

Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) utilizando como presa *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae).

Francia Torres¹, Rodolfo Marcano²

¹Departamento de Agronomía, Universidad Nacional Experimental del Táchira. Paramillo, San Cristóbal 5001. Estado Táchira, Venezuela. ✉ fdelvalletw@gmail.com

²Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apartado 4579, Maracay 2101-A. Estado Aragua, Venezuela. ✉ marcanorodolfo16@gmail.com

Resumen

TORRES F, MARCANO R. 2007. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) utilizando como presa *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae). ENTOMOTROPICA 22(1): 17-25.

El efecto de cuatro temperaturas constantes: 20, 25, 30 y 35 °C sobre el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, utilizando como presa *Maconellicoccus hirsutus* Green; fue estudiado en condiciones de laboratorio en Maracay, Venezuela. Bajo las temperaturas consideradas respectivamente, la fase de huevo, presentó una duración promedio de 8,35; 4,43; 3,90 y 4,20 días; la fase de larva se desarrolló en 33,26; 20,71; 16,02 y 15,13 días, la prepupa duró 3,25; 1,75; 1,46 y 1,41 días y las pupas 11,94; 6,58; 5,96 y 5,29 días. La longevidad promedio, en hembras apareadas y vírgenes fue de 231,05 y 295,99 días a 20 °C; 155,35 y 258,33 días a 25 °C; 103,51 y 77,57 días a 30 °C y 68,75 y 48 días a 35 °C. Se observaron cuatro estadios larvales, siendo el cuarto el de mayor duración a las cuatro temperaturas y los promedios de duración de las fases en desarrollo, fueron duplicados a 20 °C, comparado con las otras temperaturas. En relación a la mortalidad acumulada desde la fase de larva hasta pupa fue de 13,3; 15,5; 52,2 y 70% a 20, 25, 30 y 35 °C respectivamente. A 30 y 35 °C se observaron adultos que nacieron malformados, lo que indica que estas temperaturas afectan el desarrollo de los adultos, especialmente a 35 °C. Considerando los resultados la temperatura de 25° C favorece el desarrollo del insecto, con ciclo más corto que a 20 °C y menor mortalidad que las otras temperaturas estudiadas bajo las condiciones de la prueba.

Palabras clave adicionales: Biología, Control biológico, cochinilla rosada, depredador.

Abstract

TORRES F, MARCANO R. 2007. Effect of temperature on the development of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) using as prey *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae). ENTOMOTROPICA 22(1): 17-25.

The effect of four temperature: 20, 25, 30 and 35 °C on the development of the ladybird *Cryptolaemus montrouzieri*, using the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* as prey, were studied in laboratory conditions at Maracay, Venezuela. The mean development time for egg stage was 8.35, 4.43, 3.90 and 4.20 days at 20, 25, 30 and 35 °C respectively; for the larvae was 33.26, 20.71, 16.02 and 15.13 days; the prepupae lasted 3.25, 1.75, 1.46 and 1.41 days and the pupae 11.94, 6.58, 5.96 and 5.29 days. Mated and virgin female mean longevity were respectively 231.05 and 295.99 days at 20°C, 155.35 and 258.33 days at 25°C, 103.51 and 77.57 days at 30°C and 68.75 and 48 days at 35°C. For the male it lasted 307.70 and 390 days at 20°C, 212.21 and 364.50 at 25°C, 161.50 and 129.56 at 30°C and 90.53 and 80.60 days at 35°C. The males lived more time than females on the four temperatures and virgin males more than mated males at 20 and 25 °C. It was observed four larval instars, being the development time of this phase at 20 °C twice than in the others temperatures. Cumulative mortality rates from larvae to pupae were 13.3, 15.5, 52.2 and 70 % respectively. Deformed adults were observed at 30 and 35°C, which might indicate that these temperatures affect adult development. Predator development seems to be more favorable at 25°C where the life cycle is shorter and the mortalities rates were lower.

Additional key words: Biology, Biological control, pink mealybug, predator.

Introducción

La cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), fue introducida a Venezuela en 1999 y desde su ingreso se le ha reportado atacando algunos árboles forestales, frutales y plantas ornamentales especialmente la cayena (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), su hospedero preferido (Marcano 2004). Al alimentarse inyecta una saliva tóxica que causa deformaciones de las hojas, frutos y brotes recién formados; produciendo además acortamiento de los entrenudos y dejando grandes masas con cobertura cerosa blanca (Williams 1996). Este depredador es nativo de Australia, tiene cuerpo ovalado, cabeza y pronoto amarillo rojizo, élitro negro mate excepto el área terminal que es amarillo rojizo, parte ventral del tórax negra, primer par de patas marrón oscuro en las hembras y marrón claro en los machos. Los cuatro instares larvales de *C. montrouzieri* presentan apéndices cerosos de color blanco que asemejan una cochinilla. (Pang et al. 1986, citado por Gautam 1996). En California - USA, (Fisher 1963, citado por Malais et al. 1992) indica para *C. montrouzieri* criado sobre *Planococcus citri* (Risso), un tiempo de desarrollo desde huevo a adulto de 43-47 y 28-29 días a 21 y 27 °C respectivamente y una longevidad a 25 °C para la hembra de 51 días. Ramesh et al. (1987), en India realizaron los estudios de la biología de *C. montrouzieri* sobre *M. hirsutus*, a temperaturas ambientales desde 25 a 31 °C, encontrando un ciclo promedio de huevo a pupa de 19,1 a 46,7-días; período de incubación de los huevos de 3 a 6 días; estado larval de 13,8 a 29,9 días, con cuatro instares larvales y el estado de pupa de 3,5 a 10,7 días respectivamente. La longevidad de la hembra a temperatura ambiental entre 25 y 28 °C, fue de 99 días. Özgökçe et al. (2006), en Turquía, utilizando también *P. citri* como presa a 25 °C, 45% humedad relativa y 18:6 horas luz: oscuridad, encontraron una longevidad de las hembras de *C. montrouzieri* de $120,8 \pm 17,4$ días.

Para su control, el esfuerzo en el país está siendo enfocado hacia el control biológico, especialmente con *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), por lo que en este

trabajo se planteó como objetivo evaluar el efecto de cuatro temperaturas constantes sobre el tiempo de desarrollo y la longevidad de *C. montrouzieri*, criados sobre *Maconellicoccus hirsutus*.

Materiales y Métodos

La biología de *C. montrouzieri* se realizó en las cámaras climáticas del Instituto de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, en Maracay estado Aragua. Las temperaturas constantes evaluadas fueron de 20, 25, 30 y 35 °C manteniendo un fotoperiodo 12:12 horas luz:oscuridad y una humedad relativa promedio de 76%. Para el establecimiento de la cría del depredador, se recolectaron cogollos de cayena *Hibiscus rosa-sinensis* L. infestados con larvas de *C. montrouzieri*, las cuales se colocaron sobre tubérculos de papa *Solanum phureja* infestados con *M. hirsutus*. Una vez establecida la cría, se colocaron varias parejas en tubos de ensayo (20 x 2,5 cm de largo y ancho respectivamente), con brotes de papa infestados con ninfas de *M. hirsutus* para su alimentación y posteriormente se taparon con un trozo de algodón. Las hembras colocaron los huevos en el tapón de algodón, los cuales se mantuvieron en el laboratorio en condiciones naturales a 26 °C y 76 % de HR en promedio y se revisaron diariamente hasta la emergencia de 100 larvas del primer instar para cada temperatura. Las larvas recién emergidas se colocaron inicialmente sobre brotes de papa infestados con *M. hirsutus* ya que permitía localizar fácilmente la larva, luego al mudar a los otros instares, las larvas se colocaron sobre un tubérculo de papa infestado con cochinilla, lo que garantizaba la alimentación. Los brotes y tubérculos de papa, se colocaron en envases de cría de 7x 4,50 x3,50 cm de alto, diámetro superior e inferior respectivamente, acondicionado este último con tela organdí para facilitar el intercambio gaseoso. Posteriormente, estos envases se ubicaron en cada cámara climática, calibrada previamente a la temperatura seleccionada. Diariamente se revisó cada larva, a fin de observar el momento de la muda y así determinar el número y duración de los estadios larvales; duración de las fases de prepupa, pupa y adulto. Emergidos los adultos,

se sexaron y se individualizaron 20 parejas por temperatura, en frascos de vidrio de 4 x 2,2 cm. de alto y de diámetro respectivamente, se les colocó un brote de papa con ninfas de la cochinilla y se taparon con el tapón de algodón. En forma simultánea, 5 hembras y 5 machos vírgenes por temperatura, se colocaron individualmente en los envases ya descritos, a fin de determinar partenogénesis. En ambos casos, apareados y vírgenes, diariamente se les sustituía el brote de papa infestado con la cochinilla y se realizaban observaciones en cuanto a longevidad. Así mismo, una muestra diaria de huevos fueron observados a fin de registrar el período de incubación. Se tomaron medidas del ancho y largo de las diferentes fases del insecto. Para graficar la supervivencia de adultos se utilizó la prueba de Kaplan y Meier (Ferrán, 1996).

Resultados y Discusión

1.- Efecto de la temperatura sobre la fase de huevo.

Los huevos de *C. montrouzieri* Mulsant son de color amarillo claro, de forma cilíndrica, con una longitud promedio de $0,76 \pm 0,024$ mm y un ancho de $0,38 \pm 0,017$ mm. Se observó que pueden ser colocados, tanto en forma individual como en grupo y que la mayor proporción de ellos dentro de las colonias de cochinilla, específicamente en los ovisacos que hace la hembra adulta de *M. hirsutus*. Bajo condiciones de laboratorio los podemos encontrar en los brotes de papa infestados por la cochinilla y sobre el algodón que asemeja el ovisaco de la cochinilla. Un comportamiento similar es mencionado por Merlyn et al. (1996) quienes señalan que los filamentos de la cera de la cochinilla *Planococcus citri* (Risso) y de los ovisacos o remanentes de ellos, de *Eupulvinaria hydrangeae* (Steinweden) estimulan la oviposición de las hembras de *C. montrouzieri*; además, que el algodón estimula el tigmotactismo del ovipositor. El período de incubación varió de acuerdo a la temperatura, siendo mayor a 20°C y menor a la de 30°C. En la Tabla 1 se presentan los resultados del período de incubación de los huevos con 8,35; 4,43; 3,90 y 4,20 días en promedio a 20, 25, 30 y 35°C de temperatura respectivamente. Como podemos

Tabla 1. Período de incubación en días ($\bar{x} \pm DE$) de los huevos de *C. montrouzieri* a cuatro temperaturas constantes.

| Temperatura ° C | n | Incubación (días) $\bar{x} \pm DE$ |
|-----------------|-----|------------------------------------|
| 20 | 500 | 8,35 \pm 0,92 |
| 25 | 806 | 4,43 \pm 0,52 |
| 30 | 256 | 3,90 \pm 0,68 |
| 35 | 113 | 4,20 \pm 1,09 |

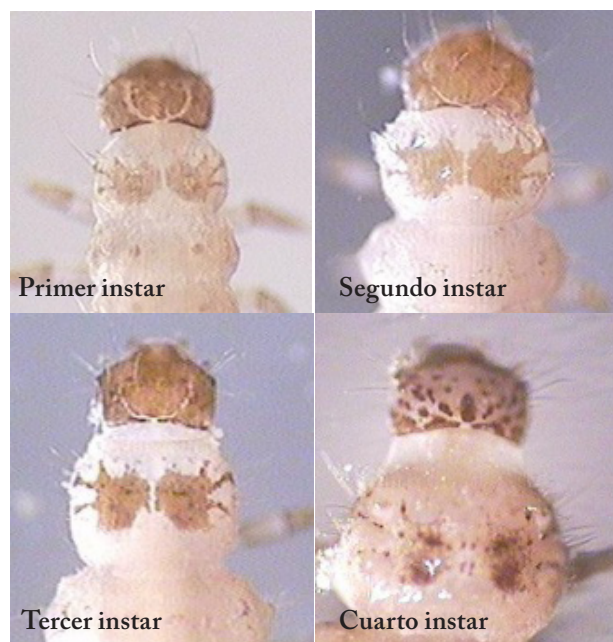
observar, el tiempo de desarrollo a 20°C es el doble con respecto a las otras temperaturas evaluadas.

El período de incubación de huevos a 35°C mostró un ligero incremento de 0,30 décimas de días, comparado con la temperatura de 30°C; lo cual puede ser debido al efecto negativo que puede estar ejerciendo esta temperatura sobre los huevos. Los huevos colocados por las hembras vírgenes no eclosionaron, por ende no se observó partenogénesis. Ramesh et al. (1987), reportan que el período de incubación fue de 6,2 días a 20°C y 3,0 días a 30°C, valores que están por debajo a los obtenidos en este estudio. Por su parte, Fisher (1963, citado por Malais et al. 1992) reporta un rango de 8 - 9 días a 21°C y de 5 - 6 días a 27°C. Este autor también señala la inviabilidad de los huevos en hembras vírgenes.

2.- Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de la larva.

La larva de *C. montrouzieri* es del tipo carabiforme, recién emergida es de color blanco crema con tonalidades grisáceas y al poco tiempo comienzan a formar apéndices cerosos de color blanco que la recubren dorsal y lateralmente. Más desarrollada, el cuerpo presenta tonalidades marrón rojizo claro, con las patas y la cabeza poco visibles debido a la cubierta cerosa. Se observaron cuatro instares larvales en las cuatro temperaturas estudiadas. La cápsula cefálica de la larva es de color marrón con el borde de la sutura epicraneal más claro y de forma semicircular. El escudo protorácico con un diseño simétrico de color marrón con prolongaciones laterales y una separación en la parte central. Este diseño es similar en los tres primeros instares. En el cuarto instar, la cápsula cefálica muestra un diseño diferente con

Figura 1. Cápsula cefálica y escudo protorácico de los cuatro instares larvales de *C. montrouzieri*.



manchas y puntos oscuros y el escudo protorácico con puntos oscuros en el centro del diseño (Figura 1).

La larva recién emergida, recorre el envase hasta localizar huevos o ninfas de *M. hirsutus* para alimentarse. Se observó canibalismo entre larvas del primer instar y consumo de sus propios excrementos en larvas del IV instar cuando no había más alimento. Al tocar las larvas con un pincel, inmediatamente secretan una sustancia rojiza la cual se presume son alcaloides de defensa; ésta sustancia es señalada también por Brown et al. (1982), quienes describen un sistema tricíclico de alcaloides, que componen un sistema de defensa de *C. montrouzieri* con efecto repelente sobre hormigas y aves. A medida que se desarrolla el insecto en prepupa y pupa, el color de esa sustancia se torna amarillento transparente, para posteriormente en el estado adulto, ser transparente.

La larva en el instar I, midió en promedio 1,28; 0,39 y 0,31 mm de largo, ancho torácico y ancho de la cápsula cefálica respectivamente, bajo condiciones ambientales de laboratorio de 26 °C y 76 % HR Se observó que el largo aumentó casi dos mm al pasar del instar II a los otros instares y este comportamiento

fue similar en todas las temperaturas; variando desde 2,28 a 2,92 el instar II; de 4,18 a 4,38 mm el instar III y el IV instar varió desde 6,18 a 6,82 mm. El ancho torácico por su parte, aumentó en los instares II, III y IV de modo más irregular, con valores de 0,59 a 0,85 mm en el instar II; de 0,96 a 1,09 mm en el instar III y el IV instar desde 1,55 a 1,82 mm. En relación al ancho de la cápsula cefálica de los instares larvales por temperatura, se obtuvo un promedio entre 0,39-0,47 en el instar II, entre 0,58-0,59 en el instar III y 0,80-0,83 mm en el instar IV.

En la Tabla 2, se muestran los promedios de duración en días para los estadios y el total de la larva a las cuatro temperaturas. Como se observa, el tiempo de desarrollo disminuye con el incremento de la temperatura y varían desde 20 a 35 °C entre 6,34 y 2,8; 5,0 y 2,4; 6,0 y 2,71 y 12,67 y 5,81 días para el I, II, III y IV instar respectivamente. Así mismo, se observa que el tiempo de desarrollo del IV instar fue el doble en relación a las otras temperaturas, especialmente a 20 °C. El tiempo total de desarrollo de la larva entre 20 y 35 °C varió de 30,01 a 13,72 días, existiendo una diferencia de 16 días. La mortalidad registrada en la fase de larva fue de 5,55; 9,99; 39 y 56% a las temperaturas de 20, 25, 30 y 35 °C respectivamente, lo que sugiere que las temperaturas de 30 y 35 °C afectan considerablemente el desarrollo de esta fase.

Fisher (1963, citado por Malais et al. 1992), obtuvo un rango de duración de la larva de 17 a 26 días a 21 °C. Ramesh et al. (1987), a temperaturas constantes de 20 y 30 °C señala promedios de duración de la larva de 44,5 y 15,8 días respectivamente y Gautam (1996) reporta entre 12-15 días para el período larval a 28 ± 1 °C. Si comparamos estos resultados con lo obtenido bajo nuestras condiciones, observamos que Fisher a 21 °C consiguió entre 7 a 16 días menos que nuestro promedio de 33,26 días a 20 °C y Ramesh a 20 °C obtuvo 11,24 días más, valores por demás contrastantes, a pesar de utilizar la misma presa. Por el contrario a 25 y 30 °C los promedios de duración de la larva señalados por los autores son similares a los nuestros de 16,02 días.

Tabla 2. Duración en días ($\bar{x} \pm DE$) y Mortalidad (%) de la larva de *C. montrouzieri* a cuatro temperaturas constantes.

| Estadios Larvales | Temperaturas | | | |
|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 20 °C | 25°C | 30°C | 35°C |
| | $\bar{x} \pm DE$ M % | $\bar{x} \pm DE$ M% | $\bar{x} \pm DE$ M% | $\bar{x} \pm DE$ M % |
| I | 6,34±1,57 2,22 | 3,95±1,52 2,22 | 3,02±0,87 5 | 2,80±0,81 16 |
| II | 5,00±1,19 1,11 | 4,13±1,71 4,44 | 2,49±0,83 8 | 2,40±0,98 13 |
| III | 6,00±1,89 1,11 | 4,01±0,93 0 | 3,02±1,21 9 | 2,71±1,53 19 |
| IV | 12,67±3,07 1,11 | 6,87±1,53 3,33 | 6,03±1,84 17 | 5,81±2,00 8 |
| Total larva | 30,01±3,57 5,55 | 18,96±6,23 9,99 | 14,56±5,31 39 | 13,72±5,85 56 |

\bar{x} = Promedio; M = Mortalidad; DE= Desviación estándar

3.-Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de la prepupa.

La larva del cuarto instar de *C. montrouzieri*, deja de alimentarse y comienza a recorrer el envase hasta ubicarse generalmente, en uno de los bordes. Disminuye sus movimientos y al poco tiempo comienza a botar el meconio de color negro. Seguidamente se fija al envase por la parte caudal, acorta un poco su longitud y allí permanece inmóvil hasta que comienza a observarse unos movimientos, previos a su transformación en pupa. También se le observó fijarse en el campo, en el envés de las hojas y dentro de ramilletes de hojas de las cayenas infestados con la cochinilla.

En la Tabla 3, se muestran los promedios de duración de la prepupa de *C. montrouzieri* con promedios de: 3,25; 1,75; 1,46 y de 1, día a 20, 25, 30 y 35°C de temperatura respectivamente. Se observó que la temperatura de 20°C mostró el mayor promedio con 3,25 días, disminuyendo a medida que se aumentaba la temperatura. La mortalidad de la larva durante la etapa de prepupa, fue: 3,3; 0,0; 5,0 y 7,0 % a 20, 25, 30 y 35 °C respectivamente.

4.- Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de la pupa.

Una vez que la larva se transforma en pupa se observó, en la parte dorsal porciones sin cera de

color marrón oscuro algo esclerotizadas, que refleja su transformación a la nueva fase. Se observó la pupa ventralmente en su cámara puparia, con los restos de la exuvia del cuarto instar larval, ubicado en la parte final del esterno. La pupa de *C. montrouzieri*, es del tipo exárate, de color crema ventralmente y marrón anaranjado dorsalmente, con setas cortas que la bordean. La pupa hembra es ligeramente más grande que la del macho y presenta al final del séptimo segmento esternal, un pliegue bilobulado que representa el poro genital, que la diferencia del macho que no la posee. Se observó que los promedios del largo y ancho de las pupas a las diferentes temperaturas, variaron entre 4,78 a 4,82 mm de largo y 2,78 a 2,87 mm de ancho, para el macho y la hembra respectivamente. Cuando se analizaron los datos del ancho y largo de la pupa, se demostró que al 5% de significación la temperatura no afectó dichas medidas en *C. montrouzieri*.

En la Tabla 4, se presentan los promedios de la duración en días de la pupa a las cuatro temperaturas estudiadas. A 20°C el promedio fue de 11,94 días, a 25°C de 6,58 días; a 30°C de 5,96 días y a la temperatura de 35° C de 5,29 días. Al igual que en las fases de huevo y larva, A 20°C el tiempo de desarrollo de la pupa es el doble o casi el doble, en relación a las otras temperaturas estudiadas. El porcentaje de mortalidad del insecto en esta fase,

Tabla 3. Duración promedio en días ($\bar{x} \pm DE$) y Mortalidad (%) de la prepupa de *C. montrouzieri* a cuatro temperaturas constantes.

| Temperatura °C | N | Duración $\bar{x} \pm D.E$ | Mortalidad % |
|----------------|----|----------------------------|--------------|
| 20 | 67 | 3,25 \pm 0,65 | 3,3 |
| 25 | 64 | 1,75 \pm 0,56 | 0,0 |
| 30 | 54 | 1,46 \pm 0,57 | 5,0 |
| 35 | 39 | 1,41 \pm 0,54 | 7,0 |

fue de: 4,4; 5,6; 6,0 y 2,0 % a 20, 25, 30 y 35 °C respectivamente y la mortalidad acumulada desde larva hasta pupa fue de 13,3%; 15,6%; 52,2% y 70% a 20, 25, 30 y 35 °C de temperatura respectivamente.

Autores como Fisher (1963, citado por Malais et al. 1992) señalan un período de la pupa de *C. montrouzieri* entre 14 - 20 días a 21 °C y de 7 - 10 días a 27 °C. Ramesh et al. (1987), por su parte reportan a 20 y 30 °C de temperaturas constantes, un promedio de 14,3 días y de 6,2 días respectivamente. Gautam (1996) indica a 28 ± 1 °C, una duración promedio entre 5 - 7 días. Al comparar estos resultados con los nuestros, observamos similitud de la duración de la pupa a 30 °C de temperatura constante. A las temperaturas de 20 y 21 °C, los autores registraron mayor duración con 2,06 - 8,06 días de diferencia comparado con 11,94 días obtenido a 20 °C. El rango conseguido por Gautam a 28°C, está comprendido entre nuestros valores de 6,58 - 5,96 días en promedio a 25 y 30 °C respectivamente.

5.- Efecto de la temperatura sobre el desarrollo del adulto.

Se observó que *C. montrouzieri* una vez que se transforma en adulto, pasa uno a dos días en proceso de melanización dentro de la cámara puparia. En esta fase, el adulto presenta los élitros amarillo claro, el color de las patas es claro también y no se alimenta. Paulatinamente va endureciéndose o esclerotizándose y se va tornando más oscuro, hasta adquirir el color negro de los élitros. Una vez melanizado con los élitros completamente negros, el adulto sale de la cámara puparia para alimentarse y posteriormente copular antes de los cinco días. Se observó mayor tamaño en la hembra que en el macho;

Tabla 4. Duración promedio en días ($\bar{x} \pm DE$) y Mortalidad (%) de la pupa de *C. montrouzieri* a cuatro temperaturas constantes.

| Temperatura °C | N | Duración $\bar{x} \pm DE$ | Mortalidad % |
|----------------|----|---------------------------|--------------|
| 20 | 59 | 11,94 \pm 0,655 | 4,4 |
| 25 | 59 | 6,58 \pm 1,102 | 5,6 |
| 30 | 48 | 5,96 \pm 0,849 | 6,0 |
| 35 | 37 | 5,29 \pm 0,565 | 2,0 |

además una ligera disminución del largo en ambos, a medida que se incrementaba la temperatura. En la hembra se presentaron rangos entre 4,35 - 4,16 mm de largo y 3,15 - 2,93 mm de ancho. El macho por su parte, con rango entre 4,14 - 3,93 mm de largo y 2,93 - 2,87 mm de ancho; entre las temperaturas de 20 y 35 °C respectivamente. Pang et al. (1986, citado por Gautam 1996), refiere un promedio de 4,3-4,6 mm de largo y de 3,1-3,5 mm de ancho. Por su parte Alemán et al. (2005) en Cuba, señalan un rango (sin referir sexo) entre 4,09-4,33 mm de largo y 2,92-3,02 mm de ancho, que representan micrometrías similares a las obtenidas en nuestros estudios.

En la Tabla 5, se muestra la longevidad promedio de machos y hembras de *C. montrouzieri*, apareados y vírgenes, a cuatro temperaturas constantes. En general se observa, una disminución de la longevidad con el incremento de la temperatura. Los machos vivieron en promedio más que las hembras y los vírgenes vivieron más que los apareados a 20 y 25°C; sin embargo, un macho apareado a 20°C registró la mayor longevidad con 514 días. Los machos apareados registraron un promedio de 390,0; 212,21; 161,5 y 90,53 días a 20, 25, 30 y 35°C respectivamente. Por su parte las hembras vírgenes vivieron más que las apareadas a 20, 25 y 30°C, registrando el mayor promedio con 295,99 días a 20°C. Las apareadas presentaron un promedio de 231,05, 155,35; 103,51 y 68,75 días a 20, 25, 30 y 35°C respectivamente. Al observar los datos se encontró una diferencia importante de los machos sobre hembras apareadas de 76,65; 56,86; 57,99 y 21,78 días a 20, 25, 30 y 35°C respectivamente. Se observó además para el caso de las hembras, que las vírgenes superaron en promedio la longevidad de las

Tabla 5. Longevidad ($\bar{x} \pm DE$) y rango en días, de hembras y machos de *C. montrouzieri*, apareados y vírgenes, a cuatro temperaturas constantes.

| Temp °C | N | Condición | Longevidad $\bar{x} \pm DE$ | Rango |
|------------|----|-------------|-----------------------------|-----------|
| 20 | 20 | H. apareada | 231,05 \pm 82,77 | 59 - 349 |
| | 6 | H. virgen | 295,99 \pm 136,72 | 46 - 449 |
| | 20 | M. apareado | 307,70 \pm 132,78 | 20 - 514 |
| | 4 | M. virgen | 390,00 \pm 28,93 | 347 - 408 |
| 25 | 19 | H. apareada | 155,35 \pm 81,52 | 20 - 296 |
| | 3 | H. virgen | 258,33 \pm 73,90 | 173 - 302 |
| | 19 | M. apareado | 212,21 \pm 117,18 | 20 - 419 |
| | 6 | M. virgen | 364,50 \pm 115,43 | 178 - 475 |
| 30 | 21 | H. apareada | 103,51 \pm 109,54 | 4 - 306 |
| | 7 | H. virgen | 77,57 \pm 69,21 | 2 - 149 |
| | 21 | M. apareado | 161,50 \pm 143,62 | 4 - 399 |
| | 7 | M. virgen | 129,56 \pm 88,15 | 6 - 230 |
| 35 | 16 | H. apareada | 68,75 \pm 77,02 | 1 - 232 |
| | 2 | H. virgen | 48,00 \pm 7,07 | 43 - 53 |
| | 15 | M. apareado | 90,53 \pm 81,11 | 4 - 276 |
| | 5 | M. virgen | 80,60 \pm 106,83 | 1 - 224 |

apareadas en 64,94; 102,98 y 26,05 días a 20, 25 y 30 °C respectivamente. A la temperatura de 35 °C las hembras apareadas registraron mayor promedio que las vírgenes con 20,75 días de diferencia. En el caso de los machos, los vírgenes superaron en promedio a los apareados con 82,3 y 152,29 días de diferencia a 20 y 25 °C respectivamente; aunque a 20 °C los machos apareados mostraron mayor distribución de los datos y valores máximos que los vírgenes. A 30 y 35 °C el promedio de longevidad fue superado por los machos apareados en 83,93 y 9,93 días de diferencia respectivamente. Se observó también, que los adultos que vivieron poco tiempo, tanto hembras como machos, a las temperaturas de 30 y 35 °C, nacieron malformados y murieron al poco tiempo, lo que indica que estas temperaturas, especialmente la de 35 °C, están afectando el desarrollo y longevidad de los adultos.

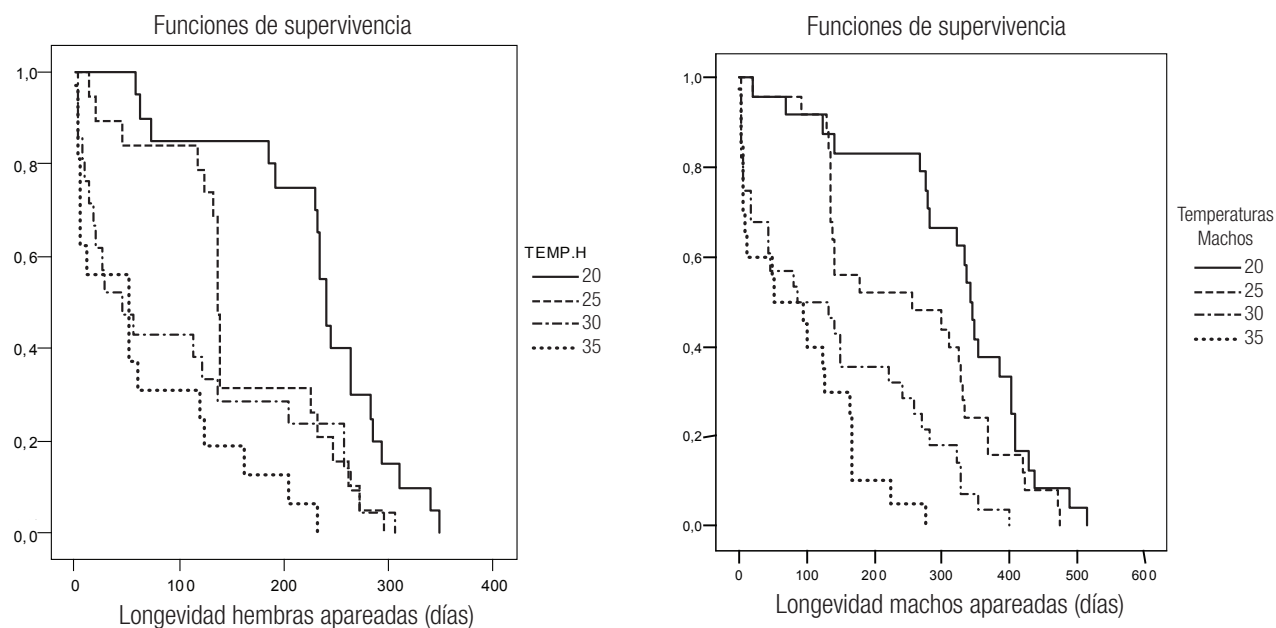
Ramesh et al. (1987), señalan la longevidad de *C. montrouzieri* utilizando *M. hirsutus* como presa, a temperaturas constantes de 10, 20, 30 y 40°C. El promedio de la hembra fue ligeramente mayor que

en el macho, con valores de 15,5; 122,4; 94,8 y 2 días para la hembra y en el caso del macho con 11; 109; 81,7 y 2 días respectivamente.

Si comparamos estos resultados a 20 y 30°C con los nuestros en adultos apareados, es evidente la notable diferencia obteniéndose a 20°C una diferencia de 108,65 días para la hembra y de 198,7 días para el macho. Cuando lo relacionamos a 30°C, observamos una diferencia de 8,71 días para la hembra y de 79,8 días para el macho. Özgökçe et al. (2006) reporta a 25 \pm 1°C una longevidad promedio de la hembra de 120,8 con rango de 39 – 159 días. La diferencia con nuestros datos para hembras apareadas fue de 34,55 días. Fisher (1963) (citado por Malais et al. 1992) y Applied Bio Pest (1997) (citado por Biocontrol 2000), señalan una longevidad de *C. montrouzieri* a 25°C de 51 y 50 días; valores muy por debajo de 155,35 días obtenidos en nuestro caso. En general los promedios de longevidad señalados por los autores, son menores a los hallados en Venezuela.

En cuanto a la supervivencia de los adultos, en la Figura 2 se presentan las curvas de supervivencia de *C. montrouzieri* apareados, a cuatro temperaturas constantes. En general se observa que hembras y machos presentaron similitud de las curvas a las cuatro temperaturas. Las curvas de supervivencia fueron interpretadas para las hembras, según Slobodkin (citado por Southwood 1971). A 20°C las curvas muestran el patrón típico Tipo I, en la cual la mayoría de los adultos mueren a más edad. La probabilidad de supervivencia más alta (1) fue hasta los 70 días, luego descendió aproximadamente a 0.85 que se mantuvo entre 90 y 200 días, lo cual coincidió con el promedio del período de oviposición de 215 días aproximadamente. A partir de los 240 días comenzó un descenso progresivo de la probabilidad de supervivencia. A la temperatura de 25 °C también mostró la curva Tipo I, en la cual la máxima probabilidad de supervivencia fue en los primeros 10 días; luego descendió a 0,85, que se mantuvo desde los 50 a 120 días aproximadamente; a partir del cual descendió abruptamente, a una probabilidad de supervivencia de 0,3 entre los 140 y 230 días. Posteriormente, la probabilidad disminuyó fuertemente. Las curvas de supervivencia para las

Figura 2. Curvas de supervivencia de hembras y machos de *C.montrouzieri* apareados a cuatro temperaturas constantes.



hembras a 30 y 35 °C son similares, y mostraron el patrón de curva Tipo III, en las cuales se presentó un alto porcentaje de mortalidad a los pocos días de la emergencia del adulto, para posteriormente avanzar hasta los 250 días aproximadamente. A 30°C la probabilidad de supervivencia disminuyó desde el inicio a 0,4, entre los 50 y 120 días; luego disminuyó a 0,3 entre los 140 y 250 días. A 35 °C la supervivencia descendió desde el inicio a 0,55 entre los 10 y 50 días; a partir del cual volvió a bajar a 0,3 entre los 50 a 120 días, para luego disminuir paulatinamente hasta los 240 días. ÖzgÖkçe et al. (2006) a 25 ± 1°C también señala que las hembras de *C. montrouzieri* muestran la curva de supervivencia tipo I.

En relación a la proporción de sexo a 20 y 25°C fue de 1,19:1. A 30°C fue de 1:1 y para la temperatura de 35°C de 1,23:1. En general se observa para las temperaturas de 20, 25 y 35°C, que la proporción de machos supera al de las hembras y a 30°C, la proporción de hembras y machos fue igual. Fisher (1963) (citado por Malais et al. 1992) menciona una proporción de sexo para *C. montrouzieri* de 1:1 a 25°C. Ramesh et al. (1987) señalan la proporción entre machos y hembras a 20°C de 1:1,13; a 30°C

de 1:0,77 y a temperatura ambiente (25-28°C) de 1:0,88; observándose que a 20°C la proporción de hembras fue ligeramente mayor que la de machos y a 30 °C y a la temperatura ambiente, la proporción de machos fue superior a la de hembras, similar a nuestros resultados. Estos mismos autores citan otros investigadores, quienes refieren la proporción de sexo entre machos y hembras Mineo (1967) 1:3 y Charansri et al. (1975) con 1:1.

En la Tabla 6, se presenta el ciclo total promedio obtenido desde huevo hasta la muerte del adulto para hembras y machos de *C. montrouzieri*, en su condición de apareados y vírgenes, a las temperaturas constantes de 20, 25, 30 y 35°C. Se puede visualizar lo ya discutido anteriormente, que a las temperaturas más bajas el ciclo total fue mayor, disminuyendo progresivamente a medida que se incrementaba la temperatura. Los mayores promedios del ciclo total, se registraron en los machos vírgenes a 20 y 25°C con 443,55 y 396,22 días respectivamente. Además de esas temperaturas y a 30°C, las hembras vírgenes superaron el promedio de las apareadas, con 349,54; 290,05 y 155,44 días respectivamente. Los individuos apareados por su parte, registraron sus mayores promedios totales del ciclo a 20°C

Tabla 6. Ciclo total promedio (huevo – muerte adulto) de *C. montrouzieri* a cuatro temperaturas constantes.

| Temp. ° C | Condición | Ciclo Promedio (días) |
|-----------|-------------|-----------------------|
| 20 | H. apareada | 284,60 |
| | M. apareado | 361,25 |
| | H. virgen | 349,54 |
| | M. virgen | 443,55 |
| 25 | H. apareada | 187,07 |
| | M. apareado | 243,93 |
| | H. virgen | 290,05 |
| | M. virgen | 396,22 |
| 30 | H. apareada | 129,39 |
| | M. apareado | 187,38 |
| | H. virgen | 155,44 |
| | M. virgen | 103,45 |
| 35 | H. apareada | 93,37 |
| | M. apareado | 115,15 |
| | H. virgen | 72,62 |
| | M. virgen | 105,22 |

con 361,25 días en el macho y 284,60 días en la hembra, superando aproximadamente en 100 días los promedios obtenidos a 25°C, de 243,93 días el macho y 187,07 días la hembra. A 30 y 35°C los machos apareados superaron en duración a los vírgenes, registrando 187,38 y 115,15 días y las hembras apareadas registraron 129,39 días a 30°C, superando el promedio de las vírgenes a 35°C con 93,37 días.

Podemos concluir que las temperaturas de 20 y 25 °C favorecieron el desarrollo de todas las fases de *C. montrouzieri*. A 30 y 35 °C se produjo una alta mortalidad del insecto especialmente en la fase de larva; observándose a su vez la malformación de pupas y adultos, lo que originó la mortalidad de los adultos al poco tiempo de la emergencia. A pesar de estas adversidades, el insecto puede sobrevivir, reproducirse y mantenerse depredando la plaga un tiempo relativo, en el campo.

Referencias

- ALEMÁN J, MARTÍNEZ M, MILIAN O, MASSO E, RIJO E. 2005. Monitoreo de calidad en la cría de *Cryptolaemus montrouzieri*. Fitosanidad 9(1):71-72.
- BIOCONTROL. 2000. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*. <http://www.cabi-bioscience.org/proyectoDetails.asp>. Visitado el 23-06-2002
- BROWN WVY, MOORE B. 1982. The defensive alkaloids of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). Aust J Chem 35:1255-1261.
- FERRAN ARNAZ M. 1996. SPSS para Windows, Programación y análisis estadístico. 345 p.
- GAUTAM RD. 1996. Multiplication and use of exotic Coccinellids. Technical manual. The Caribbean Agricultural Research and Development Institute. 34 p.
- MALAIS MH, RAVE WJ. 1992. Knowing and recognizing the biology of glasshouse pest and their natural enemies. Second edition. Editor BV Holland, 288 pp.
- MARCANO R. 2004. Primer Informe Parcial del Proyecto Estudio de la Biología, Ecología y Control de la Cochinilla Rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Hom: Pseudococcidae) en Venezuela. En: Informe epidemiológico Vegetal del Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria (SASA), marzo. p 20-23.
- MERLYN J, LEMAITRE O, GRÉGOIRE JC. 1996. Oviposition in *Cryptolaemus montrouzieri* stimulated by wax filaments of its prey. Entomologia Experimentalis et Applicata 79:141-146.
- ÖZGÖRKE MS, ATLIHAN R, KARACA I. 2006. The life table of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) after different storage periods. J Food Agr & Environ 4(1): 282-287.
- RAMESH T. 1987. Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) in relation with temperature. Entomophaga 32(4):381-386.
- SOUTHWOOD TRE. 1971. Ecological Methods; with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hall, London. 391 p.
- WILLIAMS DJ. 1996. A brief account of the Hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* Hemiptera: Pseudococcidae, a pest of agriculture and horticulture, with descriptions of two related species from southern Asia Bull Entomol Res 86: 617- 628.