

# Evaluación de la $\beta$ -cipermetrina para el control de *Triatoma infestans*

Eduardo Nicolás Zerba,<sup>1</sup> Guillermo Wallace,<sup>2</sup> María Inés Picollo,<sup>1</sup>  
Norma Casabé,<sup>1</sup> Susana de Licastro,<sup>1</sup> Edgardo Wood,<sup>1</sup>  
Abel Hurvitz<sup>3</sup> y Américo Andrés<sup>3</sup>

## RESUMEN

En este estudio se evaluó en el laboratorio y en el campo el efecto insecticida sobre *Triatoma infestans*, vector de la enfermedad de Chagas, del nuevo piretroide  $\beta$ -cipermetrina, y se comparó con el de la deltametrina. La comparación de las dosis letales 50 ( $DL_{50}$ ) de ambos piretroides indicó que la  $\beta$ -cipermetrina es más efectiva en ninfas y la deltametrina, en adultos. La evaluación de la concentración letal 50 ( $CL_{50}$ ) de las dos formulaciones floables de ambos insecticidas depositados sobre distintos soportes mostró que su efectividad en vidrio es similar. En cerámica, la deltametrina es ligeramente más efectiva. Los dos insecticidas floables se evaluaron en 100 viviendas infestadas de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. La deltametrina floable se aplicó a una concentración superficial de 25 mg/m<sup>2</sup> y la  $\beta$ -cipermetrina, de 50 mg/m<sup>2</sup>. Las concentraciones superficiales reales de ambos productos se analizaron por medio de papeles de filtro colocados en paredes y techos. El análisis por cromatografía de gases mostró buena coincidencia con las concentraciones previstas. Asimismo, se realizaron evaluaciones entomológicas 60, 90, 180 y 365 días después de los tratamientos. Solo en la última evaluación se encontró 10% de infestación en peridomicilios de viviendas tratadas con  $\beta$ -cipermetrina y 7% en las viviendas tratadas con deltametrina (6% en el peridomicilio y 1% en el domicilio). Los resultados indican que la efectividad de la  $\beta$ -cipermetrina para controlar a *T. infestans* cuando se aplica a una concentración de 50 mg/m<sup>2</sup> es similar a la de la deltametrina cuando esta se administra a una concentración de 25 mg/m<sup>2</sup>.

La enfermedad de Chagas es endémica en toda América Latina, donde afecta entre 16 y 18 millones de personas infectadas sintomáticas y asintomáticas (1). En la Argentina representa el problema de salud más grave de origen metaxénico. En este país el número de personas infectadas sintomáticas y asintomáticas asciende a 2 600 000 (2). En la actualidad, el mejor método aplicable a corto plazo para combatir la endemia es el control por medio de insecticidas de los hemípteros hematófagos de la familia *Triatominae* —los vectores de la enfermedad en la Región de las Américas (3).

Actualmente, los insecticidas piretroides son los más usados en el control de estos vectores a causa de su alta selectividad y de su excelente efecto triatomicida (4-6). La cipermetrina, uno de los piretroides más empleados con fines sanitarios, está compuesta por ocho isómeros distintos (7). En el

mercado existen nuevos insecticidas piretroides con la estructura molecular de la cipermetrina, pero con mayor contenido de los isómeros más activos. Un compuesto desarrollado recientemente en esta línea es la  $\beta$ -cipermetrina, en un principio denominada asimetrina. Esta sustancia contiene cuatro de los isómeros de la cipermetrina: 40% del par enantiomérico *cis* activo y 60% del par enantiomérico *trans* activo (8). La selectividad de este compuesto y su alta eficacia insecticida sobre plagas agropecuarias despertaron el interés para evaluar su efectividad en los vectores de la enfermedad de Chagas,

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (CIPEIN-CITEFA/CONICET). Dirección postal: Zufriategui 4380, 1603 Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Chemotécnica Sintyal, Carlos Berg 3669, (1437) Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Servicio Nacional de Chagas, 9 de julio 356, (5000) Córdoba, Argentina.

en comparación con otros piretroides ya usados como triatomicidas.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar, mediante ensayos de laboratorio y de campo, la capacidad de la  $\beta$ -cipermetrina para controlar *Triatoma infestans*, el principal vector de la enfermedad de Chagas. Los ensayos se realizaron comparando la  $\beta$ -cipermetrina con la deltametrina y su formulado floable (constituido por partículas sólidas micronizadas del insecticida suspendidas en agua mediante excipientes adecuados), que ya fue probado y utilizado en campañas gubernamentales de control de triatominos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ensayos de laboratorio

En primer lugar, se determinó la dosis letal 50% ( $DL_{50}$ ) de la  $\beta$ -cipermetrina (Chemotécnica Sintyal, Argentina) y de la deltametrina (Russell Uclaf, Francia) en ninfas I y V, así como en adultos de *T. infestans* de ambos sexos procedentes de la colonia CIPEIN-susceptible. Para tal fin se utilizó el método de aplicación tópica en el abdomen, de acuerdo con las pautas de Picollo et al. (9). Las concentraciones letales 50% ( $CL_{50}$ ) correspondientes a los formulados floables de la  $\beta$ -cipermetrina (5%) y la deltametrina (2,5%) se calcularon exponiendo a las ninfas V a películas (filmes) sobre vidrio o cerámica, según la técnica publicada por nuestro laboratorio (10). Las películas se obtienen por impregnación de soportes con diluciones acuosas de los formulados y eliminación del exceso de agua durante 24 horas en condiciones naturales.

### Ensayos de campo

Las pruebas de campo se iniciaron a principios de mayo de 1992 en las localidades de Yacuchiri y Soconcho del Departamento de Atamiski, que está situado en la zona sudoeste de la provincia de Santiago del Estero. Esta es una de las zonas rurales argentinas

donde la prevalencia de la enfermedad de Chagas es más alta (11). Ambas localidades están ubicadas en la llanura chaqueña argentina, cuyo clima es subtropical con estación seca. La temperatura media anual supera los 20°C y la escasa humedad ambiente determina pronunciados extremos térmicos. Las casas seleccionadas para realizar el estudio corresponden a viviendas de tipo rancho, construidas con muros de barro y paja o adobe, techos de caña o jarilla y adobe, y suelos de tierra apisonada.

Entre el 11 y el 22 de mayo de 1992, especialistas del Servicio Nacional de Chagas de la Argentina hicieron un estudio entomocartográfico de 290 viviendas. Mediante las técnicas habituales de movilización de insectos con expurgante (tetrametrina 0,2%) (12, 13) y de seguimiento de rastros (heces y exuvias) (12), se estimó que 98% de las viviendas evaluadas estaban infestadas. De ellas, se seleccionaron 200 para llevar a cabo el rociamiento con piretroides. Entre el 26 de mayo y el 7 de junio de 1992 se rociaron 100 casas con  $\beta$ -cipermetrina floable (5%) para obtener una concentración superficial de 50 mg/m<sup>2</sup> de insecticida. Otras 100 casas se rociaron con deltametrina floable (2,5%) hasta alcanzar una concentración superficial de 25 mg/m<sup>2</sup> de insecticida. Los rociamientos se realizaron tratando alternativamente 10 casas con cada activo hasta completar 100 casas para cada tratamiento. Los rociamientos se efectuaron con rociadora manual tipo Lasca a una presión entre 40 y 60 libras, utilizando boquillas tipo Teejet y una distancia pico-

pared de 45 cm. Asimismo, se determinó la cantidad superficial de insecticida sobre techos y paredes. Para ello, se colocaron al azar trozos cuadrados de papel de filtro de 20 x 20 cm sobre las superficies que debían rociarse. Esos trozos de papel se retiraron después del tratamiento. El insecticida se extrajo durante 24 horas con acetona en un equipo Soxhlet. Las soluciones se concentraron y se analizaron mediante cromatografía gas-líquido con detector de captura electrónica (Shimadzu 6A, Japón), siguiendo una técnica ya establecida (14, 15).

La infestación de las viviendas se evaluó sin aplicar expurgante entre 30 y 60 días después del tratamiento, y utilizando expurgante (tetrametrina 0,2%) a los 90, 180 y 365 días después del tratamiento.

Los valores de las  $DL_{50}$  y la  $CL_{50}$  y sus intervalos de confianza de 95% se obtuvieron con el programa EPA probit 1.4. La comparación de los valores de reinfestación en el campo entre ambos tratamientos se realizó aplicando la prueba de la *t* de Student para datos apareados. Estos cálculos se efectuaron con el programa Sigma plot 1.0 (Jandel Scientific).

## RESULTADOS

### Ensayos de laboratorio

La  $DL_{50}$  de la  $\beta$ -cipermetrina determinada por aplicación tópica de soluciones acetónicas sobre ninfas V indica el excelente efecto insecticida de este piretroide sobre *T. infestans* (cuadro 1).

**CUADRO 1. Dosis letal 50 ( $DL_{50}$ ) e intervalos de confianza de 95% (entre paréntesis) de  $\beta$ -cipermetrina y deltametrina aplicadas por tóxico en ninfas I, V y adultos de *T. infestans*. Santiago del Estero, Argentina, 1992**

Insecticida	$DL_{50}$ (ng/insecto)		
	Ninfas I	Ninfas V	Adultos
$\beta$ -cipermetrina	0,4 (0,3-0,7)	290 (130-650)	47 (33-76)
Deltametrina	1,3 (0,9-1,8)	550 (310-990)	30 (25-35)

En ninfas V, reconocidas como el estadio menos sensible a este insecticida (16), la DL<sub>50</sub> fue 290 ng/insecto, casi la mitad de la DL<sub>50</sub> de la deltametrina. La DL<sub>50</sub> de la β-cipermetrina en ninfas I fue 0,4 ng/insecto, es decir, la tercera parte de la deltametrina. En cambio, en adultos de *T. infestans* la DL<sub>50</sub> de la deltametrina fue algo menor que la de la β-cipermetrina.

Las CL<sub>50</sub> de los formulados floables se calcularon sobre dos tipos de soportes: uno no poroso (vidrio) y otro de pequeña porosidad (cerámica). Las CL<sub>50</sub> que aparecen en el cuadro 2 muestran que la efectividad fue similar para ambos formulados sobre ninfas I cuando se utilizó el soporte de vidrio. La menor CL<sub>50</sub> observada al emplear el soporte de cerámica indica que la efectividad de la deltametrina floable fue mayor (0,05 μg/cm<sup>2</sup>) que la de la β-cipermetrina floable (0,08 μg/cm<sup>2</sup>) en el mismo soporte.

### Ensayo de campo

La concentración superficial establecida para el ensayo de campo de la β-cipermetrina, sobre la base de los resultados de laboratorio, fue de 50 mg/m<sup>2</sup>, usando como referencia la deltametrina, cuya dosis recomendada es 25 mg/m<sup>2</sup>. La medición realizada con cromatografía gas-líquido de la concentración real de insecticidas en las paredes y el techo arrojó los resultados que se resumen en el cuadro 3. Los valores experimentales de concentración superficial de ambos piretroides fueron cercanos a los estipulados, excepto los de la β-cipermetrina en el techo, que fue algo menor (36 mg/m<sup>2</sup> en promedio).

La evaluación entomológica para establecer la extensión del control de vectores en domicilios y peridomicilios se realizó a los 30, 60, 90, 180 y 365 días. Los resultados obtenidos indican que hasta después de haber transcurrido un año del rociamiento con ambos piretroides prácticamente no hubo reinfestación domiciliar de triatominos (cuadro 4). La excepción fue una casa tratada con deltametrina, que

estaba infestada a los 90 días del tratamiento. Los peridomicilios se fueron reinfestando lentamente a una velocidad similar para los tratamientos con ambos piretroides. Hasta la evaluación realizada 60 días después del rociamiento, 3% de los peridomicilios tratados con deltametrina o con β-cipermetrina habían sido reinfestados. A los 180 días del tratamiento, 6 y 5% de las viviendas rociadas, respectivamente, con β-10 cipermetrina y deltametrina, se habían reinfestado. A los 365 días,

los porcentajes de viviendas reinfestadas que habían sido rociadas con estos dos insecticidas fueron, respectivamente, 10 y 6%.

### DISCUSIÓN

Indudablemente, los insecticidas utilizados en el control de enfermedades transmitidas por insectos vectores deben ser considerados como herramientas sanitarias. Por tal razón, y por

**CUADRO 2. Concentración letal 50 (CL<sub>50</sub>) e intervalos de confianza de 95% (entre paréntesis) de β-cipermetrina y deltametrina aplicadas como películas en distintos soportes, en ninfas I de *T. infestans*. Santiago del Estero, Argentina, 1992**

Insecticida	Formulación	CL <sub>50</sub> (μg/cm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	
		Vidrio	Cerámica
β-cipermetrina	Floable 5%	0,17 (0,11–0,26)	0,08 (0,07–0,10)
Deltametrina	Floable 2,5%	0,16 (0,03–0,29)	0,05 (0,03–0,08)

<sup>a</sup>De principio activo.

**CUADRO 3. Concentración superficial de piretroides (media y desviación estándar) en viviendas tratadas con formulados floables. Santiago del Estero, Argentina, 1992**

Lugar	Concentración teórica de asimetrina (mg/m <sup>2</sup> )	Concentración en papel de asimetrina (mg/m <sup>2</sup> )	Concentración teórica de deltametrina (mg/m <sup>2</sup> )	Concentración en papel de deltametrina (mg/m <sup>2</sup> )
Pared	50	54 ± 7	25	24 ± 3
Techo	50	36 ± 4	25	23 ± 4

**CUADRO 4. Reinfestación de viviendas tratadas con β-cipermetrina y deltametrina floables. Santiago del Estero, Argentina, 1992**

Días después del rociado	Infestación (%) <sup>a</sup>			
	β-cipermetrina		Deltametrina	
	Domicilios	Peridomicilios	Domicilios	Peridomicilios
30	0	3	0	3
60	0	3	0	3
90	0	5	1	4
180	0	6	1	5
365	0	10	1	6

<sup>a</sup> Sobre 100 casas iniciales.

la creciente participación de la comunidad en riesgo en acciones de eliminación de insectos, es imprescindible disponer de insecticidas y formulados selectivos que ejerzan un mínimo impacto ambiental y no tengan efectos perjudiciales para los seres humanos. La tendencia actual del control de insectos vectores de enfermedades refleja un notable predominio del uso de insecticidas piretroides y de sus formulaciones más selectivas (16). El control de insectos vectores de la enfermedad de Chagas no escapa a esta tendencia (3, 5).

En el programa de evaluación del control de vectores de la enfermedad de Chagas con compuestos piretroides existía interés en estudiar el efecto sobre *T. infestans* de un nuevo insecticida: la  $\beta$ -cipermetrina. Las evaluaciones se realizaron comparándolo con la deltametrina, el insecticida más utilizado en las campañas nacionales de lucha contra esta enfermedad en la Argentina (3). En los ensayos de aplicación tópica de insecticidas en solución se observó que la  $\beta$ -cipermetrina era muy tóxica para ninfas I y V de *T. infestans*, y que su  $CL_{50}$  es menor que la de la deltametrina, el piretroide considerado más efectivo para el control de este vector (3, 5).

La efectividad de ambos formulados fue similar sobre vidrio, aunque este soporte no es un modelo representativo de las situaciones reales de con-

trol en las zonas de América Latina donde la enfermedad de Chagas es endémica. Los soportes porosos constituyen un mejor modelo. Sobre cerámica, un soporte de pequeña porosidad, la  $CL_{50}$  de la  $\beta$ -cipermetrina en ninfas I fue 1,6 veces más alta que la de la deltametrina. Teniendo en cuenta estos resultados, se estimó que una concentración de campo de 50 mg/m<sup>2</sup> de  $\beta$ -cipermetrina floable debe ser apropiada para obtener un control similar al de 25 mg/m<sup>2</sup> de deltametrina floable, lo cual se considera suficiente para realizar controles prolongados en el terreno (17).

Por lo expuesto anteriormente, las aplicaciones de  $\beta$ -cipermetrina floable en las 100 casas infestadas seleccionadas se realizaron para obtener una concentración superficial de 50 mg/m<sup>2</sup>. Los rociamientos de las 100 casas infestadas de referencia se hicieron con deltametrina a la concentración establecida de 25 mg/m<sup>2</sup>.

En este tipo de ensayos es necesario tener alguna medida de la concentración real de insecticidas aplicada (18). La concentración de ambos insecticidas se controló por medio del análisis químico de muestras aleatorias de residuos en papeles de filtro sobre techos y paredes. Los resultados obtenidos indican que los insecticidas se aplicaron correctamente.

El seguimiento entomológico de ambos grupos de casas tratadas indicó

que la tasa de reinfestación es más rápida en peridomicilios que en domicilios. En varios estudios se han reconocido las dificultades que entraña el control del vector en peridomicilios y su importancia como fuente de reinfestación (19, 20). El análisis del porcentaje de reinfestación de domicilios y peridomicilios en ambos grupos de casas tratadas muestra que la  $\beta$ -cipermetrina en formulación floable, aplicada a una concentración de insecticida de 50 mg/m<sup>2</sup>, tiene un rendimiento como medida de control en el terreno de *T. infestans* similar a la de la deltametrina floable aplicada a una concentración superficial de insecticida de 25 mg/m<sup>2</sup>.

Los resultados presentados en este trabajo sugieren que la  $\beta$ -cipermetrina en formulación floable es una alternativa promisoriosa para controlar los vectores de la enfermedad de Chagas.

**Agradecimiento.** Este estudio recibió el apoyo económico del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Banco Mundial, el Programa de Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales de la OMS, y de Chemotécnica Sintyal de Argentina.

Los autores agradecen asimismo la colaboración prestada por el personal del Servicio Nacional de Chagas del Ministerio de Salud y Acción Social de la Argentina durante los ensayos de campo.

## REFERENCIAS

- World Health Organization. *Control of Chagas disease*. Geneva: WHO; 1991. (Technical Report Series 811).
- Moncayo A. Chagas disease: epidemiology and prospects for interruption of transmission in the Americas. *World Health Statist* 1992; 45:276-279.
- Zerba EN. Chemical control of Chagas disease vectors. *Biomed Environ Sci* 1989;2:24-29.
- Elliot M, Janes NF, Potter C. The future of the pyrethroids in insect control. *Ann Rev Entomol* 1978;23:443-469.
- Casabé N, Melgar F, Wood EJ, Zerba EN. Insecticidal activity of pyrethroids against *Triatoma infestans*. *Insect Sci Applic* 1988;9:233-236.
- Zerba EN. Insecticidal activity of pyrethroids on insects of medical importance. *Parasit Today* 1988;4:53-57.
- World Health Organization. *Cypermethrin*. Geneva: WHO; 1989.
- Worthing CR, Hance RJ, eds. *The pesticide manual*. Surrey: The British Crop Protection Council; 1991.
- Picollo MI, Wood EJ, Zerba EN, de Licastro SA, Rúveda M. Métodos de laboratorio para medir la actividad de insecticidas en *Triatoma infestans* (Klug). *Acta Bioquim Clin Latinoam* 1976;10:67-71.
- Zerba EN. Development of new insecticides and synergistic formulations for the Chagas disease vector control. *Rev Arg Microbiol* 1988;20(supl):25-31.
- Chuit R. Control vectorial de la enfermedad de Chagas. En: Madoery R, Madoery C, Carnera M, eds. *Actualizaciones en la enfermedad de Chagas*. Córdoba, Argentina: Organismo Oficial del Congreso Nacional de Medicina; 1992.
- Pinchin R, Fanara DM, Castleton C, Oliveira Filho A. Comparison of techniques for detection of domestic infestations with *Triatoma infestans* in Brazil. *Trans Roy Soc Trop Med Hyg* 1981;74:801-803.
- Wood EJ, de Licastro SA, Casabé N, Sívori JL, Zerba EN. Evaluation of the flushing-out

- activity of pyrethroids on *Triatoma infestans*. *Insect Sci Applic* 1993;14:651-655.
14. Sapiets A, Swain H, Tandy MJ. Cypermethrin. In: Zweig G, Sherma J. *Analytical methods for pesticides and plant growth regulators*. Vol XIII: *Synthetic pyrethroid and other pesticides*. London: Academic Press; 1984:33-51.
  15. Vaysse M, Giudicelli J, Devaux P, L'Hotellier M. Decis. In: Zweig G, Sherma J. *Analytical methods for pesticides and plant growth regulators*. Vol XIII: *Synthetic pyrethroid and other pesticides*. London: Academic Press; 1984:53-68.
  16. Zerba EN, de Licastro SA, Wood EJ, Picollo MI. Insecticides: mechanism of action. En: Brenner R, Stoka AM, eds. *Chagas disease vectors*. Vol III: *Biochemical aspects and control*. Boca Ratón, Florida: CRC Press; 1987:101-124.
  17. Gualtieri JM, Ríos CH, Cichero JA, Vázquez R, Carcavallo RU. Ensayo de campo con decametrina en su formulación líquida emulsionable y floable en el control del *Triatoma infestans* en la provincia de Córdoba. *Chagas* 1984;1:17-20.
  18. Oliveira Filho AM. Development of insecticide formulations and determination of dosages and application schedules to fit specific situations. *Rev Arg Microbiol* 1988; 20(supl):39-48.
  19. Bos R. The importance of peridomestic environmental management for the control of the vectors of Chagas disease. *Rev Arg Microbiol* 1988;20(supl):58-62.
  20. Zeledón R, Rabonovich J. Chagas disease: an ecological appraisal with special emphasis on its insect vectors. *Ann Rev Entomol* 1981;26: 101-133.

Manuscrito recibido el 29 de agosto de 1995 y aceptado para publicación, tras revisión, el 17 de julio de 1996.

#### ABSTRACT

### Evaluation of $\beta$ -cypermethrin for control of *Triatoma infestans*

This study assessed the insecticidal effect in the laboratory and in the field of the new pyrethroid  $\beta$ -cypermethrin against *Triatoma infestans*, the vector of Chagas' disease, and compared it with that of deltamethrin. Comparison of the 50% lethal dose (LD<sub>50</sub>) of both pyrethroids showed that  $\beta$ -cypermethrin is more effective against the nymphs and that deltamethrin is more effective against the adults. Evaluation of the 50% lethal concentration (LC<sub>50</sub>) of the flowable formulations of both insecticides, placed on different surfaces, showed that their effectiveness on glass is similar, while on a ceramic surface deltamethrin is slightly more effective. The flowable formulations of the two insecticides were tested in 100 infested homes in the province of Santiago del Estero, Argentina. Deltamethrin was applied at a surface concentration of 25 mg/m<sup>2</sup> and  $\beta$ -cypermethrin at 50 mg/m<sup>2</sup>. The real surface concentrations of these products were analyzed from filter paper samples placed on walls and ceilings. Gas chromatography revealed good agreement with the target concentrations. In addition, entomological assessments were carried out 60, 90, 180, and 365 days after the treatments. Infestations were found only during the last assessment: in the peridomestic area of 10% of the houses treated with  $\beta$ -cypermethrin and in 7% of the houses treated with deltamethrin (6% in the peridomestic area and 1% inside the house). The results indicate that  $\beta$ -cypermethrin's effectiveness in controlling *T. infestans* when applied at a concentration of 50 mg/m<sup>2</sup> is similar to that of deltamethrin applied at a concentration of 25 mg/m<sup>2</sup>.