

Susceptibilidad de *Anopheles albimanus* a los insecticidas en cuatro localidades de Tumbes

Rosa L. Solís C.,²¹ Rommel V. González S.²² y María E. Solís C.²³

Introducción

El control de los vectores de importancia médica ha sido parte vital en la estrategia global para el control de los mosquitos involucrados en la transmisión de enfermedades, y la aplicación de insecticidas representa la medida de intervención práctica más importante y utilizada para reducir las enfermedades transmitidas por estos insectos vectores (Casabé *et al.*, 1988). Sin embargo, en la actualidad, el incremento considerable de las enfermedades transmitidas por mosquitos ha originado un grave problema de salud pública, debido en parte al desarrollo de resistencia a los insecticidas en las poblaciones de mosquitos (Hemingway *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2004) y de resistencia de los parásitos a los medicamentos antipalúdicos (Phillips, 2001; Hemingway *et al.*, 2002).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la resistencia como una característica heredada que otorga una mayor tolerancia a un plaguicida o grupo de plaguicida, de tal modo que los individuos resistentes sobreviven a una concentración del compuesto (o compuestos) que normalmente sería mortal para la especie (OMS, 1992).

El criterio propuesto por la OMS para reconocer una población de insectos resistentes a los insecticidas, es una mortalidad inferior al 80%. Esto se hizo en una evaluación de campo, con la metodología estándar OMS, y aplicando esta metodología la lista de vectores resistentes en el mundo, hasta 1992, incluía 67 especies de *Anopheles* (Shidrawl, 1992). Aproximadamente 447 especies de insectos, incluyendo los más importantes transmisores de enfermedades, han sido reportados como resistentes a una o más clases de productos químicos (Ayala y Moreno, 2011).

Existen en el mundo más de 130 especies de vectores de enfermedades que han desarrollado resistencia a los insecticidas, de las cuales más de 84 son mosquitos (Falero, 2001), entre los que se encuentra *Anopheles albimanus*. *Anopheles albimanus* (Wiedemann, 1820) se considera un vector primario de malaria en América (Fleming, 1986). Cuatro de las diez especies de *Anopheles* consideradas de importancia en América han desarrollado resistencia al menos a un insecticida (Palacios, 1975), y la OMS (1992) ha demostrado que *A. albimanus*, *A. pseudopunctipennis*, *A. darlingi* y *A. vestitipennis* presentan resistencia hacia

21 Universidad Nacional de Tumbes-Perú, Facultad de Ciencias de la Salud.

22 Dirección Regional de Salud Tumbes-Perú.

23 Universidad Nacional de Tumbes, Facultad de Ciencias de la Salud. Dirección de Epidemiología de la Dirección Regional de Salud de Tumbes-Perú.

carbamatos, piretroides y organofosforados; este último grupo es responsable de la resistencia en más de veinte especies de mosquitos a nivel mundial (Wirth, 2000).

Los trabajos con vectores de malaria, reportan resistencia al malatión en los principales vectores de malaria, como *A. culicifacies*, *A. stephensi*, *A. albimanus*, *A. arabiensis* y *A. sacharovi*; a insecticidas piretroides, en *A. albimanus*, *A. stephensi*, *A. gambiae*; y a carbamatos en *A. sacharovi* y *A. albimanus* (Hemingway *et al.*, 2000; Coleman *et al.*, 2006).

Los piretroides son actualmente los más ampliamente utilizados para el control de mosquitos en todo el mundo y representan el 25% de los existentes en el mercado (Casabé *et al.*, 1988). Se ha detectado un alto nivel de resistencia al DDT y bajos niveles de resistencia a insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, en *A. albimanus* en México (Hemingway *et al.* 1997).

En Perú, estudios de vigilancia han demostrado la resistencia desarrollada en *Anopheles albimanus* a insecticidas piretroides, carbamatos y a DDT (INS, 2008). En el norte del Perú, se encontró resistencia de cepas *A. albimanus* a deltametrina (Vargas *et al.*, 2006) y a alfacipermetrina, lambdacialotrina, ciflutrina (Chavez *et al.*, 2005). El desarrollo de resistencia a los insecticidas en mosquitos vectores de enfermedades como la malaria, es una grave amenaza debido a que una de las principales opciones para la prevención y el control, es el uso de mosquiteros impregnados con insecticidas, el rociamiento de acción residual en los interiores de las viviendas y el uso de larvicidas en criaderos de *Anopheles* (Hans *et al.*, 2005).

La resistencia de los insectos a los insecticidas es un tema de actualidad mundial y constituye una de las limitaciones con que se enfrenta el control químico de los insectos, el cual constituye, pese al progreso de otras ramas de investigación sobre el control de los mismos, el medio más importante y el más empleado de control.

Este estudio se realizó para evaluar el estado de la sensibilidad a insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides, en poblaciones de *A. albimanus* de cuatro localidades de Tumbes, durante septiembre y octubre de 2011.

Metodología

Sitios de estudio

La recolección de los especímenes se realizó en seis localidades de Tumbes: Puerto Pizarro, La Jota, La Cruz, Pueblo Nuevo, Tumbes y San José, las que se seleccionaron por ser lugares donde existe alta tasa de malaria, y altas tasas de infestación del mosquito, lo que constituye un grave problema de salud pública. Además, existe en estos lugares historia intensiva de uso de insecticidas para el control del vector durante los últimos cuatro a cinco años.

Bioensayos de sensibilidad

La sensibilidad a insecticidas se determinó mediante bioensayos con muestras de hembras adultas recolectadas en campo de las cuatro cepas de *A. albimanus*. Las muestras se expusieron a papeles impregnados con los insecticidas piretroides deltametrina (0.1%),

cipermetrina (0.1%), alfacipermetrina (0.1%), los organofosforado fenitrotión (1.0%) y malatión (5.0%), y el carbamato bendiocarp (0.1%), con dosis diagnóstica y tiempo de exposición a los insecticidas sugeridas por las normas estandarizadas por la OMS (INS, 2005; WHO, 1984).

En los bioensayos se utilizaron lotes de 25 hembras; los bioensayos se hicieron una hora después de alimentados los mosquitos. La temperatura promedio registrada durante los bioensayos fue de $27 \pm 2^\circ \text{C}$ y 70% de humedad relativa.

Después del período de exposición, los mosquitos se trasladaron a las cámaras de recuperación y se colocó algodón humedecido en solución de glucosa al 10% como alimento durante el período de recuperación. Se consideró que una mortalidad del 100% al 98% indica sensibilidad, una de 97 a 80%, que se debe confirmar la resistencia, y una menor de 80% que hay resistencia (WHO, 1992; WHO, 1981).

El tiempo de exposición de los mosquitos a los papeles impregnados con insecticidas estuvo de acuerdo con las especificaciones de la OMS. Cada prueba con los insecticidas evaluados contó con cinco réplicas y sus controles respectivos.

Resultados

Como se observa en las tablas 2, 3 y 4, las cuatro cepas de *A. albimanus* resultaron resistentes a todos los insecticidas piretroides, y con resistencia a confirmar. El menor porcentaje de mortalidad se observó con deltametrina (< 80%), seguida por cipermetrina (81.6%), y con resistencia a confirmar para alfacipermetrina (90% y 91.4%) en la población de *A. albimanus* de Puerto Pizarro; igual comportamiento de resistencia y resistencia a confirmar para cipermetrina y alfacipermetrina se pudo constatar con las poblaciones de La Jota, La Cruz, Pueblo Nuevo, San José y Tumbes.

En cuanto a la exposición de las cuatro poblaciones de *A. albimanus* a los insecticidas organofosforados, las cuatro cepas resultaron resistentes. El porcentaje de mortalidad para las cuatro poblaciones de *A. albimanus* fue similar (< 80%).

Con referencia al carbamato utilizado, todos los mosquitos expuestos al bendiocarb resultaron resistentes a este insecticida con mortalidad de < 80.0%. Las cuatro cepas de *A. albimanus* fueron persistentemente resistentes a los piretroides, organofosforados y carbamato utilizados, sin que se registraran diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad.

Tabla 1
Criterio de Interpretación

Criterio de interpretación	
Susceptible	98-100%
Resistencia a confirmar	80-97%
Resistencia	< 80%

Tabla 2
 Respuesta y susceptibilidad de *Anopheles albimanus*,
 cepa de Puerto Pizarro, Tumbes, septiembre de 2011

Insecticida	Mortalidad	Interpretación
Deltametrina	< 80%	Resistencia
Bendiocarb		
Malathion		
Alfacipermetrina	90.8%	Resistencia a confirmar
Cipermetrina	81.6%	

Tabla 3
 Respuesta y susceptibilidad de *Anopheles albimanus*, cepas de La Jota,
 La Cruz, Pueblo Nuevo, Tumbes y Puerto Pizarro, Tumbes, septiembre-octubre de 2011

Insecticida	Mortalidad	Interpretación
Bendiocarb	< 80%	Resistencia
Malathion		
Fenitrothion		
Alfacipermetrina	90% y 91.4%	Resistencia a confirmar

Tabla 4
 Respuesta y susceptibilidad de *Anopheles albimanus*,
 cepa de San José, Tumbes, octubre de 2011

Insecticida	Mortalidad	Interpretación
Malathion	< 80%	Resistencia
Fenitrothion		
Alfacipermetrina	88.9%	Resistencia a confirmar
Cipermetrina	89.3%	

Discusión

Se logró determinar el estado de sensibilidad a algunos insecticidas piretroides, organofosforados y carbamatos, en hembras adultas de *A. albimanus* recolectadas en cuatro localidades de Tumbes, donde se realiza control vectorial con aplicaciones continuas de diferentes tipos de insecticidas de uso en salud pública.

Los resultados de los bioensayos de sensibilidad mostraron que las cuatro poblaciones de *A. albimanus* son resistentes a deltametrina, observándose que los mosquitos de las cuatro cepas estudiadas presentan resistencia por confirmar a cipermetrina y alfacipermetrina. Asimismo, las cuatro poblaciones de *A. albimanus* mostraron resistencia para bendio-

carp, malatión y fenitritión. La resistencia observada a los insecticidas piretroides organofosforados y carbamatos en las cuatro poblaciones de *A. albimanus* estudiadas, puede deberse a la presión selectiva ejercida por la continua y extensiva aplicación de insecticidas de uso en salud pública y el sector agrícola.

Trabajos con resultados similares indican la importancia de vigilar la resistencia por la aparición de la multiresistencia, especialmente en el campo y a los insecticidas piretroides, y la interacción de los insecticidas utilizados en la agricultura y la salud pública (Brogdon *et al.*, 1999). Es importante destacar que los insecticidas piretroides son utilizados en grandes cantidades para las plagas de cultivos. Su uso indiscriminado en la agricultura ha contribuido a la manifestación del problema de resistencia en algunos vectores de malaria (Coleman *et al.*, 2006).

Resultados como los obtenidos en este estudio y similares realizados en América ponen de manifiesto que las poblaciones de *A. albimanus* han desarrollado resistencia a uno o más insecticidas como respuesta al uso histórico y al grado de presión selectiva por largos periodos, debido a las aplicaciones de insecticidas por los programas sanitarios y el uso agrícola.

En México, se han detectado variación de la resistencia de *A. albimanus* al DDT, a insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides (14); igualmente, se ha documentado la resistencia en vectores de paludismo en la costa del Pacífico. En Perú, se encontró resistencia a deltametrina en cepas de *A. albimanus* (Chavez *et al.*, 2005; Vargas *et al.*, 2006,). Esto pone en evidencia el potencial desarrollo de la resistencia a los insecticidas piretroides en poblaciones de *Anopheles*, con peligro a impactar negativamente sobre el control de la malaria, debido a que los piretroides actualmente son muy utilizados en aplicaciones de acción residual a las viviendas y en la impregnación de mosquiteros para el control de vectores (Hodjati y Curtis, 1999).

En nuestro país, se continúa utilizando a los insecticidas como principal herramienta de los programas de control vectorial de *A. albimanus*, con el propósito de prevenir o reducir la transmisión de la malaria, así como se viene realizando en los países de América Latina, donde las epidemias de malaria, han sido básicamente controladas mediante el uso de insecticidas que aún son efectivos contra poblaciones de mosquitos adultos y larvas (Roberts y Andre, 1994), pero como se puede comprobar, los principales vectores de malaria han desarrollado resistencia a los insecticidas, hecho este que pone de manifiesto la importancia de la vigilancia y seguimiento de la resistencia; y dicha resistencia debe causar preocupación cuando llegue a comprometer la efectividad de los insecticidas que son utilizados en las intervenciones realizadas por los programas de control de vectores (Brogdon y McCallister, 1998).

Conclusiones

Las poblaciones de *Anopheles albimanus* de las localidades de Puerto Pizarro, La Jota, La Cruz, Pueblo Nuevo, Tumbes y San José presentan resistencia a deltametrina, cipermetrina, alfacipermetrina, bendiocarp, malatión y fenitritión, lo que podría conllevar a comprometer la efectividad de los insecticidas que se utilizan en el control vectorial.

Los resultados del estudio permiten detectar el estado de la sensibilidad o resistencia de forma temprana de las poblaciones de vectores *Anopheles*, facilitando medidas de control.

Los resultados obtenidos ayudan a verificar si el grado de resistencia es debido o no a la falta de control vectorial.

Estudios relacionados permiten realizar seguimiento permanente que conlleven a actualizar el comportamiento de la sensibilidad o de la resistencia de las poblaciones de *A. albimanus* en nuestra zona.

Los resultados de este estudio aportan información importante al Programa de Control de Vectores y Epidemiología del Ministerio de Salud, contribuyendo de este modo al planteamiento de nuevas estrategias para el uso de los insecticidas.

Referencias

Ayala, R. y M. Moreno

2011 "Resistencia la *temephos* por presión de selección en una población de *Aedes aegypti* de El Salvador". *Minerva Revista en Línea*, CIC-UES, El Salvador, junio de 2011. Vol. 2 (1):1-9.

Brogdon, W.G. y McCallister, J. C.

1998 "Insecticide resistance and vector control". *Emerg Infect Dis*. 4: 605-613.

Brogdon, W.G., McCallister, J. C., Corwin, A. M. y Cordon Rosales, C.

1999 "Oxidase-based DDT-pyrethroid crossresistance in Guatemalan *Anopheles albimanus*". *Pestic Biochem Physiol*, 64: 101-111.

Casabé, N., Melgar, F., Wood, E.J. y Zerba, E. N.

1988 "Insecticidal activity of pyrethroids against *Triatoma infestans*". *Insect Sci Applic*, 9: 233-236.

Chávez, J., Córdova, O. y Vargas, F.

2005 "Niveles de susceptibilidad a temefos en el vector transmisor del dengue en Trujillo-Perú". Universidad Mayor de San Marcos. *Anales de la Facultad de Medicina*, Vol. 66, N° 1, p. 53-56.

Coleman, M., Sharp, B., Seocharan, I. y Hemingway, J.

2006 "Developing an evidence-based decision support system for rational insecticide choice in the control of African malaria vectors". *J. Med. Entomol*, 43: 663-668.

Falero, G. C.

2001 Pruebas de susceptibilidad de mosquito adulto y larvas a los insecticidas y bioensayos de las aplicaciones residuales usadas en el control de mosquitos vectores de malaria y dengue.

Fleming, G.

1986 *Biología y ecología de los vectores de la malaria en las Américas*. Washington D. C.: OPS-OMS.

Hans, J. O., Simen, R. S. y Suwonkerd, W.

2005 "Evidence of anopheline mosquito resistance to agrochemicals in northern Thailand". *Southeast Asian J. Trop. Med. Public. Health*, 36: 152-157.

Hemingway, J., Field, L. y Vontas, J.

2002 "An overview of insecticide resistance". *Science*, 298: 96-97.

Hemingway J., Hawkes, N. J., McCarroll, L. y Ranson, H.

2004 "The molecular basis of insecticide resistance in mosquitoes". *Insect. Biochem. Mol. Biol*, 34: 653-665.

- Hemingway, J., Penilla, R. P., Rodríguez, A. D., James, B. M., Edge, W., Rogers, H. y Rodríguez, M. H.
1997 "Resistance management strategies in malaria vector mosquito control. A large-scale field trial in southern México". *Pestic. Sci.*, 51: 375-382.
- Hemingway, J. y Ranson, H.
2000 "Insecticide resistance in insect vectors of human disease". *Annu. Rev. Entomol.*, 45: 371-391.
- Hodjati, M. H. y Curtis, C. F.
1999 "Evaluation of the effect of mosquito age and prior exposure to insecticide on pyrethroid tolerance in *Anopheles* mosquitoes (Diptera: Culicidae)". *Bull. Ent. Research*, 89: 329-337.
- INS
2005 *Susceptibilidad o resistencia de los mosquitos adultos a los insecticidas*. MET-CNSP. N° 1.
2008 *Norma técnica de salud para la implementación del sistema de vigilancia de la resistencia de los vectores a los insecticidas de uso en salud pública*. NTS N° MINS/INS-V.01.
- Liu, H., Cupp, E. W., Micher, K. M., Guo, A. y Liu, N.
2004 "Insecticide resistance and cross-resistance in Alabama and Florida strains of *Culex quinquefasciatus* (S.)". *J. Med. Entomol.*, 41: 408-413.
- OMS
1992 *Resistencia de los vectores de enfermedades a los plaguicidas*. Serie Informes Técnicos. Ginebra.
- Palacios Fraire, S.
1975 "Analysis of the principal problems impeding normal development of malaria eradication programs". *Bull. Pan. Am. Health Organ.*, 9: 283-294.
- Phillips, R. S.
2001 "Current status of malaria and potential for control". *Clin. Microbiol. Rev.*, 14: 208-226.
- Roberts, D. R. y Andre, R. G.
1994 "Insecticide resistance issues in vector-borne disease control". *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 50: 21-34.
- Shidrawi, G. R.
1992 *Programa mundial de la OMS para la vigilancia de vectores resistentes a los plaguicidas*. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, 113(3).
- Vargas, F., Córdova, O. y Alvarado, A.
2006 "Determinación de la resistencia a insecticidas en *Aedes aegypti*, *Anopheles albimanus* y *Lutzomyia peruensis* procedentes del norte peruano". *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública*, 4: 259-263.
- Wirth, M.
2000 "Temephos resistance in mosquito larvae: History y consequence". *The abstract book of the 87th Annual Meeting of the American Mosquito Control Association*. New Jersey.
- World Health Organization
1981 *Instructions for determining the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides*. Establishment of the baseline. Geneva: WHO.
1984 *Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance*. D. C. Chavasse y H. H. Yap (ed.). Geneva: Whopes.
1992 *Expert Committee on Vector Biology and Control Vector Resistance to Pesticides: Fifteenth Report of the WHO Expert Committee on Vector Biology y Control*. WHO technical report series. Geneva: WHO.
2000a *20th Report*. WHO Technical Report Series. Geneva: WHO.
2000b "WHO document". WHO-CDS-RBM. Geneva: WHO.