1970) modificado por Ma y Bliss (1978), utilizando un equipo Hoeffer Scientific Instrument. La relación arcelina/faseolina se estimó mediante un densitómetro laser ultrascan XL (LKB-Bromma).

La arcelina también se detectó por medio de la prueba serológica de inmunodifusión (Ouchterlony 1968) según el método descrito por Garvey et al. (1977). Para la prueba serológica se utilizaron 5  $\mu$ l de cada muestra (15 mg de harina de cada semilla en 200  $\mu$ l del buffer 0,5M NaCl; pH 3,2, suspendida a temperatura ambiente durante 30 minutos) y 5  $\mu$ l del anticuerpo de arcelina 1 ó arcelina 4 para detectar arcelina 1,3 y 4 ó el anticuerpo de arcelina 1 para detectar arcelina 2. Los anticuerpos se obtuvieron en la Universidad de Wisconsin y en la Unidad de Virología del CIAT a partir de la inoculación en conejos blancos New Zealand de arcelinas 1 y 4 puras, para lo cual se hizo una serie de cuatro inyecciones intramusculares a intervalos semanales, inoculando en cada inyección 0,5 ml del antígeno emulsificado en un volumen igual, completo ó incompleto de adyuvante de Freund.

### Metodo de mejoramiento

Debido a que arcelina se hereda como un gen simple dominante (Romero Andreas et al. 1986), se desarrolló el esquema de mejoramiento por el sistema de retrocruzas descrito en la Fig. 3, con el fin de transferir la resistencia de frijoles silvestres a cultivares comerciales. Como padres donantes de resistencia se emplearon los genotipos silvestres G 12882, G 12866, G 12922 y G 12952, seleccionados y purificados por electroforesis por la presencia de arcelina 1,2,3 ó 4, respectivamente. También se utilizaron dos líneas retrocruzadas a frijol Pinto y una línea retrocruzada a la variedad Sanilac obtenidas por Harmsen et al. (1989).

Como padres cultivados se utilizaron frijoles comerciales susceptibles a **Z. subfasciatus**. Por ser tan reciente su descubrimiento (CIAT 1988; Lioi y Bollini 1989), la arcelina 5 no se ha empleado aún en bloques de cruza.

El proceso mostrado en la Figura 3 consistió en seleccionar por la presencia de arcelina, semillas  $F_1$  de primeras retrocruzas y semillas  $F_1$  y  $F_2$  de segundas retrocruzas mediante la prueba serológica de Ouchterlony, seleccionando para la siembra en cada generación las semillas positivas y descartando las negativas. En la  $F_2$  de segundas retrocruzas se sembraron solamente las semillas positivas homocigotas dominantes para la presencia de arcelina; tanto en  $F_1$  como en  $F_2$  de segundas retrocruzas se hicieron selecciones agronómicas en campo. Las progenies  $F_3$  así obtenidas se sometieron al insecto en pruebas replicadas, seleccionando para la siembra las progenies resistentes. Las líneas  $F_4$  también fueron probadas con el insecto en pruebas replicadas y aquellas que resultaron resistentes se codificaron como líneas RAZ.

La ventaja de este sistema de retrocruzas radicó en que al cabo de dos ó tres generaciones se pudo incorporar el gen de la proteína, conservando las características deseables comerciales del genotipo susceptible utilizado como padre recurrente.

### Materiales vegetales

Cinco genotipos silvestres: G 12882, G 12866, G 12922, G 12952 y G 02771, de reacción conocida al insecto (Cardona et al. 1989), se seleccionaron mediante electroforesis por la presencia de las variantes 1,2,3,4 y 5 de arcelina, respectivamente (Fig. 1); las semillas positivas para la presencia de cada variante se multiplicaron bajo condiciones de invernadero (T=28°C; R.H.=75-85%) y se cosecharon en forma masal. Posteriormente se evaluaron por resistencia al insecto y se compararon con el testigo comercial, Calima, en una serie de cuatro experimentos de cinco repeticiones por experimento, según la metodología de evaluación descrita anteriormente.

También se probaron por resistencia al insecto las generaciones  $F_3$  y  $F_4$  de 118

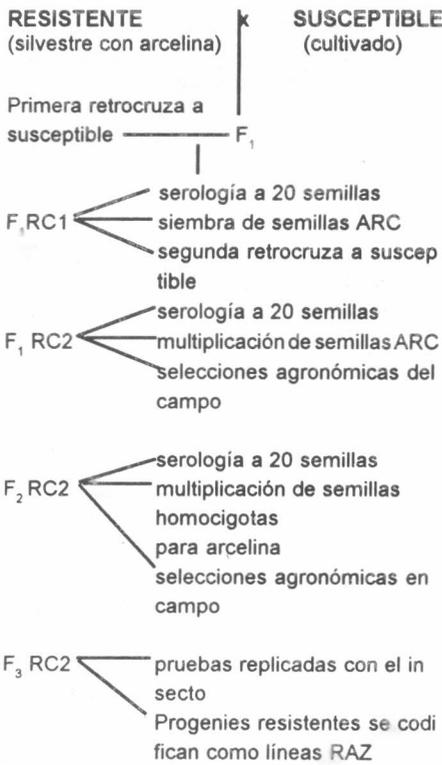


Figura 3. Esquema de mejoramiento para la obtención de líneas de frijol con resistencia a *Z. subfasciatus*.

líneas mejoradas obtenidas con las diferentes variantes de arcelina por el sistema de mejoramiento descrito. En cada ocasión, las líneas se probaron en tres ó cuatro repeticiones de 50 semillas infestadas con siete parejas por repetición. Se emplearon como testigos el genotipo silvestre G 12952 (resistente) y la variedad Pijao (susceptible). Se hizo el análisis combinado de varianza con cada una de las variantes de arcelina.

Las diez mejores líneas RAZ, derivadas de cruces con arcelina 1, se evaluaron en tres y cuatro repeticiones durante cuatro generaciones consecutivas para registrar, además del porcentaje de emergencia de *Z. subfasciatus* y los días a emergencia de adultos, el porcentaje de semillas dañadas 55 días después de la infestación. Para evaluar sus características agronómicas, las diez líneas fueron sembradas en lotes experimentales del CIAT (T=24°C; H.R.=80%) durante tres semestres consecutivos (88A-89A-89B) con el fin de registrar el color y tamaño de la semilla, los hábitos de crecimiento, los días a floración y los rendimientos. Como

testigo comercial se sembró la variedad Pijao.

**Determinación de calidad culinaria**

Para evaluar la calidad culinaria de las 10 líneas RAZ mencionadas y el correspondiente testigo comercial, se determinó el tiempo de cocción medio en un cocinador Mattson modificado. Este método requirió 25 semillas de cada línea RAZ y el tiempo medio de cocción se determinó como aquel en el que las agujas del cocinador penetraron el 50% de los granos probados.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Evaluación de cinco variantes Electroforeticas de Arcelina en Genotipos Silvestres de P. vulgaris**

En la evaluación de cinco genotipos silvestres purificados por la presencia de cada variante electroforética de arcelina (Fig. 1) se obtuvo que estos genotipos fueron resistentes en comparación con el testigo susceptible Calima, pero con efectos diferentes de cada variante en la biología de *Z. subfasciatus* (Tabla 1). El genotipo G 02771 (arcelina 5) confirió el más alto nivel de resistencia, expresado por el menor porcentaje emergencia y el mayor número de días a emergencia de adultos, respecto a las otras variantes, con un índice de susceptibilidad negativo (-0,3) que implica la incapacidad de las colonias de *Z. subfasciatus* de sobrevivir en este material. De acuerdo con este índice, el genotipo G 12952 (arcelina 4) también presentó altos niveles de resistencia, seguida por G 12882 (arcelina 1) y G 12866 (arcelina 2). La variante arcelina 3, presente en el genotipo G 12922, confirió el más bajo nivel de resistencia al insecto, pues presentó el más alto porcentaje de emergencia y el menor número de días a emergencia (Tabla 1).

**Evaluación de Líneas de Frijol derivadas de cuatro variantes Electroforeticas de Arcelina**

El análisis combinado de varianza para las líneas con arcelina 1,2,3,4 mostró diferencias significativas entre las fuentes de resistencia (Tabla 2), ya que las líneas avanzadas derivadas de arcelina 1 resultaron altamente resistentes a *Z. subfasciatus* al reducir drásticamente la

emergencia de adultos y prolongar significativamente los días a emergencia en comparación con el testigo susceptible. Las líneas obtenidas de cruces con el genotipo de la variante arcelina 2 fueron significativamente inferiores al testigo resistente respecto a los parámetros evaluados, pero también resultaron resistentes en comparación con Pijao. De acuerdo con el índice de susceptibilidad, arcelina 1 confiere altos niveles de resistencia y arcelina 2 niveles intermedios.

Las líneas con arcelina 3 (Tabla 2) fueron susceptibles a *Z. subfasciatus* y presentaron valores muy similares a los del testigo susceptible, razón por la cual esta variante fue descartada para propósitos de mejoramiento. Sorpresivamente, la variante arcelina 4 no dio los niveles de resistencia que se esperaban de ella, ya que 25 líneas seleccionadas a partir de esta variante resultaron susceptibles a *Z. subfasciatus*, aún cuando al comparar los días a emergencia de adultos de estas líneas se registró una ligera prolongación significativa respecto al testigo susceptible. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Harmsen (1989), quien tampoco obtuvo niveles de resistencia en líneas derivadas de arcelina 4.

Para tratar de explicar las razones por las cuales se pierden los niveles de resistencia presentes en la arcelina 4 (Tabla 1) y debido a que existe respuesta significativa a la dosis de arcelina (Osborn et al. 1988; Cardona et al. 1989), se estudió la posibilidad de que concentraciones bajas de la proteína en estas líneas fueran la causa de los bajos niveles de resistencia al insecto. Para ello, se gráfico la relación arcelina/faseolina de cada línea con arcelina 4 y del respectivo padre silvestre, contra los valores del índice de susceptibilidad. Se encontró que todas las líneas con arcelina 4 mostraron bajas concentraciones de la proteína y altos niveles de susceptibilidad a diferencia del padre, el cual mostró valores altos de arcelina y baja susceptibilidad al insecto. Actualmente, se está estudiando la estructura molecular de las variantes de arcelina para tratar de explicar por qué la concentración de la proteína disminuye en las progenies con arcelina 4, expresándose en niveles de susceptibilidad. Tal como lo demostraron Osborn et al (1986), las variantes 1,2 y 3 no presentan polipéptidos comunes, mientras que las variantes 3 y

4 parecen tener similitud estructural, lo cual podría ser una explicación para la ineffectividad de los padres que contienen arcelina 4.

Según el análisis combinado (Tabla 2), los más altos niveles de resistencia a *Z. sbfasciatus* se obtuvieron a partir de padres con arcelina 1; padres con arcelina 2 confirieron niveles intermedios de resistencia y padres con arcelina 3 y 4 mostraron susceptibilidad.

### Evaluación intensiva de Líneas de Frijol con Arcelina 1

Debido a que los más altos niveles de resistencia a *Z. sbfasciatus* se obtuvieron de líneas derivadas con arcelina 1, se desarrollaron numerosas líneas avanzadas a partir de esta variante. En la Tabla 3 se presentan los resultados de la evaluación entomológica de las diez mejores líneas seleccionadas, codificadas RAZ. Todas presentaron porcentajes de emer-

gencia iguales al testigo resistente G 12952 y prolongaron significativamente los días a emergencia del insecto con respecto al testigo susceptible, pero menos que el testigo resistente G12952. En comparación con Pijao, todas las líneas con arcelina 1 fueron significativamente superiores en términos de porcentaje de emergencia, días a emergencia y los respectivos índices de susceptibilidad. Otro aspecto importante para destacar en estas líneas radica en el hecho de que 55 días después de infestadas presentaron un porcentaje de daño menor o similar al del testigo resistente (Tabla 3) y fueron significativamente superiores al testigo susceptible, Pijao, el cual alcanzó valores de porcentaje de daño cercanos al 100%.

**Tabla 1.** Efecto de cinco variantes electroforéticas de arcelina sobre la biología de *Z. sbfasciatus*<sup>1)</sup>.

Genotipo	Variante de arcelina	Porcentaje de emergencia	Días a emergencia de adultos	Índice de susceptibilidad <sup>2</sup> (Is)
G12882	1	9,3 d	51,0 c	1,0
G12866	2	20,5 c	48,8c	2,3
G12922	3	79,5 b	42,0 d	7,7
G12952	4	8,4de	70,0 a	0,8
G02771	5	4,0 e	64,6 b	- 0,3
Calima	-	94,0 a	32,9 e	10,7

1) Promedio de cuatro evaluaciones y cinco repeticiones por evaluación. En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 1% (Duncan)

$$Is = \frac{\log n (\text{progenie/hembra})}{\text{días a emergencia}} \times 100$$

**Tabla 2.** Resistencia a *Z. sbfasciatus* en líneas de frijol seleccionado por la presencia de cuatro variantes de arcelina.

Variante de arcelina en padre donante	Porcentaje de emergencia	Días a emergencia de adultos	Índice de susceptibilidad <sup>2</sup>
<b>Líneas Mejoradas</b>			
1	3,5 e <sup>1)</sup>	51,2 b	0,3
2	33,2 c	42,3 c	4,5
3	83,8 b	32,2 d	9,6
4	92,1 ab	40,9 c	7,9
<b>Testigos</b>			
G12952 (resistente)	9,2 d	62,3 a	0,9
Pijao (susceptible)	97,2 a	33,5 d	10,0

1) Promedio de cuatro evaluaciones y cinco repeticiones por evaluación. En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 1% (Duncan)

$$Is = \frac{\log n (\text{progenie/hembra})}{\text{días a emergencia}} \times 100$$

Aparte de los aspectos entomológicos favorables, estas líneas presentaron buenas características agronómicas (Tabla 4), expresados en tamaños y colores de granos comerciales con características deseables para diferentes tipos de consumidores. Cuando se sembraron durante tres semestres consecutivos presentaron hábitos de crecimiento arbustivo y días a floración comparables con los del testigo comercial, Pijao; produjeron también altos rendimientos, en la mayoría de los casos superiores al testigo en mención. Además, tuvieron características favorables de aceptabilidad, pues registraron bajos tiempos de cocción con un rango de 16 minutos en RAZ 2, que representa un frijol blando, a 23 minutos en RAZ 5 y RAZ 10, valores normales para el frijol, e inferiores a los del testigo comercial (Tabla 4).

Como la obtención de estas líneas con resistencia al gorgojo del frijol se ha logrado por la transferencia de arcelina a frijoles cultivados y debido a que ésta es una proteína nueva, se consideró indispensable hacer evaluaciones biológicas para establecer posibles efectos tóxicos en mamíferos. Los resultados obtenidos en la Universidad de Michigan, el Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá (INCAP), la Universidad de Durham y el CIAT indican que no existen problemas toxicológicos, ya que se trata de una proteína lábil que se degrada cuando el frijol es cocinado.

Los resultados descritos indican que es posible obtener en frijol almacenado, al-

**Tabla 3.** Niveles de susceptibilidad y de daño en líneas de frijol mejoradas por resistencia a *Z. subfasciatus*. Datos promedio de cuatro evaluaciones consecutivas en tres y cuatro repetición por evaluación.

Genotip	Porcentaje de emergencia	Días a emergencia de adultos	Indice de susceptibilidad <sup>1)</sup>	Porcentaje de semillas dañadas 55 DDI <sup>2)</sup>
<b>Líneas mejoradas</b>				
RAZ 1	1,8 b <sup>3)</sup>	53,0 bc	- 1,3	13,4 bc
RAZ 2	2,5	53,9 b	- 0,8	9,4 bc
RAZ 3	3,2 b	51,8 bc	- 0,7	11,0 bc
RAZ 4	2,9 b	53,8 b	- 0,5	12,3 bc
RAZ 5	3,4 b	48,5 c	- 0,4	11,2 bc
RAZ 6	4,3 b	50,1 bc	- 0,2	13,6 bc
RAZ 7	3,8 b	49,5 bc	0,07	21,0 b
RAZ 8	4,1 b	51,2 bc	0,06	16,3 bc
RAZ 9	4,0 b	50,2 bc	0,3	14,8 bc
RAZ 10	4,7 b	50,8 bc	0,3	17,5 bc
<b>Testigo</b>				
G12952	5,4 b	60,2 a	0,7	11,4 bc
Pijao	99,4 a	34,4 d	9,3	97,1 a

1) 
$$I_s = \frac{\log n \text{ (progenie/hembra)}}{\text{días emergencia}} \times 100$$

2) DDI=Días después de infestación.

3) En cada columna, los promedios seguidos por la misma letra no difieren significativamente al nivel del 1% (Duncan).

tos niveles de protección contra *Z. subfasciatus* cuando se mejora para resistencia con padres donantes de arcelina 1 y que el esquema de mejoramiento genético implementado permitió obtener líneas con las características comerciales deseables de los padres recurrentes utilizados.

**BIBLIOGRAFIA**

CARDONA, C.; POSSO, C.E.; KORNEGAY, J.; VALOR, J.; SERRANO, M. 1989. Antibiosis effects of dry wild bean accessions on the Mexican weevil and the bean weevil (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Economic Entomology* (Estados Unidos) v.82, p. 310-315.

-----; KORNEGAY, J. 1989. Uso de *Phaseolus vulgaris* silvestres para mejorar frijol por resistencia a los brúchidos. En: BEEDE, S. (ed.). *Temas Actuales de Mejoramiento Genético de Frijol Común*. Cali, CIAT. p. 94-103. (Documento de Trabajo No. 47).

CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL. 1988. Informe Anual 1987. Programa de Frijol, CIAT. Cali, CIAT. p. 143-161. (Documento de Trabajo No. 47).

DOBIE, P. 1974. The laboratory assessment of the inherent susceptibility of maize varieties to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Hostsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* (Estados Unidos) v.10, p.183-197.

**Tabla 4.** Características agronómicas y de calidad culinaria de líneas de frijol mejoradas por resistencia a *Z. subfasciatus*.

Genotipo	Color de Semilla	Peso g/100 semillas	hábito de crecimiento	Días a floración	Rendimiento (Kg/ha)	Tiempo de cocción (minutos)
RAZ 1	Blanco	18,3	I <sup>1)</sup>	34	2836	21,5
RAZ 2	Blanco	20,0	II	32	2380	16,0
RAZ 3	Crema	25,1	III	31	2453	22,5
RAZ 6	Crema jaspeado	30,0	II	34	2490	21,0
RAZ 7	Blanco	21,0	I	32	3740	17,0
RAZ 8	Crema jaspeado	23,0	II	34	3277	22,0
RAZ 9	Rosado	34,3	II	34	3088	21,0
RAZ 10	Crema y rosado	27,0	II	34	3211	23,0
Pijao	Negro	21,4	II	35	2389	23,5

- GARVEY, J.S.; CREMER, N.E.; SUSSDORF, D.H. 1977. Gel diffusion. In: Methods in Immunology. 3rd. ed. New York, Addison Wesley Publ. Co. p.313-327
- HARMSSEN, R. 1989. Bruchid resistance and agronomic traits of cultivated bean lines (*Phaseolus vulgaris*) containing arcelin seed protein alleles from wild beans. Madison, University of Wisconsin. 135 p. (Ph.D. Thesis.)
- ; BLISS, F.A.; CARDONA, C.; POSSO, C.E.; OSBORN T.C. 1988. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. En: Annual Report. Bean Improvement Cooperative v. 31, p. 54-55.
- LAEMMLI, V.K. 1970. Cleavage of structural protein during assembly of the head of bacteriophage T4. Nature (Inglaterra) v.22, p. 680-685.
- LIOI, L.; BOLLINI, R. 1989. Identification of a new arcelin variant in wild bean seeds. En: Bean Improvement Cooperative. v.32, p.28.
- Ma, L.; BLISS, F.A. 1978. Seed proteins of common bean. Crop Science (Estados Unidos). v. 18, p. 431-437.
- OSBORN, T.C.; BLAKE, T.; GEPTS, P.; BLISS, F.A. 1986. Bean arcelin 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. Theoretical and Applied Genetics (Alemania) v.71, p. 847-855.
- ; ALEXANDER, D.C.; SUN, S.S.; CARDONA, C.; BLISS, F.A. 1988. Insecticidal activity and lectin homology of arcelin seed protein. Science (Estados Unidos) v.240, p. 207-210.
- OUCHTERLONY, O. 1968. Handbook of Immunodiffusion and Immunoelectrophoresis. Ann Arbor, MI., Ann Arbor Science Publishers 125p.
- ROMERO ANDREAS, J.; YANDELL, B.S.; BLISS, F.A. 1986. Bean arcelin 1. inheritance of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. and its effects on seed composition. Theoretical and Applied Genetics (Alemania) v. 72, p. 123-128.
- SAS INSTITUTE INCORPORATED. 1985. SAS user's guide: Statistics. 5 ed. Cary, N.C., SAS Institute, 956p.
- SCHOONHOVEN, A. VAN; CARDONA, C. 1982. Low levels of resistance to Mexican bean weevil in dry beans. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 75, p. 567-569.
- ; VALOR, J. 1983. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in noncultivated common bean accessions. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 76, p. 1255-1259.

## IMPACTO ECOLOGICO DE LA HORMIGA LOCA, *Paratrechina fulva* (Mayr), EN EL MUNICIPIO DE CIMITARRA (SANTANDER)

Ingeborg Zenner de Polanía<sup>1</sup>  
Orlando Martínez Wilches<sup>2</sup>

### RESUMEN

La importancia económica de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae), como plaga casera y de animales domésticos, e indirectamente como plaga agrícola y causante de problemas sociales, es bien conocida. Sin embargo, se desconoce su impacto sobre la fauna nativa de las áreas invadidas por ella, especialmente sobre otras hormigas. Con el propósito de proveer información básica sobre estos aspectos se realizaron colecciones y observaciones de insectos y de algunos vertebrados durante cuatro épocas, en el lapso de un año, en el municipio de Cimitarra (Sant.). Para efectos de muestreo se dividió el área en dos estratos ecológicos, dentro de cada estrato se escogieron cuatro localidades y dentro de cada localidad tres sitios, correspondientes a área libre, borde de la invasión y completamente colonizado por *P. fulva*. Los datos así obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de dos vías, pruebas de Duncan y el cálculo del índice de Shannon para la diversidad y riqueza de especies. Se encontró que la invasión de la hormiga loca afecta en forma notoria la fauna local, disminuyendo la riqueza original de especies en un 94,74%. Del total de 38 especies de hormigas encontradas, sólo *Monomorium floricola* (Jerdon) y *Dolichoderus diversus* Emery, sobreviven en las zonas colonizadas. Siete especies de otros insectos del suelo, la culebra rabo de ají, *Micrurus* sp., y tres especies de lagartijas, presentes en áreas libres, fueron desplazadas totalmente por *P. fulva*. El

índice de diversidad de hormigas calculado en 0,763318 para áreas libres disminuyó a 0,008795 para áreas invadidas. En general, los resultados señalan la amenaza seria que constituye la hormiga loca para la biodiversidad de artrópodos y vertebrados que habitan dentro o sobre el suelo en un área dada y permiten deducir que la invasión ocasiona cambios ecológicos reversibles a muy largo plazo.

### SUMMARY

The economic importance of the "hormiga loca", as a pest of household, domestic animals and indirectly of agriculture, and as the cause of social problems, is well documented. Its impact on the native fauna of the invaded areas, specially on other ants, is however unknown. To determine this aspect, collections and observations of insects and some vertebrates were carried out during four periods in one year, at the municipality of Cimitarra (Santander, Colombia). For sampling purposes the area was divided into two ecological strata; within each, four localities were chosen and within each locality three collection sites were selected, corresponding to area free of *P. fulva*, border of invasion and completely colonized. The data obtained were submitted to a two-way ANOVA, Duncan's multiple range test, furthermore the Shannon's index of species diversity and richness was calculated. The results showed that the local fauna is evidently affected by the invasion of the "hormiga loca", decreasing the original species richness in 94.74%. Of a total of 38 ant species found, only *Monomorium floricola* (Jerdon) and *Dolichoderus diversus* Emery, survive in colonized areas. Seven soil inhabiting insect species, the poisonous snake *Micrurus* sp. and three species of lizards present in *P. fulva* free areas, were totally displaced. The diversity index of ant species calculated of 1.763318 for the *P. fulva* free areas, decrease to 0.008795 for invaded areas. As a whole, these data indicate the serious threat the "hormiga loca" constitutes to the biodiversity of arthropods and vertebrates living within and on the soil surface in a given area, and inclusive allow the inference that the invasion causes ecological changes, only revertible on a very long term base.

### INTRODUCCION

Una de las más recientes introducciones deliberadas de la hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae), del norte del Brasil a Colombia, fue la efectuada en 1985 a explotaciones madereras de la región del Carare-Opón en Santander, con el fin de destruir culebras venenosas que afectaban al personal de campo. Se desconoce su eficiencia, ya que no fue factible establecer el sitio exacto del campamento, pero se asume que la hormiga cumplió su cometido como ocurrió en otras partes del país.

En 1988, la hormiga había colonizado varias fincas del municipio de Cimitarra (Sant.), a donde fue llevada accidentalmente en cargamentos de madera, tierra y material vegetal. De un área inicial invadida de sólo 5 ha en ese entonces, en febrero de 1990, con y sin la "ayuda" del hombre, el área afectada ya ascendía a 5.000 ha.

La importancia económica de *P. fulva* como plaga casera y de animales domésticos, e indirectamente como plaga agrícola y causante de problemas sociales es bien conocida (Zenner-Polanía 1990a; 1990b; Zenner de Polanía y Ruíz Bolaños 1982, 1983); igualmente se tienen observaciones acerca de su relación simbiótica con otros artrópodos (Zenner de Polanía y Ruíz Bolaños 1985), pero se desconoce el impacto sobre la fauna nativa local en el área colonizada por ella y la posible influencia de este impacto sobre la flora.

La gran mayoría de las especies animales y vegetales introducidas a áreas nuevas tienen efectos menores sobre las comunidades ya existentes o no se establecen; sin embargo, algunas especies

\* I.A., M.Sc. Ph.D. Investigación Básica Agrícola Entomología, ICA. Apartado Aéreo 151123 Eldorado. Bogotá, D.E. Colombia.

2. I.A., M.Sc. Ph.D. Profesor asociado Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia. D. E.

exóticas alteran considerablemente la estructura de la comunidad (Elton 1958). Entre los insectos, las hormigas son consideradas las especies invasoras más ubicuas y destructivas. Zimmerman (1970), citado por Lubin (1984), documenta los cambios drásticos que sufrió la fauna invertebrada de los bosques bajos de las islas de Hawai a causa de la introducción de la hormiga de origen africano, **Pheidole megacephala** (Fabricius) (Myrmicinae): una drástica reducción en la diversidad de especies, acompañada de la extinción de especies endémicas. La hormiga argentina, **Iridomyrmex humilis** Mayr (Dolichoderinae), puede tomarse como otro ejemplo. Llevada accidentalmente, entre otros Estados de los Estados Unidos, a California hace más de 80 años, ahora se encuentra no sólo en habitats perturbados, sino también en bosques ribereños naturales, donde ha reducido considerablemente la riqueza de especies. Entre las hormigas nativas de estas zonas ecológicas, las que buscan el alimento sobre la superficie del suelo son más susceptibles a ser desplazadas que las especies arbóreas (Ward 1987).

Otra hormiga, introducida accidentalmente a los Estados Unidos, la hormiga del fuego, **Solenopsis invicta** Buren (Myrmicinae), fuera de tener consecuencias funestas, tanto agrícolas como urbanas, ha originado desbalances ecológicos, alterando la abundancia y diversidad de artrópodos nativos. En zonas infestadas por ella, la riqueza de especies de hormigas disminuyó en un 70%; el efecto más dramático de esta invasión fue sin embargo un aumento de 10 a 30 veces del número total de hormigas, de las cuales más del 99% correspondió a **S. invicta** (Porter y Savignano 1990).

La introducción accidental de plagas de plantas y animales a las islas Galápagos ha causado cambios dramáticos en la composición y diversidad de especies en las islas. Entre estas plagas resaltan la hormiga pequeña del fuego, **Wasmannia auropunctata** (Roger) (Myrmicinae) y la hormiga del fuego tropical, **Solenopsis geminata** (Fabricius) (Myrmicinae). A

causa de la presencia de la primera, 17 de los 28 géneros de hormigas nativas fueron afectadas de una u otra manera; **Wasmannia** redujo además la densidad de la población y eliminó a tres especies de arácnidos (Lubin 1984). **S. geminata** no sólo afecta los habitantes de la isla, sino que también causa serios problemas en la Estación Experimental "Charles Darwin", donde ataca huevos de tortugas y tortugas débiles (Williams, D.F., información personal<sup>1</sup>).

En el presente trabajo se analizan cuantitativa y cualitativamente el efecto de la invasión de la hormiga loca, **Paratrechina fulva**, sobre algunos componentes de la fauna nativa del área de Cimitarra (Sant.). El estudio se hizo con énfasis en otras hormigas, pero también se tuvieron en cuenta algunos insectos del suelo y

vertebrados como culebras y lagartijas. Igualmente, se estima el impacto que sobre la ecología de la región podría tener en el futuro la eliminación de un sinnúmero de especie males.

### MATERIALES Y METODOS

Los datos de este estudio se obtuvieron en el lapso de un año (Marzo 1989-Febrero 1990), durante el cual se realizaron cuatro visitas al municipio de Cimitarra (Sant.), con una duración total de mes y medio de trabajo de campo. Cimitarra, situado en el Magdalena Medio, tiene una altura sobre el nivel del mar de 200 m, una temperatura media de 30°C y una precipitación anual de 3.833 mm.

Para fines de muestreo, el área se dividió en dos estratos ecológicos: el E-I corres-

Escala: 1:600.000

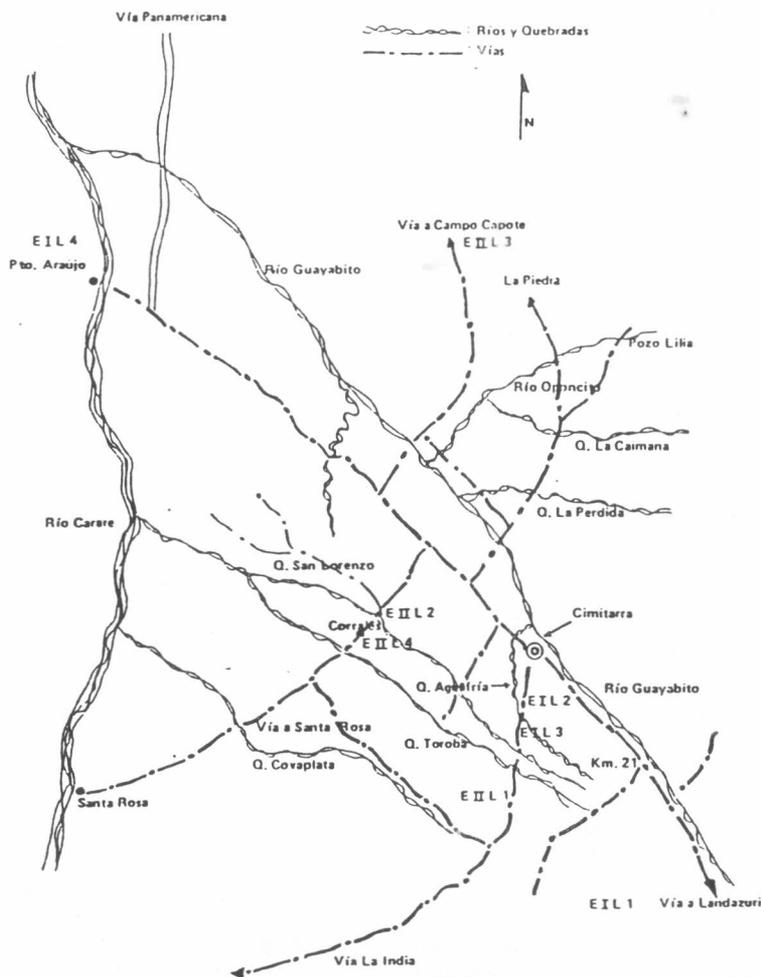


Figura 1. Detalles de la localización del municipio de Cimitarra y de los sitios de muestreo (E: estrato; L: localidad) (Fuente: IGAC).

\* Medical and Veterinary Entomological Research Laboratory, Gaines, Florida.

ponde a terreno ondulado con bosque primario que rodea cultivos perennes como cacao con sombrío natural y plátano, y el E-II a terreno plano convertido en potreros que contiene islas de bosques primarios y secundarios. Dentro de cada estrato se escogieron cuatro localidades (L) y dentro de cada localidad, tres sitios correspondientes a los niveles de infestación de la hormiga loca: libre, borde de la invasión y completamente colonizado (Fig. 1).

La toma de muestras de hormigas y otros insectos se realizó en forma directa sobre el suelo, la vegetación baja, árboles caídos y sobre troncos hasta una altura de metro y medio. Simultáneamente, se tomaron notas acerca de sus hábitos y comportamiento. Todos los especímenes recogidos en tres horas, durante cada una de las cuatro visitas a cada localidad y nivel de infestación, se guardaron en frascos con alcohol del 70%. Igualmente se contabilizó el número total de culebras y lagartijas que se logró observar. Bajo condiciones de laboratorio se separaron las especies encontradas, contando el número total de especímenes de cada especie. Un número adecuado de especímenes de cada especie se montó y tiqueteó debidamente, y una vez identificado se depositó en la CTN "Luis María Murillo" del ICA en el Centro de Investigación "Tibaitatá", en Mosquera (Cund.).

Para la identificación de las hormigas se utilizó la "Clave para la determinación de los géneros de hormigas neotropicales" (Baroni-Urbani 1983), y la comparación con especies ya determinadas de la CTN "Luis Ma. Murillo". Igualmente se contó con la colaboración de taxónomos, así: Dr. D.R. Smith, SEL, PSI, USDA de las especies de *Cyphomyrmex*, *Solenopsis* (*Diplorhoptum*), *Dolichoderus*, *Monomorium*, *Pachycondyla* y *Conomyrma*; Dr. Ph. S. Ward, Universidad de California, Davis, de las especies de *Pseudomyrmex* y Dr. E. O. Wilson, Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts, de las especies del género *Pheidole*. A ellos se expresa aquí la gratitud por su decidida colaboración.

Los datos así obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de dos vías (estrato, nivel) con la transformación de los datos a  $\sqrt{x}$ ; también se realizó la

prueba de Duncan para determinar la posible diferencia existente entre las especies encontradas en los dos estratos y los tres niveles de infestación.

Finalmente, y para obtener el índice de diversidad de las especies, se utilizó el índice de Shannon para la diversidad general:  $H = -\sum (ni/N) \log(ni/N)$  ó  $-\sum Pi \log Pi$ , donde  $Pi$  corresponde a la probabilidad de importancia para cada especie =  $ni/N$ ;  $ni$  = valor de importancia para cada especie;  $N$  = total de los valores de importancia.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Hormigas:**

La fauna nativa de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la zona de Cimitarra (Sant.) puede considerarse extremadamente rica. Se encontraron en total 21 de los 98 géneros registrados por Brown (1973) para el Neotrópico norte o sea Colombia y países vecinos. El total de especies colectadas fue de 38, sin incluir las hormigas con hábitos netamente arbóreos y las especies nocturnas, las

cuales no fueron muestreadas. De estas 38 especies, sólo la diminuta hormiga *Monomorium floricola* (Jerdon) (Myrmicinae) resistió la fuerza desplazadora de *P. fulva* y convive con ella aparentemente en forma normal; tiene hábitos semiarbóreos y se colectó sobre el tronco de un guayabo; su supervivencia puede deberse tanto a su tamaño como a su forma de vida; siempre se encontró en terreno completamente invadido por la hormiga loca. Otra hormiga, *Dolichoderus diversus* Emery (Dolichoderinae) también convive con la hormiga loca; construye sus nidos en hojas de cacao enrolladas y selladas con hilo de seda, lo cual proporciona a la cría una protección perfecta; estos nidos son además defendidos por las obreras, las cuales causan mordeduras dolorosas con sus mandíbulas.

Ninguna otra especie de hormiga fue encontrada en territorio completamente colonizado por *P. fulva*, lo cual se refleja en las Figuras 2,3 y 5, donde se representa gráficamente la diversidad de especies y la población de hormigas de las subfamilias Myrmicinae, Ponerinae, Pseudomyrmecinae, Dorylinae, Formicinae y

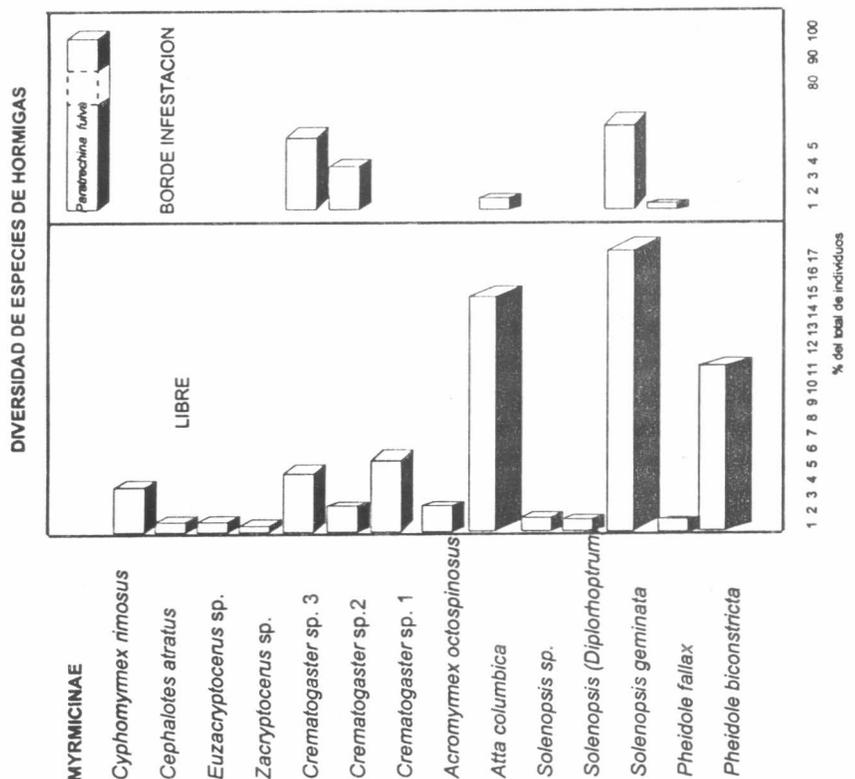


Figura 2. Composición de especies de hormigas de la subfamilia Myrmicinae colectadas en áreas libres y en el borde de infestación de *Peratrechina fulva*. Cimitarra (Sant.) 1989-1990.

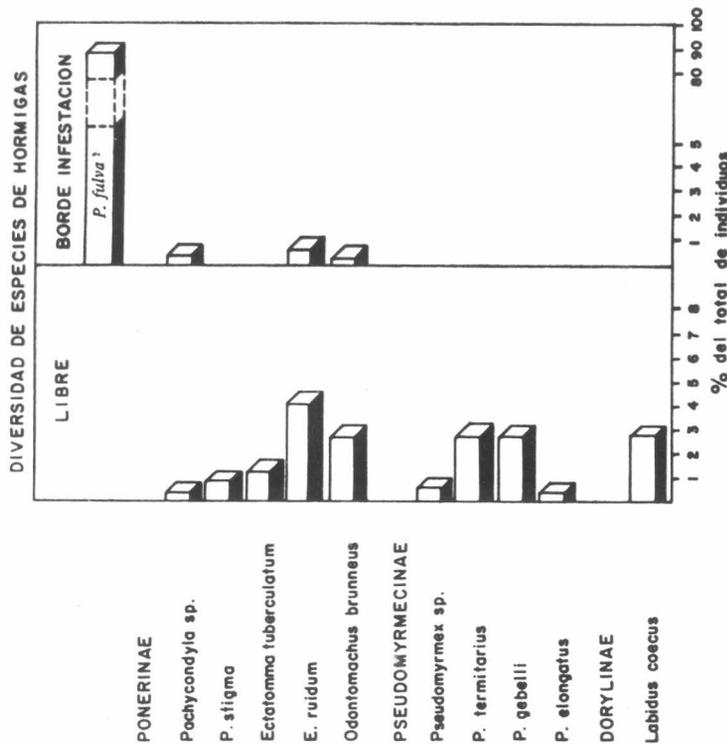


Figura 3. Composición de especies de hormigas de las subfamilias Ponerinae, Pseudomyrmecinae y Dorylinae colectadas en áreas libres y en el borde de infestación de *P. fulva*. Cimitarra (Sant.) 1989 - 1990.

Dolichoderinae, encontradas en territorio libre y en el borde de la infestación por la hormiga invasora. Lo encontrado en el tercer nivel de infestación, o sea "completamente colonizado" por *P. fulva*, no se incluye en las gráficas, ya que fuera de la especie invasora y de las dos especies mencionadas no se encontró ninguna de las otras hormigas. En vista de que en el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones de las especies de hormigas encontradas en los estratos ecológicos muestreados, en las gráficas se unieron los datos obtenidos en estos dos estratos. Los análisis mostraron claramente que hubo diferencia altamente significativa entre los niveles de infestación por hormiga loca en cuanto a diversidad de especies y a la población de especies dentro de cada nivel. Las barras en las figuras indican el porcentaje del total de individuos encontrados de cada especie.

Al analizar la Figura 2 se ve que sólo cinco de las 14 especies nativas de la subfamilia Myrmicinae encontradas en el área libre comparten el territorio con la hormiga loca en el borde del área invadida, y en número reducido en comparación con el área

libre. La última en desaparecer es la pitucha u hormiga ladrona, *Solenopsis geminata* (Fabricius), que posee hábitos alimenticios similares a los de *P. fulva* y construye nidos subterráneos; a su vez es la hormiga predominante en el área libre y es considerada entre las más agresivas y abundantes, ante todo en ecosistemas perturbados.

El comportamiento de los tres géneros de Attini, *Cyphomyrmex*, *Acromyrmex* y *Atta* es variable; en las zonas libres predomina la hormiga arriera *A. columbica* Guérin, la cual todavía existe en población muy escasa en el borde de la invasión, pero ya no ocupa los nidos. *Acromyrmex octospinosus* (Reich), la otra arriera, es rara en la zona y desaparece tan pronto se inicia la invasión de *P. fulva*. *C. rimosus* (Spinola) es una de las especies poco conocidas de Attini; cultiva hongos imperfectos utilizando excrementos de insectos como sustrato (Wilson 1971). Las tres especies anidan en el suelo y se ha observado que la hormiga loca utiliza sus crías como alimento proteico.

Las hormigas *Crematogaster* spp., aun-

que compiten con *P. fulva* por las secreciones azucaradas producidas por los homópteros que atienden, se defienden hasta cierto punto, ya que anidan en árboles, contrario a la hormiga loca que lo hace dentro o sobre el suelo. Otra especie abundante en terreno libre de *P. fulva* es *Pheidole biconstricta* Mayr, la cual anida en el suelo y compete con la hormiga loca por sustancias azucaradas.

Desde el punto de vista agrícola, el desplazamiento por *P. fulva* de las especies de la subfamilia Myrmicinae podría considerarse benéfico. Muchas de ellas atienden y defienden insectos homópteros plagas, y además, dentro de esta subfamilia se encuentran las hormigas arrieras y la pitucha u hormiga ladrona que son consideradas plagas de importancia económica. Sin embargo, el desplazamiento de *S. geminata* no es tan benéfico como aparece a primera vista. Estudios a largo plazo, realizados en agroecosistemas anuales de México, donde predomina esta especie, indican claramente que a pesar de su impacto potencial negativo, su impacto total es benéfico (Risch y Carroll 1982; Carroll y Risch 1983), y esto se fundamenta en el hecho de que fuera de ser depredadora, cosecha semillas y entre éstas predominan las de muchas maizas gramíneas.

Tanto en el área libre, como en los otros dos niveles de infestación por *P. fulva*, llamó la atención las bajas poblaciones de homópteros en potreros y bosques primarios y secundarios. Parece que la mayoría de las hormigas que normalmente requieren sustancias dulces secretadas por homópteros, son capaces de utilizar en su defecto, las sustancias producidas por diversos órganos de plantas y árboles como son los cuerpos Beltianos, los nectarios extraflorales y los cuerpos Müllerianos. La flora del municipio de Cimitarra es muy rica, por ejemplo, en Leguminosas y Euforbiáceas que poseen algún tipo de "órganos" o estructuras ricos en aceites y proteínas que le sirven de alimento a la hormiga.

Prácticamente todos los géneros dentro de las subfamilias Ponerinae, Pseudomyrmecinae y Dorylinae son considerados insectos benéficos, ya que los artrópodos, en un alto porcentaje, constituyen su die-

ta. Como puede observarse en la Figura 3, de las diez especies halladas en territorio libre sólo tres se encuentran en el borde de la invasión. En las zonas completamente colonizadas, todas desaparecen.

En ecosistemas perennes, incluyendo áreas cultivadas, las hormigas de los géneros **Pachycondyla**, **Ectatomma** y **Odontomachus** juegan un papel muy importante en la regulación de las poblaciones de plagas. A menudo su acción benéfica pasa desapercibida, ya que algunas de ellas cazan sus presas en las horas de la noche (Brown 1976), y además, el observador sólo tiene en cuenta las hormigas que ve en un momento dado en el campo, pero olvida la existencia del nido y del alto número de obreras en él. En el país su eficiencia no ha sido evaluada, pero durante este estudio se observaron obreras de los tres géneros cazando y transportando presas de una gran variedad de insectos a sus nidos, destacándose **E. ruidum** (Roger). Lachaud et al. (1984) realizaron un estudio detallado sobre las estrategias de aprovisionamiento de tres especies de la subfamilia Ponerinae, y encontraron que en plantaciones mixtas de café-cacao, las colonias están compuestas de 50 a 200 individuos y que un alto porcentaje del material colectado por las obreras de **E. ruidum** corresponde a insectos (Fig. 4). Perfecto (1990) indica que en cultivos tradicionales de maíz en Nicaragua, **E. ruidum** es un excelente depredador de pupas de **Spodoptera frugiperda** (J.E. Smith); el efecto del uso de insecticidas contra el gusano cogollero del maíz es más deletéreo contra las hormigas que contra la plaga.

El género **Pseudomyrmex** es muy peculiar, en el sentido de que muchos de sus miembros tienen una relación constante y mutuamente benéfica con el árbol o arbusto hospedante. Las hormigas protegen su huésped en primera instancia contra herbívoros, especialmente insectos fitófagos, y además son capaces de destruir, mediante la acción física, plantas que compiten por espacio y luz con el árbol en el cual tienen sus nidos; a su vez,

la planta les proporciona el alimento a las hormigas (Wilson 1971). Entre los huéspedes figuran muchas Mimosáceas como acacias, carboneros y guamos que poseen nectarios extraflorales o cuerpos beltianos y estructuras especiales donde las hormigas tienen sus nidos. Entre las especies encontradas, la más abundante fue **P. gebelli** (Forel). Se colectó sólo sobre cítricos que crecen en forma prácticamente silvestre en los bordes de las carreteras y en los potreros. La especie es arbórea y se asume que protege a su huésped. **P. elongatus** (Mayr) fue hallada sobre el tronco de guamos, mientras que **P. termitarius** (F. Smith) sólo se colectó sobre el suelo. De acuerdo con el Dr. Ph.S. Ward, las tres especies recolectan el alimento sobre el follaje, y **P. termitarius** también lo hace sobre el suelo y tienen hábitos alimenticios más bien generalizados: depredadores de insectos pequeños, recolectores de insectos muertos o moribundos y visitantes de nectarios extraflorales (Información personal<sup>1)</sup>). Después de conocer los hábitos generales de **Pseudomyrmex** spp. se podría deducir que su desplazamiento total por **P. fulva** podría tener influencia en la composición de la flora de la región.

El único representante de la subfamilia Dorylinae encontrado en territorio libre de la hormiga loca fue **Labidus coecus** (Latreille), el cual pertenece al grupo de las hormigas ejército menores y es netamente depredador.

La invasión y colonización de áreas nuevas por **P. fulva** y el desplazamiento de las hormigas benéficas, con toda seguridad acarrearán un aumento en las poblaciones de las plagas de importancia agrícola y un cambio en la composición de las poblaciones de artrópodos.

En relación con el desplazamiento de especies dentro de las dos restantes subfamilias, Formicinae y Dolichoderinae, se observa en la Figura 5 que de las diez especies recolectadas en área libre, sólo tres se mantienen en poblaciones bajas en el borde de la infestación, todas ellas pertenecientes al género **Camponatus**, cuyos hábitos se desconocen, pudiéndose sólo asumir que se alimentan de carroña y consumen material vegetal en descomposición, especialmente troncos de árboles.

En cuanto a **Paratrechina longicornis** (Latreille), es una especie oportunista que por lo general es la primera que llega en masa a una fuente de alimento, pero desaparece tan pronto llegan otras hormigas más agresivas (Wilson 1971). Sus nidos se encontraron cerca a casas, entre hojarasca sobre el suelo. Tan pronto son molestadas, trasladan a la cría a otro sitio. Son nocivas en cocinas, en donde buscan grasa y sustancias dulces.

Entre los miembros de la subfamilia Dolichoderinae desplazados, llamó mucha atención las dos especies de **Azteca**.

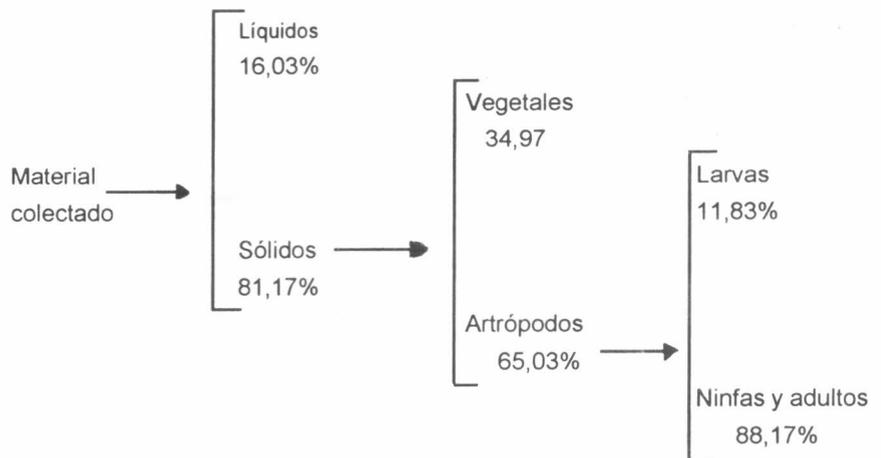


Figura 4. Material colectado por obreras de **Ectatomma ruidum** (tomado de Lachaud et al. 1984).

1/ Universidad de California, Davis CA. USA

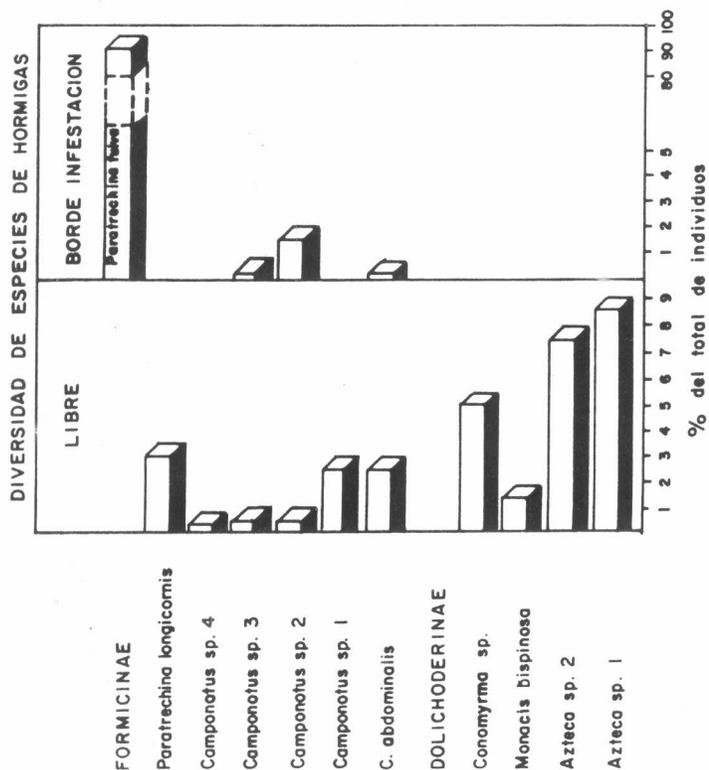


Figura 5. Composición de especies de las subfamilias Formicinae y Dolichoderinae en áreas libres y en el borde de infestación de *P. fulva*. Cimitarra (Sant.) 1989 - 1990

Ambas construyen nidos de papel supremamente elaborados; los de la primera "cuelgan" de las ramas de los cítricos y los de la segunda de guayabos; estos nidos pueden confundirse fácilmente con termiteros arbóreos. El género *Azteca* es denominado comúnmente hormiga "Cecropia", ya que las especies más conocidas anidan y defienden varias especies del género *Cecropia* (Moraceae) (yarumos) en el trópico (Harada y Benson 1988).

Las *Azteca* spp. tienen una relación mutuamente benéfica con el huésped similar a *Pseudomyrmex*; el árbol les proporciona alimento en forma de aceites y proteínas, procedentes de los cuerpos Müllerianos u otras estructuras. A pesar de que protegen insectos homópteros, no los utilizan como productores de néctar sino que los cosechan directamente (Carroll y Janzen 1973). En el territorio colonizado por *P. fulva*, los nidos vacíos

de otras hormigas son ocupados por la hormiga loca, así que ni siquiera una especie tan agresiva y especializada, con colonias grandes, es capaz de resistir el ataque de las multitudes de obreras de la hormiga loca.

En todos los casos de hormigas desplazadas por *P. fulva* se trata claramente de un desplazamiento por competencia. Las excesivamente altas poblaciones de la hormiga loca son las que logran limpiar las áreas colonizadas de cualquier otra hormiga que pueda competir por alimento o sitios de anidación. El ataque al nido subterráneo de cualquier otra hormiga siempre ocurre en masa, y el resultado es, por lo general, la destrucción completa del nido y el consumo de la cría.

**Otros insectos y vertebrados**

En la Tabla 1 se presentan los resultados de las observaciones sobre insectos del suelo y vertebrados obtenidos en los dos estratos ecológicos en la región de Cimitarra (Sant.). Los datos representan sólo una pequeña muestra de la rica fauna

existente en la región. No fue posible analizar el desplazamiento de aves debido a la invasión de la hormiga loca, pero el silencio existente en las áreas colonizadas por ella en comparación con áreas libres, es muy dicente. Inclusive se encontraron huevos de pájaro atacados y desocupados por una alta población de *P. fulva*; además, los campesinos de la región informaron sobre armadillos, guaguas, venados, chuchas y otros animales silvestres que huyen de la hormiga o son atacados y muertos por ella.

Las termitas del suelo (*Amitermes* sp. y *Orthognathotermus* sp. prob. *wheeleri* Snyder (Isoptera: Termitidae\*) sirven de alimento a la hormiga loca y sus nidos son ocupados por ella. Las cucarachas *Pan-chlora* sp. y *Pseudomops* sp. y los grillos *Gryllus* sp. y *Scapteriscus* sp., si no alcanzan a huir, son atacados, paralizados y descuartizados por las obreras. Se asume que lo mismo ocurre con los estados inmaduros de estos insectos, ya que en el área invadida nunca fueron observados.

Los adultos del cucarrón *Phyllophaga* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae), al emerger en territorio de la hormiga, también son víctima de ella, y tan pronto salen a la superficie del suelo y son detectados, 30 a 50 hormigas los paralizan, y con la ayuda de otras que llegan, los despedazan y llevan las partes al nido. Con frecuencia se encuentran los élitros y las patas de estos cucarrones sobre el suelo.

La culebra aparentemente predominante en la región es la "rabo de ají" (*Mycrurus* sp.), y como era lógico de esperar, se observó un mayor número de ella en el extracto ecológico II que en el I. El comportamiento general de esta culebra es huir y buscar áreas aledañas libre de *P. fulva*. Estos sitios a menudo se encuentran alrededor de las casas, donde se aplican insecticidas contra la hormiga, y allí se concentran y causan problemas a los moradores. Ocasionalmente, son cazadas por un número indefinido de obreras; las cuales las paralizan y desmenuzan dejando sólo el esqueleto limpio sobre el suelo y hojarasca (Fig. 6). Prácticamente lo mismo ocurre con las lagartijas. Por lo tanto, en las áreas completamente colonizadas por la hormiga loca, las culebras y lagartijas han desaparecido totalmente.

\* Determinados por Dr. D.A. Nickle, SEL, PSI, USDA.

**Tabla 1.** Insectos del suelo y vertebrados afectados por la hormiga loca en Cimitarra (Sant.) 1989 - 1990.

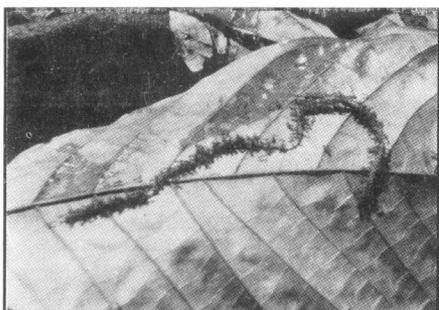
GRUPO	GENERO	ESTRATO ECOLOGICO					
		I			II		
		L	B	C	L	B	C
Insectos	<i>Amitermes</i>	104 **	0	0	538	0	0
	<i>Orthognathotermes</i>	47	0	0	78	0	0
	<i>Panclora</i>	14	0	0	17	0	0
	<i>Pseudomops</i>	4	0	0	8	0	0
	<i>Gryllus</i>	17	0	0	7	0	0
	<i>Scapteriscus</i>	3	0	0	5	0	0
	<i>Phyllophaga</i>	7	1	0	5	0	0
Reptiles	<i>Micrurus</i>	3	1	0	6	0	0
	Lagartija sp. 1	2	0	0	3	0	0
	sp. 2	5	0	0	3	0	0
	sp. 3	2	0	0	4	0	0

\* Nivel de infestación por hormiga loca (L= libre; B = borde; C= colonizado)

\*\* Promedio de individuos en las cuatro localidades.

Las áreas invadidas carecen de fauna, con la excepción de algunos homópteros en las plataneras, principalmente una mosca blanca; la presencia de Cócidos, Pseudocócidos y Diaspídidos en los cacaotales, y las colonias de Cicadélidos, presentes en los pastos.

En relación con los homópteros, llamó la atención que en la zona de estudio nunca se observó ni la diversidad de especies, ni las altas poblaciones que caracterizaron otras áreas del país invadidas por *P. fulva* (Zenner de Polanía y Ruíz Bolaños 1985). Este hecho se atribuye a la presencia de una maleza muy común en el área, el frijolato, posiblemente *Cassia* sp. (Leguminosae) que posee nectarios extraflorales, los cuales son visitados por la hormiga y suplen sus necesidades ali-



**Figura 6.** Restos de una culebra "rabo de ají" sobre una hoja de cacao. Nótese el número de hormigas a lo largo del esqueleto ya casi limpio.

menticias en reemplazo de las sustancias azucaradas secretadas por los homópteros.

**Parámetros ecológicos**

Los análisis estadísticos muestran que el índice de diversidad de las especies observadas, diferentes a hormigas, fue de 0,453073 en el área libre de *P. fulva* y este se redujo a cero en las zonas completamente colonizadas. Estos datos indican que la hormiga loca constituye una amenaza muy seria para la biodiversidad de artrópodos y vertebrados que habitan el suelo o la superficie de éste. Inclusive se puede deducir que el impacto de la invasión de esta hormiga es más serio que el causado sobre la fauna artrópoda por la hormiga del fuego, *S. invicta* en el centro de Texas (EE.UU.). Allí, Porter y Savignano (1990) encontraron que la riqueza de especies fue un 30% más bajo en las áreas infestadas que en las libres. En relación con la abundancia y diversidad de vertebrados terrestres, Lofren (1986), citado por Porter y Savignano (1990), deduce de evidencias circunstanciales que infestaciones de la hormiga del fuego también pueden reducir estas comunidades.

Como puede observarse en la Figura 7A, la disminución de la riqueza total de especies encontradas dentro de los tres nive-

les de infestación es supremamente drástica. Ya en el borde de la infestación (Nivel 2) esta riqueza disminuye en un 81,20% y en el área completamente colonizada (Nivel 3) la reducción está en 94,74%. En la literatura no se encontraron cifras comparables, y la influencia más negativa registrada para la hormiga introducida *S. invicta* es la disminución en un 40% de la riqueza de especies (Porter y Savignano 1990).

Aún más diciente es la comparación de la diversidad de especies de hormigas dentro de los tres niveles de infestación (Figura 7B). El índice de diversidad de 0,763318 en el área libre de la invasora se reduce a 0,091931 para el borde de la invasión y es prácticamente nulo (0,008795) en el área completamente colonizada. Algo similar ha ocurrido en las islas Galápagos, donde la hormiga pequeña del fuego, *W. auropunctata*, desplazó casi todas las otras especies de hormigas del área colonizada por ella (Lubin 1984).

El cambio más notorio entre las áreas libres y las completamente colonizadas por *P. fulva* es el aumento del número total de hormigas en la zona invadida (Figura 7C). Este número casi que se duplica y más del 95% de él corresponde a individuos de la hormiga loca.

Se puede asumir que la hormiga loca alcanzó esta densidad de población tan elevada debido a las condiciones ecológicas favorables que encontró en el área de Cimitarra, como son: Abundancia de alimento, tanto líquido como sólido; elevada precipitación que favorece la tasa de reproducción; disponibilidad ilimitada de sitios de anidamiento, tanto permanentes como transitorios, y ausencia aparente de enemigos naturales. Además, el menor tamaño de las obreras en comparación con el de la mayoría de las hormigas nativas, su agresividad y la agilidad que demuestran en detectar fuentes de alimento y reclutar a las compañeras, le proporcionan a *P. fulva* ventajas incomparables.

Definitivamente, se encontró que *P. fulva* disminuyó a prácticamente cero la rica fauna de hormigas nativas y simplificó en forma notoria la comunidad de otros artrópodos y vertebrados en el área colonizada. Ahora cabe la pregunta, qué pasará tan pronto la elevada población

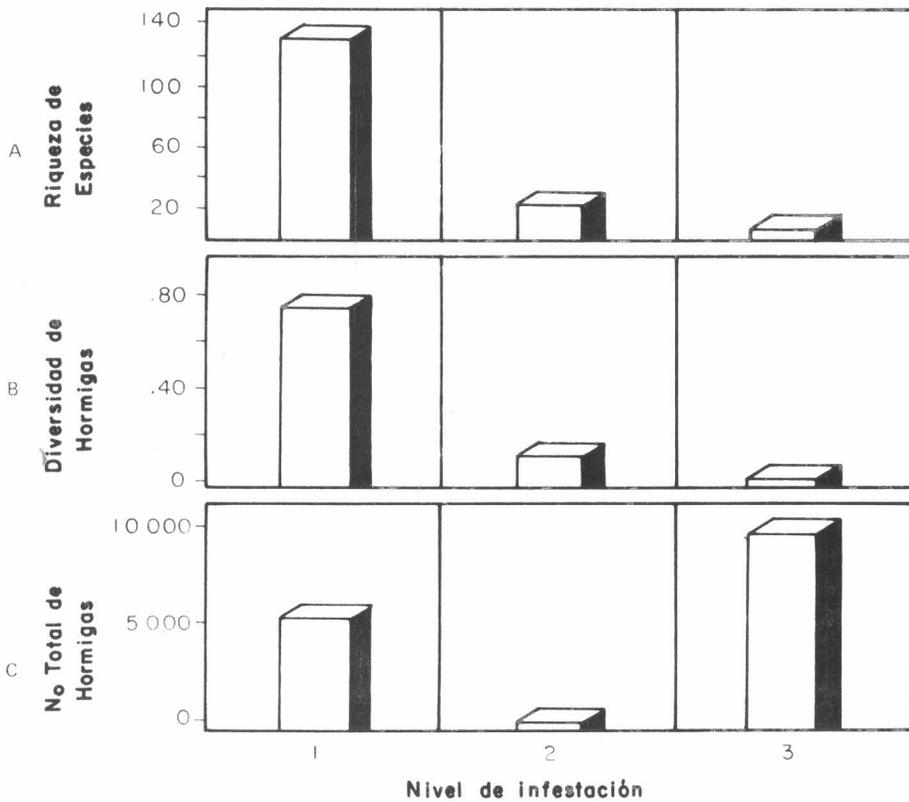


Figura 7. Riqueza de especies, Índice de diversidad de hormigas y número de hormigas colectadas en los tres niveles de infestación por la hormiga loca, en Cimitarra (Sant.). 1989 - 1990

haya agotado las fuentes de alimento provenientes de artrópodos y vertebrados? Se asume que la hormiga loca migrará y colonizará nuevas áreas; pero, si se recolonizará la zona abandonada y en cuánto tiempo se restablecerá nuevamente el equilibrio ecológico completamente disturbado en la actualidad por la introducción de un insecto que se creía benéfico?.

**CONCLUSIONES**

- La colonización del área estudiada por **Paratrechina fulva** produjo cambios en la abundancia y diversidad de especies de insectos y vertebrados, en detrimento notorio de la fauna nativa, especialmente la benéfica.

- El impacto de la invasión fue especialmente severo sobre las comunidades de hormigas nativas, lo cual no es sorprendente, ya que **P. fulva** ocupa nichos similares a los de otras hormigas.

- La ausencia de la fauna benéfica en las zonas colonizadas por la hormiga loca,

podrá tener como consecuencia, a largo plazo, un cambio en la flora nativa.

-La habilidad de **P. fulva** para desplazar especies de hormigas nativas se debe a: su alta fecundidad, mayor número; extrema agresividad y eficiencia en aprovisionarse de alimento variado.

-Los resultados de éste y otros estudios realizados sobre la hormiga loca deben tomarse como una advertencia para la introducción de insectos sin estudios previos.

**RECONOCIMIENTO**

Con este trabajo se quiere honrar la memoria de los dirigentes de la Asociación de Trabajadores Campesinos del Carare, acribillados en febrero de 1990, en Cimitarra. Siempre supieron dar ánimo y brindar amistad a los visitantes de la zona. También se agradece la colaboración del personal del ICA de la Regional No.7, en las sedes de Cimitarra y Barrancabermeja.

**BIBLIOGRAFIA**

BARONI-URBANI, C. 1983. Clave para la determinación de los géneros de hormigas neotropicales. Graellsia. Revista de Entomólogos Ibéricos (España) v. 39, p. 73-82.

BROWN, W. L., 1973. A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant faunas. En: MEGGERS, E. J.; AYENSU, A. S.; DUCKWORTH, W. D. (Eds.). Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America. A Comparative Review. Washington D. C., Smithsonian Institution Press. p. 161-185

-----, 1976. Contribution toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, Tribe Ponerini, Subtribe Odontomachiti. Section A. Introduction, subtribal characters. Genus *Odontomachus*. Studia Entomologica (Brasil) v. 19 fasc. 1-4, p. 67-171.

CARROL, C.R.; JANZEN, D.H. 1973. Ecology of foraging by ants. Annual Review of Ecology and Systematics (Estados Unidos) v.4, 231-257.

-----; RISCH, S.J. 1983. Tropical annual cropping systems: Ant ecology. Environmental Management (Estados Unidos) v.7 no.1, p. 51-57.

ELTON, C.S. 1958. The ecology of invasion by animals and plants. London, Methuen. 181p.

HARADA, A. Y.; BENSON, W.W. 1988. Especies de *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) especializadas en *Cecropia* spp. (Moraceae): distribuição geográfica e considerações ecológicas. Revista Brasileira de Entomologia v.32 nos.3,4 p.423-435.1984.

LACHAUD, J.P.; FRESNAU, D.; GARCIA-PEREZ, J. 1984. Etude des strategies d'approvisionnement chez 3 especies de fourmis ponerines (Hymenoptera, Formicidae). Folia Entomológica Mexicana no. 61, p. 159-177.

LUBIN, Y.D. 1984. Changes in the native fauna of the Galapagos Islands following invasion by the little red fire ant, *Wasmannia auropunctata*. Biological Journal of the Linnean Society (Inglaterra) v. 21, pp. 229-242.

- ODUM, E.P. 1972. Ecología. México, Nueva Editorial Interamericana. p. 159.
- PERFECTO, I. 1990. Indirect and direct effects in a tropical agroecosystem: The maize-pest-ant system in Nicaragua. *Ecology (Estados Unidos)* v.71 no. 6, p. 2125-2134.
- PORTE, S.D.; SAVIGNANO, D.A. 1990. Invasion of polygyne fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. *Ecology (Estados Unidos)*. v. 71 no. 6, p. 2095-2106.
- RISCH, S.J.; CARROLL, C.R. 1982. The ecological role of ants in two Mexican agroecosystems. *Oecologia (Alemania)* v.55, p. 114-119
- WARD, Ph.S. 1987. Distribution of the introduced Argentine ant (*Iridomyrmex humilis*) in natural habitats of the Lower Sacramento Valley and its effects on the indigenous ant fauna. *Hilgardia (Estados Unidos)* v.55 no.2. p. 1-16.
- WILSON, E.O. 1971. *The insect societies*. Cambridge, Massachusetts, The Belknap Press of Harvard University Press. 548p.
- ZENNER DE POLANIA, I.; RUIZ BOLANOS, N. 1982. Uso de cebos contra la hormiga loca, *Nylanderia fulva* (Mayr) (Hymenoptera-Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología* v.8, no. 3-4, p. 24-31.
- ;----- 1983. Control químico de la hormiga loca, *Nylanderia fulva* (Mayr). *Revista ICA (Colombia)* v. 18, p. 241-250.
- ZENNER DE POLANIA, I.; RUIZ BOLAÑOS, N. 1985. Hábitos alimenticios y relaciones simbióticas de la "hormiga loca" *Nylanderia fulva* con otros artrópodos. *Revista Colombiana de Entomología* v.11 no.1, p.3-10.
- 1990a. Biological aspects of the "hormiga loca", *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr), in Colombia. En: VANDER MEER, R.K.; JAFFE, K.; CEDEÑO, A. (Eds.). *Applied Myrmecology: A world perspective*. Boulder (USA), Westview Press. p. 290-297.
- 1990b. Management of the "hormiga loca", *Pratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr) in Colombia. En: VANDER MEER, Applied Myrmecology. A world perspective. Boulder (USA), Westview Press. p. 701-707

## EVALUACION DEL DIFLUBENZURON EN EL CONTROL DE LARVAS Y PUPAS DE *Culex pipiens* L., EN BUCARAMANGA.

Jorge Eduardo Luna <sup>1)</sup>

Leonidas Daza <sup>2)</sup>

### RESUMEN

En las lagunas de oxidación piloto y en el sistema de alcantarillado de Bucaramanga (Sant.), se evaluó el inhibidor de crecimiento diflubenzuron para el control de larvas y pupas de *Culex pipiens* L. En el primer caso, donde existe un flujo constante aunque lento de agua, se halló que con aplicaciones periódicas, cada 7 días, del ingrediente activo, a razón de 1 ppm, se controla totalmente la emergencia de adultos del mosquito. En el segundo caso, se encontró que 4 días después de aplicado el producto se obtenía una disminución de larvas del 89%, incrementándose hasta el 98% y así hasta el día 14, último de la evaluación. Las pupas disminuyeron al 100% después del cuarto día y así se mantuvo hasta el día 14 en el cual se suspendió la evaluación debido a la acción de las lluvias que lavaron el producto.

### INTRODUCCION

Uno de los lugares de cría preferidos por el mosquito *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae), son los sistemas de alcantarillado de la ciudad, donde tiene agua durante todo el año. Para controlar la población acuática de este mosquito, hasta 1985 se venía utilizando el aceite (fuel-oil), el cual ofrece problemas ambientales aguas abajo, debido a que no se degrada y limita el contenido de oxígeno disuelto en el agua. En ese mismo año, la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga (C.D.M.B.), estableció una planta piloto de descontaminación de las aguas servidas de la ciudad, la cual cons-

ta, a grandes rasgos, de un proceso de separación de sólidos, fermentación y oxidación. Este último proceso se realiza en piscinas, donde bacterias facultativas lo llevan a cabo, mejorando el contenido de oxígeno disuelto en el agua. En estas piscinas encontró el *C. pipiens* un lugar óptimo de cría, debido a la ausencia de otros organismos competitivos y a la gran cantidad de materia orgánica disponible para su alimentación.

Dentro de las alternativas buscadas para el control de esta plaga se contempló el uso del diflubenzuron, debido a su especificidad para el control de insectos como inhibidor de la síntesis de quitina, su baja toxicidad y su metabolización posterior.

Gağboub y Busvine (1976) probaron diflubenzuron sobre larvas de *Aedes aegypti* (L.) como sustituto del DDT, encontrando mortalidades del 100% en dosis por encima de 0,05 ppm.

Hsieh y Steelman (1974) evaluaron cinco diferentes inhibidores del desarrollo de insectos en 12 especies de mosquitos, entre los cuales están *A. aegypti*, *A. taeniorhynchus* (Wiedemann), *C. pipiens quinquefasciatus* Say; *C. salinarius* Coquillet, *C. tarsalis* Coquillet y *Anopheles quadrimaculatus* Say, y encontraron que la mortalidad se ocasionaba sobre los estados intermedios: larva-larva, larva-pupa y pupa-adulto. El diflubenzuron ocasionó el 96% de mortalidad en las larvas de todas las especies de mosquitos, excepto *C. salinarius*, del cual murió el 50% de pupas y adultos. Además hallaron que las 12 especies de mosquitos eran mas sensibles al diflubenzuron que a los otros cuatro inhibidores evaluados.

Self et al. (1976) aplicaron diflubenzuron a razón de 1 ppm para el control de *C. pipiens fatigans* Say, resultando efectivo para larvas durante 7 días y para pupas durante cerca de dos semanas. Los adultos que lograron emerger, presentaron anomalía en los tarsos y una vida reducida.

Se efectuaron pruebas de laboratorio para medir la efectividad de diflubenzuron sobre larvas de los géneros *Aedes* y *Culex*, encontrándose para larvas de cuarto instar de *A. cantans* una CL50 de 0,00035 y una CL90 de 0,001; para *C. pipiens pipiens* L. la CL50 para larvas de cuarto instar fue de 0,00015 y la CL90 de 0,0004. En pruebas de campo, concentraciones por encima de 0,005 ppm demostraron ser efectivas para el control total de larvas de cuarto instar de *A. cantans* durante 24 días (Rettich 1978).

Como resultado de la actividad inhibitoria de la benzoilurea sobre la síntesis de quitina, la formación de la nueva cutícula es perturbada y los estados inmaduros, tanto larvas como pupas, tienen dificultades con la muda. La cutícula del nuevo instar empieza a deformarse y debilitarse, no pudiendo resistir la presión interna durante la ecdisis. Esto resulta en la inhabilidad para arrojar la vieja piel, debido a la falta de rigidez del exoexqueleto y conduce a la muerte durante o poco tiempo después de la ecdisis (van Leerdan 1988).

### MATERIALES Y METODOS

La evaluación de la población acuática de mosquitos se hizo en las lagunas piloto de oxidación de la C.D.M.B. y en el sistema de alcantarillado de la ciudad de

1. Biólogo-Entomólogo. Instituto de Salud de Bucaramanga. Calle 45 No. 11-12. Bucaramanga, Colombia.
2. Ingeniero Agrónomo. Proficol. Apartado Aéreo 1264. Bucaramanga, Colombia.

Bucaramanga.

El muestreo que se realizó en las dos lagunas piloto de oxidación de las aguas negras de la ciudad, cada una con capacidad de 96 m<sup>3</sup> (12x4x2 m de profundidad), tuvo una laguna de control (laguna A) y otra laguna tratada (laguna B), en la cual se aplicó diflubenzuron en formulación granulada del 0,5% en dosis de 1 ppm de ingrediente activo. Las muestras se tomaron cada 2 a 4 días con un cucharón esmaltado de 10 cm de diámetro. En cada laguna se realizaron 6 muestreos cada vez, tomando lecturas sobre el número de larvas y pupas vivas en el cucharón.

Para las lecturas en las alcantarillas se utilizó el mismo cucharón esmaltado. Cada alcantarilla tiene 1m<sup>3</sup> de capacidad (1x1x1 m). En este caso se aplicó diflubenzuron, formulación comercial del 25% P.M., a razón de 1 ppm. Cada alcantarilla se muestreó cuatro veces cada vez, buscando las esquinas de la misma. La primera lectura se tomó antes de la aplicación del producto y luego se hicieron cada 3 a 4 días durante 14 días

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Se comparó el desarrollo de la población de larvas y pupas en la laguna control (A) y en la tratada (B) con diflubenzuron, durante un período de 69 días (Tabla 1). Las aplicaciones mostraron un control sobre la población de larvas entre el 80 al 99%. Para la población de pupas la reducción fue del 70 al 100% y se mantuvo una población de pupas de cero (0) durante 30 días, lo que impidió la emer-

**Tabla 1.** Número de larvas y pupas de *Culex pipiens* en lagunas de oxidación de la C.D.M.B., sin tratar y tratada con diflubenzuron. Bucaramanga. 1990.

DIA	LAGUNA A=CONTROL		LAGUNA B=TRATADA	
	LARVAS	PUPAS	LARVAS	PUPAS
0	4341	0	1023	112
4*	56	1	750	105
6	726	1	1850	221
25*	2130	63	277	179
28	2370	513	23	3
31*	1270	653	1132	5
35	1495	1092	100	0
37*	1283	128	1320	0
39	1130	1027	301	0
44*	2643	128	128	26
55*	2455	1768	1618	80
69	961	576	81	28

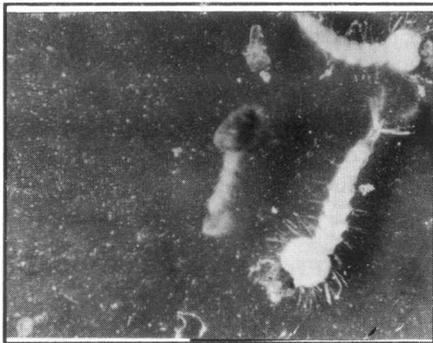
\* = Aplicación de diflubenzuron 1 ppm después de la lectura.

gencia de adultos durante este tiempo y durante 7 a 8 días adicionales. En la Fig 1 pueden observarse larvas y pupas de *C. pipiens* afectadas por la aplicación de diflubenzuron a la dosis de 1 ppm.

En estas lagunas de oxidación existe un flujo lento pero constante de agua, con lo cual el producto permanece en contacto con las larvas del mosquito por un espacio de tiempo no mayor de 12 horas cada vez que se aplica; con este tiempo de contacto se obtuvo una disminución casi total de la población acuática por 4 días (Tabla 1).

Vale la pena anotar que en la población

insectil de las lagunas se observan variaciones atribuibles a la acción de las lluvias, las cuales aumentan el caudal y el intercambio de agua que arrastra larvas y pupas. En el caso de las alcantarillas, se evaluó el tiempo de acción posterior a una única aplicación, aprovechando un período sin lluvias, lo cual permitió una presencia permanente del producto y poder así medir su residualidad. Las lecturas se realizaron sobre larvas de tercer y cuarto instar, por ser estas las más susceptibles a la acción del diflubenzurón (Tabla 2). La disminución de la población de larvas llegó al 89% después de 4 días de aplicación del producto y al 98% a los 7 días, y así se mantuvo hasta el día 14. Para la



**Figura 1.** Larvas y pupas de *Culex pipiens* afectadas por la acción del diflubenzuron 1 ppm

**Tabla 2.** Número promedio de larvas y pupas de *Culex pipiens* en las alcantarillas antes y después de una única aplicación de diflubenzuron. Bucaramanga, 1990.

DIA	CONTROL		TRATADAS	
	LARVAS	PUPAS	LARVAS	PUPAS
0*	16,75	6,3	7,6	2,8
4	16,20	6,3	0,8	0,0
7	3,60	1,9	0,1	0,0
12	8,00	3,4	0,3	0,0
14	14,10	2,7	0,1	0,0

\* Aplicación de diflubenzuron (1 ppm) después de la lectura.

población de pupas la disminución al cuarto día después de aplicado el producto fue del 100% y así permaneció hasta el día 14, último día de lectura debido a que se presentaron lluvias y lavaron el producto.

### CONCLUSIONES

- En depósitos de agua que mantienen un intercambio lento pero constante, tal como es el caso las lagunas de oxidación, es posible controlar totalmente la emergencia de adultos del mosquito **Culex pipiens** con aplicaciones de diflubenzuron 1 ppm aplicado cada 7 días.

- En depósitos de agua permanentes y con muy poco o ningún intercambio como son las alcantarillas, con una sola aplicación se puede obtener un control total sobre la emergencia de adultos hasta por catorce días; sin embargo, este número

de días varia de acuerdo con la aparición de fuertes lluvias.

- El diflubenzuron demostró ser un producto sustituto para el control de **Culex pipiens** en el sistema de alcantarillado, de acción más duradera y con menores efectos degradantes del medio ambiente que el aceite (fuel-oil).

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Instituto de Salud de Bucaramanga por el tiempo indispensable para llevar a cabo este trabajo; al señor Ernesto Valencia por su colaboración en las labores de muestreo y a la firma Proficol-El Carmen por el suministro del producto.

### BIBLIOGRAFIA

GAABOUB, I.A.; BUSVINE, J.R. 1976. Effects of larval treatment with the insect development inhibitor PH 60:40 on the vectorial

capacity of **Aedes aegypti** (L.) for **Brugia pahangi** (Bucley and Edeson). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* (Inglaterra) v. 70 no.3, p.335-360.

HSIEH, M.Y.G.; STEELMAN, C.D. 1974. Susceptibility of select mosquito species to five chemicals which inhibit insect development. *Mosquito News* (Estados Unidos) v. 34 no. 3, p. 278-282.

LEERDAM, M.B. VAN. 1988. El regulador de crecimiento de insectos, diflubenzuron: Modo de acción, selectividad, características y uso práctico. *Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología* no. 14, p. 61-72.

RETTICH, F. 1978. Effects of Diflubenzuron on four species of mosquitoes (Diptera, Culicidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* (Checoslovaquia) v. 75, p. 312-318.

SELF, L.S. et al. 1976. A field trial with the insect growth regulator OMS-1804 (PH 6040) against **Culex pipiens fatigans** in Jakarta, Indonesia. *WHO/VBC/76* 625 p.37-48

## CICLO DE VIDA, CONSUMO FOLIAR Y DANO EN FRUTOS DEL MELON POR *Diaphania hyalinata* (L.) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)

Francisco J. Posada F. <sup>1/</sup>

### RESUMEN

En Colombia, *Diaphania hyalinata* (L.) es la plaga de mayor importancia económica del melón por las altas poblaciones que alcanza. La investigación sobre el ciclo de vida, consumo foliar y daño en los frutos se llevó a cabo en el C.I. "Caribía" del ICA en Sevilla - Ciénaga (Mag.) bajo condiciones de insectario y de campo (T=26,8 y H.R.=84%, en promedio). El trabajo se inició con hembras ya fecundadas y capturadas en trampas de luz y colocadas a ovipositar en frascos de vidrio de un galón de capacidad. Para determinar el ciclo de vida y el consumo foliar se tomó una muestra de 50 larvas, confinadas individualmente en platos de petri. Los huevos tuvieron una fertilidad de 98,40±1,5% y una duración de 3,0±0,1 días. La larva presentó cinco instares y duró 12,30±0,57 días, la prepupa 2,0±0,20 días y la pupa 7,80±0,4 días. La duración total promedio de huevo a pupa fue de 23,20±0,85 días. El consumo foliar promedio de una larva durante todo su estado de desarrollo fue de 40,58 cm<sup>2</sup>. Para determinar el daño económico en los frutos se evaluó la preferencia de las larvas por frutos grandes o pequeños, empleando un diseño completamente al azar con seis repeticiones; las larvas se confinaron en cámaras sobre los frutos y se revisaron diariamente para evaluar el daño y registrar el cambio de instar. En cuanto al daño de *D. hyalinata* no se encontraron diferencias significativas en relación al tamaño de los frutos. Las larvas de primer instar no se alimentaron del fruto y murieron por inanición; sólo las larvas del quinto instar fueron capaces de perforar la corteza y alcanzar la pulpa, lo cual causó la pudrición y pérdida del fruto.

### SUMMARY

*Diaphania hyalinata* (L.) is the most important

melon pest in Colombia due to its economic damage and to the high population it reaches, which means high insecticide usage. A study was carried out to determine the life cycle, foliage consumption and fruit damage, at "Caribía" an ICA Experiment Station, located in Sevilla-Ciénaga (Magdalena, Colombia) with average temperature of 26,8°C and 84% of relative humidity. The experiments were conducted both under insectary and field conditions. In order to conduct these studies, female insects were captured by using light traps and then placed in 1 gallon capacity glass jars for oviposition. For the life cycle and foliage consumption determinations, a sample of 50 worms was placed individually in petri dishes; for the fruit damage evaluation, the insect preference for large or small fruits was recorded in a completely randomized design with six replicates. The larvae were placed in cages over the fruits and every day the damage and the instar changes were recorded. The egg fertility was 98.4±1.5% with an incubation period of 3.0±1.0 days; the larva showed five instars with a total duration of 12.3±0.6 days; the pre-pupa lasted 2.0±0.2 days, and the pupa stage 7.8±0.4 days; the total duration from egg to pupa was 23.2±0.85 days, in the average. The foliage consumption during all the larval development was 40.58 cm<sup>2</sup>; there were not significant differences between fruit size in relation to fruit damage. The first instar larvae did not feed on the fruits and starved to death, and was only able to feed on the fruits the 5th instar, which perforated the rind and consumed the flesh, permitting posterior rot and loss of the fruits.

### INTRODUCCION

En Colombia, el cultivo de frutales ha tomado gran auge por el incremento de la demanda para consumo interno y especialmente por las posibilidades de exportación. Este renglón es uno de los que más divisas aporta al país y su crecimiento se muestra promisorio y seguro por la

amplia aceptación de los frutos tropicales en los mercados nacionales e internacionales.

El país tiene grandes extensiones de tierras agrícolas con condiciones agroecológicas aptas para el cultivo de frutales y en especial para el melón (*Cucumis melo* L.); sin embargo, la conquista de los mercados internacionales, que son bien competitivos, sólo se puede lograr con disminución en los costos de producción, alta calidad y rendimiento, cumplimiento de las normas sanitarias y requisitos de presencia mínima de residuos de plaguicidas.

Las recomendaciones para el manejo de plagas en melón, especialmente de los perforadores de frutos *Diaphania hyalinata* (L.) y *D. nitidalis* (Stoll) (Lepidoptera: Pyralidae), se han extrapolado ciegamente y operan sobre el enfoque de manejo preventivo con aplicaciones calendario, que por temporada de cultivo alcanzan un promedio de 24 aplicaciones de insecticidas, generalmente residuales, aplicados en sobredosis y en mezclas que generan problemas de fitotoxicidad, eliminación de polinizadores, resistencia y resurgencia de plagas e incremento de los costos de producción.

El manejo seguro de las plagas de melón sólo se puede conseguir investigando los aspectos básicos de las especies de mayor importancia económica y emplear este conocimiento para desarrollar estrategias que permitan un manejo integrado. La información básica sobre *D. hyalinata* es muy escasa, por esta razón el objetivo de esta investigación fue conocer el ciclo de vida, el consumo foliar y el daño que causa a los frutos de melón.

1/ Ingeniero Agrónomo, Programa de Entomología ICA, "Tulio Ospina". Apartado Aéreo 51764. Medellín, Colombia.

## REVISION DE LITERATURA

El género *Diaphania* es originario de América. Su distribución es Neotropical, mas sin embargo alcanza una dispersión en la región Holoártica donde durante el verano va tan lejos al norte que llega a los Estados de Michigan y New York, en los Estados Unidos, y Canadá (Thompson 1939; Elsey et al. 1985).

Las especies *D. nitidalis* y *D. hyalinata* están registradas en Canadá, Estados Unidos, México, Panamá, Guayana Francesa, Cuba (Reid y Cuthbert 1956), Brasil (Lima 1950), Perú (Wille 1951) y Colombia (Posada et al. 1976).

Los gusanos perforadores de frutos del género *Diaphania* son plagas específicas de la familia Cucurbitaceae. Atacan plantas cultivadas como: melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*), pepino de rellenar (*Cyclanthera pedata*), sandía (*Citrullus vulgaris*), ahuyama (*Cucurbita maxima*), calabaza (*Cucurbita ficifolia*), victoria (*Cucurbita pepo*), estropajo (*Ruffa cilíndrica*), cidra (*Sechium edule*) y plantas silvestres como calabacilla (*Melothria pendula*) y balsamina (*Mamordica charontia*) (Thompson 1939; Posada et al. 1976; Elsey et al. 1985).

En los cultivos de melón, el *D. hyalinata* ataca cuando los frutos están formados y se presentan durante toda la etapa de desarrollo del cultivo; debido a esto y a las altas poblaciones que alcanza es por la que se le ha considerado la plaga clave o de mayor importancia económica de este cultivo en Colombia (ICA 1983, 1987, 1989a). Además, es la plaga de melón que más cantidad y partes de la planta ataca y mayor número de hábitos de daño presenta. Perfora flores y frutos, barrena tallos y terminales y mastica follaje (ICA 1989a); sin embargo, prefiere las hojas para alimentarse (Shell 1960).

El ciclo de vida de *D. hyalinata* en Colombia sólo ha sido estudiado sobre ahuyama, en el Valle del Cauca, por Caicedo y Díaz (1983), quienes encontraron una duración total promedio de huevo a adulto para hembras de 32,49 días y para machos de 29,69 días, bajo condiciones de laboratorio de T=23,5°C y H.R.=70,62%.

En Perú, el ciclo de vida de *D. hyalinata* fue estudiado por Martínez y Lindo (1987) en ahuyama y melón, y encontraron que en el primer cultivo la duración total de huevo a adulto fue 25,85 días, mayor que en melón, donde fue de 23,36 días. La duración del estado larval duró aproximadamente lo mismo en ahuyama (12,55 días) que en melón (12,24 días).

El estado de larva de *D. hyalinata* en todos los estudios realizados presentó cinco instares (Caicedo y Díaz 1983; Martínez y Lindo 1987). En las larvas criadas con melón, la duración de los instares fue: 1,79; 1,97; 2,09; 2,18 y 4,21 días en promedio, respectivamente (Martínez y Lindo 1987).

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones "Caribía" del ICA, en Sevilla-Ciénaga (Mag.), bajo condiciones de insectario ambiental y campo, con temperatura promedio de 26,8°C y humedad relativa de 84,0%.

### Ciclo de vida y consumo foliar

Para estudiar el ciclo de vida y mantener en el laboratorio una cría masiva de *D. hyalinata*, se capturaron hembras en una trampa de luz y se colocaron en frascos de un galón, los cuales se taparon con tela, y en el interior se colocó una hoja de ahuyama para facilitar y estimular la oviposición y como alimento se les suministró miel de abeja al 10%, impregnada en un algodón.

A los huevos obtenidos se les registró el tiempo de incubación y la fertilidad. De las larvas emergidas, se tomó una muestra de 50 para realizar el ciclo de vida, para lo cual se alimentaron con follaje de melón, variedad "Amarillo liso tipotendral", además se determinó el consumo foliar en confinamiento. Para medir el área foliar consumida por las larvas, la hoja se dibujó todos los días, al momento de cambiar el alimento, sobre papel cebolla milimetrado. También se determinó la duración de cada instar, la longitud de las larvas al momento de la muda y el ancho de la cápsula cefálica.

En el estado de pupa se midió la longitud, el peso y se separaron por sexo para establecer la relación sexual. En los

adultos se midió la longitud del cuerpo, la envergadura alar, y se hicieron observaciones sobre diferencias morfológicas entre los sexos.

### Daños de frutos

De la cría masiva, mantenida en laboratorio a partir de la captura de hembras fecundadas en trampas de luz, se tomaron larvas recién emergidas para evaluar en que instar el *D. hyalanata* causa el daño que produce la pérdida y descomposición de los frutos. La evaluación del daño sobre los frutos se hizo utilizando un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Los tratamientos fueron frutos pequeños de 5,0 cm y frutos grandes de 10,5 cm de diámetro, en promedio. A cada fruto de la variedad "Ogen" se le colocó una larva de primer instar y se confinó en una cámara; las larvas que murieron fueron reemplazadas por larvas de la misma edad.

Los frutos se revisaron todos los días para registrar el daño y el cambio de instar de las larvas. El daño se evaluó empleando una escala de severidad (Tabla 1). Para el análisis de varianza, los valores promedio de daño se transformaron a la raíz cuadrada, ( $\sqrt{x}$ ).

**Tabla 1.** Escala para la calificación de intensidad del daño de *D. hyalanata* sobre frutos de melón.

Calificación	Descripción de daño
1 =	Ningún daño
2 =	Raspaduras superficiales en la corteza
3 =	Raspaduras pequeñas y perforaciones poco profundas
4 =	Perforaciones profundas sin alcanzar la pulpa
5 =	Perforaciones profundas que alcanzan la pulpa

## RESULTADOS

### Ciclo de vida y consumo foliar

La duración de cada uno de los estados de desarrollo de *D. hyalinata*, discrimina-

dos para la muestra de la población y por sexo, se presentan en la Tabla 2.

**Huevo.** En cautiverio, las hembras colocaron los huevos sobre las paredes del frasco, las hojas de ahuyama y la tela empleada como tapa, pero el mayor número se encontró sobre las hojas y la tela.

Los huevos son de color crema limón, el cual no cambia significativamente durante el proceso de embriogénesis, y próximos a eclosionar presentan dos puntos amarillos que corresponden a las mandíbulas de la larva. La incubación duró 3,0 ± 0,14 días, en promedio. La forma es

irregular, aunque predomina la ovalada. En el campo, la mayor cantidad de huevos se encontró sobre las guías o cogollos terminales y sobre hojas jóvenes. Son colocados en el envés de la hoja, de preferencia alrededor de las nervaduras; individuales o en grupos hasta de nueve, y ocasionalmente unos adyacentes a otros o superpuestos. La consistencia es gelatinosa y el corión, visto con aumento, presenta grabados finos. Los huevos colocados en forma normal e individual miden en promedio 0,98 ± 0,04 mm de longitud y 0,69 ± 0,02 mm de ancho ecuatorial.

**Larva.** En la Tabla 3 se presenta el ancho

de las cápsulas cefálicas, la longitud y el consumo foliar de cada uno de los instares larvales de *D. hyalinata* criados sobre melón. Las dimensiones de las larvas se tomaron al final de cada instar o al momento de la muda; cuando cambiaron de un color verde a verde pálido, se volvieron inactivas y produjeron abundantes hilos de seda, alrededor de los cuales dejaron la cápsula cefálica.

Las larvas al nacer consumen parte del corión; son de color verde crema, incluida la cabeza; presentan el cuerpo cubierto por setas finas; miden 1,82 ± 0,11 mm y al final del primer instar 2,5 ± 0,77 mm, en

**Tabla 2.** Ciclo de vida de *Diaphania hyalinata* L. bajo condiciones de laboratorio (T=28,8°C; H.R.=84%). C.I. "Caribia." Sevilla-Ciénaga (Mag.).

Estado	Duración días											
	Población			Hembra				Macho				
	$\bar{X}$	±	DE*	Rango	$\bar{X}$	±	DE	Rango	$\bar{X}$	±	DE	Rango
HUEVO	3,0		0,14	2,0-4,0	3,0		0	-	3,0		0,38	3,0-4,0
LARVA												
I Instar	2,61		0,53	2,0-4,0	2,6		0,49	2,0 - 3,0	2,71		0,58	2,0 - 3,0
II Instar	1,53		0,59	1,0-3,0	1,8		0,75	1,0 - 3,0	1,50		0,63	1,0 - 3,0
III Instar	2,12		0,33	2,0-3,0	2,0		0	-	2,21		0,41	2,0 - 3,0
IV Instar	2,05		0,22	2,0-3,0	2,0		0	-	2,07		0,26	2,0 - 3,0
V Instar	4,00		0,22	3,0	-5,0		4,0	-	4,0		-	-
(Prepupa)	(2,02)		(0,16)	(2,0 - 3,0)	0,22		0,40	(2,0 - 3,0)	(2,0)		-	-
Total LARVA	12,33		0,57	12,0-14,4	12,4		0,80	12,0 - 14,0	12,50		0,63	12 - 14,0
PUPA	7,77		0,41	7,0-8,0	7,2		0,40	7,0 - 8,0	8,0		-	-
Total HUEVO - ADULTO	23,22		0,85	22,0-25,0	22,6		0,80	22,0 - 24,0	23,50		0,73	23-25,0
ADULTO	1,73		0,61	1,0-3,0	2,2		0,40	2,0 - 3,0	1,50		0,50	1,0 - 2,0

\* D.E. Desviación Estandar.

**Tabla 3.** Longitud del cuerpo, ancho de la cápsula cefálica, y consumo foliar de los instares larvales de *Diaphania hyalinata* criadas sobre melón. T=28,8°C; H.R.-84%). C.I. "Caribia", Sevilla - Ciénaga (Mag.)

Instares	Longitud (mm)			Ancho cápsula cefálica (mm)			Consumo foliar (cm2)					
	$\bar{X}$	±	D.E.*	Rango	$\bar{X}$	±	D.E.	Proporción	$\bar{X}$	±	D.E.	Rango
Al nacer	1,83		0,11	1,60 - 2,00								
I	2,57		0,07	2,47 - 2,82	0,25		0,023		0,27		0,02	0,03 - 0,46
II	4,59		0,13	6,00 - 7,00	0,40		0,018	1,60	0,43		0,04	0,23 - 0,80
III	7,66		0,33	10,00 - 11,80	0,70		0,021	1,75	0,88		0,08	0,40 - 1,50
IV	12,83		0,44	17,50 - 19,50	1,16		0,023	1,66	4,18		0,33	2,07 - 7,66
V	30,98		0,74	28,00 - 33,50	1,78		0,038	1,53	34,82		1,89	27,02 - 49,11
TOTAL								x= 1,63	40,58		1,97	28,80-53,04

\* D.E. = Desviación Estandar

promedio; se mueven con agilidad y para alimentarse raspan la epidermis de la hoja. El daño se reconoce por pequeños puntos translúcidos.

Durante el segundo instar, las larvas se tornan de un color verde más intenso debido al mayor consumo de follaje y llegan a alcanzar una longitud de  $4,59 \pm 0,13$  mm, en promedio. En este instar, las larvas siguen causando roeduras y sobre las hojas jóvenes producen pequeños orificios, los cuales con el crecimiento y elongación de la lámina foliar se tornan en orificios grandes que corresponden al daño inicial.

En el tercer instar se hacen notorias las bandas blancas longitudinales subdorsales, características de *D. hyalinata*, lo mismo que las pináculos de color negro

de las setas epsilon del segundo y tercer segmentos torácicos. Alcanzan a medir, en promedio,  $7,66 \pm 0,33$  mm y todavía se pueden encontrar en grupos de tres larvas en los terminales de las plantas. La alimentación todavía la realizan causando roeduras o pequeños orificios en las hojas.

Las larvas de cuarto instar miden  $12,83 \pm 0,44$  mm, en promedio. Para alimentarse raspan o roen, pero en general, ya consumen parte de la hoja tanto de las jóvenes como de las desarrolladas. El color es verde intenso; son muy móviles y en general, se encuentran en forma individual.

Durante el quinto instar, las larvas llegan a medir  $30,98 \pm 0,74$  mm, en promedio. Son muy voraces y consumen parte de las hojas, tiene una gran capacidad de

daño y atacan guías, flores y frutos. El color es verde y las bandas blancas subdorsales se observan bien definidas hasta el inicio de la prepupa, cuando adquieren un color verde pálido. En este momento pierden el apetito, pegan las hojas con un hilo sedoso y construyen una cámara pupal, donde finalmente producen una envoltura con los hilos y entran al estado de pupa.

Las larvas de *D. hyalinata* son típicas eruciformes y normalmente cumplen su desarrollo y crecimiento alimentadas con follaje de melón. La duración total promedio del estado de larva fue de  $12,33 \pm 0,57$  días, y el consumo foliar total promedio fue de  $40,58 \pm 1,97$  cm<sup>2</sup>.

**Pupa.** Son de tipo obtecta; de color café marrón brillante al inicio del desarrollo y al avanzar este se tornan café oscuro. Se encuentran dentro de una cámara pupal construida por las larvas sobre el follaje de las plantas de melón o sobre hojas de malezas. Miden  $1,64 \pm 0,07$  mm y pesan  $0,095 \pm 0,18$  g.

Los sexos se separaron utilizando la quetotaxia y se encontró una relación de sexos de 1 hembra: 5 machos. La duración de este estado fue de  $7,77 \pm 0,41$  días, en promedio.

**Adulto.** Son polillas de tamaño medio. Entre los sexos no se encontraron diferencias en cuanto al tamaño. La longitud del cuerpo es de  $2,80 \pm 0,07$  cm y la envergadura alar de  $1,45 \pm 0,07$  cm, en promedio. La diferenciación de sexos se logra claramente al observar con detenimiento el mechón plumoso que presentan en el extremo del abdomen. En las hembras, el mechón es completamente amarillo y en la parte ventral se observa una invaginación longitudinal, mientras que en los machos el mechón es amarillo dorsalmente y negro ventralmente; además, es compacto como una brocha. La relación de sexos en este estado fue de 1 hembra: 3 machos. Los adultos son de hábitos nocturnos. En cautiverio, las hembras se aparearon con poca frecuencia y las que lo hicieron sólo colocaron unos pocos huevos, al contrario de las que se capturaron en trampas de luz, que llegaron a colocar hasta 1.023 huevos con una fertilidad del 100%.

**Tabla 4.** Ciclo de vida de *Diaphania hyalinata* alimentada sobre frutos pequeños y grandes de melón.

Estado	Fruto pequeño		Rango	Fruto grande		Rango
	$\bar{X} \pm$	D.E.		$\bar{X} \pm$	D.E.	
HUEVO	3,00	0,14	2-4	3,0	1,40	2-4
LARVA						
I	2,00	0,00	-	2,00	0,00	-
II	2,00	0,00	-	2,00	0,00	-
III	1,83	0,40	1-2	2,00	0,00	-
IV	3,66	0,81	3-4	3,33	0,82	3-5
V	6,00	0,00	5-7	5,66	0,51	5-6
(Prepupa)	(2,00)	(10,00)	(0-0)	(2,00)	(0,00)	(0-0)
Total larva	15,49	0,83	14-16	14,99	0,75	4-16
PUPA	6,16	1,46	4-8	6,00	1,29	4-8
Total huevo-adulto	24,66	1,49	22-27	24,16	1,53	22-2
ADULTO	2,33	0,94	1-4	2,66	1,24	1-5

\*D.E=Desviación estandar

**Tabla 5.** Daño promedio en frutos de melón causados por los instares de *Diaphania hyalinata*

Instar	Daño de frutos					
	Pequeño			Grande		
	$\bar{X} \pm$	D.E.	Rango	$\bar{X} \pm$	D.E.	Rango
I	1,00	0,00		1,00	0,00	
II	2,00	0,00		2,00	0,00	
III	2,55	0,49	2 - 3	2,90	0,50	2 - 3
IV	3,35	0,47	3 - 4	3,35	0,47	3 - 4
V	4,40	0,57	3 - 5	4,50	0,56	3 - 5

En la muestra de *D. hyalinata* estudiada se encontró una mortalidad del 22,0% en el estado de larva y del 40,0% en el de pupa, para un total de 62,0%. Esta mortalidad se atribuye a enfermedades causadas por bacterias y virus.

#### Daño de frutos

En la Tabla 4 se presenta el ciclo de vida de *D. hyalinata* alimentada sobre frutos pequeños y grandes de melón. La duración del estado de larva criadas sobre frutos pequeños fue mayor que la observada sobre los grandes. En ambos tamaños, el 60% de las larvas de primer instar no sobrevivieron, debido a que no se alimentaron de la corteza de los frutos, por lo tanto fue necesario reemplazarla por otras de la misma edad, criadas en el laboratorio.

En cuanto al daño causado en los frutos por cada uno de los instares larvales de *D. hyalinata* no se encontró diferencia significativa (Tabla 5). En el primer instar las larvas no se alimentaron y los frutos permanecieron libres de daño. Todas las larvas del segundo instar sobrevivieron y se alimentaron causando sólo roeduras superficiales en la corteza.

Las larvas de tercer instar causaron un daño que varió de raspaduras superficiales (2) a raspaduras pequeñas y perforaciones poco profundas en la corteza (3), con un daño promedio en los frutos pequeños de 2,55 y en los grandes de 2,50.

En el cuarto instar, las larvas causaron un daño promedio de 3,55, igual para ambos tamaños de fruto. El daño causado por larvas de este instar varió de raspaduras y perforaciones poco profundas en la corteza (3) a perforaciones profundas que no alcanzaron la pulpa (4). Con ésta intensidad de daño los frutos no alcanzaron a descomponerse, pudiéndose destinar todavía para consumo.

Las larvas de quinto instar fueron las únicas que causaron un daño económico al producir la descomposición y pérdida de los frutos; sin embargo las larvas de este instar presentan la mayor variación en cuanto a la capacidad de causar daño, el cual comprendió: raspaduras pequeñas y perforaciones poco profundas (3), perforaciones profundas sin alcanzar la

pulpa (4) y perforaciones profundas que alcanzan la pulpa (5). El daño promedio en los frutos fue casi igual en los pequeños (4,40) que en los grandes (4,50).

#### DISCUSION

La duración del estado de huevo de *D. hyalinata*, 3 días en promedio, es igual al encontrado en otros estudios (Caicedo y Díaz 1983; Martínez y Lindo 1987). También coincidió el número de instares al alimentar las larvas con ahuyama y melón, a pesar de que las condiciones ambientales fueron diferentes, y las cuales sí pueden ser las responsables de las diferencias en la duración del ciclo de vida, ya que en el C.I. "Caribía" el estudio se realizó bajo condiciones ambientales de T=26,8°C y R.H.=84%, mayores que en los otros estudios y cuya influencia produce una reducción en la duración del ciclo de vida.

El ancho de las cápsulas cefálicas de los diferentes instares de *D. hyalinata* cumplieron la ley de Dyar que establece que el tamaño de las cápsulas cefálicas cumple una progresión geométrica (Borror y De Long 1970). El valor de la razón geométrica encontrada fue 1,63.

El consumo foliar de una larva de quinto instar es equivalente a 1,48 hojas pequeñas y a 0,46 hojas grandes de plantas de una edad promedio de 40 días.

La obtención de posturas para crías masivas a partir de adultos colocados en frascos para que copulen, como lo reportan Caicedo y Díaz (1983) y Martínez y Lindo (1983), fue muy incierto por la baja frecuencia de apareamientos y el escaso número de huevos fértiles obtenidos. Por esta razón, se modificó la técnica y se utilizaron hembras capturadas en trampas de luz, de las cuales el 90% ovipositaron y colocaron hasta 1.023 huevos, todos fértiles.

La duración de los diferentes instares de las larvas criadas sobre frutos fue aproximadamente igual al de aquellas alimentadas con follaje, pero en el cuarto y quinto instar la duración fue mayor para las criadas sobre los frutos. La mayor duración fue la responsable de la prolongación del estado larval de 12,33 días sobre follaje a 15,49 días sobre frutos pequeños

y 14,99 días sobre frutos grandes; es probable que esto sea debido a que los frutos no suministran todos los requisitos nutritivos para un óptimo desarrollo de las larvas de *D. hyalinata*. Esto también se sustenta por el hecho de que las larvas de *D. hyalinata* sólo perforan los frutos, y sólo las del quinto instar causan su pérdida.

#### BIBLIOGRAFIA

- BORROR, D.J.; DELONG, D.M. 1970. Introduction to the study of insects. 3 ed. New York, Holt, Rinehart and Winston. 812p.
- CAICEDO, V.L.; DIAZ, B.F. 1983. Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) plaga del zapallo (*Cucurbita* spp.). Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 51 p. (Tesis de Ing. Agrónomo).
- ELSEY, K.D.; PEÑA, J.E.; WADDILL, V.H. 1985. Suitability of potencial wild hosts of *Diaphania* species in Southern Florida. Florida Entomologist (Estados Unidos) v. 68 no. 4, p. 682-686.
- FUNDACION SHELL. CAGUA (VENEZUELA). 1960. Tres plagas del melón: Afidos, pasador de la hoja y perforador del fruto. Noticias Agrícolas (Venezuela) v. 2 no. 13, p. 49-51
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. PROGRAMA DE ENTOMOLOGIA. 1983. Reconocimientos e identificación de plagas de hortalizas. En: Informe Anual 1983. Palmira, ICA. 19p. (Sin publicar).
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION DE ENTOMOLOGIA. 1987. Informe Anual 1987. Caribia, ICA s.p. (Sin publicar).
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. SECCION DE ENTOMOLOGIA. BO-GOTA (COLOMBIA). 1989a. La más importante. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia), Enero-Febrero. p. 5.
- 1989b. Difícil control. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia), Noviembre-Diciembre. p. 94
- LIMA, A. DA COSTA. 1950. Insectos do Brasil. Lepidopteros 2a. parte. 6o. tomo. Rio de Janeiro. Escola Nacional de Agronomia (Serie Didáctica no. 8) 420p.
- MARTINEZ, P.P.; LINDO, E. 1987. Ciclo biológico y comportamiento de *Diaphania hyalinata* en zapallo y melón. Revista Peruana de Entomología v. 29, p. 113-115.

POSADA O.,L.; ZENNER DE POLANIA, I.; AREVALO, I.S. DE; SALDARRIAGA V.,A.; GARCÍA R., F.; CARDENAS M., R. 1976. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 3a Ed. Bogotá, ICA, Programa de Entomología. 484p. (Boletín Técnico no. 43).

REID, W.J., JR.; CUTHBERT, F.P., JR. 1956. Biology studies of the pickleworm. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v.49 no. 6, p. 870-873

THOMPSON, H.C. 1939. Vegetable crops. New York, Medrow-Hill Book Company. p.578

WILLE T., J.E. 1952. Insectos que atacan a las plantas cucurbitáceas. En: Entomología Agrícola del Perú. 2a ed. rev. Lima, Junta de Sanidad Vegetal, Ministerio de Agricultura. p. 312-317.

## BIOLOGIA, HABITOS Y ENEMIGOS NATURALES DEL *Neoleucinodes elegantalis* (GUENEE)

Alberto Serrano Plaza<sup>1</sup>  
Edilberto Muñoz León<sup>1</sup>  
Jaime Pulido Fonseca<sup>2</sup>  
Jaime De La Cruz<sup>3</sup>

### RESUMEN

El barrenador del fruto del tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), es considerado por las características de su daño, la persistencia durante el período productivo del cultivo y la dificultad de su control, como la principal plaga del lulo y del tomate de árbol, y como plaga potencial del tomate de huerta y la berenjena. En el CNI "Palmira" en Palmira (Valle), en la vereda "El Retiro" del municipio de Pradera (Valle), con 24°C de temperatura y 74% de H.R. y 17°C y 80% de H.R., respectivamente, se realizaron estudios sobre este insecto, entre 1988-1989. Bajo condiciones de laboratorio la duración para los estados de huevo, larva y pupa fue en promedio de 5,86; 24,58 y 12,33 días, respectivamente. La hembra y el macho tuvieron una longevidad promedio de 6,83 y 4,00 días. Se determinaron cinco instares larvales, con una duración promedio de 3,6; 3,3; 4,4 4,5 y 8,7 días, respectivamente. El período de preoviposición fue de 3 días; el de oviposición fue de 7 días con una producción total promedio de 93 huevos; la fertilidad promedio fue de 98%. En un total de 2.500 larvas colectadas en "El Retiro" se registró un parasitismo del 1,6% por *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) y de 0,08% por *Lixophaga* sp. (Diptera: Tachinidae). En 527 pupas colectadas en campo se registró un parasitismo de 0,38% por *Calliephaltes* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) y en 400 pupas se observó una afección del

55% por el entomopatógeno *Beauveria* sp. (Hypho-mycetos). En la zona plana del Valle del Cauca se encontró el 81,9% de los huevos parasitados por *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en cultivos de tomate de huerta y berenjena.

### SUMMARY

The tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) is at present, due to its characteristics of damage, its persistence during the crop period and the difficulty of its control the most widely spread pest of *Solanum quitoense* and *Cyphomandra betaceae* and a potential pest of *Lycopersicon sculentum* and *Solanum melongena*. In the C.N.I. "Palmira" at Palmira (Valle) T=24°C. H.R.=74% and in the vereda "El Retiro", Pradera (Valle) (T=17°C; H.R.=80%) this study was carried out during 1988-1989. Under laboratory conditions the duration of the egg, larva and pupa stages was on the average 5.86; 24.58 and 12.33 days, respectively. The average longevity for the female and male was 6.83 and 4.00 days respectively. The larval stage passed through five instars with an average duration of 3.6; 3.3; 4.4; 4.5 and 8.7 days, respectively. The preoviposition period lasted three days, the oviposition period lasted 7 days with a total average production of 93 eggs, and the average fertility was 98%. In 2500 larvae collected at "El Retiro" was found a parasitism by *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) of 1.6% and by *Lixophaga* sp. (Diptera: Tachinidae) of 0.08%. In 527 pupae collected in the field a parasitism by *Calliephaltes* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) of 0.38% was found. In 400 pupae was observed that 55% was affected by the entomopathogen *Beauveria* sp. (Hyphomycetos). In the plain zone of the Cauca Valley, 89% of eggs of the borer were found parasitized by *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in tomato and eggplant. It is suggested to carry out control studies with *Beauveria* sp. and *Copidosoma* sp. on *Solanum quitoense* and with *Trichogramma* sp.

on tomato and eggplant.

### INTRODUCCION

El lepidóptero de la familia Pyralidae conocido comúnmente como barrenador del fruto del tomate o pasador del fruto de lulo y taxonómicamente como *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée), es la plaga clave más importante para el cultivo del lulo. La desinformación que se tiene sobre este insecto hace que su manejo sea inefectivo, costoso y con efectos colaterales contraproducentes, incrementándose así la importancia económica de las pérdidas ocasionadas por esta plaga.

El conocimiento de aspectos bioecológicos y de manejo del *N. elegantalis* es básico para la toma de decisiones ción.

Lima (1950) ubica taxonómicamente el pasador del fruto así:

ORDEN: LEPIDOPTERA  
SUBORDEN: FRENATA  
DIVISION: HETEROCERA  
SUPERFAMILIA: PYRALIDOIDEA  
FAMILIA: PYRALIDAE  
SUBFAMILIA: PYRAUSTINAE  
GENERO: *Neoleucinodes*

ESPECIES: *elegantalis* (Guenée)

técnicas para su control, dentro de la concepción del manejo integrado de plagas. Con la presente investigación se

1. Estudiantes. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Seccional. Apartado Aéreo 237. Palmira (Valle).
2. I.A., M. Sc. Sección de Entomología, ICA C.N.I. "Palmira". Apartado Aéreo 233, Palmira (Valle).
3. I.A. Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Palmira. Apartado Aéreo 237. Palmira (Valle).

buscaron los siguientes objetivos: conocer el ciclo de vida y los hábitos del pasador del fruto del lulo y determinar y evaluar sus enemigos naturales.

## REVISION DE LITERATURA

### Clasificación Taxonominaq y Distribu

Los *Leucinodes elegantis*, *L. ordonaiis* y *L. imperialis* fueron descritas por Guenée en 1854. En 1914 fueron descritas las especies *L. prothetica* y *L. dissolvens* por Dyar, y hacia el año de 1948 fue descrita por Capps, la especie *L. torvis*. (Araujo 1948). Capps, citado por Araujo (1948), verificó que *L. ordonaiis* era el tipo de las especies de *Leucinodes* distribuidas en las regiones etiópica y oriental. El mismo autor, revisando las especies americanas, concluyó que *elegantalis* no era congénere de *orbonalis* y creó el género *Neoleucinodes*, cuyo tipo es la especie *elegantalis*, y además incluyó dentro de él las especies *imperialis* (Guenée), *dissolvens* (Dyar), *prophetica* (Dyar) y *torvis* (Capps). De esta manera, el género *Leucinodes* permanece sólo para especies de las regiones etiópica y oriental. Por lo tanto el nombre científico válido actualmente es *N. elegantalis* (Araujo et al. 1948). Según Capps, citado por Araujo (1948), la especie *N. elegantalis* se encuentra distribuida ampliamente en la región neotropical, desde México hasta Argentina. En Colombia, es un insecto bastante común y se halló por primera vez en el Valle de Aburrá en mayo de 1945, sobre tomate de árbol (Gallego 1960).

### Nombre común

En Colombia este insecto se conoce con los nombres de "pasador del fruto del lulo" (Reyes 1987); "gusano del tomate de árbol" (Gallego 1960); "pasador del fruto" (Gallego 1974); "perforador de los frutos del tomate (Girard y Loho 1977) y "Gusano perforador menor del fruto" (Posada et al. 1970), pero el nombre común propuesto para Colombia y más utilizado es "barrenador del fruto del tomate" (Posada 1976; ICA 1976; ICA 1981a).

### Daños e importancia económica

La especie *N. elegantalis* se encuentra distribuida ampliamente en Colombia afec-

tando cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), berenjena (*Solanum melongena* L.), tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Stendt), pepino cohombro (*Cucumis sativus* L.) y lulo (*Solanum quitoense* L.) (ICA 1976, 1979, 1981b). En el país no se han cuantificado las pérdidas ocasionadas por el ataque de *N. elegantalis*; sin embargo, en Icononzo (Tol.) se registró un ataque que ocasionó pérdidas hasta del 90% de los frutos de lulo de la primera cosecha (ICA 1981b).

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Entomología del ICA, en Palmira (Valle), con una temperatura promedio de 24°C y humedad relativa promedio del 74%. En condiciones de campo se trabajó en la finca "El Triunfo", Vereda "El Retiro", jurisdicción de municipio de Pradera (Valle), a 2.100 msnm, temperatura promedio de 17°C y humedad relativa mayor del 80%.

Las observaciones preliminares, para cada uno de los estados del insecto, se iniciaron bajo condiciones de campo y laboratorio, pero ante la dificultad de estudiar el estado larval bajo condiciones naturales sobre frutos de lulo y viendo la posibilidad de la cría masiva para posteriores estudios, se evaluaron en el laboratorio dos dietas artificiales con base en la dieta artificial utilizada para la cría masiva del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), a la cual se le adicionó lulo deshidratado y finalmente molido, en la proporción de 85,5 g y 28,5 g por cada litro de dieta. Posteriormente, se inició la etapa de campo con el fin de conocer los hábitos del insecto y el desarrollo natural de cada uno de los estados. Para esto, dentro del cultivo, se utilizaron plantas dentro de cinco jaulas de 2 m de alto x 2 m de ancho x 2 m de largo, en estructura de hierro y con anejo tipo mosquitero. Paralelamente a las observaciones realizadas en las jaulas, se efectuaron observaciones sobre el cultivo y en diferentes cultivares de lulo.

Los estudios de laboratorio se iniciaron con la recolección de larvas en el campo, las cuales se alimentaron con la dieta artificial seleccionada en el ensayo preli-

minar, hasta obtener adultos, los cuales se confinaron en jaulas de madera y anejo tipo mosquitero, con dimensiones de 0,60 m de alto x 0,30 de ancho x 0,30 m de largo, y se alimentaron con una solución de agua destilada, miel de abejas y vitaminas. Para obtener posturas, dentro de cada jaula se introdujeron frutos de lulo verdes. Posteriormente, las posturas se separaron de los frutos con un pincel y se colocaron en cajas de petri, sobre papel filtro humedecido con agua destilada. Se hizo una descripción del huevo, así como observaciones sobre cambios con la edad, forma de eclosión, efecto de la temperatura, número de huevos por postura y duración de este estado.

Después de la eclosión, se colocaron 5 larvas en la dieta y se observaron diariamente hasta que empuparon. La dieta se cambió cada 3 días. Se midió la cápsula cefálica para cada instar y la duración de este. Además, se observó el porcentaje de mortalidad, la forma, color, los hábitos de alimentación y defensa, la presencia de canibalismo y los cambios de hábitos con la edad.

Las pupas se colocaron en cajas de petri sobre papel filtro humedecido con agua destilada, y se hicieron observaciones sobre la forma de empupamiento, tamaño, forma, color, cambios con la edad, duración del estado, forma de emergencia del adulto y porcentaje de emergencia. Los adultos obtenidos se confinaron en jaulas y se observó su actividad diurna y nocturna, la cópula, períodos de preoviposición y oviposición, fecundidad, número de huevos por hembra, relación de sexos, longevidad, y además se hizo una descripción morfológica. Finalmente, para determinar y evaluar los enemigos naturales de *N. elegantalis* se hicieron observaciones en el campo y laboratorio sobre posibles parasitoides y depredadores.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Trabajo de campo

**HUEVO.** En observaciones de campo sobre este estado se determinó que las posturas se encuentran en el pedúnculo de las flores y de los frutos, en el cáliz y en el fruto, siendo más frecuentes en frutos

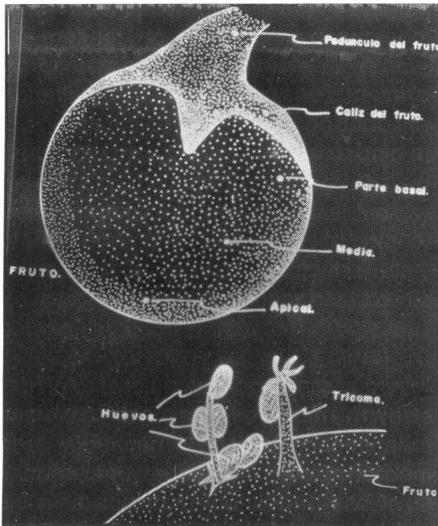


Figura 1. Localización de las posturas de *N. elegantalís* en el fruto y sobre tricomas (Foto: Ricardo Alzate)

de un diámetro aproximado de 19 mm que corresponden a un fruto entre 45 y 60 días, por lo cual se considera que este es el tamaño ideal preferido por el insecto para garantizar el alimento a su progenie. En frutos de mayor tamaño también se encontraron posturas pero en menor cantidad. Las posturas, con mayor frecuencia, están localizadas en la parte basal del fruto cerca del cáliz, y son colocadas sobre el epicarpio del fruto cerca a la base de cada tricoma o sobre la parte media y apical de estos (Fig. 1). En lulo, con mayor frecuencia son individuales, pero se pueden presentar grupos de 2 a 4 huevos. Los hábitos de oviposición observados en tomate de mesa, tomate de árbol y berenjena siguen un patrón de comportamiento similar, y los huevos son depositados sobre el cáliz, los frutos y debajo de los sépalos. En tomate de árbol y berenjena se presentan posturas individuales y grupos de 2 a 9 huevos; en tomate de mesa se observaron posturas individuales, así como también masas hasta de 23 huevos.

**LARVA.-** Recién nacidas, para la mayoría de sus movimiento secretan un hilo de seda y buscan el sitio adecuado para perforar, adoptando una posición perpendicular al epicarpio, igual a la dirección de los tricomas, y apoyándose en sus patas verdaderas comienza a raspar el epicarpio hasta alcanzar el mesocarpio, del cual se alimentan hasta realizar un orificio completamente circular y penetrar luego al

fruto. En berenjena, tomate de árbol y tomate de mesa se verificó un comportamiento similar, que solo difiere al no poseer la larva un punto de apoyo como los tricomas en lulo.

Los orificios de penetración están ubicados indistintamente en cualquier parte del fruto y se pudo determinar que con el crecimiento del fruto estos orificios se suberizan y como evidencia de la penetración quedan pequeños puntos completamente circulares y de coloración oscura.

Después de penetrar al mesocarpio, la larva realiza una galería pequeña, transcurriendo así durante los dos primeros instares. El daño causado durante este tiempo no es de importancia y es difícil observarlo a simple vista.

Al alcanzar el tercer instar, la larva se desplaza hacia el endocarpio, su capacidad de alimentación es mayor y comienza lo que se podría denominar el daño verdadero, realizando galerías de gran tamaño, y dentro de ellas transcurren el tercero, cuarto y quinto instares, alimentándose de preferencia del eje placentario y en algunas ocasiones de las semillas (Fig. 2). El número de larvas por fruto de lulo varió de 1 a 14; en tomate de árbol se encontraron de 1 a 9, larvas, y en tomate de mesa desde 1 hasta 34 larvas.

En todos los casos se observó la presencia de generaciones superpuestas, o sea, larvas de diferentes instares, desde el primero hasta el último. También se logró determinar que cada larva de último instar, después de 25 a 27 días de haber penetrado al fruto, realiza su propio orificio de salida, y al salir tienen un color rosado intenso.

**PUPA.-** En ningún momento se encontraron pupas en el suelo. Por lo general, las pupas se localizan sobre el cáliz del fruto, entre el cáliz y el fruto, entre el pedúnculo floral y el tallo, entre el fruto y el tallo, en residuos de hojas adheridas al tallo, sobre botones florales abortados y aún adheridos al tallo y entre los frutos. Cuando las infestaciones fueron altas se encontraron pupas sobre el envés de las hojas. Bajo las condiciones de campo no fue posible determinar la duración de este estado, debido a la dificultad de observar el momento preciso del empupamiento y la emergencia del adulto.

**ADULTO.-** Durante el día no es frecuente observar los adultos en el cultivo, ni en malezas, ni en la vegetación aledaña; su actividad diurna se restringe sólo a cuando es perturbado. Durante la noche se comprobó que la actividad de los adultos se inicia después de las 7 de la noche y se

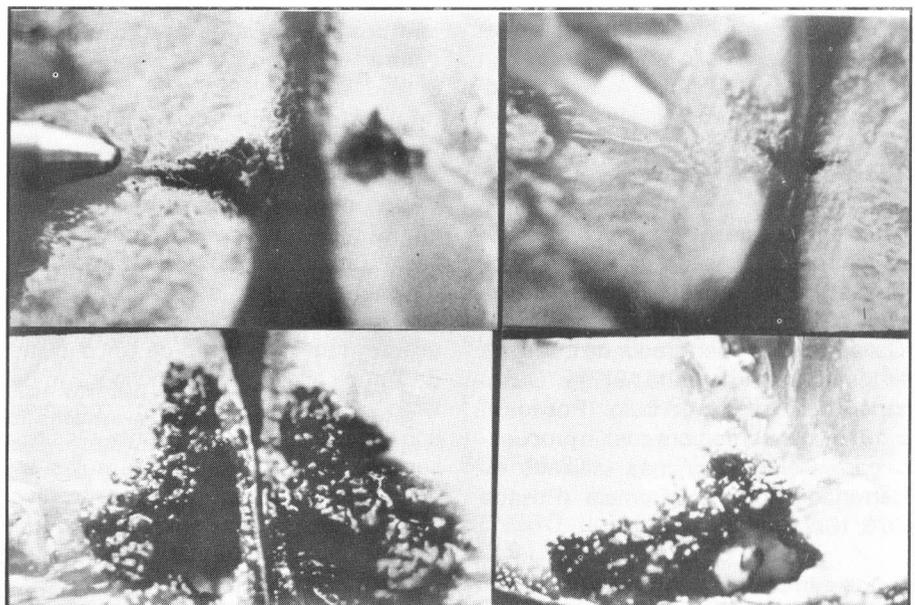


Figura 2. Daño causado por larvas de *N. elegantalís* de I, II, IV y V instar, respectivamente (Foto: Ricardo Alzate).

incrementa en las horas siguientes, mostrando su máxima actividad en las horas de la madrugada. No se pudo observar cópula, ni alimentación, ni oviposición.

**Trabajo de laboratorio**

**HUEVO.-** Son de forma elíptica con el corión esculpido, dando la apariencia de una superficie martillada. El diámetro ecuatorial mide en promedio 0,465 mm (0,27-0,54 mm) y su diámetro polar 0,646 mm (0,54-0,72 mm). Recién depositados son de color blanco (Fig. 3), tomando luego un color amarillo claro y al finalizar la incubación adquiere una coloración café carmelita. Después de la eclosión, el corión queda transparente y no es consumido por la larva recién nacida.

**LARVA.-** La larva de *N. elegantalis* es del tipo eruciforme, con 3 segmentos torácicos y 10 abdominales; posee espiráculos en el protórax y en los ocho primeros segmentos abdominales; tiene 3 pares de patas torácicas bien diferenciadas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal.

Su cabeza es bastante quitinizada y la sutura epicraneal es en forma de "y" invertida, tiene seis ocelos dispuestos en forma de "C" invertida; en la parte inferior del labio se encuentran el hilum o espinerete; posee un par de pequeñas antenas entre los ocelos y la base de las mandíbulas.

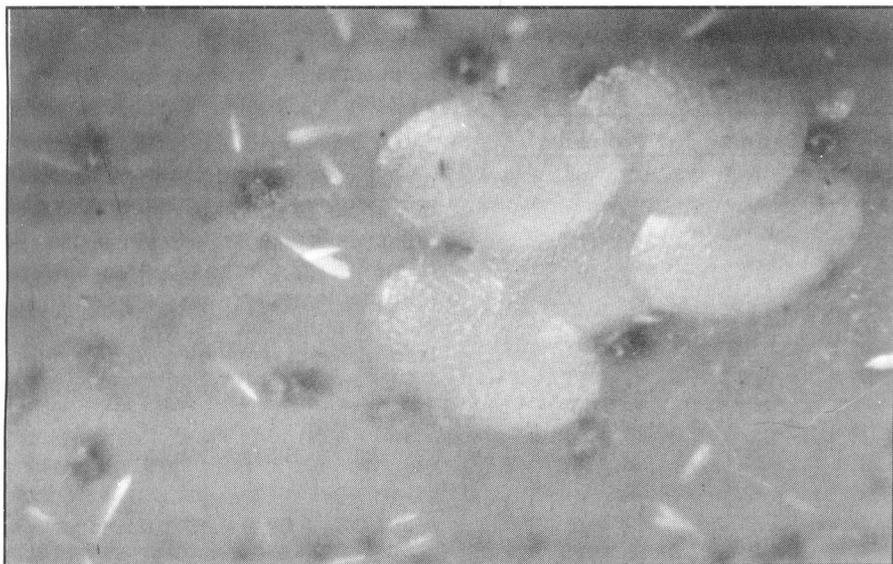


Figura 3. Posturas de *N. elegantalis* de un día de edad. (Foto: Ricardo Alzate).

Las larvas de primer instar con delgadas y de coloración amarillenta, la cual sólo varía al inicio del último instar, cuando se torna de un color rosado tenue que se hace más intenso a medida que transcurre su desarrollo y alcanza la tonalidad más intensa cuando se inicia la formación de la prepupa. Se determinaron 5 instares larvales y el ancho de la cápsula cefálica para cada uno de ellos se presenta en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Ancho de la cápsula cefálica de los diferentes instares larvales de *N. elegantalis*. Palmira (Valle). (T=24°C; H.R.=74%).

Instar	Ancho promedio (mm)	Rango (mm)
I	0,1905	0,18-0,21
II	0,3224	0,24-0,40
III	0,5668	0,43-0,72
IV	0,8580	0,80-1,00
V	1,2728	1,10-1,53

**PUPA.-** Es de tipo obtecta, con una coloración amarillo claro al inicio del estado, la cual varía hasta tomar una coloración café oscura. La longitud promedio para las pupas de machos fue de 10,33 mm (7,05-13,20 mm) y para las de hembras de 11,05 mm (8,55-13,56 mm).

En este estado se presenta dimorfismo sexual en la localización de la abertura genital, la cual en las hembras esta al iniciarse el VIII segmento abdominal, y en el macho en la mitad del IX segmento. Esta diferencia permite separar los sexos en el laboratorio. Además, en las hembras el abdomen es abultado mientras que en los machos es agudo. La relación de sexos obtenida en este trabajo fue de 1:1.

**ADULTO.-** A simple vista son polillas de color blanco hialino, pero si de observan detalladamente se puede apreciar lo siguiente: las alas son de color blanco hialino con estigmas o manchas irregulares de color negro hacia la base y la parte apical de ala anterior; presenta otras manchas hacia la parte inferior (margen interno, parte central del ala) de una coloración clara (Fig. 5). La ala posterior es también de color blanco hialino con machas hacia la parte apical. Los bordes de las alas tienen flecos. En el macho, la mancha central del ala anterior es dorada y en la hembras es más clara. En las hembras, en el primer y segundo par de patas se encuentran espurios muy pequeños, mientras que las patas posteriores son bastan-

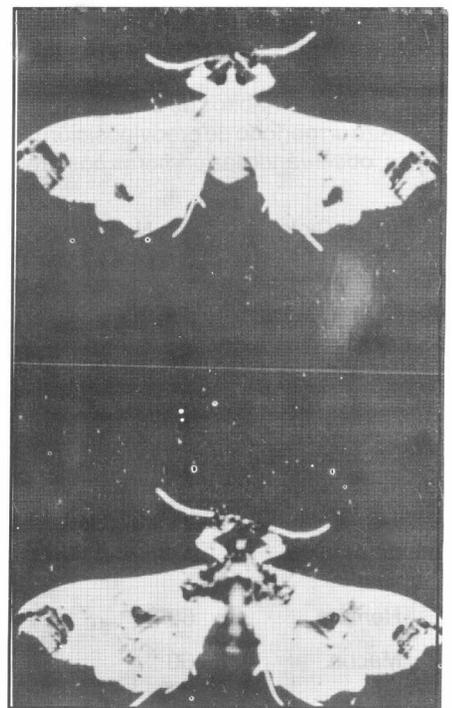


Figura 4. Adulto de *N. elegantalis* recién emergido. Arriba: Hembra; abajo: Macho. (Foto: Ricardo Alzate).

te largas y con dos espurios localizados a un tercio de la parte apical de la tibia; la cara interna del fémur del primer par de patas presenta escamas doradas. Las antenas son del tipo filiforme. Los adultos presentan dimorfismo sexual en el abdomen y en los palpos. Los palpos están recubiertos de escamas de color café oscuro y de sus partes basales salen unos penachos, los cuales en las hembras son más largos y se entrecruzan, y en los machos son más cortos, la mitad de los de las hembras, y son paralelos. El abdomen esta recubierto de escamas de color blanco en la parte ventral y la parte dorsal esta recubierta de partes oscuras tal como ocurre en la parte dorsal del tórax. El abdomen en las hembras es abultado y jaspeado con manchas café y además en su parte final es truncado. En los machos, el abdomen es delgado, de una coloración gris oscuro, y la parte final es aguda y está recubierta por un penacho a manera de brocha.

La expansión alar promedia para los machos fue de 22,82 mm (18-28 mm) y para las hembras de 24,80 mm (20-30 mm). La longitud desde la cabeza hasta la parte final del abdomen fue en promedio para los machos de 10,63 mm (8-13 mm) y para las hembras de 11,58 mm (10-14 mm).

En cuanto a los hábitos de oviposición se encontró un período de preoviposición de 3 días, observando las primeras posturas

al finalizar este día. La oviposición se incrementa en los días siguientes, alcanzando su máximo hacia el sexto día de vida de la hembra y disminuyéndose ostensiblemente en el séptimo, octavo y noveno días, lo cual determina un período de oviposición de 6 días. Se registró una oviposición total mínima de 80 huevos, una máxima de 100 huevos y un promedio de 93 huevos por hembra. Además, en los ovarios de hembras vírgenes se registró un mínimo de 136 huevos por hembra, un máximo de 155 y un promedio de 149. El porcentaje de fertilidad fue en promedio del 98% (95-100%) y los huevos depositados por hembra vírgenes fueron infértiles.

En la Tabla 2 se presente un resumen del ciclo de vida de *N. elegantalis* bajo condiciones de laboratorio. En promedio, este fue mayor para las hembras (49,5 días) que para los machos (46,7 días).

**Plantas hospedantes**

Durante este trabajo el *N. elegantalis* se encontró en las siguientes especies vegetales: lulo, tomate de árbol, berenjena y tomate de mesa.

**Enemigos naturales**

En el campo se observó la presencia de *Chrysopa* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) depredando huevos. En 2.500 larvas recolectadas en el campo se registró un

parasitismo de 1,6% por un himenóptero, posiblemente *Copidosoma* sp. (Encyrtidae), y de 0,8% por posiblemente *Lyxophaga* sp. (Diptera: Tachinidae). En 527 pupas recolectadas se registró un parasitismo de 0,38% por posiblemente *Calliephaltes* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), y en otras 400 pupas se registró un parasitismo de 55% por un entomopatógeno, posiblemente *Beauveria* sp. (Hyphomycetes). En cultivos de tomate de mesa y berenjena, de la zona plana del Valle del Cauca, se avaluó el parasitismo ejercido por *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre huevos de *N. elegantalis*, encontrando en 1.107 huevos un parasitismo de 81,93%; además, se estableció que de cada huevo de *N. elegantalis* emergen entre 1 y 3 adultos de *Trichogramma* sp.

**CONCLUSIONES**

- Bajo condiciones de laboratorio fue posible criar el *N. elegantalis* sobre una dieta artificial. - El ciclo de vida tuvo una duración promedia para las hembras de 49,5 días y para los machos de 46,7. La larva pasa por 5 instares con una duración total de 24,58 días, sin incluir la duración de la prepupa que fue de 2,35 días.

- Durante este estudio no se observó canibalismo entre las larvas, a pesar de que dentro de cada fruto se encuentran larvas de diferentes instares. Esto último indica la existencia de generaciones superpuestas.

- Bajo condiciones de campo se encontró que el *N. elegantalis* en lulo, inicia sus oviposiciones cuando se han formado los drutos de la primera floración, aproximadamente 5 meses después del trasplante, y continúa durante todo el período productivo del cultivo. Por otro lado, el insecto empupa sobre la planta y nunca en el suelo.

**BIBLIOGRAFIA**

ARAUJO S., A.D.; et al. 1968. Cuarto catalogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Rio de Janeiro, Laboratorio Central de patologia.

**TABLA 2.** Ciclo de vida de *N. elegantalis* (Guenée) bajo condiciones de laboratorio (T=24°C; H.R.=74%). Palmira (Valle).

Estad	No. Observ.	Duración (Días)		
		Mínimo	Máximo	Promedio
Huevo	60	5	7	5,86
Larva	60	20	25	22,23
Prepupa	60	2	3	2,35
Pupa	11	13	12,33	
Adulto:				
Hembra	60	5	9	6,83
Macho	60	3	5	4,00
TOTAL:				
Hembra		43	57	49,50
Macho		41	53	46,72

- ARAUJO, R.L. 1948. Nota sobre nomenclatura de *Neoleucinodes elegantalis*, a broca do tomate. O Biológico (Brasil) v. 14 no. 8, p. 193.
- GALLEGO, F. L. 1960. Gusano del tomate de árbol. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Colombia) v. 20 no. 54, p. 39-43.
- , 1974. Lista de insectos y algunos otros artrópodos que afectan los principales cultivos, animales domésticos y al hombre, en Colombia. Sílabo para el curso de Entomología Económica por Gallego, F.L.; Vélez A., R. Obra actualizada y corregida por Raul Vélez A. Medellín, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Nacional de Colombia. 141 p.
- GIRARD, E.; LOBO, M. 1977. El cultivo del tomate de árbol. En Curso de frutales. Medellín. ICA. p. 195-212 (Compendio No. 20)
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. PROGRAMA DE ENTOMOLOGIA BOGOTA (COLOMBIA). 1976. Otro pasador de frutas. Nota y Noticias Entomológicas (Colombia) Agosto-Septiembre, p. 66-67.
- , 1981a. Problema en tomate de árbol. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia) Marzo-Abril, p. 17-18.
- , 1981b. También en el Tolima. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia) Marzo-Abril, p. 24.
- , 1979. Nuevo huésped. Notas y Noticias Entomológicas (Colombia) Julio-Agosto, p. 53.
- LIMA, A. DA COASTA. 1950. Insetos do Brasil. Lepidópteros, 2a. parte. 6o. Tomo. Rio de Janeiro, Escola Nacional de Agronomia (Serie Didáctica No. 8) 420 p.
- POSADA O., L.; POLANIA, I.Z. de; AREVALO, I.S. de; SILDARRIAGA V., A.; GARCIA, F.; CARDENAS M., R. 1970. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Bogotá, ICA, Programa de Entomología. 202 p. (Publicación Miscelánea No. 17).
- POSADA O., L.; POLANIA, I.Z. de; AREVALO, I.S. de; SILDARRIAGA V., A.; GARCIA, R., F.; CARDENAS M., R. 1976. Nombres comunes propuestos para Colombia. En: Posada O.,L. et al. Lista de insectos y otras plagas en Colombia. 3a. ed. Bogotá ICA, Programa de Entomología p. 463 -494. (Coletín Técnico No. 43).
- REYES, E. 1987. Descripción de la información existente sobre la naranjilla o lulo (*Solanum quitoense* Lam.), y de las prácticas realizadas por los agricultores en las diferentes zonas del país. Palmira, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 312 p. (Tesis Ing. Agrónomo).