

## USO DE PABELLONES IMPREGNADOS CON BIFENTRINA PARA EL CONTROL DE *ANOPHELES ALBIMANUS* (WIED.) (DIPTERA: CULICIDAE) EN EL SUR DE CHIAPAS, MÉXICO

GABRIEL FUENTES-MALDONADO,<sup>1,2</sup> ARMANDO ULLOA,<sup>1</sup> LILIA GONZÁLEZ-CERON,<sup>1</sup> CUAUHTÉMOC VILLARREAL<sup>1</sup> y JORGE TOLEDO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación de Paludismo/Instituto Nacional de Salud Pública. Tapachula, Chiapas. C. P. 30700 México.

<sup>2</sup>Departamento de Entomología Tropical. El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Antiguo Aeropuerto Km. 2.5. Apdo. Postal 36, Tapachula Chiapas. C. P. 30700 México.  
e-mail: jtoledo@ecosur.mx

USO DE PABELLONES IMPREGNADOS CON BIFENTRINA PARA EL CONTROL DE *ANOPHELES ALBIMANUS* (WIED.) (DIPTERA: CULICIDAE) EN EL SUR DE CHIAPAS, MÉXICO.

**RESUMEN:** Como una alternativa en el control de *Anopheles albimanus* (Wied.) se evaluó el uso de pabellones impregnados con bifentrina, insecticida del grupo de los piretroides, contra adultos. Mediante bioensayos de susceptibilidad, se determinó que la CL<sub>99</sub> en adultos de *A. albimanus* fue de 40 mg de IA/m<sup>2</sup> de malla. La residualidad de mallas impregnadas con este insecticida fue aproximadamente por 5 semanas, provocando una mortalidad en adultos >92%. En los parámetros entomológicos de la población de mosquitos en las casas tratadas se observó una reducción significativa en la abundancia intradomiciliar, índice de sangre humana y tasa de paridad, en comparación con la observada en las casas no tratadas. Los pabellones impregnados con el insecticida bifentrina puede ser una alternativa eficaz para el control de mosquitos para contribuir en la reducción de brotes de paludismo en dicha región. **PALABRAS CLAVE:** *Anopheles albimanus*, pabellones impregnados, bifentrina, índice de sangre humana.

USE OF IMPREGNATED NETS WITH BIFENTRIN FOR CONTROL OF *ANOPHELES ALBIMANUS* (WIED.) (DIPTERA: CULICIDAE) IN SOUTHERN CHIAPAS, MÉXICO.

**ABSTRACT:** As an alternative in the control of *Anopheles albimanus* (Wied.) we evaluated against adults, the use of impregnated nets with bifenthrin, this insecticide is of the group of pyrethroids. Susceptibility of adults of *A. albimanus* was trough bioassays to determine a CL<sub>99</sub> of 40 mg AI/m<sup>2</sup> of netting. The residual of this insecticide in impregnated nets was approximately 5 weeks, causing a mortality >92% in adults exposed by contact tests. The entomological parameters of mosquito populations from houses treated showed a significant reduction in their abundance in the interior of houses, human blood index, and parity rate, compared with the mosquito populations of untreated houses. Impregnated nets with bifenthrin insecticide can be an effective alternative to mosquitoes control to reduce the malaria outbreaks in the region.

**KEYWORDS:** *Anopheles albimanus*, impregnated nets, bifenthrin, human blood index.

### INTRODUCCIÓN

El mosquito *Anopheles albimanus* Wied., es el principal vector de paludismo en las planicies costeras del pacífico y atlántico de México (Ro-

dríguez y Loyola, 1990; Villarreal *et al.*, 1998). El número de casos de paludismo en México ha sido fluctuante a través de los años, en 1989 hubo un importante incremento, registrándose 139,000

casos; sin embargo, como resultado de las medidas de manejo aplicadas de manera oportuna se redujeron en 2002 a 4,652 casos. Aunque de estos casos, el 54% ocurrieron en el estado de Chiapas (DGE/SSA, 2002).

El control de insectos vectores para reducir la incidencia de paludismo con insecticidas residuales, es una medida comúnmente empleada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO, 1998a) en coordinación con la Fundación Mundial de Vida Salvaje (WWF, 1998). Para reducir el uso de insecticidas, la OMS esta promoviendo el manejo integrado de las poblaciones de mosquitos vectores y la adopción de medidas alternativas como el control biológico y manejo del hábitat (Guillet, 2004). En México, la principal medida de control de *An. albimanus* desde los años 50's fue el rociado intradomiciliario con DDT y a partir de los 90' los insecticidas piretroides. Sin embargo, factores como la resistencia bioquímica o por cambios en el comportamiento hacia los insecticidas (Loyola *et al.*, 1990), la contaminación ambiental y los altos costos, ha motivado la exploración de nuevos insecticidas, con nuevas alternativas de aplicación como la técnica a bajo volumen (Villarreal *et al.*, 1995). Para hacer más eficiente el control químico, se han evaluado pabellones impregnados con insecticidas con resultados positivos (Choi *et al.*, 1995; Curtis *et al.*, 1989; 1996). Los insecticidas con mayor potencial para el tratamiento de pabellones son los piretroides ( $\alpha$ -cipermetrina, ciflutrina, deltametrina, etofenprox, lambdacihalotrina y permetrina), por lo que se ha recomendado su uso (Zaim *et al.*, 2000; Hougard *et al.*, 2003). Sin embargo, no está autorizado el uso de la bifentrina como insecticida por el Esquema de Evaluación de Pesticidas de la OMS (siglas en inglés WHO-PES) para el manejo de mosquitos vectores. Pero estudios previos indicaron que es un buen candidato para el tratamiento de materiales de mallas con que son elaborados los pabellones (Hougard

*et al.*, 2002; Hougard *et al.*, 2003). Además la bifentrina provoca menor irritación en los humanos que otros productos como la permetrina y deltametrina (WHO, 2001). También el efecto de derribo en los mosquitos es menor, lo que permite que el tratamiento en los mosquitos tenga mayor eficacia debido a que están posados por un tiempo mayor (Hougard *et al.*, 2002).

Debido a las propiedades y ventajas que ofrece este insecticida se considera que puede ser un candidato para tratar mallas contra mosquitos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la susceptibilidad de *An. albimanus* expuestos a mallas tratadas con bifentrina y el impacto sobre algunos parámetros entomológicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de Estudio.** El sitio de estudio está ubicado en la planicie costera del sur de Chiapas, México. A una altitud de 36 msnm, y el clima que prevalece está clasificado como caliente sub-húmedo Aw2 (García, 2004). De este sitio, dos comunidades fueron seleccionadas, la primera denominada "El Rosario", ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas (14° 38' 13" N; 92° 14' 59" W), conformada por 24 viviendas y con una población de 93 personas. El 50% de las casas están construidas de techo de palma, paredes de "huilote" (nervadura central de la hoja de palma) y piso de tierra; el otro 50% de las casas cuentan con techo de lámina, pared de madera y piso de cemento, que fue donde se realizó el tratamiento. La segunda comunidad denominada "Simón Bolívar", ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas (14° 37' 31" N; 92° 15' 28" W), está constituida por 18 casas y una población de 69 habitantes. El 83% de las casas están construidas de techo de palma, pared de "huilote" y piso de tierra; el resto de las casas cuenta con techo de lamina, pared de otate y piso de cemento, aquí no se realizó ningún tratamiento y correspondió

al sitio denominado control. Estas comunidades fueron seleccionadas debido a que existe una abundante población de *An. albimanus*, entre los meses de mayo a octubre (Bown *et al.*, 1991; Rodríguez *et al.*, 1996; Villarreal *et al.*, 1995).

En ambas localidades se proporcionó un pabellón (13.05 m<sup>2</sup> de malla) por familia, en todas las casas. En la localidad que fue considerada como tratada se seleccionaron aleatoriamente 10 casas, en el interior de cada casa se instaló un pabellón impregnado con bifentrina a una concentración de 40 mg IA/m<sup>2</sup> de malla. El mismo número de casas fueron seleccionadas aleatoriamente en la comunidad que se utilizó como testigo (sin tratamiento). El estudio fue realizado en dos fases, una de pre-tratamiento con duración de 3.5 meses (antes de la impregnación) y la segunda de post-tratamiento, de 3.5 meses (después de la impregnación).

Los parámetros entomológicos que fueron evaluados durante la fase de pre-tratamiento como post-tratamiento fueron: efecto residual del insecticida, abundancia intradomiciliar, tasa de paridad e índice de sangre humana.

**Desarrollo del Método de Impregnación.** Cada malla de nylon de color blanco de 1 m<sup>2</sup> fueron sumergidas durante 5 minutos en un recipiente de plástico en donde se agregaron 100 ml de agua desionizada. Las mallas saturadas de agua fueron extendidas sobre una malla metálica para que escurrieran el excedente de agua, que fue recolectada en una charola de plástico durante 10 min. Por diferencia de volumen se obtuvo el agua retenida por la malla (índice de absorción de 77.80 ± 4.08 ml de agua/m<sup>2</sup> de malla).

**Biensayos con Mallas Tratadas con Insecticida.** Para determinar la concentración letal 99 [CL<sub>99</sub>] sobre *An. albimanus* e impregnar los pabellones, se realizaron pruebas de contacto tarsal utilizando conos de plásticos de acuerdo con la

metodología desarrollada por la OMS (WHO, 1996; 1998b), usando material de malla tratada con bifentrina al 23.3% CE. El material de los pabellones fue de nylon (100 cm × 100 cm) los cuales fueron tratados a las concentraciones de: 5, 10, 15, 20, 25, 30 mg/m<sup>2</sup>, se dejaron secar a la sombra a temperatura ambiente. Sobre la superficie de cada malla tratada se colocaron 5 conos de plástico estándar, sostenidos en la parte opuestas de la superficie de exposición con bandas de hule no. 18. En cada cono se introdujeron 10 hembras de tres días de edad obtenidas de la F<sub>1</sub>, alimentadas con sangre de conejo durante una exposición de 3 minutos (WHO, 1996; Hougard *et al.*, 2003). Por cada concentración que se evaluó se utilizó un control que consistió del mismo número de mosquitos que fueron manejados de igual forma, pero sin contacto con el insecticida. La mortalidad se registró 24 h después de la exposición. Las pruebas fueron realizadas en el laboratorio de toxicología del Centro de Investigación del Paludismo (CIP), a una temperatura de 27 ± 2 °C, HR de 80 ± 10%, y un fotoperíodo de 12:12 h (L:O).

**Pabellones Impregnados con Insecticida.** Antes de impregnar los pabellones con la solución de insecticida, se determinó (de acuerdo con el método descrito para las mallas) el índice de absorción, el cual fue de 683.75 ± 28.97 ml de agua/pabellón. Los pabellones fueron impregnados con una solución de bifentrina (23.23% CE) a una concentración de 40 mg/m<sup>2</sup> de malla. La cantidad de 2.24 ml de producto formulado (522 mg de IA) fue aforado con base al índice de absorción de agua/pabellón fue preparado en un recipiente de metal para impregnar 10 pabellones. El tratamiento de los pabellones fue de acuerdo a las recomendaciones de seguridad establecidos para el manejo de insecticidas (WHO, 1998b). Posteriormente los pabellones fueron colocados sobre una superficie de plástico y permanecie-

ron bajo sombra a temperatura ambiente por 4 h (09:00 a 13:00 h) para el secado.

**Efecto Residual.** El estudio se realizó de acuerdo a la metodología estándar desarrollada por la OMS (WHO, 1996), para determinar el efecto residual del insecticida en pabellones tratados. Una evaluación similar fue realizada en la comunidad que se manejó como testigo con pabellones no tratados. Se seleccionaron e instalaron cuatro pabellones en cada comunidad. Desde la fase de pre-tratamiento, las pruebas se realizaron cada semana para ambas comunidades. En cada pabellón se colocaron 4 conos, cada cono con 10 mosquitos, alimentados con sangre durante 3 min. Un cono adicional, con 10 mosquitos fue colocado sobre la superficie de los pabellones no tratados del control. Las observaciones se hicieron diariamente y cuando ocurría la muerte total de los mosquitos expuestos, se colocaba otra cantidad similar de mosquitos en cada cono, actividad que se realizó hasta que se observó una mortalidad menor al 50%. La temperatura que prevaleció en el interior y exterior de las casas fue de  $27 \pm 3^\circ \text{C}$  y una HR de  $85 \pm 5\%$ .

**Abundancia y Paridad.** En el periodo antes y después del tratamiento se determinó la abundancia intradomiciliar de *An. albimanus* utilizando trampa de luz UV (Up Draft UV-light traps) (Ulloa *et al.*, 1997). Se colocaron 10 trampas en cada comunidad a 1 m de distancia del pabellón y a una altura de 20 cm del suelo. Las colectas de mosquitos fueron hechas de 18:00 a 6:00 h. De las hembras de *An. albimanus* colectadas por trampa, se seleccionaron diez para determinar la paridad de acuerdo al método propuesto por Detinova (1962).

**Índice de Sangre Humana.** Los mosquitos fueron colectados entre 0600 y 0800, en el interior y exterior de paredes de 5 casas previamente se-

leccionadas. Los mosquitos colectados se trasladados al laboratorio para su estudio. El abdomen con presencia visible de sangre fue removido del resto del cuerpo de los mosquitos y su contenido estomacal se extendió en forma circular sobre un disco de papel de filtro Whatman No. 1. Las muestras de sangre fueron cubiertas con papel celofán, y luego se transfirieron a un recipiente con sílica gel y mantenidas a una temperatura de  $10^\circ \text{C}$  hasta que se realizaron los ensayos mediante la técnica de ELISA de acuerdo a la metodología desarrollada por Loyola *et al.* (1991).

**Análisis de Datos.** Los datos de los bioensayos de la prueba de contacto tarsal sobre las mallas impregnadas con diferentes concentraciones de bifentrina, fueron corregidos a partir de la mortalidad natural observada en el control (Abbott, 1925) y posteriormente analizados mediante un análisis probit del programa SPSS (2001). Los datos de residualidad de los pabellones con el insecticida fueron analizados considerando los promedios de mortalidad por semana. Los datos promedios mensuales de la abundancia intradomiciliar en ambas comunidades fueron sujeto a una prueba *t* de Student, después de ser transformados a  $\log(\chi + 1)$ . La tasa de paridad fue sujeta a una prueba de  $\chi^2$  (Zar, 1999). Para estimar la eficacia de los pabellones se consideró el porcentaje de reducción sobre los diferentes parámetros entomológicos de acuerdo con la formula descrita por Mulla *et al.* (1971):  $\% R = [1 - ((E_d \times T_a) / (E_a \times T_d))] \times 100$ , donde *E* representa las casas con pabellón impregnado, *T* las casas con pabellón sin impregnar, *a* es el número de hembras colectadas en la fase de pre-tratamiento y, *d* es el número de hembras colectadas durante la fase de post-tratamiento.

## RESULTADOS

**Biensayos con Mallas Tratadas con Insecticida.** El análisis probit reveló una relación direc-

**Cuadro 1**

Concentración letal de adultos de *An. albimanus* expuestos a mallas tratadas con diferentes concentraciones de bifentrina.

Concentración Letal	Concentración (mg IA/m <sup>2</sup> malla)	Límites Fiduciales al 95%	
		Bajo	Alto
0.50	19.39	17.37	21.73
0.95	32.17	28.44	38.65
0.99	37.47	32.64	46.05

$\alpha = 0.01, \chi^2 = 12.60, df = 4, P = 0.013$   
 $Y = 4.01X - 15.26, R^2 = 0.97$

ta entre las concentraciones del bifentrina y la mortalidad observada ( $Y = 4.01x - 15.26; R = 0.97$ ). La concentración letal (CL) 50, 95 y 99 que se determinaron fueron de 19.39, 32.17 y 37.47 mg de IA/m<sup>2</sup> de malla, respectivamente ( $\chi^2 = 12.60; GL = 4; P = 0.013$ ) (Fig. 1). Sin embargo, considerando los límites fiduciales al 95%

(32.64 a 46.05 mg de IA/m<sup>2</sup>), la CL<sub>99</sub> se ajustó a 40 mg de IA/m<sup>2</sup>.

**Efecto Residual.** En las pruebas de residualidad se observó una mortalidad de ~92% por 5 semanas (1.16 meses) durante el primer ciclo de impregnación y de ~97% por 6 semanas (1.4 meses)

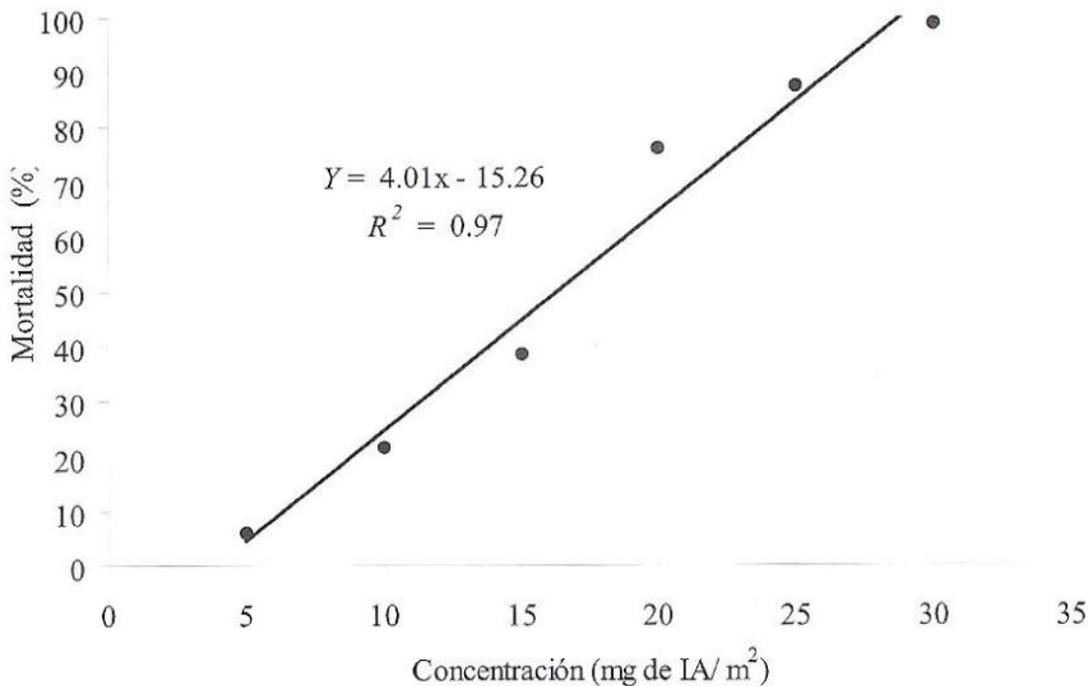


FIGURA 1. Mortalidad de adultos de *An. albimanus* expuesto a mallas tratadas con diferentes concentraciones de bifentrina.

en el segundo ciclo de impregnación. El tiempo promedio de residualidad entre los dos ciclos fue 1.3 meses (Fig. 2). No se registró mortalidad de mosquitos con los pabellones en la fase de pre-tratamiento en ambas comunidades.

**Abundancia y Paridad.** La abundancia intradomiciliar de *An. albimanus* en la comunidad con pabellones tratados se redujo significativamente ( $t = 2.34$ ;  $P = 0.021$ ) de  $5 \pm 0.6$  a  $3 \pm 0.5$  m/tl/n (mosquitos/trampa luz/noche), en las casas donde se utilizaron pabellones impregnados, la reducción fue de 60% con respecto a la comunidad donde utilizaron pabellones no tratados (control); es decir, de  $9 \pm 1.2$  se incrementó a  $17 \pm 12.9$  m/tl/n (mosquitos/trampa luz/noche) en el mismo período de estudio (Cuadro 2), dicha diferencia fue significativa ( $t = 2.62$ ;  $P = 0.0098$ ).

La tasa de paridad de adultos de *An. albimanus* registró una disminución significativa en la

comunidad que utilizó los pabellones tratados ( $\chi^2 = 4.82$ ;  $P = 0.028$ ) de 29.0% (18/62) a 10.2% (5/49) después de la impregnación. Caso contrario, en la comunidad no tratada, la tasa de paridad de adultos de *An. albimanus* registró un incremento significativo ( $\chi^2 = 16.97$ ;  $P < 0.001$ ) de 23.1% (22/95) a 55.7% (39/70) durante el mismo periodo (Cuadro 3). Se observó una reducción de 84% de la tasa de paridad en la comunidad con pabellones tratados con respecto a la comunidad que correspondió al control.

**Índice de Sangre Humana.** La reducción del índice de sangre humana de *An. albimanus* en la comunidad que utilizaron pabellones tratados con insecticidas fue 20 a 0%, la diferencia en la reducción de dicho índice fue significativa ( $t = 7.089$ ;  $P = 0.008$ ). En la comunidad donde se utilizaron pabellones sin insecticida (control), la diferencia en la reducción del índice de san-

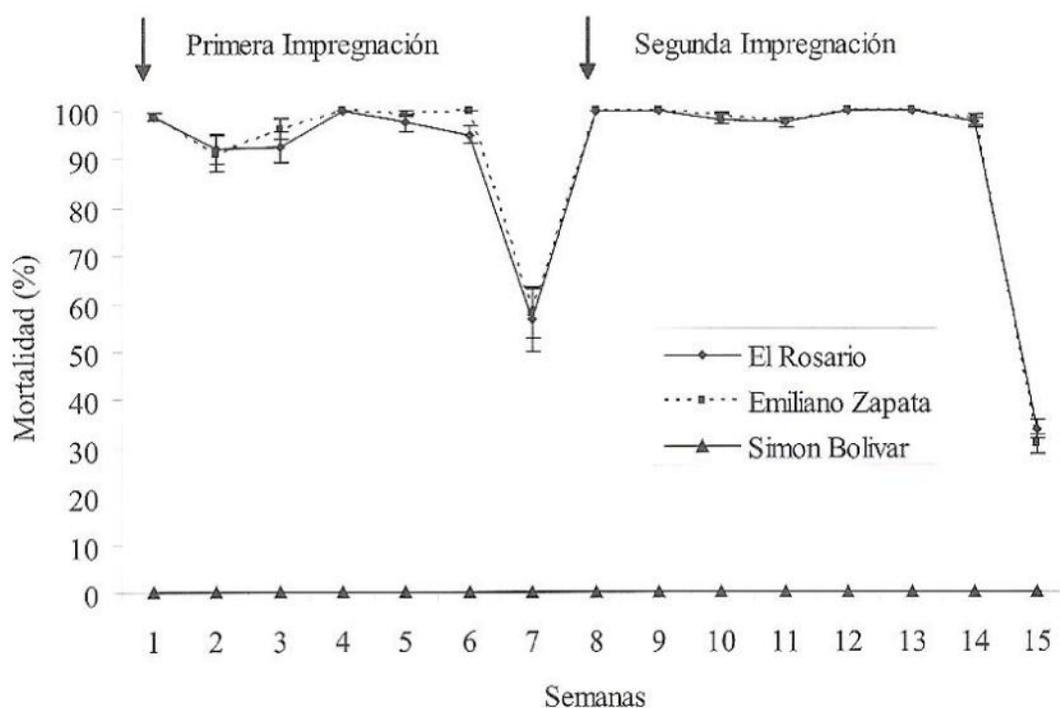


FIGURA 2. Efecto residual de los pabellones impregnados con bifentrina sobre *An. albimanus*.

**Cuadro 2**

Abundancia de *Anopheles albimanus* en las comunidades El Rosario (tratada) y Simón Bolívar (control).

Localidades	n	*m/tl/na ± e.e. (%)		Valor t (P)	Reducción (%)
		Pre-tratamiento	Post-tratamiento		
El Rosario	933	5.0 ± 0.6 (54)	3.0 ± 0.5 (46)	2.34 (0.021)	60
Simón Bolívar	2895	9.0 ± 1.2 (32)	17.0 ± 12.9 (68)	2.62 (0.0098)	

\* mosquitos/trampa luz/noche.

**Cuadro 3**

Tasa de paridad de *Anopheles albimanus* colectados en las comunidades El Rosario (tratada) y Simón Bolívar (control).

Comunidades	Tasa de Paridad (%)				Valor $\chi^2$ (P)	Reducción (%)
	n	Pre-tratamiento	n	Post-tratamiento		
El Rosario	62	29.0	49	10.2	4.82 (0.028)	84
Simón Bolívar	95	23.1	70	55.7	16.97 (<0.0001)	

gre humana de adultos de *An. albimanus* no fue significativa ( $t = 3.099$ ;  $P = 0.08$ ). De acuerdo con la fórmula propuesta por Mulla *et al.* (1971), la reducción del índice de sangre humana entre ambas comunidades fue de 100% (Cuadro 4).

## DISCUSIÓN

En esta investigación se determinó que la  $CL_{99}$  fue de 37.47 mg IA de bifentrina/m<sup>2</sup> de malla mediante el método de impregnación. Este resultado concuerda con lo que fue determinado mediante bioensayos de susceptibilidad con papeletas impregnadas de 37.5 mg IA/m<sup>2</sup> con este insecticida (WHO, 2001). Sin embargo, ambas concentraciones son mayores a la recomendada por la OMS en pruebas de laboratorio que corresponde a 25 mg/m<sup>2</sup>, para las especies de *An.*

*gambiae* y *Cx. quinquefasciatus* (Hougard *et al.*, 2002).

Basado sobre el criterio de efecto residual con una mortalidad funcional  $\geq 80\%$  (Kilian *et al.*, 2003), la concentración de 40 mg IA/ m<sup>2</sup> que evaluamos presentó un efecto residual promedio de 1.3 meses, con un efecto  $\geq 92\%$  de mortalidad contra *An. albimanus*. Este hecho sugiere que si se adopta el uso de pabellones tratados con bifentrina como alternativa de control de mosquitos vectores, el servicio de re-impregnación debe hacerse cada 1.3 meses. Estudios previos con bifentrina aplicado en sistemas de rociado intradomiciliar de viviendas con diferentes tipos de paredes, se ha determinado un efecto residual de 5.5 meses con base a una mortalidad funcional  $\geq 75\%$  (WHO, 2001). Las divergencias en el efecto residual de un insecticida está influenciada

**Cuadro 4**

Tendencia del Índice de Sangre en *Anopheles albimanus* capturados en las comunidades El Rosario (tratada) y Simón Bolívar (control).

Localidades	n	Porcentaje de sangre humana		Valor $\chi^2$ (P)	Reducción (%)
		Pre-tratamiento	Post-tratamiento		
El Rosario	90	20 (10/50)	0 (0/40)	7.089 (0.008)	100
Simón Bolívar	1290	10 (71/710)	7 (41/580)	3.099 (0.08)	

da por diversas causas, entre las que destacan la forma de su aplicación (rociado intradomiciliar, espacial y tratamiento de mallas) (Hougard *et al.*, 2002), tipo de material rociado (Bown *et al.*, 1991), material del pabellón (Curtis *et al.*, 1996), tipo de formulación (Vythilingam *et al.*, 1999) y condiciones ambientales (Etang *et al.*, 2004). La estrategia de control de mosquitos con aplicaciones directas de insecticidas, tiene como propósito la interrupción de la transmisión del paludismo, y reducir la sobrevivencia de las poblaciones de mosquitos vectores, lo que impacta en la capacidad vectorial (Bown *et al.*, 1991). Sin embargo, el uso de pabellones tratados puede ejercer mayor mortalidad ya que al localizarse en su interior una fuente de atracción de mosquitos (huésped) puede incrementar el efecto sobre la población de dicha plaga. De esta forma se identifican que cumplen con dos propósitos, una es como barrera física y una acción química impidiendo el contacto vector-hombre (Sexton, 1994).

Cuando los mosquitos intentaron alimentarse e hicieron contacto con la malla de los pabellones tratados con bifentrina provocando una alta mortalidad y con ello una reducción en la densidad de mosquitos en el interior de las casas. El tiempo promedio de contacto fue de  $35 \pm 8$  minutos, tiempo que fue suficiente para provocar la muerte de los mosquitos adultos. No se observó un efecto de repelencia de la bifentrina sobre *An.*

*albimanus*, como se ha reportado con otros insecticidas piretroides (WHO, 2001), este hecho representa una ventaja para su utilización en el tratamiento de pabellones. Además de la disminución de la densidad de mosquitos, también se observó una reducción en la tasa de paridad en la comunidad tratada, debido a que los mosquitos de mayor edad son más susceptibles (Lines y Nassor, 1991), o han tenido contacto previo con el pabellón (Bown *et al.*, 1991). Cuando el insecticida tiene un mayor impacto en la edad del insecto tratado hay ventajas en el control, ya que esta población está constituida por individuos de alto riesgo de transmitir la enfermedad (Bown *et al.*, 1991; Ulloa *et al.*, 1997).

Considerando el aspecto operacional del uso de los pabellones impregnados comparado con el método convencional de uso de insecticidas, ofrece varias ventajas como es la reducción de la cantidad de insecticida usado, participación comunitaria y menor contaminación ambiental. Se sugiere evaluar el uso de los pabellones impregnados con insecticidas bajo otras condiciones climáticas, y con otros mosquitos vectores de paludismo presentes en México como *An. pseudopunctipennis* y *An. vestitipennis*. Los resultados encontrados en este estudio mostraron que el uso de pabellones impregnados con insecticidas es altamente efectivo para el control de mosquitos vectores de paludismo y representa una alter-

nativa adicional al control convencional que se realiza.

## AGRADECIMIENTOS

A Eufronio Díaz, Rafael Robledo, Pedro García (CIP/ INSP), por el apoyo técnico proporcionado. Este proyecto fue financiado parcialmente por el Sistema de Investigación Benito Juárez, a través del proyecto: SIBEJ/ 20000502026, a El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). GFM agradece al CONACYT, por la beca que le otorgaron para realizar sus estudios de maestría.

## REFERENCIAS CITADAS

- ABBOT, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18: 265-267.
- BOWN, D. N., M. H. RODRÍGUEZ, J. I. ARREDONDO-JIMÉNEZ, E. G. LOYOLA, AND M. C. RODRÍGUEZ. 1991. Age structure and abundance levels in the entomological evaluation of an insecticide used in the control of *Anopheles albimanus* in southern Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 7: 180-187.
- CHOI, H. W., J. G. BREMAN, S. M. TEUTSCH, S. LIU, A. W. HIGHTOWER, AND J. D. SEXTON. 1995. The effectiveness of insecticide impregnated bed nets in reducing cases of malaria infection: a meta-analysis of published results. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 52: 377-382.
- CURTIS, C. F., J. MYAMBA, AND T. J. WILKES. 1996. Comparison of different insecticides fabrics for anti-mosquito bednets and curtains. *Medical and Veterinary Entomology*. 10: 1-11.
- CURTIS, C. F., J. D. LINES, P. CARNEVALE, V. ROBERT, C. BOUDIN, J. M. HALNA, L. PAZART, P. GAZIN, A. RICHARD, J. MOUCHET, J. D. CHARLWOOD, P. M. GRAVES, M. I. HOS-SAIN, T. KURIHARA, K. ICHIMORI, Z. LI, B. LU, G. MAJORI, G. SABATINELLI, M. COLUZZI, K. J. NJUNWA, AND T. J. WILKES. 1989. Impregnated bed nets and curtains against malaria mosquitoes, pp. 5-46. In C. F. Curtis. [ed.] *Approach Technical of Vectors Control*. CRC Press. Boca Raton, Fda. USA.
- DETINOVA, T. S. 1962. *Age-grouping methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria*. WHO Monograph. Series no. 47. World Health Organization. Geneva, Switzerland. 216 p.
- [DGE/ SSA] DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA/ SECRETARÍA DE SALUD. 2002. *Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica*. México, D. F. 1 p.
- ETANG J., F. CHANDRE, L. MANGA, B. BOUCHITE, T. BALDET, AND P. GUILLET. 2004. Bioefficacy of cyfluthrin (SOL-FAC EWO50) impregnated bed-nets against *Anopheles gambiae* in southern Cameroon. *Journal of the American Mosquito Control Association* 20: 55-63.
- GARCIA, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Adaptado a las condiciones de la República Mexicana)*. Edit. Universidad Nacional Autónoma de México. 5a. Ed. México, D. F. 90 p.
- GUILLET, P. 2004. Introduction and objectives. Parasitic Diseases & Vector Control, World Health Organization, Geneva, Switzerland, pp. 4-6. In *The World Health Organization (WHO) and Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) of Crop Life International*. The manual for avoiding the development of resistance to insecticides in vectors of human health. Geneva, Switzerland.
- HOUARD, J. M., S. DUCHON, M. ZAIM, AND P. GUILLET. 2002. Bifenthrin: A useful pyrethroid insecticide for treatment of mosquito nets. *Journal of Medical Entomology*. 39: 526-533.
- HOUARD, J. M., S. DUCHON, F. DARRIET, M. ZAIM, C. RO-GIER, AND P. GUILLET. 2003. Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroid insecticides used for impregnation of mosquito nets. *Bulletin of the World Health Organization*. 81: 324-333.
- KILIAN, A. H. D., W. BYAMUKAMA, T. RUBAALÉ, J. M. HOU-GARD, S. DUCHON, O. PIGEON, E. GARDINER, M. K. CHAM, F. VON SONNENBURG, AND R. KORTE. 2003. *To double blind, randomized comparison of the field performance of long-lasting and conventional insecticide treated mosquito nets in western Uganda*. Interim Report. WHO Roll Back Malaria. Geneva, Switzerland. 44 p.
- LINES, J. D., AND N. S. NASSOR. 1991. DDT resistance in *Anopheles gambiae* declines with mosquito age. *Medical and Veterinary Entomology*. 5: 261-265.
- LOYOLA, E. G., M. H. RODRÍGUEZ, L. GONZÁLEZ, J. I. ARREDONDO, D. N. BOWN, AND M. A. VACA. 1990. Effect of indoor residual spraying of DDT and bendiocarb on the feeding patterns of *Anopheles pseudopunctipennis* in Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 6: 635-640.
- LOYOLA, E. G., J. I. ARREDONDO, M. H. RODRÍGUEZ, D. N. BOWN, AND M. A. VACA. 1991. *Anopheles vestitipennis*,

- the probable vector of *Plasmodium vivax* in the Lacandon forest of Chiapas, Mexico. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 85: 171-174.
- MULLA, M. S., R. L. NORLAND, D. M. FANARA, H. A. DARWAZEH, AND D. W. MCKEAN. 1971. Control of chironomid midges in recreational lakes. *Journal of Economic Entomology*. 64: 300-307.
- RODRÍGUEZ, M. H., AND E. G. LOYOLA. 1990. Malaria in Mexico. *Proceedings and Papers of the Mosquito and Vector Control Association of California*. 58: 49-52.
- RODRÍGUEZ, A. D., M. H. RODRÍGUEZ, J. E. HERNÁNDEZ, S. W. DISTER, L. R. BECK, E. REJMANKOVA, AND D. R. ROBERTS. 1996. Landscape surrounding human settlements and *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) abundance in southern Chiapas, México. *Journal of Medical Entomology*. 33: 39-48.
- SEXTON, J. D. 1994. Impregnated bed nets for malaria control: biological success and social responsibility. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 50: 72-81.
- SPSS. 2001. *SPSS 11.0 for Windows and smart viewer for Windows 98, Me, XP, 2000 or Windows NT, V 11.01*. New York, USA.
- ULLOA, A., M. H. RODRÍGUEZ, A. D. RODRÍGUEZ, AND D. R. ROBERTS. 1997. A comparison of two collection methods for estimating abundance and parity of *Anopheles albimanus* in breeding sites and villages of southern Mexico. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 13: 238-244.
- VILLARREAL, C, M. H. RODRÍGUEZ, D. N. BOWN, AND J. I. ARREDONDO-JIMÉNEZ. 1995. Low-volume application by mist-blower compared with conventional compression sprayer treatment of houses with residual pyrethroid to control the malaria vector *Anopheles albimanus* in Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*. 8: 187-194.
- VILLARREAL, C. T., J. I. ARREDONDO-JIMÉNEZ, AND M. H. RODRÍGUEZ. 1998. Bionomía de los principales vectores del paludismo en México, pp. 149-166. En J. Kumate y P. A. Martínez. [eds.]. *A cien años del descubrimiento de Ross. El paludismo en México*. El Colegio Nacional. México, D. F.
- VYTHILINGAM, I., A. R. ZAINAL, AND T. HAMIDAH. 1999. Laboratory evaluation of Lambda-cyhalothrin a microencapsulated formulation on mosquito nets for control of vector mosquitos. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 30: 177-183.
- [WHO] WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1996. *Report of the WHO informal consultation on the evaluation and testing of insecticides*. Document WHO/CTD/WHOPES/ IC/96. 1. Geneva, Switzerland. 69 p.
- [WHO] WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1998a. *Malaria epidemics: Detection and control forecasting and prevention*. Document WHO/ BADLY/ 98. 1084. Geneva, Switzerland. 45 p.
- [WHO] WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1998b. *Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vectors, bio-efficacy and persistence of insecticides on treated surfaces*. Report of the WHO Informal Consultation. Document WHO/CDS/MAL/98. Geneva, Switzerland. 12 p.
- [WHO] WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2001. *Review of: olyset net bifenthrin 10% WP. Report of the fifth WHOPES working group meeting*. Document WHO/HQ, October, 30-31. Geneva, Switzerland. 44 p.
- [WWF] WORLD WILDLIFE FUND. 1998. *Manejo integral de vectores y enfermedades para la salud pública y la conservación. El control del paludismo en México*. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. México, D. F. 51 p.
- ZAIM, M., A. AITIO, AND N. NAKASHIMA. 2000. Safety of pyrethroid-treated mosquito nets. *Medical and Veterinary Entomology* 14: 1-5.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, USA. p. 62-153.