

## IMPACTO DEL USO DE MALLAS MOSQUITERAS IMPREGNADAS CON INSECTICIDAS DE LARGA SOBRE *Aedes aegypti* EN ACAPULCO Y MÉRIDA, MÉXICO

✉ Azael Che-Mendoza<sup>1</sup>, Pablo Manrique-Saide<sup>2</sup>, Guillermo Guillermo-May<sup>2</sup>, Josué Herrera-Bojórquez<sup>2</sup>, Anua Medina-Barreiro<sup>2</sup>, Felipe Dzul-Manzanilla<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Vector Biology Department, Liverpool School of Tropical Medicine, Liverpool L3 5QA, UK,;

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida C.P. 97000, México.

<sup>3</sup>Servicios de Salud del Estado de Guerrero, Chilpancingo C. P. 39090 México.

✉ Correo: chedoza@liverpool.ac.uk

**RESUMEN:** Se presentan los resultados de una intervención con mallas impregnadas con insecticida de larga duración (MILD) instaladas como mosquiteros en puertas y ventanas en viviendas de la colonia Ciudad Renacimiento en Acapulco, Guerrero y diez colonias de Mérida, Yucatán. Se usaron mallas Duranet Clarke® (100% de polietileno no inflamable, 145 ± 5% Denier con una malla de 132 agujeros completos/pulgada<sup>2</sup> Mínimo 20 hoyos completos/cm<sup>2</sup> e insecticida: de 0.55% wwb±15% alfacipermetrina). El impacto de las intervenciones se determinó mediante la comparación pre-y post-intervención de la presencia y abundancia de *Aedes aegypti* en el intradomicilio entre casas/áreas tratados y no tratados de la misma localidad. Los resultados mostraron una reducción significativa en las densidades de vectores adultos después de la instalación de los mosquiteros LLINs, principalmente durante la estación lluviosa. En casas intervenidas la presencia/abundancia de hembras *Aedes* en lluvias disminuyó > 30%/> 50% respectivamente, mientras que en las casas control aumentó.

**Palabras claves:** *Aedes aegypti*, LLINs, dengue

### Impact of long-lasting insecticide treated nets on *Aedes aegypti* in Acapulco and Merida, Mexico

**ABSTRACT:** We report the results of an intervention study with long-lasting insecticide treated nets (LLINs) fixed as mosquito screens on doors and windows of houses in the neighborhood Ciudad Renacimiento at Acapulco Guerrero and ten neighborhoods of Merida Yucatan. Screens were made from Duranet Clarke® material (100% Polyethylene non- flammable, 145 ± 5% Denier with a mesh of 132 complete holes/sq. inch / Minimum 20 complete holes per cm<sup>2</sup> and insecticide content: of 0.55% w.w ±15% alphacypermethrin). Impact of the interventions was determined by comparing pre-and post-intervention measures of the presence and abundance of indoor *Aedes aegypti* between treated and untreated houses/areas of the same locality. Results showed a significant reduction on adult vector densities after protecting houses with LLINs mosquito screens, particularly evident during the rainy season. In houses with mosquito screens the presence and abundance of *Aedes* females during the rainy season decreased >30% and >50% respectively, while in the control houses increased.

**Key words:** *Aedes aegypti*, LLINs, dengue

## INTRODUCCIÓN

La reducción de las poblaciones de adultos del mosquito *Aedes aegypti* y su contacto con el ser humano es una de las nuevas metas y al mismo tiempo un reto vigente para el control del dengue en este siglo (Morrison *et al.*, 2008). Las mallas tratadas con insecticidas (ITNs) reducen el contacto vector-humano de dos maneras, al funcionar como una barrera física y a través de su efecto insecticida y/o repelente. Los mallas impregnadas con insecticidas de larga duración (MILDs) pre-tratados con insecticidas diseñados para prolongar su tiempo de vida útil, evitan la

necesidad de re-tratarlos cada 6 meses (Gunasekaran y Vaidyanathan, 2008) como sucede con el caso de los ITNs.

El uso de MILDs para el control de las poblaciones de mosquitos vectores del dengue es prometedor basado en los resultados de algunos estudios realizados en Haití, Venezuela, México y Guatemala que sugieren que los MILDs, empleados como mallas mosquiteras (tapa-tambos) y/o cortinas en puertas y ventanas, podrían ser efectivos para reducir las poblaciones de *Ae. aegypti* y la transmisión del dengue (Kroeger *et al.*, 2006; Lenhart *et al.*, 2008; Rizzo *et al.*, 2012).

La promoción de “viviendas a pruebas de *Aedes*” (sin criaderos de *Ae. aegypti* y con malla mosquitera en puertas y ventanas para evitar la producción y entrada de mosquitos adultos) es una estrategia que se planea impulsar como elemento central para el manejo integrado de vectores dentro del programa de prevención y control del dengue en México. El empleo de MILDs en forma de mosquiteros instalados permanentemente en puertas y ventanas, para evitar la entrada y más aún, matar a los mosquitos que se acerquen/posen en ellas, no se ha evaluado en ningún sitio con anterioridad, de probarse efectivo maximizaría la prevención y el control del dengue reduciendo las poblaciones de adultos y/o su interacción con el ser humano dentro y alrededor de sus viviendas. Esta estrategia innovadora podría integrarse en las acciones del plan operativo de los estados endémicos a dengue, en particular para la prevención y control dentro de las áreas de elevado riesgo entomológico y de casos.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del uso de MILDs en forma de malla mosquitera en puertas y ventanas de viviendas sobre las poblaciones del mosquito vector del dengue en áreas de alto riesgo de transmisión en Acapulco, Guerrero y Mérida, Yucatán.

## MATERIALES Y MÉTODO

**Sitio de Estudio.** Este estudio se llevó a cabo en 20 colonias de la ciudad de Mérida, ubicada en la península de Yucatán, en el sureste de México (20° 45' y 21° 15' Norte, 89° 30' y 89° 45' Oeste) y en 20 áreas de la colonia Ciudad Renacimiento de Acapulco, situado en el Estado de Guerrero (17° 36' Norte, 99° 57' oeste) a lo largo de la costa del Pacífico de México (Figura 1).

**Muestreos Entomológicos.** Los muestreos entomológicos consistieron en la captura de mosquitos adultos de *Ae. aegypti* en sus sitios de reposo con aspiradoras portátiles (battery powered Modified CDC Backpack Aspirator Model 1412 John Whock Co.®) en cada una de las viviendas (en una submuestra de 32 viviendas). Las capturas se realizaron de 09.00-15.00 hrs. Los mosquitos capturados fueron llevados al laboratorio de Entomología (del LESP en Acapulco y la UCBE/UADY en Mérida) para ser sexados e identificados hasta especie. Se registró el número total de viviendas con adultos de *Ae. aegypti* y el número de adultos por habitación. Se realizaron de 5-7 muestreos: antes de la intervención (Marzo 2011, Septiembre 2011 y Marzo 2012 en Acapulco; Septiembre 2012 en Mérida) y durante 2 años a intervalos de aproximadamente 6 meses post-intervención (PI) (Septiembre 2012, Marzo 2013, Octubre 2013 y Marzo 2014 en Acapulco; Marzo 2013, Octubre 2013, Marzo 2014, Octubre 2014 en Mérida).

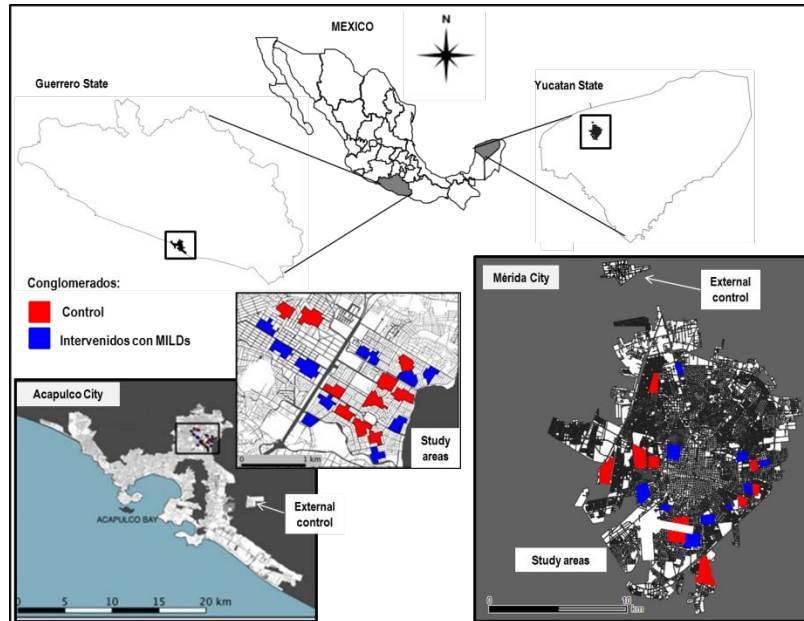


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio. Se muestran las áreas o conglomerados de estudio (20 conglomerados/100 casas c/u) según su tratamiento (intervenidos con MILDs y sin intervención o controles). Una submuestra de 32 casas fueron muestreadas para la evaluación de la intervención.

**Intervenciones.** El estudio se basó en un diseño aleatorio por conglomerados (20 conglomerados/100 casas por conglomerado), a los que se le asignó de forma aleatoria la intervención (10 conglomerados intervenidos y 10 controles). Para los efectos de este estudio, el objetivo fue tener MILDs instaladas permanentemente en todas las puertas y ventanas de todas viviendas a intervenir ( $n = 100$  viviendas/conglomerado, 10 conglomerados intervenidos). Las LLINs están elaboradas de malla Duranet® un material con insecticida de larga duración fabricada por Clarke Mosquito Control (USA) con alfa-cipermetrina (incorporada en los filamentos de polietileno) con un dosis de 5.8 g/kg ai que corresponden 261 mg por  $m^2$  de monofilamento de polietileno. Los marcos fueron hechos de aluminio por una pequeña empresa de la misma localidad. Todas las puertas y ventanas de cada habitación se midieron y fueron protegidas con este material (Figura 2). El total de casas protegidas con MILDs fueron 780 viviendas (78% de cobertura, 780/1000) en Acapulco y 750 viviendas (75% de avance de 980 casas que aceptaron la intervención) en Mérida durante los períodos comprendidos entre de Abril 2012-Enero 2013 y de Noviembre de 2012-Junio de 2013 respectivamente.

**Análisis de datos.** Se realizó un análisis de regresión logística para los datos de presencia/ausencia; las razones de momios (OR) y sus intervalos de confianza al 95% (IC 95%) fueron calculados para cada grupo de viviendas y muestreo. Para los indicadores de abundancia se realizó una regresión binomial negativa usando el tratamiento (0 = viviendas control; 1 = viviendas intervenidas) como variable predictiva; la razón de tasas de incidencia (IRR) y sus IC 95% fueron también calculados. Los análisis se realizaron utilizando STATA 12.0 (Stata Corp, College Station, TX).



Figura 2. La intervención con LNs DuraNet® instaladas permanentemente como mallas mosquiteras en puertas y ventanas en el sitio de estudio.

## RESULTADOS

Durante la pre-intervención todos los indicadores mostraron niveles de infestación similares en ambos grupos (control e intervención).

**Acapulco.** Se redujo significativamente la presencia de adultos (hembras totales, hembras alimentadas y machos de *Aedes*) en las viviendas intervenidas a los cinco meses PI (hembras OR = 0.38 95% IC 0.21-0.69; hembras alimentadas OR = 0.36, 95% IC 0.21-0.60; machos OR = 0.39 95% IC 0.19-0.77) y 12 meses PI para hembras (OR = 0.41 95% IC 0.25-0.68) y machos (OR = 0.41 95% IC 0.27-0.64). A los 18 PI meses se observó reducciones significativas en la presencia de hembras (OR = 0.07, 95% IC 0.05-0.10) y después de dos años se observaron diferencias significativas entre las casas tratadas y no tratadas en hembras (OR = 0.44, 95% IC 0.20-0.95), hembras alimentadas (OR = 0.28, 95% IC 0.10-0.74) y machos (OR = 0.44, 95% IC 0.27-0.71).

El análisis de densidad de infestación mostró una reducción significativa en la media de las abundancias de las casas intervenidas: hembras a los 5 (IRR = 0.37, 95% IC 0.27-0.49) y 12 (IRR = 0.40, 95% IC 0.23-0.70) meses PI; machos a los 5 (IRR = 0.39, 95% IC 0.28-0.54) y 12 (IRR = 0.49, 95% IC 0.33-0.72) meses; hembras alimentadas a los 5 (IRR = 0.32, 95% IC 0.23-0.45). A los 18 meses se observó una reducción significativa en hembras (IRR = 0.12, 95% IC 0.08-0.19). Se observaron diferencias significativas después de dos años de haberse implementado la intervención: hembras (IRR = 0.04, 95% IC 0.21-0.98); hembras alimentadas (IRR = 0.25, 95% IC 0.09-0.70) y machos (IRR = 0.48, 95% IC 0.27-0.86).

**Mérida.** A los 8 meses PI se redujo significativamente la presencia de machos (OR = 0.36, 95% IC 0.20-0.66), pero no las hembras (OR = 0.59, 95% IC 0.28-1.27) y adultos totales (OR =

0.60, 95% IC 0.30–1.20). Se observe un impacto significativo a los 13 meses PI en las hembras (OR = 0.35, 95% IC 0.17–0.72) y adultos totales (OR = 0.43, 95% IC 0.21–0.89).

El análisis de densidad de infestación mostró una reducción significativa en la media de las abundancias de las casas intervenidas: hembras a los 8 (IRR = 0.41, 95% IC 0.18–0.95) y 13 meses (IRR = 0.35, 95% IC 0.18–0.69) PI; machos a los 8 (IRR = 0.29, 95% IC 0.13–0.66) y 13 meses (IRR = 0.55, 95% IC 0.31–0.96); total de adultos a los 8 meses (IRR = 0.41, 95% IC 0.18–0.95) pero no a los 13 (IRR = 0.35, 95% IC 0.18–0.69).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En América Latina en particular, los primeros indicios apuntan a que el uso de MILDs (en forma de cortinas y/o cubre tambos) es eficaz para reducir las poblaciones del vector del dengue en los hogares (Kroeger *et al.*, 2006; Lenhart *et al.*, 2008; Rizzo *et al.*, 2012). Sin embargo, un problema clave para el abordaje de este tipo de intervenciones emerge de estos primeros estudios: con el tiempo la cobertura de las intervenciones basadas en MILDs caen drásticamente (Tun-Lin, *et al.*, 2009; Vanlerberghe *et al.*, 2011b), y sin duda comprometiendo su efectividad considerando que la sostenibilidad a largo plazo es fundamental para su eficacia. Este problema podría resolverse mediante la instalación permanente de materiales tratados con insecticidas en las ventanas y puertas. Además, su ubicación en puertas y ventanas teóricamente tendría un efecto sobre el número de mosquitos, no sólo de *Aedes*, sino también sobre otros insectos, al intentar entrar en la casa y también tendría un efecto potencial sobre la supervivencia de los que intentan salir (Kirby *et al.*, 2009; Ogoma *et al.*, 2010).

El impacto de la intervención sobre la abundancia de hembras adultas *Ae. aegypti* fue mayor que el impacto observado en un estudio reciente de cortinas impregnadas con un piretroide (Loroño-Pino *et al.*, 2013), donde una reducción del 27% de los adultos *Aedes* sólo se mantuvo durante un corto período de tiempo después de la instalación de la cortina. Otros estudios de cortinas tratados con insecticida en América Latina sólo han reportado un impacto entomológico utilizando indicadores basados en etapas inmaduras de *Ae. aegypti* (Kroeger *et al.*, 2006; Lenhart *et al.*, 2008; Rizzo *et al.*, 2013; Vanlerberghe *et al.*, 2011a y 2013).

Este estudio demostró un impacto significativo de las mallas MILDs instaladas en forma de mosquiteros en la reducción de las poblaciones de mosquitos adultos dentro de la vivienda, siendo un factor protector de la presencia del vector del Dengue.

## AGRADECIMIENTOS

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (proyectos GUE-2008-02-108686 y SALUD-2011-1-161551 FOMIX-CONACYT Mexico); al UNICEF/UNDP/World Bank/WHO Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR) (proyecto “Innovative Community Based Ecosystem Management Interventions for Improved Dengue Prevention in Mexico”) por su apoyo financiero; a los Servicios de Salud de Guerrero y a la UCBE-UADY Mérida, México por las facilidades otorgadas para el uso del laboratorio e insectario; y a los residentes de Mérida y Acapulco por permitirnos el acceso a sus viviendas para la recolecta del material biológico.

## LITERATURA CITADA

Gunasekaran K, Vaidyanathan K. 2008. Wash resistance of PermaNets in comparison to hand-treated nets. *Acta Trop*, 108:154–157.



- Kroeger A, Lenhart A, Ochoa M, Villegas E, Levy M, Alexander N, McCall PJ. 2006. Effective control of dengue vectors with curtains and water container covers treated with insecticide in Mexico and Venezuela: cluster randomised trials. *British Medical Journal*, 332, 1247-52.
- Kirby, M.J., Ameh, D., Bottomley, C., Green, C., Jawara, M., Milligan, P.J., Snell, P.C., Conway, D.J., & Lindsay, S.W. 2009. Effect of two different house screening interventions on exposure to malaria vectors and on anaemia in children in The Gambia: a randomised controlled trial. *Lancet* 374, (9694) 998-1009
- Lenhart A, Orelus N, Maskill R, Alexander N, Streit T, McCall PJ. 2008. Insecticide-treated bednets to control dengue vectors: preliminary evidence from a controlled trial in Haiti. *Tropical Medicine and International Health*, 13, 56-67.
- Loroño-Pino MA, García-Rejón JE, Machain-Williams C, Gomez-Carro S, Nuñez-Ayala G, Nájera-Vázquez Mdel R, Losoya A, Aguilar L, Saavedra-Rodriguez K, Lozano-Fuentes S, Beaty MK, Black WC 4th, Keefe TJ, Eisen L, Beaty BJ. 2013. Towards a casa segura: a consumer product study of the effect of insecticide-treated curtains on and dengue virus infections in the home. *Am J Trop Med Hyg.* 89(2):385-97.
- Morrison AC, Zielinski-Gutierrez E, Scott TW, Rosenberg R. 2008. Defining Challenges and Proposing Solutions for Control of the Virus Vector *Aedes aegypti*. *PLoS Med* 5(3): e 68 doi:10.1371/journal.pmed.0050068.
- Ogoma, S.B., Lweitoijera, D.W., Ngonyani, H., Furer, B., Russell, T.L., Mukabana, W.R., Killeen, G.F., & Moore, S.J. 2010. Screening mosquito house entry points as a potential method for integrated control of endophagic filariasis, arbovirus and malaria vectors. *PLoS.Negl.Trop.Dis* 4(8) e773.
- Rizzo N, Gramajo R, Cabrera-Escobar M, Arana B, Kroeger A, Manrique-Saide P, Petzold M. 2012. Dengue vector management using insecticide treated materials and targeted interventions on productive breeding-sites in Guatemala. *BMC Public Health*, 12:931.
- Tun Lin W, Lenhart A, Vu Sinh Nam, Rebollar-Tellez E, Morrison A, Barbazan P, Cote M, Midega J., Sanchez F, Manrique-Saide P., Kroeger A, Nathan M, F. Meheus, Petzold M. 2009. Reducing costs and operational constraints of dengue vector control by targeting productive breeding places: a multi-country non-inferiority randomized trial. *Trop Med Int Health* 14(9): 1143-1153.
- Vanlerberghe V, Villegas E, Oviedo M, Baly A, Lenhart A, McCall PJ, Van der Stuyft P. 2011a Evaluation of the effectiveness of insecticide treated materials for household level dengue vector control. *PLoS Negl Trop Dis.* 5(3):e994.
- Vanlerberghe, V., Villegas, E., Jirarojwatana, S., Santana, N., Trongtorkit, Y., Jirarojwatana, R., Srisupap, W., Lefevre, P., & Van der Stuyft, P. 2011b. Determinants of uptake, short-term and continued use of insecticide-treated curtains and jar covers for dengue control. *Trop Med Int Health* 16(2): 162-173.
- Vanlerberghe V, Trongtorkit Y, Jirarojwatana S, Jirarojwatana R, Lenhart A, Apiwathnasorn C, *et al.* 2013. Coverage-dependent effect of insecticide-treated curtains for dengue control in Thailand. *Am J Trop Med Hyg.* 89(1):93-98.