

**TOXICIDAD DE LA ALFA-CIPERMETRINA Y SU EFECTO SOBRE LA
ACTIVIDAD LOCOMOTORA EN NINFAS DE PRIMER ESTADIO DE *TRITOMA*
DIMIDIATA (LATREILLE, 1811) (HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE)**

VÍCTOR HUGO PARRA REY

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2012**

**TOXICIDAD DE LA ALFA-CIPERMETRINA Y SU EFECTO SOBRE LA
ACTIVIDAD LOCOMOTORA EN NINFAS DE PRIMER ESTADIO DE *TRITOMA*
DIMIDIATA (LATREILLE, 1811) (HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE)**

VÍCTOR HUGO PARRA REY

Trabajo de grado presentado para optar por el título de Biólogo

**TUTOR
VÍCTOR MANUEL ANGULO SILVA
M.SC. EN PARASITOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2012**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. MATERIALES Y METODOS	10
1.1 Material biológico	10
1.2 Insecticida	11
1.3 Ensayos biológicos	11
1.4 Análisis de la actividad locomotora	12
1.5 Análisis de datos	13
2. RESULTADOS	14
2.1 Comparación de la susceptibilidad a la alfa-cipermetrina en ninfas de primer estadio de <i>Triatoma dimidiata</i> entre la cepa de laboratorio y la cepa de campo	14
2.2 Evaluación de la actividad locomotora	15
3. DISCUSIÓN	15
4. CONCLUSIONES	17
5. RECOMENDACIONES	17
BIBLIOGRAFÍA	18

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
TABLA 1. Toxicidad de alfa-cipermetrina aplicada tópicamente a ninfas de primer estadio de <i>T. dimidiata</i> de la cepa de laboratorio y una cepa de campo proveniente de La Chorrera, Capitanejo, Santander.	22
FIGURA 1. Efecto de la alfa-cipermetrina, aplicada en papel filtro, en la actividad locomotora en ninfas de primer estadio de <i>T. dimidiata</i> .	22

RESUMEN

TÍTULO: TOXICIDAD DE LA ALFA-CIPERMETRINA Y SU EFECTO SOBRE LA ACTIVIDAD LOCOMOTORA EN NINFAS DE PRIMER ESTADIO DE *TRITOMA DIMIDIATA* (LATREILLE, 1811) (HEMIPTERA: REDUVIDAE: TRIATOMINAE)*

AUTOR: Víctor Hugo Parra Rey**

PALABRAS CLAVE: *Triatoma dimidiata*, enfermedad de Chagas, alfa-cipermetrina, hiperactividad.

CONTENIDO

Triatoma dimidiata (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) es una de las principales especies que se relacionan con la transmisión de *Trypanosoma cruzi* en Colombia, el cual ocasiona la enfermedad de Chagas. En las campañas de control de triatominos, los insecticidas piretroides son los que han tenido mayor éxito; con el uso de éstos, se han definido varios síntomas de intoxicación en los insectos que ocasionan hiperactividad y muerte. El fin de esta trabajo fue determinar la susceptibilidad y/o resistencia para el principio activo alfa-cipermetrina en ninfas de primer estadio de *T. dimidiata*, y evaluar su efecto en la actividad locomotora. Se utilizó el protocolo de evaluación de la actividad insecticida en triatominos (técnica de aplicación tópica) de la OMS para *T. dimidiata* en una cepa susceptible (cepa de laboratorio) y en una cepa de campo (Capitanejo, Santander). El efecto de la actividad locomotora se registró al exponer ninfas de primer estadio de *T. dimidiata* (cepa de laboratorio) sobre papel filtro impregnado con alfa-cipermetrina (0,1-10 µg/cm²); los movimientos fueron registrados durante 30 minutos con una cámara de vídeo conectada a un analizador de imágenes. Los valores de las dosis letales 50 (DL₅₀) de las ninfas de laboratorio y campo, expresados en nanogramos por insecto, fueron 1,75 y 2,27; respectivamente. Los valores de las dosis letales 99 (DL₉₉) fueron 14,45 y 18,12 para la cepa de laboratorio y campo, respectivamente. La cepa de campo presentó un valor del grado de resistencia de 1,29X. Se registró hiperactividad en las dosis utilizadas de alfa-cipermetrina. La comparación de la DL₅₀ y DL₉₉ entre la cepa de laboratorio y de campo, indicó que ambas cepas son susceptibles a la alfa-cipermetrina. El valor encontrado del grado de resistencia en la cepa de campo indicó que es susceptible. La hiperactividad encontrada está relacionada con la susceptibilidad a la alfa-cipermetrina.

*Proyecto de Grado

** Facultad Ciencias, Escuela de Biología, Director, Víctor Manuel Angulo

ABSTRACT

TITLE: TOXICITY OF ALPHA-CYPERMETHRIN AND ITS EFFECT ON LOCOMOTOR ACTIVITY IN FIRST INSTAR NYMPHS OF TRIATOMA DIMIDIATA (LATREILLE, 1811) (HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE)*

AUTHOR: Víctor Hugo Parra Rey**

KEY WORDS: *Triatoma dimidiata*, Chagas disease, alpha-cypermethrin, hyperactivity.

CONTENT

Triatoma dimidiata (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) is one of the main species that they are related to the transmission *Trypanosoma cruzi* in Colombia, which causes Chagas disease. In campaigns of triatomines control, pyrethroid insecticides are those that they have been most successful; using these, several symptoms of poisoning have been defined in insects that cause hyperactivity and death. The aim of this work was to determine the susceptibility and/or resistance to the active alpha-cypermethrin in first instar nymphs of *T. dimidiata*, and to evaluate its effect on locomotor activity. Evaluation protocol of insecticidal activity in triatomines (topical application technique) of WHO for *T. dimidiata* was used in a susceptible strain (laboratory strain) and in a field strain (Capitanejo, Santander). The effect of locomotor activity was registered by exposing first instar nymphs of *T. dimidiata* (laboratory strain) on filter paper impregnated with alpha-cypermethrin (0.1-10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$); the movements were recorded for 30 minutes with a video camera connected to an image analyzer. Lethal dose 50 values (LD_{50}) of laboratory and field nymphs, expressed in nanograms per insect were 1.75 and 2.27; respectively. Lethal dose 99 values (LD_{99}) were 14.45 and 18.12 for the laboratory strain and field, respectively. The field strain showed a degree of resistance value of 1.29X. Hyperactivity was registered at doses used of alpha-cypermethrin. Comparison of the LD_{50} and LD_{99} between the field and laboratory strain indicated that both strains are susceptible to alpha-cypermethrin. Hyperactivity found is related with susceptibility to alpha-cypermethrin.

* Work of Degree

** Faculty of Sciences, Biology School, Director, Víctor Manuel Angulo

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas es una antropozoonosis cuyo agente causal es *Trypanosoma cruzi*, transmitido por insectos hematófagos de la subfamilia Triatominae, en la cual se cuentan actualmente 141 especies (Jurberg et al, 2009; Schofield et al, 2009). Esta enfermedad está ampliamente distribuida en el continente americano y existen reportes en países no endémicos, como Estados Unidos y España (Rassi et al, 2009; Schmunis & Yadon, 2010). En Colombia, se estima que cerca del 5 % de la población se encuentra infectada con el parásito y aproximadamente, el 11 % está en riesgo de contraer la infección (Moncayo & Silveira, 2010; Moncayo, 2003).

Actualmente no existe una vacuna y por tanto el control de la enfermedad se basa en la detección en bancos de sangre para prevenir la transmisión por transfusión, mejoramiento de viviendas y la eliminación de los vectores con el uso de insecticidas de acción residual (Silveira & Vinhaes, 1999; Schmuñis, 1999).

Rhodnius prolixus y *Triatoma dimidiata* son especies de gran importancia en la transmisión del agente causal, las cuales presentan una amplia distribución en Centroamérica y norte de Suramérica (Guhl, 2009). En el país *T. dimidiata* se distribuye en 15 de los 32 departamentos, donde ocupa hábitats silvestres, peridomésticos y domésticos (Guhl et al, 2007); esta situación, ha ocasionado dificultades para su control debido principalmente a su capacidad de reinfestar viviendas tratadas a partir de poblaciones peridomésticas y silvestres (Monroy et al. 2003; Nakagawa et al. 2005).

El uso de insecticidas contra triatominos representa la medida más práctica y eficaz para reducir la endemia que afecta a Latinoamérica (Zerba, 1988). Actualmente los insecticidas piretroides son los compuestos químicos más

exitosos para el control de triatominos (Casabé et al, 1988). Sin embargo, la aparición de resistencia a insecticidas debido al uso intensivo e indiscriminado de plaguicidas, la falta de continuidad en los programas de control y las fallas en la forma de aplicación han contribuido al desarrollo de resistencia como un resultado de selección de genes mutantes que la causan lo que ha ocasionado problemas en la ejecución de los programas de control (Chavasse & Yap, 1997).

En los insectos, los efectos de los insecticidas piretroides producen alteración del sistema nervioso que producen incoordinación, hiperactividad y muerte. (Bradbury & Coats, 1989; Benoit et al, 1986; Narahashi, 1996). La observación de estos patrones de movimiento en los triatominos no es tan simple y requiere de la utilización de técnicas como la aplicación tópica y el uso de equipos por observación automatizada para cuantificar el incremento en la locomoción, lo cual permitirá estimar con precisión los síntomas de intoxicación (Buresova et al, 1986).

Este trabajo tuvo como fin la evaluación del efecto tóxico de la alfa-cipermetrina en la mortalidad de ninfas de primer estadio de *T. dimidiata* y la aplicación de una técnica novedosa para el país para la cuantificación del efecto de la alfa-cipermetrina en la actividad locomotora descrita por el CIPEIN-CITEDEF/CONICET, Centro consultor de la Organización Mundial de la Salud.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Material biológico

Se utilizó una cepa susceptible de referencia (establecida en el laboratorio desde 1998), y una cepa de campo recolectada en el municipio de Capitanejo, Santander (colectada en el 2010). Las colonias fueron mantenidas sin aporte de material

externo, en condiciones ambientales constantes de laboratorio a 24-28 °C de temperatura, 60-80 % de humedad relativa (HR), foto-período 12:12 horas y alimentadas con gallina cada 8-15 días.

En los ensayos biológicos con insecticidas se utilizaron ninfas de primer estadio de *T. dimidiata*; las ninfas tenían entre 24 y 36 horas (WHO, 1994), con un peso de $1,4 \pm 2,1$ mg y no recibieron alimento.

1.2 Insecticida

El insecticida (grado técnico) utilizado fue alfa-cipermetrina al 97,5 % (Dr. Ehrenstorfer GmbH). Las diluciones seriales del insecticida se prepararon en acetona (JT Baker, México).

1.3 Ensayos biológicos

Evaluación del efecto insecticida.

Cepa de laboratorio: Se determinó la línea de susceptibilidad al principio activo alfa-cipermetrina en ninfas de primer estadio de *T. dimidiata*, las cuales se trataron con aplicación tópica del principio activo piretroide (alfa-cipermetrina) diluida y aplicada con microjeringas Hamilton de 5 µl provistas de descargador repetitivo. En la región dorsal del abdomen de cada ninfa se aplicó 0,1 µl de la solución. En los ensayos biológicos se seleccionaron cuatro niveles de dosis que registraron entre 10 y 90 % de mortalidad; se utilizaron 10 ninfas por dosis con mínimo tres réplicas en diferentes días; como grupo control se utilizaron 10 insectos en cada réplica con igual volumen de acetona. Después del tratamiento, los insectos se colocaron en frascos plásticos y se mantuvieron en una incubadora bajo condiciones ambientales constantes a 25 ± 2 °C, 70 a 80 % de HR. La lectura de mortalidad del insecticida se realizó a las 72 horas de aplicación del tratamiento.

Cepa de campo: Para la evaluación de una posible resistencia al insecticida en la cepa de campo, se realizaron grupos de 10 ninfas de primer estadio de la F1, a las cuales se les aplicó la concentración discriminante, la cual es equivalente a la DL₉₉ de la cepa susceptible. Se determinó los valores de DL₅₀ realizando el procedimiento de evaluación del efecto insecticida antes mencionado, para poder hallar los grados de resistencia.

Criterio de muerte.

Se consideró muerto el insecto que colocado sobre un papel de filtro no tuviera actividad locomotora propia, ya fuera en forma espontánea o al ser estimulado con un pincel o una pinza, según lo establecido por el protocolo de evaluación de la actividad insecticida en triatominos de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1994).

1.4 Análisis de la actividad locomotora

Zona experimental. Las evaluaciones de la actividad locomotora fueron realizadas en un anillo de acrílico (7 cm de diámetro, 2 cm de alto). El fondo de la zona experimental fue cubierto con papel filtro tratado con 0,5 ml de acetona (control) o soluciones de acetona de alfa-cipermetrina dentro del rango de 0,1 a 10 µg/cm²; 30 minutos antes de iniciar cada experimento.

Procedimiento experimental. El equipo que registra y analiza la actividad locomotora de las ninfas fue descrito por Alzogaray et al, 1997. Grupos de tres ninfas de primer estadio de *T. dimidiata* de la cepa de laboratorio fueron depositadas en la mitad de la zona de experimental. La iluminación provino de un bombillo fluorescente (50 W) colocado encima del plano de la zona experimental, con el fin de eliminar las sombras y obtener una buena resolución. El movimiento

de las ninfas fue registrado durante 30 minutos. Cada experimento fue repetido cuatro veces.

La actividad locomotora se registró utilizando un Monitor de Movimiento Múltiple para el software Videomex V (Columbus, OH), el cual registra el movimiento de múltiples objetos en una zona. Cada conjunto de datos fue importado y manipulado en un ordenador personal.

1.5 Análisis de datos

Ensayos toxicológicos. Los datos obtenidos de las dosis-respuesta para ambas cepas fueron sometidos al análisis Probit (Litchfield & Wilcoxon, 1949) para hallar la dosis letal 50 % (DL₅₀) y la dosis letal 99 % (DL₉₉), usando el programa Polo Plus (LeOra Software, 2007). Dado que no hubo mortalidad en los grupos control, no se corrigió la mortalidad. Los valores de las pendientes de las rectas de regresión de ambas cepas se compararon a través de la prueba de paralelismo (Raymond, 1985).

El grado de resistencia se estimó a partir del cociente entre la DL₅₀ de la cepa de campo sobre la DL₅₀ de la cepa de laboratorio, teniendo en cuenta que una cepa con valores de grados de resistencia igual o mayores de 3X se cataloga como resistente (Vassena et al, 2000).

Respuesta de la actividad locomotora. El software mencionado compara imágenes consecutivas y cuantifica el número de píxeles que cambian de “encendido” a “apagado” y viceversa, como una medida del movimiento de los insectos. También cuantifica en cada imagen el número de píxeles en “encendido” como una medida del área ocupada por los insectos. Para obtener valores independientes de cambios en la posición del insecto durante la duración de cada experimento, se utilizó el parámetro movimiento/área y se usó para comparar entre tratamientos.

Los resultados de hiperactividad fueron expresados en unidades de píxeles/área (Alzogaray et al, 1997; Alzogaray & Zerba, 2001).

Los resultados se analizaron mediante ANOVA de una vía y las comparaciones post hoc se realizaron con el test de Tukey.

2. RESULTADOS

2.1 Comparación de la susceptibilidad a la alfa-cipermetrina en ninfas de primer estadio de *Triatoma dimidiata* entre la cepa de laboratorio y la cepa de campo

La susceptibilidad de la cepa de laboratorio fue evaluada y comparada con una cepa de campo. Los valores de DL_{50} de la cepa del CINTROP y la de Capitanejo expuestas a alfa-cipermetrina fueron de 1,75 y 2,27 nanogramos (ng) por insecto, respectivamente (Tabla 1). El solapamiento del índice de confianza (IC) del 95% indica que no se encontraron diferencias significativas entre la cepa de laboratorio y la cepa de campo. Así mismo, los valores de DL_{99} de ambas cepas, no presentaron diferencias significativas, dado que también se encuentra un solapamiento del IC 95 %, con unos valores en ng por insecto de 14,45 para la cepa CINTROP y de 18,12 para la cepa de campo (Tabla 1). El solapamiento de los ICs 95 %, en ambas dosis letales indica que ambas cepas son susceptibles a la alfa-cipermetrina.

Los valores de las pendientes de la rectas fueron de 2,54 para la cepa de laboratorio y de 2,58 para la cepa de campo (Tabla 1) Estos valores sugieren una respuesta homogénea en ambas cepas, lo cual quedó demostrado a través de la

prueba de paralelismo, en la cual no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las pendientes de ambas cepas.

En cuanto a la resistencia, la de cepa campo mostró un valor de grado de resistencia menor a 3X, lo que significa que es susceptible a la alfa-cipermetrina.

2.2 Evaluación de la actividad locomotora

El efecto de la exposición a la alfa-cipermetrina en ninfas de primer estadio de *T. dimidiata* sobre la actividad locomotora se muestra en la Figura 1. La actividad locomotora de las ninfas se incrementó en función de la concentración, el valor más alto de hiperactividad fue producido a la concentración de $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ seguida de la concentración de $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Sin embargo, las diferencias en los valores de hiperactividad de esas dos concentraciones no tuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$). Por otro lado, existieron diferencias significativas entre el control y las demás concentraciones; también entre la concentración de $0,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ y las de $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ y $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ($p < 0,05$).

3. DISCUSIÓN

Los valores bajos de DL_{50} y DL_{99} hallados para las cepas de laboratorio y de campo de *T. dimidiata*, muestran susceptibilidad al principio activo alfa-cipermetrina. En la cepa de laboratorio, la susceptibilidad se debe a que ha sido mantenida desde 1998, libre de contacto con insecticidas. Los resultados obtenidos en la cepa de campo indican que esta cepa no ha sido sometida a una presión de selección producida por insecticidas con el mismo mecanismo de acción que conduzca a resistencia al mismo.

En la cepa de campo es posible encontrar variabilidad en el tamaño de las ninfas de primer estadio debido a que son la F1 de insectos de campo que no llevan mucho tiempo (comparados con la cepa de laboratorio) de haber sido colonizados y adaptados a mantenimiento en condiciones de laboratorio que pueden con el tiempo ocasionar reducción de tamaño y homogenización de los pesos; sin embargo estas circunstancias propias de la especie, no interfieren en la respuesta tóxica a insecticidas cuando, además son controladas otras variables como alimentación o ayuno, tiempo en el estadio, etc.

Por otro lado, el incremento gradual de la actividad locomotora observado en la cepa de laboratorio, se encuentra relacionado con la susceptibilidad encontrada a la alfa-cipermetrina. Este resultado es coherente con lo hallado en el trabajo de Sfara et al, 2006, en el cual se encontró que la hiperactividad es significativamente más alta en una cepa susceptible, comparada con la registrada en cepas resistentes a tres piretroides ($p < 0,05$).

Los datos registrados de la hiperactividad de la alfa-cipermetrina en *T. dimidiata*, indicaron que el valor de hiperactividad no incrementó significativamente en la dosis más alta utilizada, con respecto a la anterior estos resultados concuerdan con lo hallado por Alzogaray et al, 2001, quien muestra que los valores de hiperactividad no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0,02$) usando las dosis más altas de varios piretroides.

Con respecto a los ensayos toxicológicos, la alfa-cipermetrina mostró ser una molécula insecticida efectiva al ser evaluada en condiciones de laboratorio en una cepa de laboratorio y en una cepa de campo de *T. dimidiata*, lo cual sugiere que la alfa-cipermetrina constituye una herramienta que puede llegar a ser implementada por los funcionarios de los programas de control de vectores de la enfermedad de Chagas.

4. CONCLUSIONES

La alfa-cipermetrina es eficaz como insecticida en ninfas de primer estadio de *T. dimidiata*, lo cual está relacionado con la susceptibilidad encontrada a este principio activo piretroide.

La actividad locomotora en ninfas de primer estadio de *T. dimidiata* se incrementa a medida que se aumenta la dosis utilizada de alfa-cipermetrina en triatomíneos de cepas susceptibles.

La aplicación en el país de una nueva técnica sobre el efecto de alfa-cipermetrina sobre la actividad locomotora permite cuantificar el efecto tóxico de los piretroides y entender mejor los primeros pasos de intoxicación con los piretroides.

Según Alzogaray, 2006, una de las aplicaciones de la hiperactividad producida por piretroide y que puede ser aplicada con la alfa-cipermetrina en Colombia es el fenómeno de expurgue, el cual permite capturar insectos y averiguar si una vivienda está infestada.

5. RECOMENDACIONES

Como continuación de esta investigación, se recomienda evaluar el efecto de la alfa-cipermetrina en presentación de formulado, tanto en campo como laboratorio, como parte de su proceso de implementación en los programas de control de *T. dimidiata* en el país.

BIBLIOGRAFÍA

Alzogaray RA, Fontán A, Zerba EN. 1997. Evaluation of hyperactivity produced by pyrethroid treatment on third instar nymphs of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae). Arch. Insect Biochem. Physiol. 35: 323–333.

Alzogaray RA, Zerba EN. 2001. Behavioral response of fifth instar nymphs of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) to pyrethroids. Acta Trop. 78: 51–57.

Alzogaray RA. 2006. El control químico de *Triatoma infestans* en Argentina. Rev. Toxicol. en línea. 9: [Consultado: octubre 25 de 2012]. Disponible en: <http://www.sertox.com.ar/retel/n09/02.htm>.

Benoit M, Bruneau P, Meinard C. 1986. Comparative activity of tralomethrin and deltamethrin on *Periplaneta americana*. Pestic. Biochem. Physiol. 26: 284–291.

Bradbury SP, Coats JR. 1989. Comparative toxicology of the pyrethroid insecticides, Rev. Environ. Contam. Toxicol. 108: 133–177.

Buresova O, Bolhuis J.J., Bures J. 1986. Differential effects of cholinergic blockade on performance of rats in the water tank navigation task and in a radial water maze. Behavioral Neuroscience. 100: 476–482.

Casabé N, Melgar F, Wood EJ, Zerba EN. 1988. Insecticidal activity of pyrethroids against *Triatoma infestans*. Insect Sci Applic. 9: 233-236.

Chavasse DC, Yap HH. 1997. Chemical Methods for the Control of Vectorial and Pest of Public Health Importance. Document WHO/CTD/WHOPES/97.2. World Health Organization. Geneva 128.

Guhl F, Aguilera G, Pinto N, Vergara D. 2007. Actualización de la distribución geográfica y ecoepidemiología de la fauna de triatominos (Reduviidae: Triatominae) en Colombia. *Biomédica*. 27(Supl. 1): 143-62.

Guhl, F. 2009. Enfermedad de Chagas: Realidad y perspectivas. *Biomédica*. 20: 228-234.

Jurberg J, da Silva D, Galvão C. 2009. *Rhodnius zeledoni* sp. nov. afim de *Rhodnius paraensis* Sherlock, Guitton & Miles, 1977 (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae). *Biota Neotrop*. 9: 123-8.

LeOra-Software. 2007. POLO-Plus, POLO for Windows computer program, version 2.0. LeOra-Software, Petaluma, CA.

Litchfield J, Wilcoxon, F. 1949. A Simplified Method of Evaluating Dose-Effect Experiments. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 96(2): 99-113.

Moncayo A. 2003. Chagas disease: current epidemiological trends after the interruption of vectorial and transfusional transmission in the Southern Cone countries. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 98: 577-91.

Moncayo A, Silveira A. 2010. Current trends and future prospects for control of Chagas disease. En: Telleria J, Tibayrenc M, editors. *American trypanosomiasis Chagas disease. One hundred years of research*. First edition. London: Elsevier. p. 55-82.

Monroy MC, Bustamante DM, Rodas AG, Enrique MG, Rosales RG. 2003. Habitats, dispersion and invasion of silvatic *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) in Petén, Guatemala. *Journal of Medical Entomology*. 40: 800-806.

Narahashi T. 1996. Neuronal ion channels as the target sites of insecticides. *Pharmacol. Toxicol.* 78: 1–14.

Oliveira AM. 1999. Differences of susceptibility of five triatomine species to pyrethroid insecticides. Implications for Chagas disease vector control. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 94(Supl. I): 425-428.

Rassi Jr A, Rassi A, Marin JA. 2010. Chagas disease. *Lancet*. 375: 1388-1402.

Raymond M. 1985. Presentation d'un programme d'analyse log-probit pour microordinateur. *Cahiers ORSTOM (Ser Entomol Med Parasitol)*. 22:117-121.

Schmuñis GA. 1999. Prevention of transfusional *Trypanosoma cruzi* infection in Latin America. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 94: 93–101.

Schmunis GA, Yadon ZE. 2010. Chagas disease: a Latin American health problem becoming a world health problem. *Acta Trop.* 115: 14-21.

Schofield CJ, Galvão C. 2009. Classification, evolution, and species groups within the Triatominae. *Acta Trop.* 110: 88-100.

Sfara V, Zerba EN, Alzogaray RA. 2006. Toxicity of pyrethroids and repellency of diethyltoluamide in two deltamethrin-resistant colonies of *Triatoma infestans* Klug, 1834 (Hemiptera: Reduviidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 101(1): 89-94.

Silveira A, Vinhaes M. 1999. Elimination of vector-borne transmission of Chagas' disease. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 94: 405–411.

Vassena C, Picollo M, Zerba E. 2000. Insecticide resistance in Brazilian *Triatoma infestans* and Venezuelan *Rhodnius prolixus*. Med. Vet. Entomol. 14:51-55

WHO. 1994. Protocolo de evaluación de efecto insecticida sobre triatominos. Acta toxicol. argent. 2: 29-32.

Zerba EN.1988. Insecticidal activity of pyrethroids on insects of medical importance. Parasitology Today. 4: S3-S7.

Zerba EN.1994. Evaluación biológica en el laboratorio de la actividad triatomicida. Acta toxicol. argent. 2: 50-52.

Zerba EN, Wallace G, Picollo MI, Casabé N, Licastro S, Wood EJ, et al. 1997. Evaluación de la β -cipermetrina para el control de *Triatoma infestans*. Rev Panam Salud Publica .1 (2): 133-13.

Tabla 1. Toxicidad de alfa-cipermetrina aplicada tópicamente a ninfas de primer estadio de *T. dimidiata* de la cepa de laboratorio y una cepa de campo proveniente de La Chorrera, Capitanejo, Santander

Población	n	DL ₅₀ (ng/insecto)	IC 95%	DL ₉₉ (ng/insecto)	IC 95%	Pendiente ± EE	GR
CINTROP-UIS	150	1,75	1,40 – 2,18	14,45	8,94 – 32,15	2,54 ± 0,34	-
Capitanejo	150	2,27	1,49 – 3,37	18,12	8,96 – 107,53	2,58 ± 0,35	1,29

n: número de individuos; DL₅₀: dosis que ocasiona el 50 % de mortalidad de los insectos expuestos, expresada en nanogramos por insecto; IC: intervalos de confianza del 95 %; DL₉₉: dosis que ocasiona el 99 % de mortalidad de los insectos expuestos, expresada en nanogramos por insecto; EE: error estándar; GR: grado de resistencia (DL₅₀ cepa de campo/DL₅₀ cepa de laboratorio).

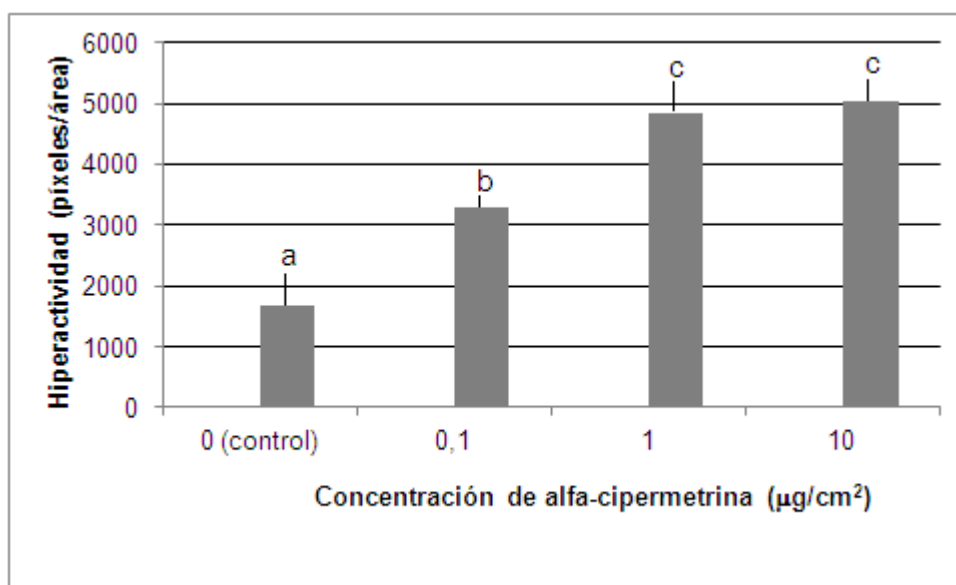


Figura 1. Efecto de la alfa-cipermetrina, aplicada en papel filtro, en la actividad locomotora en ninfas de primer estadio de *T. dimidiata*. La actividad locomotora fue registrada durante 30 minutos. Cada valor es la media de cuatro réplicas ± EE. Las barras con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0,05$).