

EFICACIA DE CORTINAS TRATADAS CON INSECTICIDAS DE LARGA DURACION (PERMANET®2.0) EN *Aedes aegypti*

EFFICACY OF CURTAINS TREATED WITH LONG-TERM INSECTICIDES (PERMANET®2.0) IN *Aedes aegypti*

Álvarez-González, Leslie Coromoto¹; Álvarez-Salas, Diego²; Briceño, Arelis Josefina³

Laboratorio de Bioquímica y Genética de Resistencia a Insecticidas. Instituto Experimental “José Witremundo Torrealba”. Núcleo Universitario “Rafael Rangel”. Universidad de los Andes. Sede Carmona. Trujillo-Venezuela.

Resumen

Se evaluó en condiciones de laboratorio la eficacia de cortinas tratadas con insecticidas de larga duración (PermaNet®2.0), así como el efecto de la luz solar a pequeña escala de campo. Un total de 20 cortinas PermaNet®2.0 fueron evaluadas a través de pruebas de cono con *Aedes aegypti* de las localidades “El Hatico” (HTO) y “Loma Linda” (LL) al occidente de Venezuela, así como con la cepa de referencia susceptible New Orleans (NO). Una vez determinada la eficacia pre-tratamiento, las cortinas fueron colocadas en 5 viviendas en la Parroquia Cristóbal Mendoza, Trujillo; 10 en ventanas con incidencia de luz solar y 10 sin incidencia de luz solar, por un período de 15 días. Culminado el período de exposición fueron retiradas y evaluada la eficacia post-tratamiento (15 días) con *Ae. aegypti* de la cepa NO. Posteriormente, las cortinas fueron colocadas de nuevo según formato de exposición y a los 30 días fueron re-evaluadas (eficacia post-tratamiento 30 días). Alta eficacia en el laboratorio (<94%) tanto en la cepa NO como en la cepa HTO fue registrada, a diferencia de la mostrada en la cepa LL (37,7%). Con respecto al efecto de la luz solar, se pudo observar que este factor no incide en la eficacia de las cortinas al menos en los primeros 30 días de exposición, lo cual se vio reflejado en el alto porcentaje de mortalidad (<93%) registrado en *Ae. aegypti* cepa NO.

Palabras clave: eficacia, cortinas, deltametrina, *Aedes aegypti*.

Summary

The efficacy of long-term insecticide treated curtains (PermaNet® 2.0) was evaluated under laboratory conditions and the effect of sunlight on a small-scale field. A total of 20 PermaNet®2.0 curtains were evaluated through cone tests with *Aedes aegypti* from the locations “El Hatico” (HTO) and “Loma Linda” (LL) to western Venezuela, as well as the susceptible reference strain New Orleans (NO). Once, the pre-treatment efficacy was determined, the curtains were placed in 5 homes in the parish Cristóbal Mendoza, Trujillo; 10 in windows with incidence of sunlight and 10 without incidence of sunlight, for a period of 15 days. Completed the exposure period, were removed and evaluated post-treatment efficacy (15 days) with *Ae. aegypti* strain NO. Subsequently, the curtains were placed again according to exposure format and were re-evaluated at 30 days (30 days post-treatment efficacy). High efficacy in the laboratory (<94%) in both the NO strain and the HTO strain was recorded, unlike that shown in the LL strain (37.7%). With regard to the effect of sunlight, it was observed that this factor does not affect the effectiveness of curtains at least in the first 30 days of exposure, which was reflected in the high mortality rate (<93%) recorded in *Ae. aegypti* strain NO.

Key words: efficacy, curtains, deltamethrin, *Aedes aegypti*.

Recibido: 09/01/2017 - **Aprobado:** 29/05/2017

¹Leslie C. Álvarez González. Licenciada en Bioanálisis, Magister Scientiae en Protozoología, Doctora en Ciencias Biológicas con acentuación en Entomología Médica. Profesora en el Departamento de Biología y Química, Universidad de Los Andes, Núcleo Trujillo - Venezuela. Investigador PEI-ULA, PEII-ONCTL... (sigue en la pág. 27)

Introducción

En las últimas décadas el uso de materiales tratados con insecticidas de larga duración, se ha convertido en una herramienta importante para el control de enfermedades transmitidas por vectores como; Malaria, Chagas, Leishmaniasis, Dengue, Zika y Chikungunya entre otras. El uso de mosquiteros tratados con insecticidas ha sido promovido por la Organización Mundial de la Salud (Global Malaria Programme, 2007) como una medida de protección personal dada la evidencia en la reducción de la transmisión de la Malaria, cuando son usados a gran escala, principalmente en áreas endémicas de África y Asia. El hecho que favorece el uso de materiales impregnados con insecticida, es que reducen el contacto entre el ser humano y el vector, así como el número de mosquitos infectantes e infectados, puesto que eliminan una parte o la mayoría de los insectos que tocan el material tratado, además de poder utilizarse en el ámbito local, de prestarse para actividades realizadas con la participación de la comunidad y de complementar otros métodos usados para el control de vectores. Diversos estudios llevados para evaluar el efecto de cortinas y mosquiteros tratados con piretroides para el control de la Malaria en África, Asia y América Latina, reflejan un impacto positivo en la transmisión de la enfermedad, logrando disminución en la morbilidad y mortalidad (Alonso *et al.*, 1993; Hawley *et al.*, 2003; Kroeger, Mancheno, Alarcon y Pesse 1995; Wilson *et al.*, 2014). Ensayos a gran escala, han sido realizados con la finalidad de introducir el uso de mosquiteros en el servicio de salud pública, como un componente en el programa integral para el control de la Malaria (Corbel *et al.*, 2010; Greenwood y Baker 1993; Sexton, 1994). Adicionalmente, se ha planteado la utilización de esta herramienta como medida

de protección a picadas de flebotominos vectores de Leishmaniasis, (Alexander *et al.*, 1995; Feliciangeli *et al.*, 1995; Kroeger, Avila y Morison, 2002; Majori, Maroli, Sabatinelli y Fausto, 1989), triatominos vectores de enfermedad de Chagas, (Herber 2001; Kroeger, Villegas, Ordoñez, Pabon y Scorza, 2003; Waleckx *et al.*, 2015) y de *Aedes aegypti* (L) principal vector de Dengue, Zika y Chikungunya (Lenhart *et al.*, 2008; Seng *et al.*, 2008; Vanlerberghe *et al.*, 2010). Investigaciones desarrolladas en Venezuela y México usando cortinas, mosquiteros y tapa tanques tratados con insecticidas, han demostrado que el uso de estos materiales reducen significativamente la densidad poblacional de *Ae. aegypti*, afectando la transmisión de las arbovirosis (Kroeger *et al.*, 2006; Loroño *et al.*, 2013; Manrique *et al.*, 2015). Con base en los antecedentes mencionados y con la finalidad de proporcionar información necesaria para la puesta en marcha de programas de control y prevención de enfermedades metaxénicas donde se incluya el uso de mosquiteros y/o cortinas tratadas con insecticidas en Venezuela, se planteó en esta investigación evaluar la eficacia de cortinas tratadas comercialmente con el insecticida piretroide deltametrina (PermaNet® 2.0) sobre *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio, así como valorar el efecto de la luz solar.

Materiales y Metodos

Material Biológico

Para la realización de la presente investigación se utilizaron hembras de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) de tres cepas; dos de campo y una de referencia.

Cepas de campo

Ae. aegypti **Loma Linda (LL)**, generación filial F₁, establecida a partir de

estadios inmaduros colectados de criaderos temporales (floreros y jarrones para plantas acuáticas ornamentales) presentes en las viviendas de la localidad “Loma Linda”, Maracaibo estado Zulia, ubicada a 10°42’30”LN, 71°37’24” LO.

Ae. aegypti **El Hatico (HTO)**, generación filial F₁, establecida a partir de estadios inmaduros colectados de criaderos temporales (depósitos de agua, floreros y jarrones para plantas acuáticas ornamentales) presentes en las viviendas de la localidad “El Hatico”, Trujillo estado Trujillo, ubicada a 9°23’5”LN, 70°25’47” LO.

Cepa de referencia

Ae. aegypti **New Orleans (NO)**, provenientes de la colonia del insectario del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Resistencia a Insecticidas (LABGRI), del Instituto Experimental “José Witremundo Torrealba”, Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, Universidad de Los Andes NURR-ULA, la cual se originó a partir de la cepa New Orleans (NO) procedente del Laboratorio de Fisiología y Toxicología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Esta cepa es susceptible a todos los insecticidas del mercado y es mantenida en el laboratorio sin exposición a insecticidas.

Todas las cepas fueron mantenidas en el Insectario del LABGRI bajo condiciones controladas de temperatura de 25°C±2°C, humedad relativa 70% ±2°C y fotoperíodo 12h:12h luz-oscuridad.

Bioensayos

Se siguió la metodología estándar de la Organización Mundial de la Salud (Chavasse y Yap, 1997) utilizando conos plásticos transparentes. Cada cortina previamente identificada se evaluó mediante tres réplicas, para lo cual se fijaron los conos a la tela, se introdujeron diez mosquitos hembras de

Ae. aegypti de 1 a 3 días de emergidos sin ingesta sanguínea mediante un aspirador manual y se expusieron durante tres minutos. Transcurrido el tiempo de exposición se aspiraron los mosquitos y se colocaron en envases libres de insecticidas. Todos los envases con los mosquitos se mantuvieron en cavas de poliestireno y se les suministró solución de sacarosa al 10%. La mortalidad fue registrada luego de 24 horas.

Eficacia de las cortinas PermaNet® 2.0 en condiciones de laboratorio.

Un total de 20 cortinas PermaNet® 2.0, Vestergaard-Frandsen, Dinamarca (cortinas tratadas comercialmente con el insecticida deltametrina 55 mg ia/m² de larga duración), donadas por la Dra. Carmen Castillo del Núcleo Universitario Rafael Rangel, ULA, provenientes del Proyecto DENCO, las cuales fueron sometidas a bioensayos de cono siguiendo la metodología antes descrita para evaluar su eficacia, usando hembras de *Ae. aegypti* de la cepa NO, por ser susceptible a los insecticidas. Esta eficacia fue considerada como “eficacia pre-tratamiento”. Del mismo modo, fue evaluada la eficacia con hembras de *Ae. aegypti* de la cepa HTO y LL. Todos los bioensayos fueron llevados a cabo en el laboratorio LABGRI.

Efecto de la luz solar sobre la eficacia de cortinas PermaNet® 2.0 en condiciones de campo a pequeña escala.

Se escogieron 5 viviendas en la parroquia Cristóbal Mendoza, municipio Trujillo, estado Trujillo; tres ubicadas en la Urbanización “El Hatico” a 9°23’5”LN, 70°25’47”LO, una en la Urbanización “Paso del Río” a 9°23’6”LN, 70°25’45”LO y otra en la “Avenida 5 de Julio” a 9°22’25”LN, 70°25’49”LO, donde fueron colocadas las cortinas (Fig. 1). A los habitantes de las viviendas se les dio una charla acerca de los aspectos positivos y negativos del

uso de las cortinas y ellos proporcionaron un consentimiento informado por escrito de su participación en la investigación. Posteriormente se contabilizaron las ventanas en cada una de las viviendas y se conoció la incidencia de la luz solar. Un total de 10 cortinas PermaNet® 2.0 previamente identificadas, se colocaron en ventanas con incidencia de luz solar (SOL) solicitándole a los habitantes que delimitaran el área donde incidía la luz solar, y otras 10, se colocaron en ventanas sin incidencia de luz solar (SOMBRA) durante un período de 15 días. Luego del período de exposición, las cortinas fueron retiradas y llevadas al LABGRI para la evaluación de la eficacia post-tratamiento (15 días) mediante bioensayos de cono, usando hembras de *Ae. aegypti* cepa NO. Adicionalmente, se consideró la información de percepción de protección de los habitantes contra las picaduras de los mosquitos. Una vez finalizados los bioensayos, las cortinas fueron regresadas a sus correspondientes viviendas y tratamientos por un periodo adicional de 15 días, para evaluar la eficacia post-tratamiento (30 días).

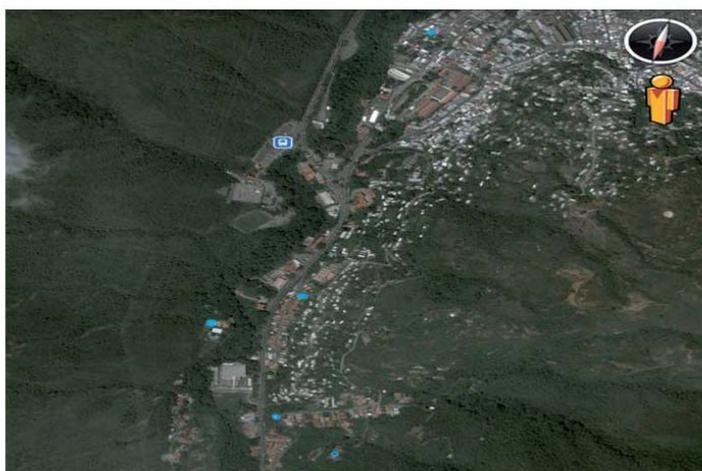
Análisis de los datos

Los porcentajes de mortalidad ocasionados por cada cortina sobre las tres cepas de *Ae. aegypti* en el laboratorio, fueron promediados y sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) mediante el paquete estadístico SPSS versión 17.0. De igual manera fueron analizados los promedios de las mortalidades obtenidas en las cortinas pre-tratamiento y post-tratamiento (SOL y SOMBRA) a los 15 y 30 días.

Resultados

Eficacia pre-tratamiento del PermaNet® 2.0 en *Ae. aegypti* en condiciones de laboratorio.

La figura 2 muestra el promedio de los porcentajes de la mortalidad ocasionada por cada cortina PermaNet® 2.0 sobre *Ae. aegypti* de las cepas NO, HTO y LL. Para la cepa NO los valores oscilaron entre 92% y 100%, para la cepa HTO entre 90% y 100% y para la cepa LL entre 9% y 61%.



● Viviendas ubicadas en la parroquia Cristóbal Mendoza, Municipio Trujillo, donde fueron colocadas las cortinas PERMANET® 2.0.

Figura 1. Área de estudio.

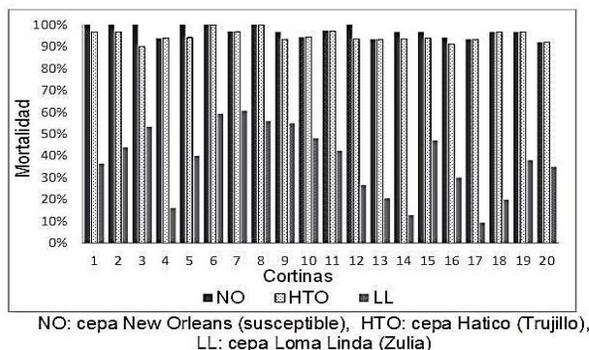


Figura 2. Mortalidad de *Aedes aegypti* ocasionada por cortinas PERMANET® 2.0.

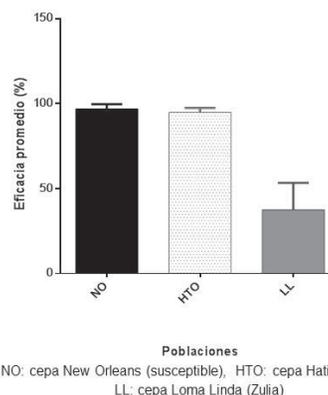


Figura 3. Eficacia promedio pre-tratamiento de cortinas PERMANET® 2.0 en tres cepas de *Ae. aegypti*.

Al comparar la eficacia promedio pre-tratamiento del PermaNet® 2.0 en las tres cepas evaluadas, se obtuvo una alta eficacia en las cepas NO (96,9%) y HTO (94,8%) sin diferencias significativas entre ellas ($\alpha=0,05$), siendo superiores significativamente a la eficacia registrada en la cepa LL (37,7%) (Fig. 3).

Efecto de la luz solar en la eficacia del PermaNet® 2.0 en condiciones de campo a pequeña escala.

Las mortalidades ocasionadas por las cortinas PermaNet® 2.0 en *Ae. aegypti* cepa NO colocadas en ventanas sin incidencia de luz solar (SOMBRA), estuvieron comprendidas entre 94% y 100% en los primeros quince días y 93,8% y 100% a los 30 días (Fig. 4a). Al comparar la eficacia promedio en cada periodo, no se encontraron diferencias significativas, con valores de 98,0% (+/- 2,0 DS) pre-tratamiento, 98,80% (+/- 2,10 DS) a los 15 días y al 98,78% (+/- 2,15 DS) a los 30 días. (Fig. 5).

Con respecto a las cortinas expuestas a la luz solar (SOL) se registraron mortalidades comprendidas entre 96% y 100% a los 15 días y 94% y 100% a los 30 días con eficacias de 98,7% (+/- 1,7 DS) y 98,0% (+/- 2,3 DS) respectivamente, sin diferencia

significativa entre ellas ni con la eficacia observada pre-tratamiento de 96,02% (+/- 3,2 DS) a un nivel de significancia del 95% (Fig. 4b y Fig. 5). Al comparar la eficacia pre-tratamiento, a los 15 y a los 30 días en ambos tratamientos SOMBRA y SOL no se observaron diferencias significativas, sugiriendo que la luz solar no afecta la eficacia del PermaNet® 2.0 durante los primeros días de exposición en el campo, concordando con las especificaciones del comerciante. Con respecto a la aceptación de los habitantes, todos manifestaron disminución en la frecuencia de picadura de mosquitos durante el periodo experimental y la disposición de continuar con el uso de las cortinas.

Discusion

PermaNet® 2.0 es una red duradera hecha 100% de poliéster e impregnada con deltametrina que proporciona protección personal contra los mosquitos transmisores de la Malaria, así como otros vectores transmisores de enfermedades, que no requiere un nuevo tratamiento. Se basa en una tecnología superior de impregnación, en donde la biodisponibilidad del ingrediente activo se controla a través de un proceso de liberación lenta. En el presente estudio se pudo demostrar la alta eficacia de las cortinas

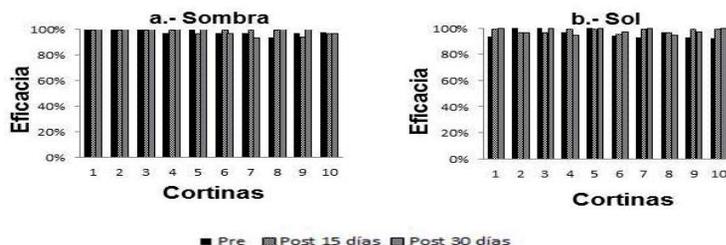


Figura 4. Eficacia pre y post-tratamiento de cortinas PermaNet® 2.0 sobre *Ae. aegypti* cepa New Orleans.

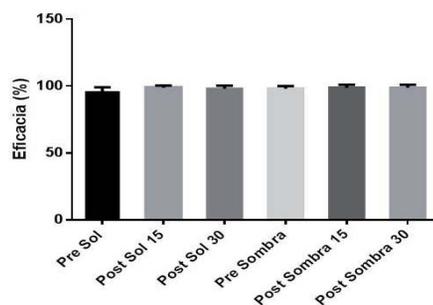


Figura 5. Eficacia promedio de cortinas PermaNet® 2.0 pre-tratamiento y expuestas a sol y sombra.

PermaNet® 2.0 en *Ae. aegypti*, no solo en la cepa de referencia NO que es susceptible a todos los insecticidas del mercado, sino también, en una cepa de campo (HTO) donde se registraron altos porcentajes de mortalidad. La baja eficacia mostrada sobre la cepa LL sugiere la presencia de factores intrínsecos que condicionaron a los insectos a resistir al efecto de la deltametrina. En este particular, es de hacer notar, que la cepa LL (Zulia) ha sido objeto de investigaciones acerca de la susceptibilidad a permetrina, también un piretroide, exhibiendo resistencia con sobreexpresión de enzimas alfa-esterasas y presencia de la mutación *kdr* (Val1016Ile) en el gen que codifica para el canal de sodio dependiente de voltaje (Álvarez, Ponce y Flores, 2016), lo cual pudiera estar asociado a la baja eficacia del PermaNet® 2.0 sobre esta población, debido al desarrollado de resistencia cruzada a la deltametrina ya que

comparten el mismo modo de acción. Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que la luz solar no afecta la eficacia de las cortinas PermaNet® 2.0 por lo menos en los primeros 30 días de exposición, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Vanlerberghe *et al.*, (2010) quienes evaluaron la actividad residual de cortinas PermaNet® tratadas con deltametrina luego de 1 año de uso para el control del dengue en Thailandia. Estos investigadores afirman que el sol, la suciedad, los lavados y el uso de detergente no afectan la eficacia de las cortinas; obteniendo un 98,2% de eficacia en las cortinas expuestas directamente a luz solar sin diferencia significativa con la eficacia registrada en las cortinas sin exposición. Kayedi *et al.*, (2008) realizaron un estudio de campo en Irán para evaluar el efecto de varios factores (lavado, sol, humo, polvo y suciedad) sobre la actividad

residual del PermaNet[®], encontrando que el efecto del sol es mucho menor que el del lavado, y que el secado de las redes durante unas horas al sol no es perjudicial. En la elaboración del PermaNet[®], la deltametrina (55 mg ia/m²) se mezcla con una resina que recubre las fibras de la red de manera que el insecticida se libera progresivamente de la resina y la red retiene la eficacia después de lavados repetidos (WHO, 2005). Las cortinas PermaNet[®] tratadas con deltametrina, tienen a diferencia de los mosquiteros PermaNet[®], una recubierta que actúa como un protector para evitar la degradación del insecticida cuando se expone a luz UV, ya que en la mayoría de las casas, las cortinas de las ventanas están mucho más expuestas al sol y al polvo que los mosquiteros. La presente investigación puede ser considerada como un estudio piloto para conocer el grado de la aceptación de los habitantes en el uso de materiales impregnados con insecticidas como una herramienta complementaria en los programas de control de *Ae. aegypti* y otros vectores, así como destacar la necesidad de conocer que el insecticida no exhiba resistencia manifiesta en la población de insectos objeto del control químico, particularmente a los insecticidas usados para la impregnación de materiales, a fin de garantizar el éxito de la herramienta usada.

Autores: (viene de la pág.21)

¹(...) Coordinadora del Laboratorio de Bioquímica y Genética de Resistencia a Insecticidas (LABGRI), Jefe de la División de Administración del Instituto Experimental José Witremundo Torrealba-NURR-ULA. Email: leslieji@ula.ve, hleslieag@hotmail.com.

²Bachiller en Administración mención Procesamiento de Datos. Estudiante de Ingeniería Química, Universidad de los Andes, Núcleo Trujillo.

³Técnico Superior Pecuario. Licenciada en Educación. Magister en Desarrollo Regional. Investigador PEI –ULA, PEII-ONCTI. 5 publicaciones en Revistas nacionales e

internacionales. Miembro del Consejo Directivo del Instituto Experimental José Witremundo Torrealba. Colaborador de 3 proyectos nacionales. Responsable de 2 proyectos nacionales. Línea de Investigación: Biología de *Aedes aegypti*.

Bibliografía:

Alexander, B., Usma, M.C., Cadena, H., Quesada, B.L., Solarte, Y., Roa, W., Travi, B.L. (1995). Evaluation of deltamethrin in impregnated bednets and curtains against phlebotomine sandflies in Valle del Cauca, Colombia. *Med Vet Entomol* 9:279-283.

Alonso, P.L., Lindsay, S.W., Armstrong-Schellenberg, J.L., Ketia, K., Gómez, P., Shenton, F.C., Hill, A.G., David, P.H., Fegan, G., Cham, K., Greenwood, B.M. (1993). A malaria control trial using insecticide-treated bed nets and chemoprophylaxis in a rural area of Gambia, west Africa. 6. the impact of the intervention on mortality and morbidity from malaria. *Trans Royal Trop Med Hyg.* 87(2):37-44.

Álvarez-González L. C., Ponce G., Flores-Suarez A. E. (2016). Mecanismos de resistencia a la permetrina en dos poblaciones de *Aedes aegypti* del occidente de Venezuela. *Bol. Mal. Sal. Amb. LVI* (1): 43-52.

Chavasse D. C., Yap, H.H. (1997). Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance. World Health Organization, Division of Control of Tropical Diseases. WHO/CTD/WHOPES/97.2. 129p.

Corbel, V., Chabi, J., Dabiré, R. K., Etang, J., Nwane, P., Pigeon, O., Akogbeto, M., Hougard, J.M. (2010). Field efficacy of a new mosaic long-lasting mosquito net (PermaNet 3.0) against pyrethroid-resistant malaria vectors: a multi centre study in Western and Central Africa. *Malar J.* 9:113. doi: 10.1186/1475-2875-9-113.

Feliciangeli, M.D., Maroli, M., Wheeler, H., Townson, M., Ward, R., Maingon, R. (1995). Sandfly control trial with deltamethrin impregnated

- curtains in El Ingenio, Miranda State, Venezuela. *Bol. Dir. Mal. San. Amb.* 35: 127-132.
- Greenwood, B.M. y Baker, J.R. (1993). A malaria control trial using insecticide-treated bed nets and targeted chemoprophylaxis in a rural area of the Gambia, West Africa. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 87(2):1– 60.
- Hawley, W.A., Ter-Kuile, F.O., Steketee, R.S, Nahlen, B. L., Terlouw, D.J., Gimnig, J. E., Shi, Y.P., Vulule, J.M., Alaii, J.A., Hightower, A.W., Kolczak, M.S, Kariuki, S.K, Phillips, P.A. (2003). The western Kenya permethrin-treated bed net study for policy, program implementation, and future research. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 68(4): 168–173.
- Herber, O. (2001). *Investigating impregnated curtains for Chagas' disease control in Trujillo-Venezuela*. Thesis of Master in Community Health. University of Liverpool, UK.
- Kayedi, M.H., Lines, J.D, Hagh.doost, A.A., Vatandoost, M.H., Rassi, Y., Khamisabady, K. (2008). Evaluation of the effects of repeated hand washing, sunlight, smoke and dirt on the persistence of deltamethrin on insecticide-treated nets. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene.* 102 (8): 811-816.
- Kroeger, A., Avila, E., Morison, L. (2002). Insecticide impregnated curtains to control domestic transmission of cutaneous leishmaniasis in Venezuela: cluster randomised trial. *British Med. J.* 325: 810- 813
- Kroeger, A., Mancheno, M., Alarcón, J., Pesse, K. (1995). Insecticide-impregnated bed nets for malaria control: varying experiences from Ecuador, Colombia, and Peru concerning acceptability and effectiveness. *Am J Trop Med Hyg.* 53:313-323.
- Kroeger, A., Villegas, E., Ordoñez-González, J., Pabon E., Scorza, J.V. (2003). Prevention of the transmission of Chagas' disease with pyrethroid-impregnated materials. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 68: 307-311.
- Villegas, E., Levy, M., Alexander N., McCall, P.J. (2006). Effective control of dengue vectors with curtains and water container covers treated with insecticide in México and Venezuela: cluster randomised trials. *BMJ.* 332(7552):1247-1252.
- Lenhart, A., Orelus, N., Maskill, R., Alexander, N., Streit, T., McCall, P. J. (2008). Insecticide-treated bednets to control dengue vectors: preliminary evidence from a controlled trial in Haiti. *Tropical Medicine and International Health.* 13(1): 56–67.
- Loroño, M.A., García, J.E., Machain, C., Gomez, S., Nuñez, G., Nájera, M.del R., Losoya, A., Aguilar, L., Saavedra, K., Lozano, S., Beaty, M.K., Black, W.C., Keefe, T.J., Eisen, L., Beaty, B.J. (2013). Towards a casa segura: a consumer product study of the effect of insecticide-treated curtains on *Aedes aegypti* and dengue virus infections in the home. *Am J Trop Med Hyg.* 89(2):385–397.
- Majori, G., Maroli, M., Sabatinelli, G., Fausto, A.M. (1989). Efficacy of permethrin-impregnated curtains against endophilic phlebotomine sandflies in Burkina Faso. *Med Vet Entomol.* 3:441-444.
- Manrique, P., Che, A., Barrera, M., Guillermo, G., Herrera, J., Dzul, F., Gutierrez, C., Lenhart, A., Vazquez, G., Sommerfeld, J., McCall, P.J., Kroeger, A., Arredondo, J. (2015). Use of Insecticide-Treated House Screens to Reduce Infestations of Dengue Virus Vectors, México. *Emerging Infectious Diseases* DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid2102.140533> .www.cdc.gov/eid • Vol. 21, No. 2.
- Seng, Ch. M., Setha, T., Nealon, J., Chantha, N., Socheat, D., Nathan, M. (2008). The effect of long-lasting insecticidal

wáter container covers on field populations of *Aedes aegypti* (L.) mosquitoes in Cambodia. *Journal of Vector Ecology*. 33(2):333–341.

Sexton, J. 1994. Impregnated bed nets for malaria control: biological success and social responsibility. *Am J Trop Med Hyg*. 50(suppl): 72–81.

Vanlerberghe, V., Trongtokit, Y., Cremonini, L., Jirarojwatana, S., Apiwathnasorn, C., Van der Stuyft P. (2010). Residual insecticidal activity of long-lasting deltamethrin treated curtains after 1 year of household use for dengue control. *Tropical Medicine and International Health*. 15 (9): 1067–1071.

Waleckx, E., Camara, J., Ramirez, M. J., Cruz, W., Rosado, M., Vazquez, S., Najera, R., Gourbière, S., Dumonteil, E. (2015). Una intervención innovadora de ecosalud para el control vectorial de la enfermedad de Chagas en Yucatán, México. *Rev Biomed*. 26:75-86.

Wilson, A.L., Dhiman, R.C., Kitron, U., Scott, T.W, van den Berg, H., Lindsay, S.W. (2014). Benefit of Insecticide-Treated Nets, Curtains and Screening on Vector Borne Diseases, Excluding Malaria: A Systematic Review and Meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis* 8(10): e3228. doi: 10.1371/journal.pntd.0003228.

World Health Organization (WHO). 2005. Guidelines for laboratory and field testing of longlasting insecticidal mosquito nets. WHO / CDS / WHOPES/GCDPP/2005.11.

World Health Organization (WHO). 2007. Global Malaria Programme WHO position statement on ITNs. Geneva, Switzerland.