

## Evaluación de la actividad tóxica de los insecticidas piretroides deltametrina y lambdacihalotrina en dos poblaciones de campo de *Rhodnius pallescens* (Hemíptera: Reduviidae) de Panamá

Lorenzo Cáceres<sup>1</sup>, José R. Rovira<sup>1</sup>, José Calzada<sup>2</sup>, Azael Saldaña<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sección de Entomología Médica, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Panamá, República de Panamá

<sup>2</sup> Sección de Parasitología, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Panamá, República de Panamá

**Introducción.** La evaluación de la sensibilidad de las poblaciones de *Rhodnius pallescens* permite detectar y vigilar los grados de resistencia en el transcurso del tiempo, con el fin de evaluar los efectos de las estrategias de control y manejo de la resistencia.

**Objetivo.** Determinar la línea base de sensibilidad de los principios activos deltametrina y lambdacihalotrina en ninfas de estadios I y V, en dos poblaciones de campo de *R. pallescens*.

**Materiales y métodos.** Los bioensayos se realizaron tomando como referencia el protocolo estandarizado de aplicación tópica para *R. prolixus* y adaptado para *R. pallescens*.

**Resultados.** Con la aplicación tópica del insecticida lambdacihalotrina en ninfas de estadio I en *R. pallescens* (Chilibre) y *R. pallescens* (Cerro Cama), los valores de la dosis letal 50 (DL<sub>50</sub>) expresados en nanogramos por insecto fueron de DL<sub>50</sub>=0,129 y DL<sub>50</sub>=0,109, respectivamente. En ninfas de estadio V los valores fueron de DL<sub>50</sub>=1,712 y DL<sub>50</sub>=3,478, respectivamente. Por su parte, la aplicación tópica de deltametrina en ninfas de estadio I, registró valores de DL<sub>50</sub>=0,022 y DL<sub>50</sub>=0,021 y, en ninfas de estadio V, de DL<sub>50</sub>=2,110 y DL<sub>50</sub>=1,548.

**Conclusiones.** En ninfas de estadios I y V de ambas poblaciones de *R. pallescens*, se observó mediante los valores obtenidos de factor de resistencia que no existen ninguna diferencia significativa en el efecto tóxico de los insecticidas estudiados. Esto permite establecer que las dos cepas de *R. pallescens* son sensibles a los insecticidas deltametrina y lambdacihalotrina.

**Palabras clave:** *Rhodnius*, insecticidas/toxicidad, resistencia a los insecticidas, enfermedad de Chagas, Panamá.

### Evaluation of the toxic activity of the pyrethroid insecticides deltamethrin and lambda-cyhalothrin in two Panamanian field populations of *Rhodnius pallescens* (Hemiptera: Reduviidae)

**Introduction.** Systematic evaluation of the susceptibility of disease vectors to insecticides permits the detection of the development of insecticide resistance over time. This is necessary to evaluate the effectiveness of control methods and to plan management strategies of the resistance.

**Objective.** The baseline susceptibility was determined for I and V instar nymphs of *Rhodnius pallescens* to the active ingredients of the insecticides deltamethrin and lambda-cyhalothrin.

**Materials and methods.** The bioassays were applied to two field populations of *R. pallescens* collected in Chilibre and Cerro Cama, Panamá. A standard protocol for topical application was adapted from that developed for *Rhodnius prolixus*. Bioassays were performed using topical applications on the dorsal abdominal surface, with volumes of 0.1 µl and 0.5 µl acetone solution of insecticide for nymphs of stage I and V respectively, using 5 µl and 25 µl Hamilton microsyringes with a repeating dispenser. Ten nymphs were used for each insecticide concentration.

**Results.** With the topical application of lambda-cyhalothrin on first-instar nymphs from Chilibre and Cerro Cama, the LD<sub>50</sub> values expressed in ng/insect were 0.13 and 0.11 respectively. In fifth-instar nymphs the LD<sub>50</sub> values were 1.71 and 3.48, respectively. For deltamethrin, the topical application on first-instar nymphs resulted in LD<sub>50</sub> values of 0.02 and 0.02, and in fifth-instar nymphs the LD<sub>50</sub> values were 2.11 and 1.55, respectively.

**Conclusions.** In I and V instar nymphs from the two *R. pallescens* populations, resistance factor values demonstrated no significant difference in the toxic effects of the two insecticides and indicated that the *R. pallescens* populations were susceptible them.

**Key words:** *Rhodnius*, insecticides/toxicity, insecticide resistance, Chagas disease, Panamá.

La enfermedad de Chagas es una zoonosis producida por el parásito protozoario, *Trypanosoma cruzi* (1). Esta enfermedad, existe sólo en el continente americano, y los insectos vectores que la transmiten a los humanos y a otros animales son triatomíneos hematófagos obligados, pertenecientes a los géneros *Triatoma*, *Rhodnius* y *Panstrongylus* (2). En Latinoamérica las especies domiciliadas más importantes implicadas en la transmisión de *T. cruzi* son *Triatoma infestans*, en los países del Cono Sur, *Rhodnius prolixus*, en Centroamérica y el norte de Suramérica, y *Triatoma dimidiata*, que se extiende a lo largo de la Costa Pacífica desde México hasta el Ecuador y el norte de Perú (3).

La enfermedad de Chagas afecta la salud de la población de 17 países; hay 120 millones de personas expuestas a adquirirla, 16 a 18 millones están infectadas, y la incidencia de la enfermedad se ha calculado en unos 200.000 casos nuevos por año (4). Aproximadamente, unas 70.000 personas mueren anualmente (5). La enfermedad de Chagas se conoce en Panamá desde 1930, cuando *T. cruzi* fue aislado por primera vez en una paciente (6). A pesar de que la prevalencia de la enfermedad es relativamente baja (1 a 3 %), se reconoce su importancia como problema de salud pública en varias regiones del país (7). *R. pallescens* es el principal y más importante vector asociado a la transmisión de *T. cruzi* en Panamá (8).

Para el tratamiento de la enfermedad de Chagas, existen medicamentos, como el nifurtimox y el benznidazol, que curan la parasitemia si se aplican durante los primeros días de la infección (9). Los efectos secundarios de estos fármacos son frecuentes y peligrosos, y nada indica que se vaya a desarrollar una vacuna en el futuro inmediato.

En ausencia de una satisfactoria terapia o vacuna contra la enfermedad de Chagas, el control o la interrupción de la transmisión se realizan mediante el uso de insecticidas para la eliminación de poblaciones de triatomíneos en el domicilio y el peridomicilio (10). El control de vectores de la enfermedad de Chagas ha dependido desde el inicio y actualmente en toda Latinoamérica, principalmente de la aplicación de insecticidas.

#### Correspondencia:

Lorenzo Cáceres, Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud, Avenida Justo Arosemena y Calle 35, apartado postal 0816-02593, Panamá, República de Panamá.  
Teléfono: (507) 527 4894; fax: (507) 527 4843  
lcaceres@gorgas.gob.pa y cacereslorenzo@gmail.com

Recibido: 03/02/10; aceptado:19/08/10

Teniendo en cuenta las continuas campañas de control llevadas a cabo durante, al menos, los últimos 20 años, es esperable la aparición de focos de triatomíneos resistentes (11). El uso de insecticidas contra triatomíneos representa la medida práctica más importante y más utilizada para reducir la endemia que afecta a Latinoamérica (12). En la actualidad, las herramientas de control químico más exitosas en el control de triatomíneos son los insecticidas piretroides (13). Las experiencias de control vectorial en América Central, los países andinos y del Cono Sur, han demostrado que una de las pocas alternativas prácticas para controlar la enfermedad de Chagas es mediante el control de los triatomíneos domiciliarios (14). La iniciativa del Cono Sur propone la erradicación de *T. infestans* (excepto para Bolivia donde esta especie se encuentra en hábitats selváticos); las iniciativas de los países andinos y de América Central proponen erradicar *R. prolixus*, excepto en Panamá donde la especie es *R. pallescens* (15). Sin embargo, el uso extensivo e intensivo de estas herramientas implica el riesgo de desarrollar el fenómeno de la resistencia de las poblaciones de triatomíneos sometidas a una presión selectiva de insecticidas (16).

En los últimos años, los vectores de Chagas han sido controlados con deltametrina, alfametrina, cipermetrina, lambdacihalotrina y  $\beta$ -ciflutrina. Más recientemente, se incorporó el uso de  $\beta$ -cipermetrina, cuya actividad triatocida fue evaluada mediante ensayos de laboratorio y de campo realizados en Argentina (17). Se ha encontrado resistencia focal a insecticidas en algunos vectores de la enfermedad de Chagas. *R. prolixus*, principal vector en Venezuela, ha registrado resistencia a insecticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos (18,19) y piretroides (20). *T. infestans* es el vector principal en la región de Suramérica y ha presentado focos de resistencia a piretroides en Brasil y Argentina y en muestras de *R. prolixus* provenientes de Venezuela (15,21). En poblaciones de campo de *T. infestans* del norte de Argentina, después de la aplicación de deltametrina y otros piretroides, se detectaron en todas las poblaciones evaluadas altos niveles de resistencia a deltametrina,  $\beta$ -cipermetrina,  $\beta$ -ciflutrina y lambdacihalotrina (22). Algunos países de Centroamérica han tenido éxito utilizando piretroides en la eliminación de *T. dimidiata* que acostumbra habitar en el intradomicilio (23).

El objetivo de este trabajo fue determinar la sensibilidad y la resistencia mediante aplicaciones tópicas de soluciones acetónicas del principio activo de los

insecticidas deltametrina y lambdacihalotrina, en dos poblaciones de campo de *R. pallescens*, principal vector de la enfermedad de Chagas en Panamá.

## Materiales y métodos

### Material biológico

Se hicieron recolecciones de campo de *R. pallescens* de enero a julio de 2006, en ecótopos naturales de palmas reales o *Attalea butyracea* en dos localidades endémicas de la provincia de Panamá: Chilibre, localidad ubicada en la región este (este: 654606,64 m; norte: 1012106,68 m y msnm: 103,0 m), y Cerro Cama, localizada en la región oeste (9° 1' 48" norte, 79° 54' 18" oeste) de la provincia, respectivamente.

Los especímenes recolectados fueron transportados a la Sección de Entomología del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud. Las dos cepas fueron criadas y mantenidas en el insectario con una temperatura promedio mensual máxima y mínima de 30,0 °C y 28,5 °C, y una humedad relativa de 67,5 % con fotoperíodo de 12:12 (día/noche), para posteriormente, ser evaluadas mediante bioensayos de sensibilidad.

### Agentes químicos

Los insecticidas de grado técnico utilizados en este estudio fueron deltametrina (96,8 %), suministrado por Agrevo S.A., Argentina, y lambdacihalotrina de grado técnico (97,8 %), suministrado por Syngenta S.A., Suiza. Las diluciones de los insecticidas se prepararon con acetona de grado analítico para la preparación de las diferentes concentraciones seriadas.

### Bioensayos de sensibilidad

En los bioensayos con insecticidas se utilizaron ninfas de estadio I de 24 a 36 horas de edad, con ayuno desde la eclosión y peso de 0,5±0,1 mg. Las ninfas de estadio V utilizadas fueron de 8 a 13 días de edad, con cinco días de ayuno y 130±30 g de peso.

En todos los bioensayos se utilizaron muestras de la F<sub>1</sub> de ambas cepas. Los bioensayos se realizaron mediante aplicaciones tópicas sobre la superficie abdominal dorsal, con volúmenes de soluciones acetónicas de insecticidas de 0,1 y 0,5 µl para ninfas de estadios I y V, respectivamente, utilizando microjeringas Hamilton de 5 y 25 µl con un dispensador repetitivo.

En los bioensayos se seleccionaron cuatro niveles de dosis que registraron entre 10% y 90% de

mortalidad. Cada uno de los bioensayos se realizó con sus réplicas respectivas, con 10 insectos por réplica y su grupo control tratados solamente con acetona.

Después de los tratamientos, los insectos se colocaron en envases plásticos debidamente codificados y se mantuvieron bajo condiciones ambientales constantes de 26,2±1 °C y humedad relativa de 76,0±5 %. La mortalidad se registró a las 24 y 72 horas para ninfas de estadios I y V, respectivamente. La línea de base de sensibilidad para los insecticidas mencionados, se determinó sobre la cepa de referencia o sensible *R. pallescens* (Gorgas), colonia establecida en laboratorio desde 1992, mantenida sin aporte de material externo y sin contacto con insecticidas. Los bioensayos se realizaron tomando como referencia el protocolo estandarizado para *R. prolixus* y adaptado para *R. pallescens* (24).

### Criterio de muerte

Se consideró muerto el insecto que, colocado sobre un papel filtro, no tuviera actividad locomotora propia, ya fuera en forma espontánea o al ser estimulado con un pincel o una pinza, según lo establecido en el protocolo de evaluación de la actividad insecticida en triatomíneos (24).

### Análisis estadístico

Los valores de los porcentajes de mortalidad para cada una de las concentraciones obtenidas a las 24 y 72 horas en ninfas de estadio I y V, respectivamente, se sometieron al análisis *probit* (25), y se calcularon los parámetros estadísticos de las dosis letal media de DL<sub>50</sub> y DL<sub>95</sub> utilizando el programa *EPA Probit* y *Micro Probit, Analysis Programme* (26). Las dosis se expresaron en nanogramos de ingrediente activo por insecto tratado. El factor de resistencia se estimó del cociente al relacionar la DL<sub>50</sub> de las cepas de campo con la DL<sub>50</sub> de la cepa de laboratorio. Las cepas con valores de factor de resistencia igual o mayores de 3X fueron catalogados como resistentes (19).

## Resultados

En el cuadro 1 se presentan los valores de DL<sub>50</sub> y DL<sub>95</sub> de las cepas de *R. pallescens* (Chilibre) y *R. pallescens* (Cerro Cama) bajo estudio. En ninfas de estadio I de *R. pallescens* (Chilibre) y *R. pallescens* (Cerro Cama), luego de los análisis estadísticos de los valores DL<sub>50</sub>, se obtuvieron los valores de DL<sub>50</sub>=0,129 ng por insecto y DL<sub>50</sub>=0,109 ng por insecto, respectivamente. En ninfas de estadio

**Cuadro 1.** Nivel de sensibilidad en ninfas de estadio I y V de *R. pallescens* a la aplicación tópica del principio activo del insecticida piretroide lambdacihalotrina.

Especie (cepa)	Estadio	n	DL <sub>50</sub> ng/i	IC <sub>95%</sub>	FR	DL <sub>95</sub> ng/i	IC <sub>95%</sub>	FR
<i>R. pallescens</i>	I	280	0,129	0,071-0,331	1,0	0,589	0,250-3,562	1,0
(Chilibre) Gorgas	I	210	0,147	0,080-0,361		0,728	0,310-4,059	
<i>R. pallescens</i>	I	280	0,109	0,068-0,199	1,0	0,552	0,278-1,964	1,3
(Cerro Cama) Gorgas	I	210	0,147	0,080-0,361		0,728	0,310-4,059	
<i>R. pallescens</i>	V	300	1,712	1,186-2,398	1,0	23,381	15,680-37,889	0,4
(Chilibre) Gorgas	V	300	2,127	1,442-3,084		56,669	31,327±128,354	
<i>R. pallescens</i>	V	300	3,478	1,491-10,328	1,6	26,213	9,105-205,679	0,5
(Cerro Cama) Gorgas	V	300	2,127	1,442-3,084		56,669	31,327-128,354	

DL<sub>50</sub>: dosis que causa el 50% de mortalidad en los insectos expuestos al insecticida, expresada en nanogramos/insectos; DL<sub>95</sub>: dosis que causa el 95% de mortalidad en los insectos expuestos al insecticida, expresada en nanogramos por insecto; IC: intervalo de confianza de 95%; FR<sub>50</sub>: factor de resistencia (DL<sub>50</sub> cepa de campo/DL<sub>50</sub> cepa de referencia); n: número de individuos utilizados por bioensayo.

I las dos cepas no mostraron ninguna variación significativa en sus valores de DL<sub>50</sub>.

En cuanto a los valores de factor de resistencia calculados para ambas poblaciones de campo de *R. pallescens*, las dos resultaron con valores similares de factor de resistencia de 1,0X.

En las aplicaciones tópicas con lambdacihalotrina en ninfas de estadio V de ambas cepas, se obtuvieron valores de DL<sub>50</sub>=1,712 ng por insecto y DL<sub>50</sub>=3,478 ng por insecto, respectivamente. En ninfas de estadio V, a pesar de que se observó una diferencia de la DL<sub>50</sub>, en la cepa *R. pallescens* (Cerro Cama) con respecto a la cepa *R. pallescens* (Chilibre), no representó una diferencia estadística significativa.

Los valores de factor de resistencia, igualmente, no mostraron diferencias significativas; se registraron valores para *R. pallescens* (Chilibre) de factor de resistencia de 1,0X y *R. pallescens* (Cerro Cama) de factor de resistencia de 1,6X, respectivamente. Al registrarse valores inferiores de factor de resistencia de 3,0X, se consideraron a estas dos poblaciones de campo de *R. pallescens* sensibles al insecticida lambdacihalotrina.

Los resultados del cuadro 2 registran los valores de DL<sub>50</sub> y DL<sub>95</sub> obtenidos luego de la aplicación tópica en ambas cepas de *R. pallescens* del principio activo del insecticida deltametrina.

En ninfas de estadio I de las cepas *R. pallescens* (Chilibre) y *R. pallescens* (Cerro Cama), se registraron valores de DL<sub>50</sub>=0,022 ng por insecto y DL<sub>50</sub>=0,021 ng por insecto, respectivamente. Se observó en ninfas de estadio I de las dos cepas bajo estudio, que no mostraron ninguna diferencia significativa en sus valores de DL<sub>50</sub>; este mismo comportamiento se encontró con lambdacihalotrina.

En cuanto a los valores de factor de resistencia en ninfas de estadio I, en ambas poblaciones se observó un valor similar de factor de resistencia de 1,0X, por lo cual se encontró que la actividad del efecto tóxico era similar en ambas poblaciones de *R. pallescens*. En ninfas de estadio V, se obtuvieron valores para *R. pallescens* (Chilibre) y (Cerro Cama) de DL<sub>50</sub>=2,110 ng por insecto y DL<sub>50</sub>=1,548 ng por insecto, respectivamente. Se puede observar que no existe una diferencia significativa entre ambas cepas con respecto a los valores de DL<sub>50</sub> obtenidos. En cuanto al factor de resistencia, en ambas poblaciones fue muy similar; se registraron valores de factor de resistencia de 1,4 y factor de resistencia de 1,0, respectivamente.

En consideración a los resultados obtenidos en ninfas de estadios I y V en las dos poblaciones de *R. pallescens*, tomando como parámetro la DL<sub>50</sub>, se observó la existencia de una elevada actividad tóxica de la lambdacihalotrina y deltametrina,

**Cuadro 2.** Nivel de sensibilidad en ninfas de estadio I y V de *R. pallescens* a la aplicación tópica del principio activo del insecticida piretroide deltametrina.

Especie (cepa)	Estadio	n	DL <sub>50</sub> ng/í	IC <sub>95%</sub>	FR	DL <sub>95</sub> ng/í	IC <sub>95%</sub>	FR
<i>R. pallescens</i> (Chilibre)	I	280	0,022	0,019-0,026		0,063	0,050-0,085	1,1
Gorgas	I	210	0,023	0,019-0,028	1,0	0,055	0,042-0,079	
<i>R. pallescens</i> (Cerro Cama)	I	280	0,021	0,019-0,025		0,049	0,040±0,066	1,0
Gorgas	I	210	0,023	0,019-0,028	1,0	0,042-0,079		
<i>R. pallescens</i> (Chilibre)	V	300	2,110	1,468-3,486		4,795	3,024-13,036	1,4
Gorgas	V	300	1,493	0,697-2,235	1,4	2,220-6,665		
<i>R. pallescens</i> (Cerro Cama)	V	300	1,548	0,668-2,341		3,376	2,227-7,013	1,0
Gorgas	V	300	1,493	0,697-2,235	1,0	3,323	2,220-6,665	

DL<sub>50</sub>: dosis que causa el 50% de mortalidad en los insectos expuestos al insecticida, expresada en nanogramos/insectos; DL<sub>95</sub>: dosis que causa el 95% de mortalidad en los insectos expuestos al insecticida, expresada en nanogramos por insecto; IC: intervalo de confianza de 95%; FR<sub>50</sub>: factor de resistencia (DL<sub>50</sub> cepa de campo/DL<sub>50</sub> cepa de referencia); n: número de individuos utilizados por bioensayo.

sin observarse variaciones significativas en la efectividad de ambos agentes químicos. Debido a que los resultados en ninfas de estadio I y V de *R. pallescens* (Chilibre) y *R. pallescens* (Cerro Cama) mostraron valores inferiores a factor de resistencia de 3,0X, se consideran a estas dos poblaciones como sensibles a la deltametrina.

## Discusión

Los resultados obtenidos con los insecticidas deltametrina y lambdacihalotrina con cada una de las poblaciones de *R. pallescens*, reflejan poca variación en los valores de DL<sub>50</sub> y factor de resistencia, sin registrar diferencias significativas. Es importante indicar que es significativa la elevada toxicidad registrada en ambas poblaciones de campo de *R. pallescens* a los insecticidas estudiados, lo que demuestra que la deltametrina y lambdacihalotrina pueden utilizarse como insecticidas alternativos en el control de poblaciones de *R. pallescens*.

Luego de llevar a cabo este trabajo de investigación, podemos reafirmar que la vigilancia y el seguimiento de la resistencia en poblaciones de insectos de campo que están sometidas a una presión selectiva de insecticidas, permite detectar focos de poblaciones de insectos tolerantes o resistentes a los insecticidas aplicados por los programas de control de vectores. Entre los resultados más importantes, está que permite detectar el estado de la sensibilidad y resistencia de forma temprana

de las poblaciones de triatominos vectores que se combaten, y facilita la aplicación de medidas de forma oportuna para la prevención del desarrollo de la resistencia, vigilar los grados de resistencia en el transcurso del tiempo y confirmar si la falta de control es o no causada por la resistencia (27).

Los resultados de este estudio han permitido demostrar que los trabajos de vigilancia de la resistencia son imprescindibles, ya que permiten determinar la DL<sub>50</sub> del principio activo del insecticida aplicado contra una población de insectos; este parámetro llega a determinar la propiedad tóxica intrínseca del insecticida sobre una población del insecto, en este caso *R. pallescens*, lo cual permite establecer si el insecticida es realmente efectivo como triatomicida (28).

En este estudio, tomando como referencia el protocolo de vigilancia de la resistencia de *R. prolixus* (24), se pudo lograr su adaptación para el desarrollo de bioensayos de vigilancia de resistencia en poblaciones de *R. pallescens*.

El análisis de los valores de DL<sub>50</sub> obtenidos para cada insecticida en los especímenes de ninfas de estadio I de las cepas de campo *R. pallescens* (Chilibre) y *R. pallescens* (Cerro Cama), a los cuales se les aplicó tópicamente diluciones acetónicas del principio activo de deltametrina, registraron claramente una menor dosis letal media que las ninfas de estadio V.

En los estudios realizados con *T. infestans* con los insecticidas deltametrina,  $\beta$ -cipermetrina y fenitrotión, todos los insecticidas mostraron mayor toxicidad en ninfas de primer estadio que en ninfas de quinto estadio; estas diferencias de toxicidad pueden ser atribuidas a diferencias en los procesos toxicocinéticos en cada uno de los estadios (29). Igualmente, este comportamiento puede atribuirse al grado de presión selectiva a insecticidas a que han estado sometidas las poblaciones, y a diferencias de las poblaciones y ambientales.

Por otro lado, se pudo observar que la lambda-cihalotrina mostró concentraciones mayores de  $DL_{50}$  en ninfas de estadio I en ambas cepas. Sin embargo, en ninfas de estadio V expuestas a los insecticidas seleccionados, evidenciaron un comportamiento variable con respecto a los valores de  $DL_{50}$ . En la cepa *R. pallescens* (Chilibre) se registró un valor menor de  $DL_{50}$  para la lambda-cihalotrina, en comparación con la deltametrina. Mientras que con la cepa *R. pallescens* (Cerro Cama) ocurrió al contrario: la  $DL_{50}$  con lambda-cihalotrina fue mayor en comparación con la deltametrina. Sin embargo, ambas poblaciones resultaron sensibles sin diferencias importantes en los valores del factor de resistencia.

En los estudios de sensibilidad de campo de *R. prolixus* procedentes de Venezuela, las ninfas de estadio V resultaron sensibles a los insecticidas deltametrina y lambda-cihalotrina, con valores de factor de resistencia menores de 1 (30).

En este estudio se llegó a observar comparativamente que, partiendo de una misma concentración inicial de los principios activos de los insecticidas seleccionados y mediante los valores obtenidos de factor de resistencia en las ninfas de estadios I y V de las cepas de *R. pallescens* bajo estudio, se encontró que no existen ninguna diferencia significativa del efecto tóxico de los insecticidas estudiados.

Esto permite establecer que las cepas de *R. pallescens* (Cerro Cama) y *R. pallescens* (Chilibre) muestran un comportamiento similar del estado de sensibilidad a los insecticidas deltametrina y lambda-cihalotrina. Los resultados obtenidos en esta investigación con estos dos productos de la misma familia de piretroides, sobre la interacción insecticida-vector, nos indican la importancia de su conocimiento, ya que nos permite en una primera instancia seleccionar racionalmente los más apropiados insecticidas comerciales, una vez se determinen su  $DL_{50}$ , su efectividad y la falta

de resistencia del producto en poblaciones de triatomínicos vectores, en este caso, *R. pallescens*.

Es conveniente señalar que los resultados obtenidos en este estudio sobre el efecto tóxico de los insecticidas piretroides deltametrina y lambda-cihalotrina en dos poblaciones de campo de *R. pallescens*, son los primeros obtenidos y aportan información básica sobre el estado de la sensibilidad de *R. pallescens*, principal vector de la enfermedad de Chagas en Panamá. Los resultados presentados han demostrado el efecto tóxico que tienen la deltametrina y la lambda-cihalotrina como agentes triatomicidas, si son aplicados en rociados residuales contra poblaciones de *R. pallescens* que arriben a las viviendas localizadas en las áreas endémicas de Chagas en el país.

### Agradecimientos

Un agradecimiento especial al personal técnico del Programa de Control de Vectores del Ministerio de Salud, y a José Montenegro y José Hernández, técnicos de campo del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud.

### Conflicto de interés

No hay conflicto de intereses.

### Financiación

Esta investigación fue financiada por el Programa Especial de Investigaciones y Entrenamiento en Enfermedades Tropicales de la Organización Mundial de la Salud.

### Referencias

1. **Despommier DD, Gwadz RW, Hotez PJ.** Protozoa. Parasitic disease. New York: Springer-Verlag; 1995. p. 213-9.
2. **Zerba EN.** Chemical control of Chagas disease vectors. Biomed Environ Sci. 1989;2:24-9.
3. **Dujardin JP, Schofield CJ, Panzera F.** Les vecteurs de la maladie de Chagas. Recherches taxonomiques, biologiques et génétiques. Bruxelles: Academie Royale des Sciences doutr Mer; 2000. p.162.
4. **World Health Organization.** Chagas disease. Strategic direction for research. Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.who.int/tdroid/diseases/chagas/direction.htm>
5. **Rojas A, Ferro EA, Ferreira ME, Simancas LC.** Chagas disease vector control through different intervention modalities in endemic localities of Paraguay. Bull Word Health Organ. 1999;77:331-9.
6. **Garisto-Risco J, Saldaña A, Zebede S, Calzada J.** Alteraciones cardíacas en pacientes seropositivos a la infección chagásica en Panamá. Rev Esp Cardiol. 2009;62:941-54.

7. **Miller JW.** Chagas disease in Panama: Report of three cases. *South Med J.* 1931;24:645-7.
8. **Mendez E, Sousa OE, Turner AY.** Caracterización, biología y ecología de los triatomos panameños (Hemiptera: Reduviidae). *Scientia, Sistemática y Morfología (Panamá).* 1997;12:7-66.
9. **World Health Organization.** Control of Chagas disease. Second report of the WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series. No. 907. Geneva: WHO; 2002.
10. **Guillen G, Díaz R, Jemio A, Cassab JA, Teixeira G, Schofield CJ.** Chagas disease vector control in Tupiza, Southern Bolivia. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1997;92:1-8.
11. **Vassena CV, Picollo MI.** Monitoreo de resistencia a insecticidas en poblaciones de campo de *Triatoma infestans* y *Rhodnius prolixus*, insectos vectores de la enfermedad de Chagas. *Revista de Toxicología (en línea).* 2003;(3). Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=104>
12. **Zerba EN.** Insecticidal activity of pyrethroids on insects of medical importance. *Parasitol Today.* 1988;4:53-7.
13. **Casabé N, Melgar F, Wood EJ, Zerba EN.** Insecticidal activity of pyrethroids against *Triatoma infestans*. *Insect Sci Applic.* 1988;9:233-6.
14. **Dias J, Schofield CJ.** The evolution of Chagas diseases (American tripanosomiasis) control after 90 year since Carlos Chagas's discovery. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1999;94:103-21.
15. **Oliveira Filho AM.** Differences of susceptibility of five triatomine species to pyrethroid insecticides-implications for Chagas disease vector control. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1999;94(Suppl.I):425-8.
16. **Zerba EN.** Past and present of Chagas vector control and future needs. Document WHO/CDC/WHOPES/GCDPP/99.1. Geneva: WHO; 1999.
17. **Zerba EN, Wallace G, Picollo MI, Casabé N, de Licastro S, Wood E, et al.** Evaluación de  $\beta$ -cipermetrina para el control de *Triatoma infestans*, vector de la enfermedad de Chagas. *Rev Panam Salud Pública.* 1997;1:133-7.
18. **González-Valdiviezo F, Sánchez D, Nocerino F.** Susceptibility of *Rhodnius prolixus* chlorinated hydrocarbon insecticides in Venezuela. Unpublished document WHO/VBC/71.264. Geneva: WHO; 1971.
19. **Molina D, Sotovivas A.** Monitoreo de la resistencia a insecticidas en cepas de campo de *Rhodnius prolixus* de Venezuela. En: Monitoreo de la resistencia a insecticidas en triatomos en América Latina. Red Latinoamericana de Control de Triatomos RELCOT. Serie Enfermedades Transmisibles. Buenos Aires: Fundación Mundo Sano; 2001. p. 33-7.
20. **Nocerino F.** Susceptibilidad de *Rhodnius prolixus* y *Triatoma maculata* a los insecticidas en Venezuela. *Bol Dir Malarial San Amb.* 1976;16:276-83.
21. **Vassena C, Picollo M, Zerba E.** Insecticide resistance in Brazilian *Triatoma infestans* and Venezuelan *Rhodnius prolixus*. *Med Vet Entomol.* 2000;14:51-5.
22. **Picollo M, Vassena C, Santo P, Barrios S, Zaidemberg M, Zerba E.** High resistance to pyrethroids insecticides associated with ineffective field treatments in *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) from northern Argentina. *J Med Entomol.* 2005;42:637-42.
23. **Nakagagua J, Cerdón-Rosales C, Juárez J, Itzep C, Nonami T.** Impact of residual spraying on *Rhodnius prolixus* and *Triatoma dimidiata* in the department of Zacapa in Guatemala. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2003;98:277-81.
24. **World Health Organization.** Taller sobre la evaluación de efecto insecticida en triatomos. *Acta Toxicol Argent.* 1994;2:29-32.
25. **Finny DJ.** Probit analysis. Cambridge: Cambridge University Press; 1971. p. 400.
26. **Raymond M.** Presentation d'un programme d'analyse log-probit pour micro-ordinateur. *Cah Orstom Ser Entomol Med Parasitol.* 1985;22:117-21.
27. **Roush RT, Tabashnik BE.** Pesticide resistance in arthropods. New York: Chapman and Hall; 1990. p. 153-82.
28. **Zerba EN.** Evaluación biológica en el laboratorio de la actividad triatomocida. *Acta Toxicol Argent.* 1994;2:50-1.
29. **Cecere MC, Gürtler RE, Canale D, Chuit R, Cohen JE.** The role of the peridomestic area in the elimination of *Triatoma infestans* from rural Argentine communities. *Pan Am J Public Health.* 1997;1:273-9.
30. **Molina D, Soto Vivas A, Barazarte H.** Susceptibilidad a insecticidas piretroides en cepas de campo de *Rhodnius prolixus* Stål (Hemiptera: Reduviidae) de Venezuela. *Entomotropica.* 2004;19:1-5.