

# Observaciones sobre la biología y comportamiento del ácaro *Macrodinychus sellnicki* (Mesostigmata: Uropodidae) ectoparasitoide de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae)<sup>1</sup>

Observations on the biology and behavior of the mite *Macrodinychus sellnicki* (Mesostigmata: Uropodidae), ectoparasite of the crazy ant *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae)

VICTORIA EUGENIA GONZÁLEZ V.<sup>2</sup>, LUIS ANTONIO GÓMEZ L.<sup>3</sup>, NORA CRISTINA MESA C.<sup>4</sup>

Revista Colombiana de Entomología 30 (2): 143-149 (2004)

**Resumen.** La "hormiga loca" *Paratrechina fulva* (Mayr) ha encontrado en el cultivo de caña de azúcar las condiciones adecuadas para establecerse y proliferar, lo que ha ocasionado serios problemas al sector. En 1996, se detectó en el Ingenio Risaralda la presencia de un ácaro atacando las pupas de la hormiga; diversas investigaciones condujeron a elucidar su biología, comportamiento y otras relaciones existentes entre el ácaro y la hormiga, en orden a determinar la posibilidad de usar el ácaro como agente de control de poblaciones de la hormiga loca. El ácaro identificado como *Macrodinychus sellnicki* (Hirschmann) es mirmecófilo y se desarrolla como ectoparasitoide de la pupa succionando los líquidos internos de ella, la cual muere al emerger el adulto. En condiciones de campo, se determinó que el ácaro puede presentar rangos de parasitismo entre 0 y 93%. Antes de llegar al estado adulto *M. sellnicki* pasa por tres estados de desarrollo: larva, protoninfa y deutoninfa. La duración de su ciclo de vida fue de 30 días en promedio contabilizado desde larvas activas hasta la emergencia del adulto. Después de copuladas las hembras formaron huevos a los siete días y larvas a los 37, sugiriendo oviviparidad. No se logró observar el proceso de salida de las larvas, las cuales son móviles lo que les permite ubicar a su hospedero. Los dos estados ninfales sufren cambios regresivos en los órganos locomotores. *M. sellnicki* tiene una alta capacidad para afectar las poblaciones de *P. fulva*, pero su reproducción masiva en laboratorio no fue posible. Su uso, por lo tanto, consistiría en liberaciones inoculativas de material de campo altamente parasitado, en sectores donde se presenten explosiones de hormiga loca y el ácaro esté ausente.

**Palabras clave:** Ontogénesis. Parasitismo. Control de hormigas. Mirmecofilo. Reproducción.

**Summary.** The crazy ant *Paratrechina fulva* (Mayr) has conditions found in sugarcane adequate for establishing and proliferating, causing serious problems to growers. In 1996, the presence of a mite attacking crazy ant pupae was detected in Risaralda sugar mill; several investigations were conducted to elucidate its biology, behaviour other relationships between the mite and the ant, in order to determine the possibility of using the mite as a control agent of ant populations. The mite, identify as *Macrodinychus sellnicki* (Hirschmann), is a myrmecophile and develops as an ectoparasitoid sucking internal fluids of the pupa, which in turn dies when the adult mite emerges. Percent parasitism by mites in the field may vary from 0 to 93%. Before becoming an adult *M. sellnicki* passes through three development stages: larva, protonymph and deutonymph. Mean duration of the life cycle was 30 days from active larva to emerged adult. After copulation, females formed eggs 7 days later and larvae 37 days later, suggesting ovoviviparity. Birth of larvae was not observed; these are active and seek their host. Nymphal stages have regressive development of their locomotion appendages. *M. sellnicki* has a high capacity to affect *P. fulva* populations but its mass reproduction in laboratory was not possible. Its potential use therefore would be inoculative, consisting of liberations of highly parasitized individuals obtained from the field into areas where there are crazy ant outbreaks but the mite is absent.

**Key words:** Ontogenesis. Parasitism. Ant control. Myrmecophily. Reproduction.

## Introducción

La hormiga loca (HL) es un insecto que ha sido importante por el impacto que ha tenido sobre aspectos económicos, ecológicos y sociales (Zenner-Polanía 1990) de la caña de azúcar entre otros cultivos. Si bien la forma de control más estudiada ha sido el uso de cebos envenenados, no se ha descartado la posibi-

lidad del uso de otras alternativas de manejo como el control biológico. Las hormigas a nivel de familia poseen un buen número de enemigos naturales pero son pocos los casos en que éstos han sido utilizados como controles biológicos de plagas, y vale la pena citar los esfuerzos que se han hecho para el caso de la hormiga de fuego, *Solenopsis invicta*, en los Estados Unidos (Porter

2000) con parasitoides del género *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae).

En el ingenio Risaralda se encontró, en 1996, un ácaro que se asociaba posiblemente mediante relaciones de parasitismo, con las pupas de la hormiga loca (Gómez y Lastra 1997) y fue identificado simultáneamente en 1998 por G.W. Krantz (Oregon State University) y H. Klompen

1 Proyecto cofinanciado por COLCIENCIAS Código 2214-531-97.

2 Estudiante de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.

3 Autor para correspondencia: I. A. Ph. D. Entomólogo, Cenicaña. A. A. 9138 Cali. E-mail: lagomez@cenicana.org

4 Profesora Asociada, Universidad Nacional de Colombia -Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

(Ohio State University), como *Macro-dinychus sellnicki* (Acari: Mesostigmata: Uropodidae). Muchos ácaros han establecido relaciones con insectos sociales entre las que sobresalen las de forosis (Höll-dobler y Wilson 1990). Dentro de los uropódidos, tres especies del género *Macro-dinychus* – *M. Parallelepipedus*, *M. Multispinosus* y *M. Sellnicki* – han sido recuperadas de nidos de hormigas; sin embargo, tal como lo manifiesta Hirschmann (1975), su captura fue casual por cuanto hasta el momento no se ha establecido el tipo de relación de estas tres especies con las hormigas. Krantz *et al.* (2002) hicieron por primera vez una descripción de los estados inmaduros de *M. sellnicki* con base en individuos recolectados en el valle del río Cauca.

El ácaro *M. sellnicki* pertenece al orden Mesostigmata y al suborden Uropodina, el cual comprende tres superfamilias, de las cuales la Uropodoidea es la más grande, a su vez el mayor de sus componentes es la familia Uropodidae; esta última actualmente incluye más de 40 géneros, representados en muchas especies de gran diversidad morfológica (Karg 1989; Hirschman 1979; Wisniewski 1993 citados por Krantz *et al.* 2002). Los uropódidos son un gran grupo de ácaros que tienen adaptaciones a una diversidad de hábitats y aunque la mayoría son de vida libre, se encuentran algunos grupos parásitos, ya sea internos o externos de mamíferos, aves, reptiles e invertebrados (Hunter y Rosario 1988).

Los objetivos de este trabajo fueron por lo tanto, conocer cuales son las relaciones entre *M. sellnicki* y *P. fulva*, determinando características de su desarrollo ontogénico, morfológicas y de comportamiento adaptadas a la interacción de estas dos especies, para pensar, a más largo plazo, en utilizar al ácaro como un elemento de control biológico en el manejo integral de la hormiga loca.

### Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en el laboratorio de Entomología del Centro de Investigación de la caña de azúcar, Cenicaña ubicada en el corregimiento de San Antonio de los Caballeros, municipio de Florida, departamento del Valle del Cauca. Otra parte de la investigación se realizó en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, en el laboratorio de Entomología. El trabajo se llevó a cabo entre agosto de 2000 y agosto de 2002.

### Biología de *M. sellnicki*

Para establecer el desarrollo de este ácaro, se escogieron pupas de la hormiga loca (HL) parasitadas por ácaros de diferente tamaño que fueron retirados cuidadosamente con un pincel fino para luego ser montados antes de ser observados a través un microscopio binocular de contraste de fase, después de sufrir un proceso de aclarado simple sin tinción o bien de una tinción con fuschina ácida.

La aclaración simple consistió en introducir los ácaros inmaduros en lactofenol durante 3-4 días, dependiendo de su tamaño, de acuerdo con el método descrito por Krantz (1978); luego se lavaron con agua destilada y se montaron sobre placas en medio de Hoyer's para poder hacer las observaciones correspondientes.

La tinción con fuschina ácida consistió en perforar los individuos en la parte posterodorsal, sobre una placa con KOH al 10% para aclararlos, se lavaron luego con agua destilada, se introdujeron en fuschina ácida (50 min), se pasaron por alcohol al 70% para lavar los excesos seguido de alcohol al 95% para fijar, enseguida se introdujeron en carboxileno (dos min), se lavaron nuevamente con alcohol al 95% y se impregnaron en aceite de clavos para ser trasladados finalmente al portaobjetos en medio de una gota de medio de Hoyer's.

La duración de los estados de desarrollo del ácaro fue investigada utilizando cajas plásticas de Petri ( $\phi = 35$  mm), que se desinfectaron con hipoclorito al 0,5%, luego se lavaron con agua destilada y finalmente se impregnaron las paredes con Teflón™. Se dejaron en cámara de luz U.V. por espacio de tres días y posteriormente, en el fondo de la caja se colocó un círculo de servilleta húmeda con sulfato de cobre al 0,5%. Para permitir el intercambio de aire, la tapa tenía en el centro un agujero ( $\phi = 7$  mm) con una malla de tul pegada con silicona.

Se montaron 14 cajas y en cada una se colocaron cinco pupas parasitadas con larvas del ácaro, acompañadas por 10 obreras de la hormiga loca, para el mantenimiento de la cría y evitar la presencia de hongos en las pupas. Para prevenir el escape de las obreras de la hormiga las cajas se sellaron con Parafilm®. Una vez montadas, se colocaron sobre una rejilla plástica que reposaba sobre una espuma humedecida en agua que estaba a su vez sobre una bandeja. Todo se cubrió con una caja plástica forrada con cartulina negra en su interior. Las pupas se revisaban diariamente para evaluar el desarrollo de los ácaros y dos veces por semana se le agregaba a la caja sulfato de cobre al 0,5% para evitar la presencia de contaminantes. Las obreras se reemplazaban a medida que morían.

### Comportamiento reproductivo

Para observar la cópula entre los ácaros, se les proporcionó una humedad relativa alta empleando cajas de Petri en cuyas bases se acomodó una mezcla de carbón vegetal y yeso (1:1) con agua suficiente para manipular la mezcla. En las cajas se introdujeron adultos recién emergidos y al cabo de 24 h se realizaron las observaciones.

Con el propósito de conocer la formación de la descendencia, se llevaron a cabo dos ensayos. En el primero, se agruparon 100 hembras y 100 machos en una caja de Petri

de vidrio, previamente esterilizada con luz U.V. cuya base estaba conformada por la mezcla de yeso y carbón ya descrita; al cabo de tres días los machos se retiraron. Para mantener una humedad alta y evitar la presencia de hongos, se adicionó a las cajas agua estéril y sulfato de cobre al 1% dos veces por semana. Las hembras se observaron cada dos días y se retiraron las muertas para ser aclaradas con KOH al 25% durante siete h. Posteriormente, se lavaron con agua destilada, se montaron sobre placas con medio de Hoyer's y se observaron al microscopio para determinar su gravidez. Paralelamente, se aislaron 80 hembras vírgenes recién emergidas y en forma semejante se aclararon para determinar igualmente su estado de gravidez.

En el segundo ensayo, se siguió el procedimiento utilizado en el ensayo anterior, para asegurar la cópula se colocaron ácaros adultos en relación 2:1 (200 machos y 100 hembras), y después de siete días se sacaron los machos dejando sólo a las hembras. Una vez por semana se retiraron al azar 12 hembras, las cuales se sacrificaron y aclararon, se montaron en placas y se observaron al microscopio con el fin de determinar el momento en que se formaban los huevos y las larvas; estas observaciones se realizaron durante dos meses hasta que no quedaron más hembras. En ninguno de los dos experimentos se suministró alimento durante todo el tiempo que duró el experimento.

Para establecer la cantidad de descendencia, se tomaron 10 hembras de 24 y 36 días después de copuladas, se colocaron en parafina, y con la ayuda de alfileres entomológicos y del estereoscopio, se disecaron, luego se pasaron a portaobjetos con medio de Hoyer's y con la ayuda de un microscopio se contó el número de descendientes dentro de cada una de ellas.

De la misma forma, se hizo un reconocimiento del estado de gravidez en adultos provenientes del campo, tomando muestras de suelo cercanas a nidos de la hormiga loca en lotes de Risaralda y Cauca, por presentar porcentajes altos de parasitismo. Posteriormente, de las muestras se extrajeron los adultos a través de un embudo de Berlesse, de acuerdo con el método descrito por Jaffé (1993).

### Relación entre el ácaro y la hormiga

Se realizó una serie de observaciones minuciosas del comportamiento del ácaro en todos los estados del ciclo de vida, tanto en su forma libre como asociado con las hormigas. Para saber cuál es el estado del ácaro comúnmente asociado a la hormiga, se aislaron de manera individual pupas parasitadas por larvas del ácaro y se realizó diariamente un seguimiento para observar su comportamiento. Las pupas aisladas se introdujeron en cajas de Petri pequeñas ( $\phi = 35$  mm y  $h = 11$  mm), empleando el mismo procedimiento que se usó para determinar la duración del estado de de-

sarrollo inmaduro del ácaro. Para estimar el potencial del ácaro como regulador de poblaciones de *P. fulva* en el laboratorio se cuantificó el porcentaje de parasitismo; para ello se tomaron 100 pupas al azar del material recién colectado en lotes de caña infestados y se revisaron una a una observando para saber si se encontraban parasitadas.

## Resultados y Discusión

### Biología de *M. sellnicki*

Al estudiar la ontogénesis del ácaro *M. sellnicki* sobre pupas de la hormiga loca, se encontró, que, como otros Uropódidos que pasan por cuatro estados o estapas (estado diferenciado de desarrollo) post-embriónicos (larva, dos instares ninfales y adulto) (Krantz 1978), esta especie pasa por los mismos cuatro estados pero con características muy peculiares.

En cuanto a la duración de los estados de desarrollo de *M. sellnicki* fue muy difícil observar el momento exacto en el cambio de un estado a otro, por lo cual se determinó el tiempo total de desarrollo del estado inmaduro partiendo de larvas móviles hasta la emergencia de los adultos, encontrándose que el tiempo promedio fue de 30,26 días, con un rango entre los 26 y 35 días en condiciones de laboratorio.

**Larva.** El estado de desarrollo más joven observado fue el larval, en el cual se diferencian dos formas: una móvil (Fig. 1A) y una inmóvil (Fig. 1B). La primera busca, ubica y se acomoda sobre su hospedero; a partir de este momento se inicia la fase inmóvil, comienza a alimentarse, y se ensancha notoriamente a medida que se llena su idiosoma.

El cuerpo de la larva en la fase móvil es ovoide, de color blanco, poco esclerotizado y mide 252  $\mu\text{m}$  en promedio. El cuerpo de la larva en la fase inmóvil tiende a tomar una forma circular. La larva se caracteriza por poseer tres pares de patas funcionales. No se presenta estigma ni peritrema.

El desarrollo de los quelíceros es inusual, teniendo en cuenta que siendo visibles y gruesos, les falta el dígito fijo. A pesar de su ausencia, la larva está en capacidad de utilizarlos por cuanto ella puede alimentarse vorazmente de su hospedero y aumentar visiblemente su volumen corporal.

**Protoninfa.** Posteriormente ocurre la primera muda, momento en el cual pasa al estado de protoninfa; cuando ésta se lleva a cabo, el ácaro sufre un desarrollo funcionalmente regresivo de los órganos locomotores; es decir, sus patas se reducen marcadamente, lo que obliga a que el ácaro se mantenga ubicado en el mismo sitio sin movimiento aparente. A partir de este momento se alcanzan a hacer visibles los cuatro pares de patas que caracterizan a los ácaros (Fig. 1C), su cuerpo es de forma ovalada regular, de color blanco, con menor grado de esclerotiza-

ción que la larva y su longitud es de 535  $\mu\text{m}$  en promedio.

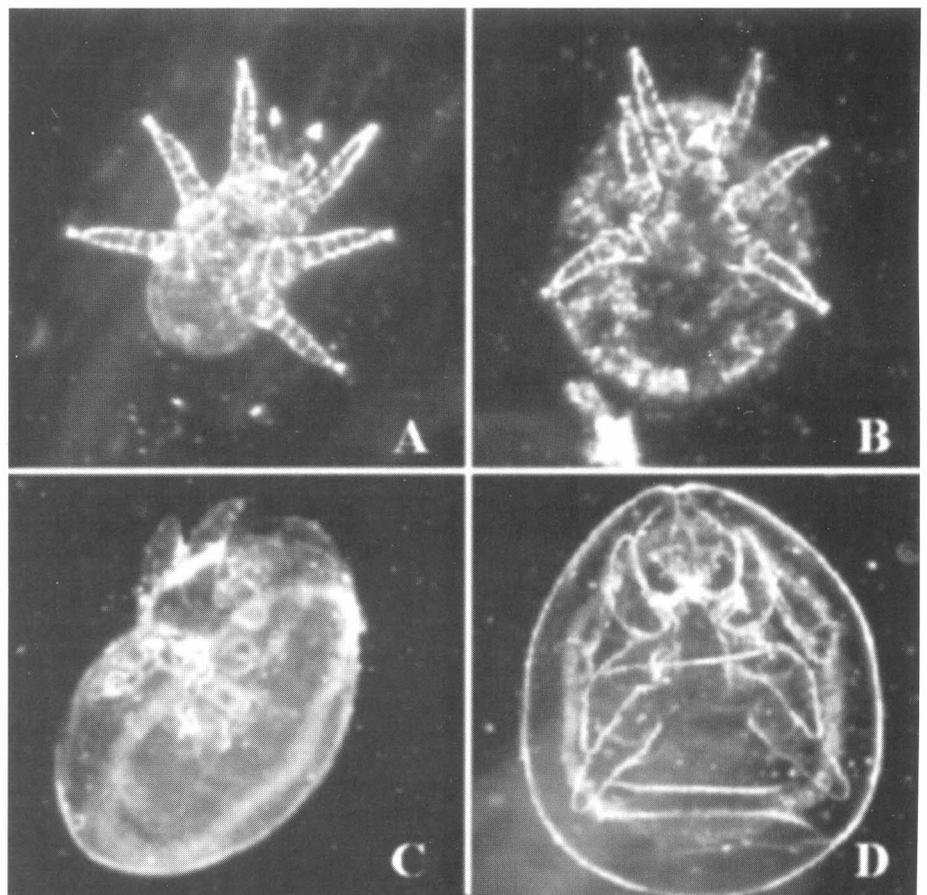
La porción ventral de la exuvia de la larva permanece adherida al tegumento del nuevo estado y se mantienen, claramente identificables los restos de las patas de la larva. Las de la protoninfa no son tan evidentes pero se alcanzan a distinguir cuatro pares de patas, con aspecto de muñones, en los cuales se pierde la segmentación típica, al igual que las uñas, visibles en la estapa anterior. La setación se reduce notoriamente, pero en el tarso I aparece una gran seta terminal en forma de espina cuya función podría ser la de servir como instrumento para romper la envoltura del estado anterior, para liberar los quelíceros y alimentarse (Krantz *et al.* 2002).

En cuanto al aparato bucal, es sorprendente que los quelíceros se mantengan semejantes y funcionales por cuanto la protoninfa aumenta de tamaño antes de mudar a la siguiente estapa. Aparece un estigma con un peritrema corto, fácil de observar.

**Deutoninfa.** La segunda muda marca el inicio del estado de deutoninfa (Fig. 1D) que es semejante al anterior en cuanto a función puesto que mantiene su estado regresivo en los apéndices locomotores, y

sigue siendo activo en alimentarse. Su cuerpo con una longitud de 908  $\mu\text{m}$ , es ovoide, de color blanco al principio, y a medida que se acerca al estado adulto, se va tornando crema y presenta un grado de esclerotización mayor que el de la protoninfa. Los rudimentos de apéndices ambulatorios se vuelven más grandes y visibles. La gran seta terminal en forma de espina, que se presenta en el tarso I de la protoninfa se mantiene, pero en este nuevo estado es más fuerte. En la parte inferior del primer par de patas se desarrolla una protuberancia aguda bien visible pero de función aún desconocida. Al igual que en las dos estapas anteriores, la deutoninfa mantiene el mismo tipo de quelíceros, es decir gruesos, quitinizados y con un solo dígito provisto de pequeños dientes y por lo tanto activos en el proceso de alimentación. A esta situación específica, caracterizada por la inmovilidad del individuo (sin ser caliptostática, o sea un desarrollo regresivo sin movilidad y sin alimentación), Krantz *et al.* (2002) le dieron el nombre de trofostasis.

Debido a la inmovilidad del ácaro en estos dos estados, la muda es posiblemente un proceso más bien pasivo, y por lo tanto las exuvias, especialmente la porción ventral, permanecen sobre el cuerpo, manteniéndose visibles los restos de



**Figura 1.** Estados de desarrollo de *M. sellnicki*. A: Larva activa, (40X); B: Larva inactiva, (40X); C: Protoninfa, (10X); D: Deutoninfa, (10X).

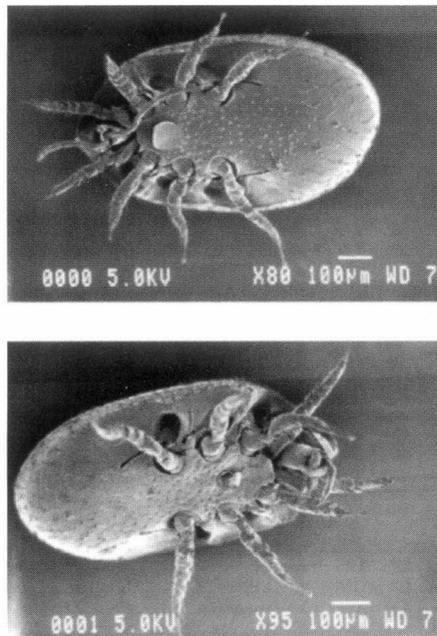
las patas. Se encontraron individuos cercanos a la emergencia del adulto donde se distinguían patas y quelíceros de la larva, la protoninfa y la deutoninfa. El tamaño del estigma y el peritrema también aumenta considerablemente.

**Adulto.** Finalmente se da la tercera muda para pasar al estado adulto, que ocurre cuando ha alcanzado su máximo grado de quitinización. Este paso no es evidente teniendo en cuenta que la muda ocurre dentro de la exuvia de la deutoninfa sin que haya ningún signo externo de la transformación. El adulto parece separarse de la exuvia de la deutoninfa y permanece algún tiempo dentro de ella; hace una perforación en la exuvia de la deutoninfa, en la parte ventral del gnatosoma, a través de la cual, el ácaro puede sacar su aparato bucal y posiblemente alimentarse aún cuando se mantiene dentro de la exuvia deutoninfal.

Una indicación de que el adulto ya mudó es la coloración cremosa que toma, seguida por un oscurecimiento debido a la quitinización. Aun después de adquirir el ácaro la coloración oscura y seguir cubierto por la exuvia de la deutoninfa éste puede permanecer aparentemente inmóvil sin romperla. Posteriormente, el ácaro rasga la exuvia lateralmente por el costado externo en relación con su posición sobre la pupa y sale, para pasar a una etapa activa y así iniciar un nuevo ciclo.

Los quelíceros del adulto adquieren una forma filiforme, al contrario de los estados inmaduros en la que eran gruesos y con un solo dígito; en este estado se vuelven largos, muy delgados y con ambos dígitos armados de múltiples dientes. Posee cuatro pares de patas las cuales salen del idiosoma; el primer par es un poco más delgado que los demás y su función parece ser más sensorial que ambulatoria teniendo en cuenta que cuando se desplaza, estas patas se mantienen estiradas hacia delante, sin participar en la locomoción. Las patas II, III y IV terminan en un pretarso y éste a su vez en un ambulacrum, conformado por un par de uñas y una membrana delgada. Presenta en la parte ventral del idiosoma depresiones especializadas en el cuerpo, que le permiten recoger las patas y el gnatosoma para ser protegidas. Otra característica de los adultos es la aparición de pilosidad sobre todo el cuerpo.

El cuerpo de la hembra tiene forma ovalada regular (Fig. 2 A), de color marrón oscuro, fuertemente quitinizado y puede medir en promedio 998  $\mu\text{m}$  de largo y 642  $\mu\text{m}$  de ancho. El macho presenta características similares a las de la hembra (Fig. 2 B) pero difieren en el tamaño, al ser más pequeños; alcanzan en promedio tamaños de 886  $\mu\text{m}$  de largo y 558  $\mu\text{m}$  ancho. Su abertura genital ofrece un marcado dimorfismo sexual, puesto que en el macho corresponde a una abertura circular pequeña ubicada en una depresión de la parte ventral del abdomen (opistosoma), en tanto que en la hembra



**Figura 2.** Adultos de *M. sellnicki*. A: Hembra, (80X); B: Macho, (95X).

no presenta la depresión y la abertura genital es más grande.

El desarrollo ontogénico de *M. sellnicki* es verdaderamente interesante, debido a que en las estapas inmaduras las exuvias se quedan adheridas al nuevo estado. Debido a esto, por un lado, y al inevitable hecho de maltratar la pupa para observar al ácaro, por otro, fue muy difícil observar el momento exacto en el que cambia a un estado subsiguiente, por lo cual tan sólo se determinó el tiempo total de desarrollo del estado inmaduro, en 70 individuos observados.

En las evaluaciones realizadas para determinar el tiempo de duración promedio de los estados biológicos de *M. sellnicki*, partiendo de larvas móviles hasta la emergencia de los adultos, se encontró que el tiempo promedio fue de 30,26 días, con un rango entre los 26 y 35 días en condiciones de laboratorio. En términos generales, se estableció que la duración promedio no varía mucho si se considera que el coeficiente de variación estuvo alrededor de 10%, cifra bastante aceptable para datos de tipo biológico.

#### Comportamiento reproductivo

El ácaro no es muy exigente en cuanto a condiciones para llevar a cabo la cópula, lo más importante es utilizar un sustrato

que le proporcione condiciones de alta humedad relativa. Se logró observar la cópula de *M. sellnicki* a través de la cual la transferencia del esperma se realizó de manera directa, es decir, el macho deposita el esperma en la apertura genital de la hembra. El proceso se inicia cuando los machos se sostienen de las patas y del abdomen de las hembras, para luego llegar a la posición de cópula, tal como lo describe Evans (1992), lado ventral con lado ventral, ambos de frente y en la misma dirección.

El macho de *M. sellnicki* no cuenta con órganos adaptados para la cópula, es decir, no presenta un órgano intromitente como ocurre en varios Actiniedida y los quelíceros no tienen un espermadactilo (estructura adaptada para la transferencia del semen); sin embargo, es probable que el macho use los quelíceros para la transferencia de los espermátóforos hacia la apertura sexual de la hembra.

La cópula duró 16 minutos aproximadamente con un rango entre 11 y 21 min, desde el momento en que el macho apretó a la hembra hasta que ella se soltó. En hembras recién copuladas fue posible distinguir la envoltura del espermátóforo adherida a la apertura genital de la hembra, la cual se calló posteriormente.

De acuerdo con el primer ensayo, después de la cópula, las hembras de *M. sellnicki* presentaron inicialmente formación de huevos, ocupando éstos gran parte del idiosoma y mostrando todos un tamaño similar, lo que sugirió un desarrollo simultáneo. A medida que aumentaba la duración de las hembras bajo estas condiciones comenzaron a hacerse visibles individuos, ya bien sea embriones en avanzado estado de desarrollo, o bien larvas ya formadas.

La tabla 1 relaciona el inventario final del número y el estado de desarrollo de la descendencia en el momento de la muerte de las hembras. Sesenta y dos hembras, es decir el 69% mostraron formación de descendencia, de ellas 54, o sea el 60% formó larvas y solo ocho (9%) alcanzaron a formar huevos antes de morir, en tanto que 21 (31%) murieron sin formación de descendencia. Es de notar que debido a la forma en que se montó el experimento no se puede garantizar que las hembras que no mostraron descendencia hubiesen copulado.

Durante todo el tiempo de observación, no se encontró formación de huevos ni tampoco se desarrollaron larvas en las hem-

**Tabla 1.** Formación de huevos y larvas en hembras copuladas de *M. sellnicki*

Hembras	Sin descendencia	Formación de huevos	Formación de larvas	Hembras totales
Individuos	28	8	54	90
Porcentaje	31	9	60	100

bras vírgenes, lo cual indica que para esta especie no hay partenogénesis y que para tener descendencia es necesario que haya cópula, cumpliendo de esta manera la norma general de reproducción de los ácaros.

En cuanto a la longevidad se refiere, el promedio de vida de las hembras copuladas de *M. sellnicki* fue de 64,7 días, lo que corresponde a dos meses aproximadamente, con un coeficiente de variación del 8,3%, si se tiene en cuenta que únicamente las hembras que sobrevivieron más de 15 días fueron consideradas (82) y se descartaron aquellas que por algún motivo murieron antes de dos semanas después de iniciado el ensayo.

Las hembras vírgenes tuvieron una longevidad promedio de 108,3 días, lo que equivale a tres meses y medio aproximadamente, con un coeficiente de variación del 4,4%. Su rango de vida varió entre 88 y 111 días; de un total de 70 hembras estudiadas, 34 sobrevivieron hasta los 111 días, que equivale al 48,6% y más del 95% de ellas vivieron más de 100 días (Fig. 3). El rango de vida de las hembras copuladas de *M. sellnicki* varió entre 49 y 70 días, con un promedio de 64,7. De un total de 82 hembras estudiadas, 69 sobrevivieron más de 60 días o sea casi el 85% de ellas.

Es de resaltar el hecho de que las hembras vírgenes presentaron un tiempo de vida mucho más largo que las hembras copuladas, con una diferencia de 43,6 días en promedio. El costo fisiológico ocurrido en el proceso de formación de huevos, probablemente tuvo incidencia en la diferencia de longevidad entre las hembras vírgenes y las copuladas.

Los datos obtenidos en el segundo ensayo indicaron que hubo un número de hembras que no mostraron formación de descendencia. En un principio, fue alto debido posiblemente a una cópula tardía (el período de cópula duró una semana) pero finalmente se estableció que tan sólo 20% de las hembras no mostraron ningún tipo de descendencia.

La formación de huevos comenzó a hacerse evidente en algunas hembras desde los siete días después de aisladas de los machos y así permanecieron hasta el día 28 después de que se inició el aislamiento. Siete días después comenzaron a distinguirse larvas. El período de maduración duró por lo tanto entre 28 y 35 días si se tiene en cuenta que la cópula pudo ocurrir en un período de siete días. La presencia de larvas ocurrió hasta el día 70 cuando se aclaró el último lote. En todo el período que duró el ensayo no se logró detectar que hubiese emergencia ni de huevos ni de larvas y todo da a entender que la hembra está lista para dar nacimiento a su descendencia al mes de la cópula, pero requiere de unas condiciones o estímulos muy especiales para iniciarla y si no las encuentra, retiene dentro de ella a su descendencia por un período bastante largo.

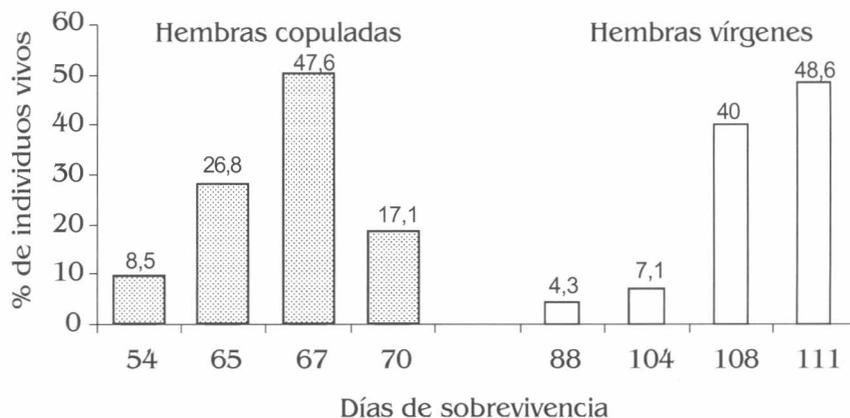


Figura 3. Longevidad de las hembras vírgenes y copuladas de *M. sellnicki*, bajo condiciones de laboratorio.

En dos especies de *Macrodinychus*, Hirschmann (1975), citado por Evans (1992), encontró que se pueden formar de 10 a 30 larvas, en la cavidad del cuerpo de las hembras, anotando que el orificio genital era demasiado pequeño para permitir un nacimiento vivíparo. Los resultados encontrados en el laboratorio de Cenicaña difieren con los hallazgos de Hirschmann, pues al realizar la disección de las hembras grávidas del ácaro se determinó que en promedio una hembra de *M. sellnicki* tiene capacidad para formar 45,1 huevos, con un mínimo de 40 y un máximo de 51 huevos.

Tanto los huevos como las larvas tuvieron un grado semejante de desarrollo y no se detectaron tamaños o estados de desarrollo diferentes. Hirschmann (1975) sugiere que las hembras probablemente depositan simultáneamente las pequeñas larvas activas. Este suceso se sustentó en el laboratorio por el hecho de que cuando se presionó el idiosoma de la hembra con estas características, los individuos ya formados, salieron fácilmente por la apertura genital.

Por otro lado, al reconocer el estado de gravidez de los individuos en condiciones de campo se recuperaron 1.044 ácaros adultos a través de embudos de Berlese. Los resultados de las observaciones se presentan en la tabla 2, que muestra para ambas localidades un número de ácaros similar, con un promedio de 177 en Risaralda y 171 en Cauca. En Risaralda se presentó un mayor número de hembras grávidas, con 38,3 en promedio, mientras que en Cauca el número fue menor, con 16,3 en promedio por muestra de suelo.

En el momento de la colecta algunas hembras presentaron formación de huevos y otras formación de larvas, para un porcentaje de 26,2%. Ninguna de las hembras fue identificada como vieja, es decir aquella que hubiese liberado su descendencia parcial o totalmente.

Esta predominancia de hembras sin descendencia aparente, corresponde a aquellas que aún son vírgenes y a las que están en la etapa inicial de formación de huevos en donde no son aún visibles. El número reducido de hembras con descendencia visible se debe posiblemente a que las hembras apenas liberan su descendencia mueren, y a que bajo las condiciones de campo con una alta infestación, ellas muy rápidamente encuentran los estímulos, que no se lograron proporcionar en el laboratorio, para iniciar la larviposición.

A pesar de que en los ensayos realizados no se logró obtener descendencia, y que por lo cual no se demostró en forma estricta que la ovoviviparidad es la forma de reproducción, hay que aceptar, de acuerdo con las evidencias, que es la forma de nacimiento más probable. Este hecho coincide con la descripción realizada por Akimov y Yastrebtsov (1990), quienes mostraron que este fenómeno es común en especies de parásitos Mesostigmata, en los cuales la hembra produce larvas en lugar de huevos, causando una reducción del número de instares como adaptación al modo de vida parasitario.

Con los resultados obtenidos en los ensayos anteriores no fue posible obtener descendencia en el laboratorio y mientras no

Tabla 2. Recuperación de adultos de *M. sellnicki* a través del embudo Berlese.

Localidad	Promedio/ muestra de suelo			Relación
	Machos	Hembras	Hembras grávidas	
Risaralda	74,3	102,7	38,3	1,4 :1
Cauca	65,7	105,3	16,3	1,6 :1

se identifiquen los requerimientos para dar nacimiento a la descendencia, la cría masiva de *M. sellnicki* es imposible.

### Relaciones entre el ácaro y la hormiga

#### Relación de forensis

En primera instancia, se pensó que la relación entre *M. sellnicki* y la hormiga loca podría ser la de forensis, tal como ocurre en buena parte de especies incluidas dentro de esta familia, como una forma de diseminación, lo que implica adaptaciones a ésta. Tal como se observó no parece haber mecanismos en *M. sellnicki* para tal fin y si existe algún mecanismo de adhesión, tal como lo es la conservación de las patas de la larva, no es adecuado para mantenerse fuertemente adherido a su hospedero. Por otro lado, el estado hospedero de *M. sellnicki* es el de pupa, uno de los que menos tiene capacidad para desplazarse. Por lo tanto, la asociación entre *M. sellnicki* y la hormiga loca no es fundamentalmente de forensis.

Es bien claro que una vez que el ácaro cumple su desarrollo y emerge el adulto, su hospedero muere completamente desecado por la acción del ácaro. Por lo tanto, la relación más probable es la de ectoparasitoides y de aquí en adelante se va a examinar en detalle cómo éste puede llevarse a cabo exitosamente.

#### Relaciones de parasitismo

**Ausencia de locomoción.** Ya bien se mencionó que las patas de los estados ninfales sufren una regresión evolutiva y se transforman en unos muñones sin segmentación y por lo tanto no son funcionales. Durante estos estados, y a pesar de la condición mencionada, el ácaro continúa su desarrollo, por lo cual se puede suponer con un buen grado de seguridad que el ácaro se alimenta y necesariamente tiene que hacerlo de la pupa a la cual está pegado. Si bien no está fuertemente adherido como para una condición de forensis, existen mecanismos que le permiten establecer un contacto estable con su hospedero inmóvil. Uno de éstos se da por los restos de los apéndices locomotores larvales con sus respectivas uñas que le permiten al menos inicialmente adherirse al hospedero. Más tarde, como resultado del crecimiento ninfal, el mismo ácaro crea una cavidad en el cuerpo de la pupa parasitada que lo rodea y le permite mantenerse asegurado en dicha posición.

**Ubicación de los ácaros.** La ubicación se observó como un proceso en el que la larva joven del ácaro no encuentra mayores barreras para llegar a la zona gular de la pupa de la obrera, pues la hormiga no parece detectarlo y por lo tanto puede actuar libremente para luego empezar a alimentarse y crecer. Una larva, eventualmente dos, lo hacen y pueden continuar con éxito su desarrollo sobre una sola pupa. Una vez que una larva se ubica en la zona gular (Fig. 4 A), ninguna otra fue vista contigua.

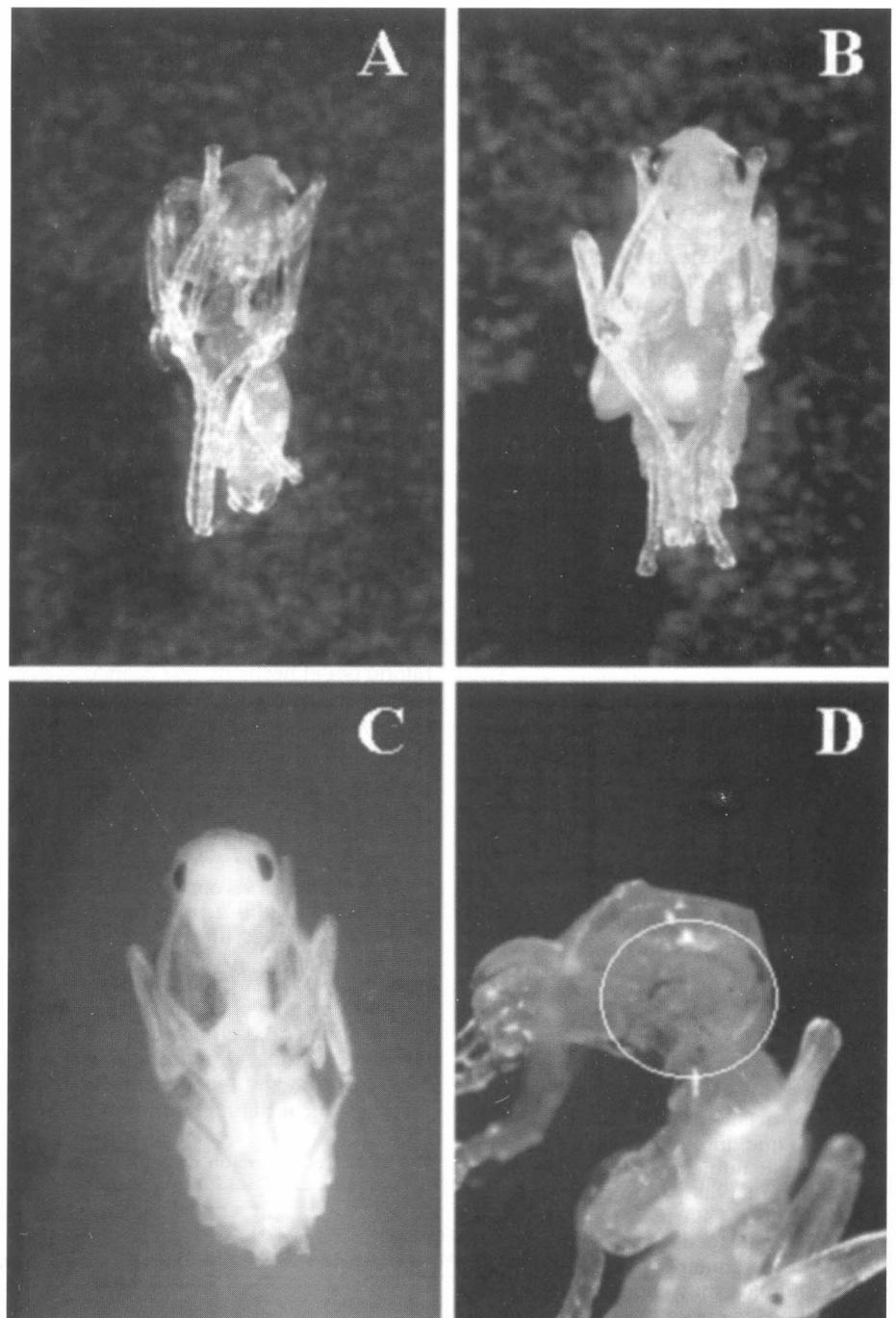
Cuando se desarrollan dos, una se localiza en un costado y la otra en el otro.

Cuando los ácaros atacan pupas de machos, se observa un número mayor de individuos del ácaro/pupa que el observado en las obreras, pues bajo estas condiciones una sola pupa de macho sirve de hospedante de dos y algunas veces hasta de cinco ácaros, que logran desarrollarse exitosamente. En este caso, se localizan en el tórax del hospedero (Fig. 4 B). Esto ocurrió bajo un número alto de machos en estado pupal.

Los ácaros pueden también atacar a las pupas de la reina, pero esta observación

no fue común considerando que la producción de reinas es escasa además de no ser continua. La ubicación del ácaro en desarrollo sobre la reina es semejante a la situación donde atacan a las pupas de los machos o sea sobre el tórax (Fig. 4 C). Aunque la cantidad de pupas de reina atacadas encontradas fue baja, en la mayoría de los casos el número de ácaros por pupa parasitada no fue mayor de dos.

Como resultado del ataque, las pupas de las obreras parasitadas, mueren a medida que madura el ácaro y después de la emergencia del adulto, son descartadas por las obreras que las atienden; las pupas machos, aparentemente tardan un poco más



**Figura 4.** Parasitismo en pupas de la hormiga loca. A: Obrera; B: Macho; C: Reina; D: Huellas de alimentación.

en morir después de la emergencia del ácaro, por lo cual continúan siendo atendidas por hormigas obreras antes de que sean finalmente descartadas. Para el caso de las reinas no se puede afirmar con tanta certeza por cuanto las pocas que se vieron se conservaron en alcohol. Es bien claro que la acción del ácaro es mucho mayor sobre las obreras pues los mayores niveles de parasitismo se dan en éstas.

Por otro lado, cuando el ácaro se alimenta de una pupa de obrera, ésta comienza a mostrar una decoloración de los ojos, y particularmente de aquel correspondiente al lado donde se encuentra el ácaro, como un efecto del parasitismo. En esta casta, en el momento en que eclosionan los adultos de la pupa atacada no queda sino la exuvia vacía; en el caso de las pupas de los machos, a pesar del mayor número de ácaros que se desarrollan sobre un sólo individuo, una vez que éstos se desprenden, las pupas atacadas no adquieren el aspecto de cascarón vacío.

**Huellas de alimentación.** Sobre las pupas de la hormiga, más precisamente en el sitio de adhesión del ácaro, se encontraron huellas asociadas a la alimentación tanto en las obreras como en los machos, tal como se puede apreciar en la figura 4 C. Las huellas consisten en pequeños puntos de color café oscuro, dispersos en el fondo y al rededor de la cavidad formada por el desarrollo del ácaro.

#### Variación de los niveles de parasitismo de *M. sellnicki* en condiciones de campo

En información recolectada por Cenicaña, se encontró que *M. sellnicki* no es parásito exclusivo de la hormiga loca. En dos casos, en las haciendas de San Camilo (Incauca) y Piedechinche (Ingenio Providencia) se encontró atacando a pupas de una hormiga perteneciente al género *Solenopsis* (pos. *geminata*). Se debe resaltar que éste no ha sido un hecho frecuente y que en ambas localidades el porcentaje de parasitismo del ácaro en *Solenopsis* con 2,5 y 30% respectivamente, fue menor que el parasitismo en *P. fulva* con 28 y 44%, respectivamente. Esto demuestra que, de todas maneras, *M. sellnicki* tiene un alto grado de preferencia o afinidad con *P. fulva*.

Con base en abundantes observaciones de campo, se ha visto que los niveles de parasitismo del ácaro pueden variar considerablemente, desde bajos hasta el 90% de las pupas parasitadas y por lo tanto, se podría pensar que los niveles de ataque de *M. sellnicki* a la hormiga loca son variables y probablemente se asocian con factores tales como el tiempo de permanencia de la hormiga loca en la zona, a la dinámi-

ca de la población en función de la fenología del cultivo, al efecto climático y al efecto del suelo. Sin embargo, aún queda por realizar un estudio que permita establecer un efecto más directo de estos factores aisladamente y en conjunto.

Es pertinente mencionar que en sitios donde se detectaron por primera vez brotes fuertes de la hormiga loca como en Güepsa (Santander) y La Trozada (Buga-Valle), inicialmente no se presentaron pupas parasitadas por el ácaro, pero muestreos posteriores, realizados años más tarde, indicaron la presencia de *M. sellnicki* en niveles de parasitismo alrededor del 18,4% en Güepsa y del 9,6% en La Trozada. Estos cambios se explican por el hecho de que cuando se presentan brotes exagerados de la hormiga loca sin la presencia de *M. sellnicki*, se está ante una etapa de explosión de la hormiga posterior a la de colonización del sector. Finalmente, el ácaro se hace presente y comienzan a incrementarse los niveles de parasitismo y, por lo tanto, a reducir las poblaciones de la hormiga. Se desconoce hasta el momento cuánto tiempo puede transcurrir antes de que se haga manifiesto el efecto del ácaro.

De acuerdo con lo anterior se puede afirmar que el ácaro se establece en condiciones de campo, pero debido a la dificultad de criarlo en forma masiva, por las razones anteriormente descritas, no se puede proponer por ahora como método de control hacer liberaciones inundativas en las zonas infestadas por la hormiga loca; por lo tanto su uso potencial para controlar a la hormiga en la etapa de explosión poblacional radica en liberaciones inoculativas, acortando el periodo de establecimiento del ácaro para ejercer un control a largo plazo.

#### Conclusiones

- El ciclo de vida del ácaro *M. sellnicki* sigue el patrón de desarrollo ontogénico pos-embrionario similar al del resto de miembros de la familia Uropodidae, pero se caracteriza por el hecho de que el nacimiento de la progenie es ovovivíparo y de la hembra salen directamente las larvas que son activas y buscan una pupa hospedera para ubicarse sobre ella.
- La protoninfa y la deutoninfa muestran un desarrollo regresivo, particularmente notorio en sus apéndices locomotores, pero activo en sus funciones alimentarias (= trofostasis)
- Un ácaro permanece adherido a una sola pupa de la hormiga a lo largo de su desarrollo y termina por matarla para luego emerger el adulto. Por lo tanto, *M. sellnicki* es un ectoparásitoide que sin ser específico muestra preferencia por la hormiga loca.

• No se logró obtener descendencia de *M. sellnicki*, por lo cual su reproducción masiva no fue posible en condiciones de laboratorio y su uso potencial radica en liberaciones inoculativas con expectativas de control a largo plazo, teniendo en cuenta que el ácaro se establece en condiciones de campo, mostrando capacidad para lograr altos niveles de parasitismo sobre *P. fulva*.

#### Literatura citada

- AKIMOV, I. A.; YASTREBTSOV, A. V. 1990. Embryonic development of the mite *Spinturnix vespertilionis* (Parasitiformes, Spinturnicidae). *Acarologia* 31: 3-12.
- EVANS, O. 1992. Principles of Acarology. C.A.B. International. University Press, Cambridge. 563 p.
- GÓMEZ, L. A.; LASTRA L.. A. 1997. Avances en el manejo de la hormiga loca *Paratrechina fulva* (Hymenoptera: Formicidae) en el cultivo de la caña de azúcar. Memorias. IV Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la caña de azúcar. p. 121-131. Tomo I. Cali.
- HIRSCHMANN, W. 1975. Die Gattung *Macro-dinychus* (Berlese 1917) und die Untergattung *Monomacro-dinychus* novum subgenus (trichouropodini, Uropodinae). *Acarologie, Schriftenreihe für vergleichende Milbenkunde. Gangsystematik der Parasitiformes, Folge* 21 (204): 35-36.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. D. 1990. The Ants. The Belknap Press of Harvard University. Cambridge, M.A. 732 p.
- HUNTER, P.; ROSARIO, R. 1988. Associations of Mesostigmata with other arthropods. *Annual Review Entomology*: 393-417.
- JAFFÉ, K. 1993. El mundo de las hormigas. Editorial Equinoccio. Universidad Simón Bolívar. Maracay. Venezuela. 187 p.
- KRANTZ, G. W. 1978. A Manual of Acarology. Oregon States University Book Stores. Carvallis. 509 p.
- KRANTZ, G. W.; GÓMEZ, L. A.; GONZÁLEZ, V. E. 2002. Parasitism in the Uropodina: a case history from Colombia. *Proc. 11<sup>th</sup> International Congress of Acarology*. In press.
- PORTER, S. 2000. Host specificity and risk assessment of releasing the decapitating fly *Pseudacteon curvatus* as a classical biocontrol agent for imported fire ants. *Biological Control* 19: 35-47.
- ZENNER-POLANÍA, I. 1990. Biological aspects of the "Hormiga Loca", *Paratrechina (Nylanderia) fulva* (Mayr) in Colombia. p. 290-297. In Vander Meer, R.K., K. Jaffe and A. Cedeno (eds.). *Applied Myrmecology, A World Perspective*. Westview Press, Boulder, CO.

Recibido: Abr. 22/2003

Aceptado: Nov. 09/2003