

Uso de mosquiteros y otros materiales impregnados con insecticida para el control de la malaria en las Américas¹

R. H. Zimmerman² y J. Voorham³

RESUMEN

En el presente artículo se analiza el uso actual de mosquiteros y de otros materiales impregnados con insecticida en las Américas. Se examinan diversos estudios efectuados en Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, Perú, Suriname y Venezuela y se llega a la conclusión de que, en su mayor parte, estos estudios adolecen de graves deficiencias de diseño experimental, problemas de excesiva brevedad, y medición inadecuada de indicadores de salud. En el análisis se resalta la gran dificultad de llevar a cabo estudios científicos que buscan determinar el efecto de los materiales tratados con insecticida en la incidencia de malaria. En particular, la baja incidencia de malaria en las Américas, la elevada prevalencia de Plasmodium vivax y de casos recurrentes, y la relación existente entre los patrones de actividad del ser humano y los hábitos de picadura crepusculares de ciertos vectores de la malaria impiden hacer experimentos de fácil diseño y ejecución. Por ahora sería prematuro usar mosquiteros u otros materiales impregnados con insecticida como componentes principales de un programa integral para el control de la malaria. No obstante, se recomienda que se considere la posibilidad de realizar ensayos e intervenciones bien diseñados a gran escala, siempre que se basen en un conocimiento profundo de la dinámica de la transmisión de la malaria en la zona en estudio.

El uso de materiales impregnados con insecticida se ha convertido en un tema de importancia en las investigaciones y el control de la malaria (1-3). Se ha desplegado un magno esfuerzo en África y Asia por realizar ensayos a

gran escala con mosquiteros e introducir el uso de los mismos en el servicio de salud pública como componente de un programa integral para el control de la malaria (4-7). La premisa básica a favor del uso de materiales impregnados con insecticida para controlar la malaria es que reducen el contacto entre el ser humano y el vector y el número de mosquitos infectantes e infectados, puesto que eliminan una parte o la mayoría de los que tocan el material tratado. Se aplica la misma lógica para justificar la fumigación del interior de las viviendas con insecticida. No obstante, los materiales impregnados tienen la ventaja de poder utilizarse en el ámbito local, de pres-

tarse para actividades realizadas con la participación de la comunidad y de complementar otros métodos usados actualmente para el control de vectores y de la malaria.

Sexton (5) hizo una revisión del uso de materiales impregnados para el control de la malaria y sus vectores fuera de las Américas. Concluyó que podría reducir los episodios clínicos de malaria y parasitemia, la incidencia y prevalencia de malaria y la mortalidad por malaria en niños menores de 5 años. En la revisión se examinó la relación entre el efecto del procedimiento en los vectores y la reducción de la entrada a las viviendas, los cambios en los hábitos de alimentación y reposo y

¹ Se publicó en inglés en la *Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health*, Vol. 2, No. 1, 1997, con el título "Use of insecticide-impregnated mosquito nets and other impregnated materials for malaria control in the Americas".

² Organización Panamericana de la Salud, Brasilia, Brasil. Toda correspondencia debe dirigirse a este autor a la siguiente dirección postal: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde; Setor de Embaixadas Norte, Lote 19, Brasília, DF 70800-400 Brasil.

³ Organización Panamericana de la Salud, Brasilia, Brasil.

la reducción de la longevidad. Una conclusión general de la revisión fue que aumentaría el uso de mosquiteros y cortinas impregnados, especialmente si la extensa investigación que está en marcha en África mostraba una baja de la mortalidad infantil. Según los resultados obtenidos recientemente en dos de los ensayos que se realizan en Kenya (6) y Ghana (7), la supervivencia infantil mejoró con el uso de mosquiteros impregnados. Por añadidura, el ensayo de Kenya arrojó las primeras pruebas de que el uso de mosquiteros impregnados también reduce la grave morbilidad que causa la malaria (6).

En las Américas se han realizado varios estudios con materiales impregnados con insecticida para controlar la malaria (8-20). Ahora es preciso determinar si hay o no suficientes pruebas convincentes para recomendar el uso generalizado de materiales impregnados en las Américas o si se deben fomentar ensayos específicos a gran escala, como los realizados en África y Asia.

En el presente artículo se examina la investigación en curso sobre el uso de materiales impregnados en las Américas y se recomienda esta última práctica.

ESTUDIOS REALIZADOS EN LAS AMÉRICAS

Brasil

Se han realizado varios ensayos inéditos con cortinas de yute impregnadas en albergues sin paredes. Un estudio realizado en Utinga (Belén, Estado de Pará) que duró 22 semanas en 1983 y 1984, mostró una reducción de 95% de las picaduras de mosquitos anofelinos en el interior cuando solo 5% del espacio estaba desprotegido, y una reducción de 80% cuando 17% estaba en esas mismas condiciones. Se registraron resultados similares cuando se usaron cortinas tratadas con insecticida, en vez de cortinas no tratadas. Los insecticidas usados, que fueron el malatión y el propoxur, se consideraron eficaces contra los mos-

quitos por un período de 6 meses, según las pruebas de biovaloración de la OMS.

Se obtuvieron resultados similares en un ensayo realizado con diclorodimetiltricloroetano (DDT) y malatión entre 1984 y 1985 en la región minera de Cumarú en el Estado de Pará (datos inéditos, OPS/SUCAM⁴).

En el Estado de Amapá se realizaron estudios en un campo minero llamado Lourenço entre 1986 y 1987 (8; datos inéditos, OPS/SUCAM). El estudio se efectuó con deltametrina a una concentración de 20 mg de ingrediente activo (i.a.) por metro cuadrado en cortinas de yute. La incidencia de malaria se determinó por detección activa y pasiva de casos y mediante exámenes de frotis de sangre. La incidencia media de malaria causada por *Plasmodium falciparum* en la población en general se redujo mucho un año después de introducir las cortinas impregnadas (de 40 a 4%, $P < 0,01$). Aun cuando se produjo la disminución de la incidencia de malaria en Lourenço, otros sitios de explotación minera de la zona no mostraron una menor incidencia de la enfermedad.

En fecha más reciente, Cavalcante (9) ha experimentado con el uso de cortinas impregnadas para cubrir por todas partes las barracas sin paredes empleadas por los mineros. Examinó solamente los factores entomológicos y usó tela de fibra sintética (rafia) y tela de yute (arpillera). Sus resultados demostraron que el DDT (2 mg i.a./m²) y la deltametrina (25 mg i.a./m²) tuvieron un efecto repelente que duró hasta 120 días. La mortalidad de los mosquitos por el uso de cortinas de fibra sintética tratadas con DDT se redujo de 100% cuando empezó el experimento a 23% al cabo de 240 días (en pruebas de biovaloración de la OMS). La mortalidad de los mosquitos anofelinos expuestos a yute tratado con DDT bajó de 100 a 51% en el mismo período. La mortalidad de los expuestos a deltametrina disminuyó de 100 a 84% con las cortinas de fibra

sintética y de 100 a 56% con las de yute al cabo de 240 días. Los efectos de los insecticidas duraron más en los lados de las barracas alejados del sol y en las partes más altas. Más tarde, en otro ensayo realizado en Manaus con deltametrina (25 mg i.a./m²) para impregnar mosquiteros de rafia, se observó que la mortalidad de los mosquitos seguía siendo de 87% al cabo de 360 días (10).

En el municipio de Costa Marques, Estado de Rondonia, se investigó entre 1992 y 1993 la eficacia de los mosquiteros impregnados (11). En este estudio se compararon tres grupos, cada uno con 20 casas en las que se emplearon mosquiteros de algodón impregnados con deltametrina (20 mg i.a./m²), mosquiteros sin insecticida, y ningún mosquitero (grupo control). Los mosquiteros tratados se reimpregnaron con insecticida al cabo de 6 meses. El uso de mosquiteros durante el estudio fue irregular y varió de 48,3 a 78,8%. Los principales vectores de la zona fueron *Anopheles darlingi* y *A. deaneorum* y el parásito predominante fue *Plasmodium vivax* (encontrado en 63,0% de las infecciones). Se realizaron evaluaciones clínicas, parasitológicas y entomológicas bimestralmente por un año. El número de mosquitos registrado por recuentos al posarse en el ser humano en el interior de las viviendas con mosquiteros impregnados fluctuó con el tiempo, lo mismo que la captura de mosquitos en las viviendas con mosquiteros sin tratar y en las casas control. No se hizo una comparación estadística de los resultados obtenidos en los tres grupos de casas, pero las comparaciones generales mostraron que no había diferencias observables entre los grupos que usaron mosquiteros tratados y sin tratar. Además, los indicadores epidemiológicos normales (prevalencia de malaria, esplenomegalia y serología) revelaron la ausencia de un efecto constante en la morbilidad causada por malaria por grupo de edad. El autor afirma que el principal factor que contribuyó a la falta de diferencias significativas entre el grupo control y los grupos sometidos a la intervención fue una reducción general de la incidencia de malaria en todo el estado.

⁴ SUCAM = Superintendencia de Campañas de Salud Pública.

Colombia

En la región del Río San Juan, a lo largo de la Costa del Pacífico de Colombia en la localidad de Potedó, se realizó entre 1993 y 1994 un estudio sobre el control de la malaria con mosquiteros de algodón y de fibra sintética impregnados con lambda-cihalotrina (10–30 mg i.a./m²) como parte de una investigación más amplia sobre el control de la enfermedad (12). La intervención centrada en el uso de mosquiteros se realizó en 11 localidades apareadas (en 11 se usaron mosquiteros tratados y 11 fueron controles). El número de residentes de los asentamientos sometidos a la intervención fue de 1 225 antes de ella y de 1 418 después. Las localidades control tenían 1 220 habitantes antes y 1 032 después. Por medio de entrevistas domiciliarias se evaluó la incidencia de malaria 2 semanas antes y 4 meses después de la intervención. El parásito *Plasmodium* hallado con más frecuencia fue *P. falciparum* (presente en 68,5% de las infecciones); el principal vector fue *A. neivai*. Dos localidades en que hubo intervención mostraron una mayor incidencia de malaria y nueve mostraron una reducción 4 meses después del procedimiento, con lo que la incidencia promedio cambió de 6,5 a 2,3%. Cinco localidades control mostraron una mayor incidencia de malaria y seis, una incidencia más baja, fenómeno que hizo cambiar la incidencia promedio de 9,1 a 7,5%. Solo 58,9% de las viviendas situadas en los lugares sometidos a la intervención tenían mosquiteros tratados al final del estudio en 1994. El uso limitado de mosquiteros en dichos lugares parece haber sido la principal deficiencia de este estudio (12).

Ecuador

En la provincia costera septentrional de Esmeraldas, un proyecto interdisciplinario para el control de la malaria y la leishmaniasis fue realizado conjuntamente entre 1989 y 1990 por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador y la Universidad de Heidelberg, Ale-

mania (13). El proyecto consistió en parte en evaluar la eficacia del uso de mosquiteros de algodón (85%) y de fibra sintética (15%) tratados con permetrina (300 mg i.a./m²). Se compararon tres grupos de sujetos. Un grupo compuesto de 225 familias (1 561 personas) recibió mosquiteros tratados más información sobre la malaria; el mismo tuvo una cobertura de 80% durante el período de estudio. Un segundo grupo formado por 235 familias (1 455 personas) recibió mosquiteros tratados, pero no recibió información; la cobertura en este grupo fue de 45%. Un tercer grupo, que sirvió de control y se compuso de 916 familias (5 599 personas), no recibió ni mosquiteros tratados ni información. Se observó *P. vivax* en la mayoría (75,7%) de los casos de malaria detectados; el vector principal fue *A. albimanus*. No hubo diferencias significativas entre los grupos que fueron sometidos a la intervención y el grupo control con respecto a la incidencia de malaria, que se determinó mediante la detección activa de casos 2 semanas antes y 8 meses después de la intervención. Sin embargo, al cabo de 8 meses el grupo que fue objeto de la intervención más intensa mostró una baja de la incidencia de malaria de 1,0% (de 12,7 a 11,7%) y el grupo control presentó un aumento de 2,2% (de 13,5 a 15,7%).

Se adujeron varias razones para explicar los resultados deficientes. Una fue que la mayor abundancia de mosquitos anofelinos durante el año en que se realizó la intervención aumentó mucho el contacto del vector con el ser humano. Otra fue que la fumigación periódica del interior de las viviendas para prevenir la malaria fue suspendida poco antes de la prueba, y la suspensión pudo haber mantenido alta la incidencia de malaria en el grupo sometido a la intervención y también elevado levemente la incidencia en el grupo control. Asimismo, cabe señalar que los participantes lavaban los mosquiteros con frecuencia y que la cobertura de 80% lograda con estos puede que no haya sido suficiente.

Se realizó otro estudio con mosquiteros de algodón y fibra sintética

impregnados con permetrina (200–300 mg i.a./m²) en la provincia de Esmeraldas en 1993 y 1994 (12). En el cantón de Bordón se seleccionaron nueve localidades apareadas. *P. falciparum* fue observado en 85,7% de las infecciones maláricas detectadas en esas localidades; el principal vector fue *A. albimanus*. Aunque las localidades fueron apareadas, no se usaron testigos. Más bien, las localidades donde se usó DDT para fumigar el interior de las viviendas se compararon con otras donde se emplearon mosquiteros impregnados. Las localidades estudiadas en que se usaron mosquiteros tratados tenían 2 093 habitantes antes y 1 806 después de la intervención, mientras que las localidades donde las viviendas fueron fumigadas con DDT tenían 1 711 y 1 422, respectivamente. La cobertura con mosquiteros colocados sobre la cama varió de 81,8 a 88,6% durante el ensayo. La incidencia media de malaria en las nueve localidades que fueron sometidas a la intervención 4 meses antes del tratamiento de los mosquiteros fue de 21,6%, en lugar de 5,3% 4 meses después. En términos comparados, la incidencia de malaria en las localidades tratadas con DDT alcanzó un promedio de 16,4% antes de la intervención y de 5,8% después de ella. En general los mosquiteros tratados redujeron la incidencia de malaria; no obstante, no es posible afirmarlo con seguridad debido a la falta de datos control.

Se efectuó otro estudio similar en el Cantón de Muísne, provincia de Esmeraldas, entre 1991 y 1992. Se seleccionaron siete localidades apareadas para la intervención y los controles (12). Las comunidades anteriores tenían una población de 1 225 y 1 418 habitantes antes y después de la intervención, respectivamente, y sus localidades control correspondientes, de 1 220 y 1 032. El vector predominante en la zona fue *A. albimanus* y el parásito predominante fue *P. falciparum* (detectado en 68,6% de las infecciones maláricas). La cobertura con mosquiteros aumentó de 82% al comienzo del estudio a 96,2% al final. Se redujo la incidencia media de malaria de 9,6% cerca del comienzo de la intervención a 3,7%

al cabo de 4 meses en las comunidades donde se usaron mosquiteros impregnados, y de 7,9 a 4,6% en las localidades control. Un factor que limitara el éxito de la intervención quizá haya sido una elevada tasa de infección por *P. vivax* (50%) con poca detección de casos y una presunta coincidencia parcial de los ataques de malaria en el grupo control (14).

Guatemala

El único estudio en la zona de Centroamérica y México se realizó en el norte de Guatemala entre 1990 y 1991 (15, 16). Se determinaron la incidencia y la prevalencia puntual de malaria durante todo el estudio y se compararon los resultados obtenidos en localidades separadas donde se emplearon mosquiteros de poliéster tratados con permetrina (500 mg i.a./m²) o sin ella, o donde no se usó ningún mosquitero. En otras dos localidades, 25 casas usaron mosquiteros tratados y 25 sirvieron de control. El parásito de la malaria que predominó durante todo el estudio fue *P. vivax* (observado en 90% de los casos) (15) y los principales vectores de la malaria fueron *A. albimanus* y *A. vestitipennis* (16). Durante el ensayo, la cobertura con mosquiteros colocados sobre la cama fue de 99%.

Después de 13 meses, la densidad de la incidencia (casos por 1 000 años-persona de observación) fue mucho menor en la localidad con mosquiteros tratados (86 casos por 1 000 habitantes) y en la localidad en que se usaron mosquiteros sin tratar (106 casos por 1 000 habitantes), que en la localidad control (200 casos por 1 000 habitantes). Además, los episodios de malaria sintomática fueron menores entre personas que usaron mosquiteros tratados al compararse con las personas que usaron mosquiteros sin tratar, pero esa diferencia no fue estadísticamente significativa.

Los resultados de la evaluación entomológica fueron los siguientes: 1) Se observaron menos mosquitos anofelinos en reposo en el interior de las viviendas donde había mosquiteros tratados que en las otras casas; 2) el número promedio de mosquitos cap-

turados con cebos humanos en las viviendas en que había mosquiteros tratados no difirió de forma significativa del número capturado por el mismo método en otras viviendas; y 3) se recuperaron 20 veces más mosquitos muertos en los paneles horizontales de los mosquiteros tratados que en los paneles de los mosquiteros no tratados (16). Esta mayor cantidad de mosquitos muertos en los mosquiteros tratados podría ser un indicador del efecto que tuvieron los mosquiteros tratados en los mosquitos infectados e infectantes.

Perú

En la provincia costera septentrional de Piura, en la comunidad de San Juan Bautista de Catacaos, se realizó un intenso estudio epidemiológico de malaria entre 1991 y 1993 (17). Parte de ese estudio incluyó la puesta a prueba de mosquiteros impregnados con piretroides. Algunos de los mosquiteros eran de algodón y otros de fibra sintética. El insecticida empleado durante el primer año de la prueba fue lambda-cihalotrina (9 mg i.a./m²) y durante el segundo año, permetrina (550 mg i.a./m²). Se seleccionaron seis localidades para efectuar la intervención y otras seis sirvieron de controles. Antes de la intervención se sometieron a la prueba detectora de malaria solo muestras aleatorias de las poblaciones estudiadas (308 residentes de las comunidades en que se hizo la intervención y 766 de las localidades control). Sin embargo, después de la intervención se sometió a prueba a la población en general (2 693 habitantes en las comunidades en que hubo intervención y 4 117 habitantes en las comunidades control). El parásito de la malaria que se observó con mayor frecuencia (en 99% de los casos) fue *P. vivax*; el vector de la malaria más común fue *A. albimanus*. El porcentaje de la población de la comunidad donde hubo intervención que usó mosquiteros para su protección personal varió de 62,9% en el primer año a 67,2% en el segundo. Durante el primer año, la incidencia media de malaria aumentó de 19,5 a

27,4% en las comunidades que fueron objeto de intervención y de 15,1 a 30,3% en las localidades control, siendo el aumento en estas últimas más del doble del observado en las primeras. En el segundo año, la incidencia media de malaria se redujo a 10,5% en las comunidades de la intervención y a 11,3% en las localidades control. Los autores se preguntaron si el cambio de insecticida podría haber afectado a la incidencia de malaria. La elevada prevalencia de *P. vivax*, la actividad de picadura temprana de *A. albimanus* y la poca cobertura con mosquiteros fueron probablemente las razones de la falta de diferencias significativas en la incidencia media de malaria en las comunidades donde hubo intervención y en las comunidades control (14).

En el Departamento de Madre de Dios, en la Amazonia peruana, se realizó un segundo estudio con mosquiteros impregnados con permetrina entre 1991 y 1992 (18). Se seleccionaron para el estudio 18 comunidades apareadas; las comunidades en que se llevó a cabo la intervención tenían una población de 3 018 y 2 993 habitantes antes y después de ella, respectivamente, y las comunidades control correspondientes, de 4 285 y 2 716 antes y después. La cobertura con mosquiteros antes de la intervención fue de 90%. Al comienzo del estudio se impregnaron con permetrina (225–497 mg i.a./m²) 67,2% de los mosquiteros en las comunidades objeto de intervención; se aplicó un segundo tratamiento a 42,4% de los mosquiteros 2 a 6 meses después del primero. Se observó *P. vivax* en todos los casos de malaria detectados; los mosquitos anofelinos más abundantes fueron *A. evansae*, *A. nuñeztovari* y *A. rangeli*. La incidencia media de malaria en todas las comunidades en que hubo intervención, consideradas en conjunto, se redujo de 8,3% antes del ensayo a 3,7% después, mientras que en las comunidades control la incidencia media se mantuvo básicamente inalterada, con un aumento de 5,4% antes del ensayo a 5,5% después de él. No obstante, los autores señalaron que solo se detectaron cambios importantes en la inciden-

cia de malaria en las comunidades objeto de la intervención donde la incidencia previa era mayor de 10%. En las comunidades sometidas a la intervención donde la incidencia previa de malaria era menor de 10% no se observó ningún cambio significativo de la incidencia de malaria al compararse con las comunidades control.

Suriname

En Suriname se han realizado tres estudios con mosquiteros tratados. En uno, que fue publicado en 1989, se examinaron mosquiteros para hamacas hechos de algodón e impregnados con permectrina, así como su efecto sobre la mortalidad de los mosquitos anofelinos que entraron a la barraca donde se habían instalado (19). Los resultados de la captura de mosquitos mediante trampas de salida revelaron una mortalidad de 58% entre los mosquitos que salían de la barraca con mosquiteros impregnados, frente a una de 27% entre los que salían de la barraca control. Aunque estos resultados fueron alentadores, la elevada tasa de mortalidad de los controles impidió hacer una comparación estadística válida.

De 1989 a 1991 se sometieron a prueba los mosquiteros para hamacas impregnados con permectrina (500 mg i.a./m²) en todos los poblados amerindios del sur de Suriname. La cobertura con mosquiteros para hamacas fue de 100%. Al cabo de 36 meses, la prevalencia de malaria se redujo de alrededor de 15 a 20%, a menos de 1%.⁵ Estos buenos resultados se atribuyeron al uso habitual en esa cultura de mosquiteros sobre las hamacas y a la poca frecuencia de los lavados, que varió de cada mes a cada 4 meses (J. Voorham, datos inéditos).

Voorham (20) postuló que, debido a la costumbre de la población bosqui-mana de Suriname de lavar los mosquiteros semanalmente (costumbre diferente a la amerindia), en esa población la eficacia relativa de los mosquiteros tratados sería baja. Por lo tanto,

experimentó con el uso de una malla gruesa de nilón impregnada con lambda-cihalotrina para cubrir las aperturas grandes de las paredes de madera de las barracas. Con el propósito de evaluar la actividad de picadura de los vectores anofelinos, se empleó el recuento de mosquitos capturados en trampas de salida y al posarse. Según los resultados, la actividad de picadura en el interior se redujo mucho más en las barracas experimentales que en las que sirvieron de controles. Al no observarse actividad por insecticida al cabo de 11 meses, se empleó un método de reimpregnación con cepillos. Posteriormente se introdujo el uso de malla gruesa impregnada en toda la parte oriental del interior de Suriname para reemplazar la fumigación de viviendas con DDT. La prevalencia de casos causados por *P. falciparum* y *P. malariae* (no ocurrió ninguno causado por *P. vivax* en la zona estudiada) se redujo mucho, de 35–40% a 5–10%. Como no fue fácil mantener la buena cobertura obtenida al principio, la prevalencia de malaria aumentó al cabo de un año, aunque siguió siendo menor que en épocas anteriores.

Venezuela

En 1986 se realizó en Las Majadas, Estado de Bolívar, un estudio preliminar con mosquiteros tratados.⁶ Las Majadas tenía en aquel momento 350 habitantes, entre los cuales había 55 adultos que usaban mosquiteros. Para el estudio se fumigaron con permectrina 33 de los 55 mosquiteros y 6 meses más tarde se preguntó a 22 de las 33 personas que contrajeron malaria si habían usado los mosquiteros impregnados. Solo una lo había hecho. Los investigadores concluyeron que esa persona había contraído malaria posiblemente fuera del área protegida por el mosquitero. Esa fue la primera experiencia que tuvo Venezuela con la

puesta a prueba de mosquiteros y, según los investigadores, se necesitaría un mayor esfuerzo para evaluar debidamente ese método de control de la malaria. Desde entonces se ha procurado hacer uno o dos estudios pequeños de cuyos resultados no han podido sacarse conclusiones firmes; no se ha realizado ningún ensayo a gran escala.

CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios aquí descritos (cuadro 1) no han sido fáciles de interpretar por su gran variabilidad. A excepción del estudio en Guatemala, casi todos tuvieron deficiencias de diseño experimental, brevedad y medición inadecuada de los indicadores de salud (21). Los estudios efectuados con mosquiteros en Colombia, Ecuador y Perú formaron parte de proyectos epidemiológicos y educativos de mayor envergadura y fueron realizados por el mismo grupo básico de científicos con métodos experimentales similares (12, 13, 17, 18). Cuando describen estos estudios, los autores señalan las limitaciones del diseño experimental y las dificultades que entraña realizar ensayos con mosquiteros para camas en la región. Por añadidura, Kroeger et al. (14) examinaron los resultados de cuatro de estos ensayos y determinaron que los principales factores limitantes eran una elevada prevalencia de *P. vivax*, poca cobertura con mosquiteros para camas dentro de la comunidad y la variabilidad de los índices de picadura del vector.

En Guatemala, los autores llegaron a la conclusión de que se necesitaba una muestra mayor para determinar si los mosquiteros tratados reducían la incidencia de malaria más que los no tratados (15). Determinaron, asimismo, que se necesitaban estudios epidemiológicos y sociológicos adicionales para confirmar el valor de los mosquiteros impregnados para el control de la malaria en el norte de ese país.

Hace poco se examinó en un meta-análisis de resultados publicados la eficacia de los mosquiteros impregnados con insecticida para reducir las

⁵ Voorham J, comunicación personal.

⁶ Rubio-Palís Y, Escuela de Malariología y Saneamiento Ambiental Dr. Arnoldo Gabalón, Maracay, Venezuela, comunicación personal.

CUADRO 1. Resumen de los estudios de control de la malaria^a que se han efectuado en las Américas con materiales impregnados con insecticida

Localización	Duración	Insecticida	Artículo usado y % de cobertura alcanzada	Especie de <i>Plasmodium</i> predominante	Vector predominante	Resultados ^b
Brasil: Lourenço, 1986–87	24 meses	Deltametrina 20 mg i.a./m ²	Cortinas (yute) 100%	<i>P. falciparum</i>	<i>A. darlingi</i>	Reducción de la incidencia de malaria
Brasil: Costa Marques, 1992–93	12 meses	Deltametrina 20 mg i.a./m ²	Mosquiteros 48,3–78,8%	63% <i>P. vivax</i>	<i>A. darlingi</i> , <i>A. deaneorum</i>	Sin diferencia en la incidencia de malaria
Colombia: Potedó, Río San Juan, 1993–94	8 meses	Lambda-cihalotrina 10–30 mg i.a./m ²	Mosquiteros 58,9%	68,5% <i>P. falciparum</i>	<i>A. neivai</i>	Reducción de la incidencia de malaria (antes/después)
Ecuador: Esmeraldas, 1989–90	12 meses	Permetrina 300 mg i.a./m ²	Mosquiteros 45–80%	75,7% <i>P. vivax</i>	<i>A. albimanus</i>	Sin diferencia significativa en la incidencia de malaria
Ecuador: Esmeraldas, Bordón, 1993–94	8 meses	Permetrina 200–300 mg i.a./m ²	Mosquiteros 81,8–88,6%	85,7% <i>P. falciparum</i>	<i>A. albimanus</i>	Sin diferencia significativa demostrada en la incidencia de malaria
Ecuador: Muisne, 1991–92	8 meses	Permetrina 200–300 mg i.a./m ²	Mosquiteros 82,0–96,2%	68,6% <i>P. falciparum</i>	<i>A. albimanus</i>	Sin diferencia en la incidencia de malaria
Guatemala: Los Amates, 1990–91	13 meses	Permetrina 500 mg i.a./m ²	Mosquiteros 99,0%	90% <i>P. vivax</i>	<i>A. albimanus</i> <i>A. vestitipennis</i>	Reducción importante de la incidencia de malaria
Perú: Piura, Catacaos, 1992–93	24 meses	Lambda-cihalotrina, 9 mg i.a./m ² , primer año; permetrina, 550 mg i.a./m ² , segundo año	Mosquiteros 62,9–67,2%	99% <i>P. vivax</i>	<i>A. albimanus</i>	Sin diferencia significativa entre las comunidades de intervención y control
Perú: Madre de Dios, 1991–92	8 meses	Permetrina 225–497 mg i.a./m ²	Mosquiteros 60,8%	100% <i>P. vivax</i>	<i>A. evansae</i> , <i>A. nuñeztovari</i> , <i>A. rangeli</i>	Reducción de la malaria en localidades con más de 10% de incidencia
Suriname: 1989–91	36 meses	Permetrina 500 mg i.a./m ²	Mosquiteros para hamacas 100%	<i>P. falciparum</i>	<i>A. darlingi</i>	Reducción de la incidencia de malaria
Suriname: 1989–92	36 meses	Lambda-cihalotrina 25 mg i.a./m ²	Malla gruesa 100%	95% <i>P. falciparum</i>	<i>A. darlingi</i>	Reducción de la incidencia de malaria
Venezuela: Las Majadas, 1986	6 meses	Piretroide sintético	Mosquiteros	70% <i>P. falciparum</i>	<i>A. darlingi</i>	Estudio preliminar

^a Los estudios efectuados en el Brasil (Lourenço), Venezuela (Las Majadas) y Suriname se hicieron sin controles, antes y después de la intervención. Los demás ensayos fueron estudios de casos y controles. En Bordón, Ecuador, se emplearon localidades donde se fumigaron las viviendas con DDT para compararlas con otras donde se usaron mosquiteros tratados.

^b Véanse los resultados particulares en el texto y más detalles sobre los estudios realizados en Muisne, Potedó, Catacaos y Madre de Dios en Kroeger et al. (14).

infecciones maláricas (22). El único estudio de las Américas que se incluyó fue el de Guatemala y este también se excluyó del análisis final por ser demasiado pocos los estudios realizados en zonas afectadas por malaria causada por *P. vivax* para poder hacer un metaanálisis. (Donde prevalece este tipo de malaria, los casos recidivantes podrían confundir el análisis (22)).

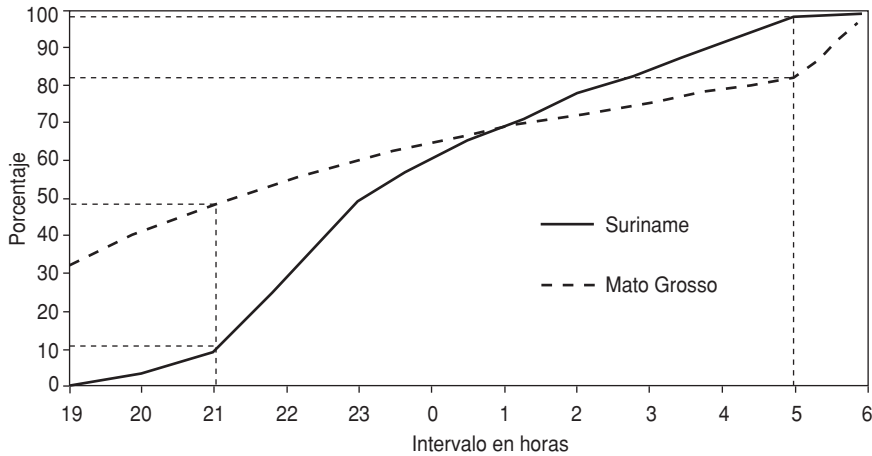
Los ensayos con mosquiteros y cortinas son sumamente difíciles de realizar en condiciones ideales, menos aún

cuando hay varios factores que afectan a los resultados directa o indirectamente y que son difíciles de separar. Además de problemas de diseño experimental que guardan relación con factores como aleatorización, controles, tamaño muestral y vigilancia sistemática de los indicadores de salud, hay otros factores relacionados con la enfermedad propiamente dicha que exponen a cualquier estudio al riesgo de no arrojar resultados concluyentes. Entre dichos factores figuran una

baja incidencia general, fluctuaciones anuales de la incidencia, baja mortalidad y elevada prevalencia de casos de malaria causada por *P. vivax* (de 30 a 100%) en la zona. Estos factores son los mismos que han impedido el estudio y éxito de otras estrategias de intervención en las Américas, entre ellas el estudio de vacunas contra la malaria.

En ese mismo sentido, hay factores entomológicos de importancia que afectan al resultado de estudios sobre la eficiencia y eficacia de los mosquite-

FIGURA 1. Actividad acumulativa de picadura de *A. darlingi* en el interior de las viviendas de Suriname (23) y Mato Grosso, Brasil (24)



ros o cortinas impregnados con insecticida. Estos incluyen los hábitos de picadura, las variaciones estacionales de la cantidad de vectores, los cambios en los hábitos del vector por causa del uso de insecticidas y la competencia vectorial.

Si examinamos apenas dos factores, los patrones de actividad humana y la actividad de picadura de los mosquitos, podemos darnos una idea de la dificultad de determinar los efectos de las intervenciones con materiales impregnados y de comparar los resultados entre una zona y otra. La figura 1 muestra mediciones de la actividad de picadura acumulada de *A. darlingi* entre las 19.00 y las 6.00 h en Suriname y Mato Grosso, Brasil. Puede observarse que la actividad de picadura difiere según el territorio y por consiguiente también difiere la intensidad del contacto entre el ser humano y el vector. En Suriname, 88% de la actividad de picadura de los mosquitos ocurre dentro de las viviendas después de las 21.00 h y antes de las 5.00 h, cuando la mayoría de la gente está dormida (23). Sin embargo, en Mato Grosso solo 32% de la actividad de picadura ocurre dentro de las viviendas durante esas horas (24). El contacto reducido del ser humano con el vector durante las horas de máxima actividad de picadura puede haber contribuido a los buenos resultados obtenidos con los

programas de impregnación en las poblaciones amerindias y bosquimanas de Suriname. Con todo, se ignora si los mosquiteros impregnados reducirían mucho la incidencia de malaria en Mato Grosso, donde 68% de la actividad de picadura de *A. darlingi* ocurre cuando la gente no está cubierta por los mosquiteros. Esta situación es todavía más compleja cuando hay más de un vector y cuando varían los patrones de actividad humana.

A. albimanus fue el principal vector examinado en los estudios realizados en el Ecuador (12, 13), Perú (17, 18) y Guatemala (16). Presenta hábitos de picadura crepusculares (figura 2) y ello significa que la actividad de picadura ocurre principalmente cuando la mayor parte de la población humana está al aire libre y sin protección por mosquiteros. En general, se observó que cerca de 82% de los mosquitos *A. albimanus* en las zonas del Perú que fueron estudiadas picaban antes de las 23.00 h y entre las 5.00 y las 6.00 h (17). Aunque en el Ecuador se recolectaron porcentajes un poco menores de *A. albimanus* mientras las personas realizaban alguna actividad al aire libre (13), este patrón de actividad de picadura podría haber tenido de por sí un importante efecto desfavorable en los resultados de estos ensayos. Se concluye que la coincidencia parcial de la actividad de los mosquitos anofeli-

nos y del ser humano durante las horas en que la gente no está protegida por mosquiteros podría influir mucho en el resultado de los ensayos con mosquiteros o cortinas impregnados con insecticidas. Por supuesto, si las hembras infectantes tienden a picar en horas más avanzadas de la noche y las no infectantes a hacerlo más temprano, se podría reducir esta influencia (25).

Los datos relacionados con factores humanos, tales como grado de desarrollo socioeconómico de la población, patrones de actividad económica, sexo, composición por edad, inmunidad a la malaria, prácticas culturales y patrones de migración también constituyen información *a priori* esencial para el diseño y la ejecución de ensayos con mosquiteros o cortinas impregnados.

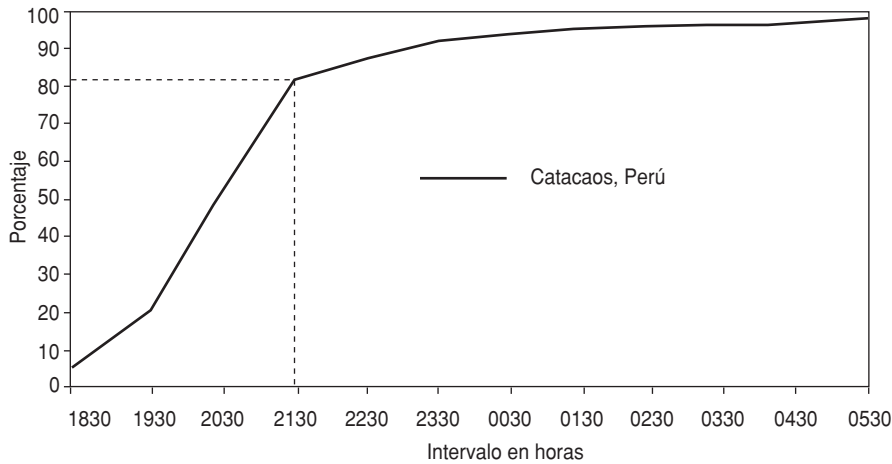
RECOMENDACIONES

De momento sería prematuro usar mosquiteros u otros materiales impregnados con insecticida como componente principal de un programa integral para el control de la malaria en las Américas. Sin embargo, la información disponible en la actualidad basta para recomendar que se realicen ensayos bien diseñados a gran escala en los ámbitos comunitario o regional. Estos estudios deben basarse en un profundo conocimiento de la dinámica de la transmisión de la malaria en las zonas de estudio.

En particular, las recomendaciones que se desprenden de esta revisión son las siguientes:

- Promover un ensayo a gran escala con rafia impregnada en zonas mineras "estables" del Brasil. Los datos entomológicos recolectados por Cavalcante (9) y Figueiredo (10) y los correspondientes a casos de malaria obtenidos en las minas de oro de Lourenço apoyan esa idea, pese a que indudablemente esta labor tendría que suplementarse con un tratamiento clínico bien enfocado. También es necesario diseñar un sistema de administra-

FIGURA 2. Actividad acumulativa de picadura de *A. albimanus* en el interior de las viviendas de Catacaos, Perú (17)



ción flexible que garantice la integridad del ensayo en que se efectúa la intervención y, si el sistema da buenos resultados, que proporcione la base para su futura integración a los servicios de salud regionales.

- Realizar un ensayo a gran escala en las zonas rurales del norte de Guatemala usando mosquiteros impregnados. En preparación para ese ensayo, se deberían considerar los hábitos del vector en esa zona; convendría, además, determinar el uso de mosquiteros por las comunidades locales de interés y evaluar su aceptabilidad, así como precisar hasta qué punto el gobierno local se compromete a mantener esa actividad.
- Los resultados poco concluyentes de los ensayos con mosquiteros tra-

tados que se han realizado en Colombia, Ecuador y Perú apuntan a la influencia de factores distintos de los evaluados. Esos ensayos no se cumplieron lo suficiente a los criterios de evaluación presentados por Bermejo y Veeken (21) ni en ellos se consideró la coincidencia parcial de las actividades del vector y del ser humano. Es preciso hacer un concienzudo análisis de los datos epidemiológicos recolectados en estos estudios y comprender mejor la dinámica de transmisión de la malaria antes de realizar otros ensayos a gran escala en esas regiones.

- Se necesitan intervenciones de alcance regional con indicadores de salud apropiados para poblaciones especiales como las amerindias

(mosquiteros impregnados para hamacas) y bosquimanas (mallas anchas impregnadas).

- Con grupos indígenas como los Yanomami, antes de realizar un ensayo es preciso dar seria consideración a la posible reducción de la inmunidad y a la factibilidad de mantener por largo tiempo una medida para el control de los vectores, como el uso de mosquiteros o cortinas tratadas. En muchos casos, lo principal no es el funcionamiento sino la sostenibilidad del método.

Nada de esto debería tomarse como indicio de que no se necesita más experimentación en otras regiones, ni opciones diferentes, como mallas y cortinas impregnadas. Es conveniente, por ejemplo, evaluar la factibilidad de usar una malla gruesa impregnada en zonas de colonización agrícola estable y hamacas impregnadas en zonas con poblaciones muy móviles.

Otra medida de igual importancia es el establecimiento de pautas regionales para los ensayos efectuados en las Américas con mosquiteros y cortinas impregnados. Esas pautas deben basarse en un sólido conocimiento de la actividad del vector y el ser humano, de la incidencia de la enfermedad, de las prácticas culturales y de la sostenibilidad del método. Es preciso examinar esa información antes de realizar un proyecto o de recomendar el uso de materiales impregnados como alternativa importante para el control de la malaria en las Américas.

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. *Aplicación de la Estrategia Mundial de Lucha contra el Paludismo*. Ginebra: OMS; 1993. (Serie de informes técnicos 839).
2. Lengeler C, Lines JD, Cattani J, Feilden R, Zimicki S, Savigny D. Promoting operational research on insecticide-treated netting: a joint TDR/IDRC initiative and call for research proposals. *Trop Med Int Health* 1996;1:273-276.
3. United Nations Development Program, World Bank, World Health Organization. *TDR News* (Ginebra) 1996;50.
4. Greenwood BM, Baker JR. 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* 1993;87(suppl 2):1-60.
5. Sexton JD. Impregnated bed nets for malaria control: biological success and social responsibility. *Am J Trop Med Hyg* 1994;50(suppl): 72-81.
6. Nevill CG, Some ES, Mung'ala VO, et al. Insecticide-treated bed nets reduce mortality and severe morbidity from malaria among children on the Kenyan coast. *Trop Med Int Health* 1996;1:139-146.
7. Binka FN, Kubaje A, Adjuk M, et al. Impact of permethrin impregnated bed nets on child mortality in Kassena-Nankana district, Ghana: a randomized controlled trial. *Trop Med Int Health* 1996;1:147-154.
8. Xavier PA, Lima JENS. O uso de cortinas impregnadas com deltametrina no control da malária em garimpos no Território Federal do Amapá: nota prévia, 1986. *Rev Bras Malariol Doenças Trop* 1986;38:137-139.

9. Cavalcante ETS. Avaliação da deltametrina para o controle da malária em áreas de garimpos [Tesis de maestría en ciencias biológicas]. Manaus, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 1993.
10. Figueiredo RMP. Controle da malária: poder residual da deltametrina observado em diferente tipos de paredes [Tesis de maestría en ciencias biológicas]. Manaus, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 1996.
11. Santos JB. Estudo sobre o uso de mosquiteiros impregnados com deltametrina em una área endêmica de malária da Amazônia Brasileira [Tesis de posgrado]. Brasília: Universidad Federal de Minas Gerais; 1995.
12. Kroeger A, Mancheno M, Pesse K. *Métodos para mejorar el control de la malaria en Ecuador y Colombia*. Cayambe, Ecuador: Abya-Yala; 1995.
13. Kroeger A, Mancheno M, Ruíz W, Estrella E. *Malaria y leishmaniasis cutánea en Ecuador: un estudio interdisciplinario; aspectos históricos, epidemiológicos, antropológicos, entomológicos y métodos de control*. Quito: Abya-Yala; 1991.
14. Kroeger A, Mancheno M, Alarcón J, Pesse K. Insecticide-impregnated bed nets for malaria control: varying experiences from Ecuador, Colombia, and Peru concerning acceptability and effectiveness. *Am J Trop Med Hyg* 1995; 53:313–323.
15. Richards FO, Klein RE, Zea Flores R, et al. Permethrin-impregnated bed nets for malaria control in northern Guatemala: epidemiological impact and community acceptance. *Am J Trop Med Hyg* 1993;49:410–418.
16. Richards FO, Zea Flores R, Sexton JD, et al. Effects of permethrin-impregnated bed nets on malaria vectors of northern Guatemala. *Bull Pan Am Health Organ* 1994;28:112–121.
17. Pesse K, Castro C. *Control de la malaria en la comunidad campesina San Juan Bautista de Catacos* [Informe]; 1995.
18. Kroeger A, Alarcón J. *Malaria en Ecuador y Perú y estrategias alternativas de control*. Quito: Abya-Yala; 1993.
19. Rozendaal JA, Voorham J, Van Hoof JPM, Oostburg BFJ. Efficacy of mosquito nets treated with permethrin in Suriname. *Med Vet Entomol* 1989;3:353–365.
20. Voorham J. The use of impregnated wide-mesh gauze covering wall openings in huts as a vector control method in Suriname. *Rev Saude Publica* (São Paulo) 1997;31:9–14.
21. Bermejo A, Veeken H. Insecticide-impregnated bed nets for malaria control: a review of the field trials. *Bull World Health Organ* 1992; 70:293–296.
22. Choi HW, Breman JG, Teutsch SM, Liu S, Hightower AW, Sexton JD. The effectiveness of insecticide-impregnated bed nets in reducing cases of malaria infection: a meta-analysis of published results. *Am J Trop Med Hyg* 1995; 52:377–382.
23. Rozendaal JA, Van Hoof JPM, Voorham J, Oostburg BFJ. Behavioral responses of *Anopheles darlingi* in Suriname to DDT residues on house walls. *J Am Mosq Control Assoc* 1989; 5:339–350.
24. Charlwood JD, Wilkes TJ. Studies on the age composition of samples of *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae) in Brazil. *Bull Entomol Res* 1979;69:337–342.
25. Bockaire MJ, Alexander N, Bockaire F, Ibam E, Barnish G, Alpers M. The late biting habit of parous *Anopheles* mosquitoes and pre-bed-time exposure of humans to infective female mosquitoes. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1996; 90:23–25.

Manuscrito recibido el 15 de marzo de 1996 y aceptado para publicación en versión revisada el 16 de octubre de 1996.

ABSTRACT

Use of insecticide-impregnated mosquito nets and other impregnated materials for malaria control in the Americas

This article reviews the current status of insecticide-impregnated mosquito nets and other impregnated materials in the Americas. Studies from Brazil, Colombia, Ecuador, Guatemala, Peru, Suriname, and Venezuela are examined. It is concluded that most studies have suffered from experimental design errors, short duration problems, and/or inadequate measurement of health indicators. The review brings out the great difficulty of conducting scientific studies that attempt to measure the impact of insecticide-treated materials on malaria incidence. In particular, the low incidence of malaria in the Americas, the high prevalences of *Plasmodium vivax* and relapsing cases, and the relationship between human activity patterns and the crepuscular biting patterns of certain malaria vectors stand in the way of easy experimental design and execution. The utilization of impregnated mosquito nets or other impregnated materials as a major component of an integrated malaria control program would be premature at this time. However, it is recommended that well-conceived large-scale trials and interventions be considered when they are based on a thorough understanding of the dynamics of malaria transmission in the area of study.