

EVALUACION DEL EMPLEO DE CLORFOXIM CONTRA *ANOPHELES ALBIMANUS* EN LA COSTA SUR DE MEXICO. 1. RESULTADOS DE LA APLICACION INTRADOMESTICA DE CLORFOXIM Y EVALUACION DE LA METODOLOGIA EMPLEADA¹

David N. Bown,² J. R. Ríos,² G. del Angel Cabañas,³
J. C. Guerrero² y J. F. Méndez³

Introducción

Mientras que en años recientes la situación en lo relativo a la malaria ha permanecido estacionaria o ha mejorado en algunas partes de Sudamérica, en ciertos lugares de América Central ha seguido aumentando el número de casos registrados de la enfermedad (1). En el informe de un Comité de Expertos de la OMS (2) se enumeran doce situaciones que obstaculizan el progreso de las actividades antimaláricas. Figuran entre ellos los problemas administrativos y operacionales, las dificultades que ocasionan ciertas formas sociales de comportamiento, la resistencia de los parásitos a diversos medicamentos, la resistencia de los vectores a los insecticidas, el grado de contacto entre el vector y el hombre, los cambios en el comportamiento del vector tendientes a evitar las superficies tratadas y el conocimiento insuficiente del comportamiento del vector.

En el pasado, la estrategia antimalárica mediante programas de rociamiento intradomiciliar ha dependido de la eficacia de los insecticidas utilizados para combatir vectores con diferentes patrones de

resistencia y comportamiento. Solían figurar entre esos comportamientos una gran variedad de hábitos hematófagos y de reposo que influyen en el tiempo de contacto con el insecticida necesario para eliminar a aquellos miembros de la población de vectores que se presume intervienen en el ciclo de transmisión. Sin embargo, al aumentar la resistencia de los vectores a los insecticidas y las modificaciones ambientales y ecológicas se hace cada vez más palpable la necesidad de modificar esta estrategia de lucha antivectorial.

En particular, es necesario elaborar una estrategia que comprenda un estudio detenido del comportamiento del vector incriminado, sobre todo en lo que se refiere a la transmisión del parásito. Un objetivo fundamental del Centro de Investigación de Paludismo (Tapachula, Chiapas, México) ha sido formular una estrategia entomológica y epidemiológica adecuada a los problemas que presenta la malaria en México y que también sea aplicable a problemas similares en otras partes del continente americano.

Los trabajos aquí reseñados, con aplicaciones experimentales de clorfoxim, se proponían determinar la eficacia de este insecticida para combatir a *Anopheles albimanus* y estudiar el comportamiento intradoméstico de este vector, modificando algunas de las recomendaciones de la Eva-

¹ Se publica en inglés en el *Bulletin of the Pan American Health Organization*, Vol. 18, No. 4, 1984

² Organización Panamericana de la Salud, Proyecto AMRO-0901, Tapachula, Chiapas, México

³ Campaña Nacional de Erradicación del Paludismo (CNEP), Centro de Investigación de Paludismo, Tapachula.

luación de Insecticidas de la OMS, para hacer esa evaluación más factible pero sin perder objetividad.

Materiales y métodos

Región del ensayo

La región que rodea a Tapachula en el estado de Chiapas, México, comprende tres zonas agrícolas distintas. La primera, situada a lo largo de la frontera con Guatemala, tiene sobre todo grandes plantaciones de plátanos con sistemas de riego artificial. En la segunda, contigua hacia el noroeste, predominan las plantaciones de algodón. En esta zona data de antiguo la aplicación intensa de plaguicidas. La tercera zona está ubicada más al noroeste; sus tierras agrícolas se componen sobre todo de pastizales para ganadería y pequeñas granjas que cultivan maíz, cacao y frijol.

En los estudios de *An. albimanus*, especie predominante, sobre susceptibilidad a insecticidas obtenidos por Ríos *et al.* para la región (3) se observaron grados más altos de resistencia a los insecticidas en mosquitos de las zonas platanera y algodонера que en una zona más septentrional de agricultura mixta y ganadería. Los grados de resistencia registrados en la zona platanera y en la algodонера fueron respectivamente de 31 y 39% al DDT, de 72 y 66% al malatión, de 64 y 52% al fenitrotión y de 61 y 74% al propoxur. Sin embargo, en las pruebas de susceptibilidad al clorfoxim aplicadas a mosquitos de las tres zonas se encontró un 97% de insectos sensibles a ese insecticida.

La zona estudiada, la aldea La Victoria, está situada a 92°10' norte, 92°30' oeste, 2,5 km de la costa del Pacífico y unos 30 km al noroeste de Tapachula. En el momento del estudio, esta aldea tenía 196 casas adyacentes a pequeños cultivos

y una extensa zona algodонера. Una aldea testigo, El Gancho, tenía 119 casas y estaba situada a unos 37 km al sureste de La Victoria, junto a plantaciones plataneras en la costa del Pacífico. Otra aldea testigo, San Francisco Palo Blanco, tenía 55 casas y estaba 15 km al sureste de La Victoria en la zona algodонера. (Esta aldea sirvió de testigo en encuestas con trampas de cortina y mosquitos marcados realizadas después de la tercera tanda de rociamientos en La Victoria.) Es común a las tres aldeas la presencia de esteros y de ríos permanentes.

Las casas de las tres localidades son en general pequeñas viviendas de varios cuartos con techos de palma y paredes construidas principalmente de bambú partido. El clima de la región es tropical, la precipitación pluviométrica anual promedio 2 152,7 mm y la humedad oscila entre 61 y 95%. La estación húmeda va de mayo a octubre, pero el mosquito se cría durante todo el año, porque hay diferentes hábitats.

Procedimientos de rociado

En junio y septiembre de 1981 y en febrero de 1982, se hicieron las aplicaciones de clorfoxim al 5% en polvo humectable al 50%. En cada caso, se roció el insecticida sobre todas las paredes interiores de las viviendas y también sobre el tercio inferior de los techos y en los aleros, en una dosis de 2,0 g de ingrediente activo por metro cuadrado utilizando aspersores Hudson X-Pert. Cada serie de rociamientos se hacía en dos días por rociadores proporcionados por el Programa Nacional contra el Paludismo. Se daba a los rociadores ropa protectora y la exposición de cada uno de ellos se limitaba a un máximo de seis horas diarias. Antes y después de cada aplicación se medían las concentraciones de colinesterasa.

Procedimientos de evaluación

Capturas con cebo humano. Un recolector dentro de la vivienda y otro fuera hicieron capturas semanales durante un período de doce horas (de 18,00 a 06h 00). Los recolectores intercambiaban su lugar (el de dentro salía afuera y a la inversa) cada tres horas y cada uno de ellos capturaba mosquitos durante un total de seis horas. Las densidades de mosquitos previas al rociamiento en la aldea tratada y en la aldea testigo se determinaban mediante capturas con cebo humano tres semanas antes de la primera aplicación de insecticida. Las densidades posteriores al tratamiento se determinaban mediante capturas semanales con cebo humano desde principios de julio hasta la segunda semana de diciembre durante un período de 23 semanas.

Densidades intradoméstica y extradoméstica de mosquitos en reposo. En 32 casas seleccionadas al azar en las aldeas testigo y en las tratadas se hicieron capturas intradomésticas semanales de mosquitos en reposo entre las 09,00 y las 11h 00. Durante 15 minutos se recogieron con un aspirador *Anopheles albimanus* vivos y muertos de las paredes, pisos y muebles de cada casa. Los mosquitos vivos eran observados durante 24 horas con el fin de obtener datos de mortalidad. Se consideraban positivas las casas en cuyo interior se encontraban mosquitos vivos durante el período de captura. Con misma técnica, se hicieron capturas extradomésticas semanales de *An. albimanus* en reposo en corrales contiguos entre las 20,00 y las 21h 00 y en la vegetación entre las 21,00 y las 22h 00.

Estudios con mosquitos marcados. En las aldeas testigo y en la tratada se hicieron estudios bisemanales con mosquitos marcados en dos casas cada noche. Una persona que servía de cebo humano se sentaba entre las 19,00 y las 23h 00 dentro de una casa junto a la puerta de entrada. Se espolvoreaban entonces con polvo fluores-

cente los *An. albimanus* que se estaban alimentando sobre el huésped y se los seguía dentro de la casa con ayuda de una lámpara de luz ultravioleta durante una hora. Se registraban para cada mosquito marcado el número de veces que se posaba, tiempo de reposo y tipo de superficies en que reposaba. Al cabo de esta hora, el mosquito marcado era capturado y colocado en un recipiente individual para ver si sobrevivía 24 horas.

Bioensayos. Utilizando recipientes con forma de cono, se aplicaron bioensayos semanales a *An. albimanus* capturados en corrales. Se expusieron cuatro conos, cada uno de los cuales contenía diez hembras que habían ingerido sangre, a cuatro tipos diferentes de superficie de pared durante intervalos de 5, 30 y 60 minutos. Luego se colocaron los mosquitos en otros recipientes provisionales durante 24 horas para evaluar la mortalidad.

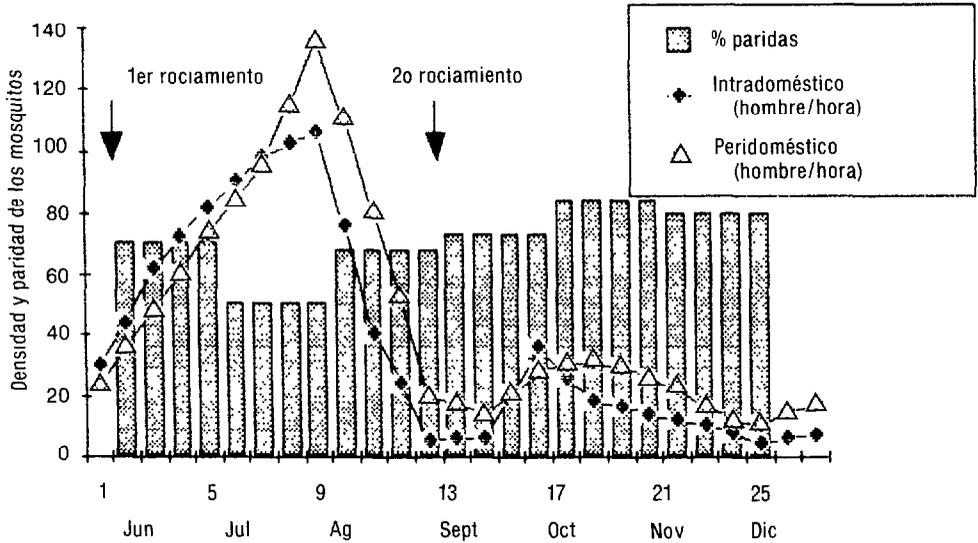
Resultados

Índices de picaduras dentro y fuera de las casas

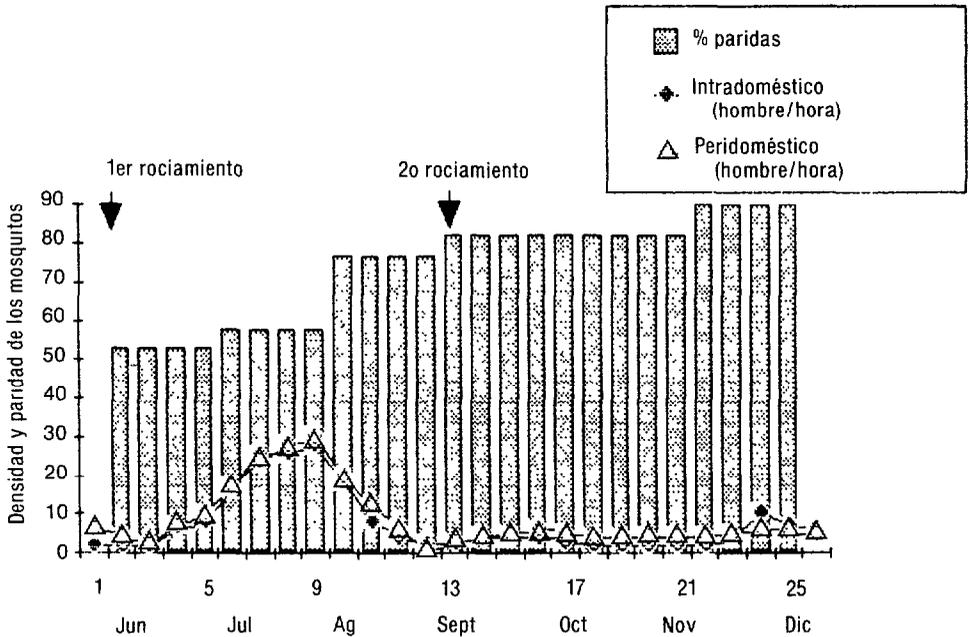
Se observó que los índices medios de picaduras por *An. albimanus* aumentaron durante las primeras siete semanas después de la primera aplicación de insecticida en la aldea evaluada (La Victoria), con valores máximos registrados de 115,7 picaduras intradomésticas por hora y 137,5 extradomésticas (figura 1). Mientras que los índices crecían proporcionalmente en la aldea no tratada, El Gancho, apenas llegaban a un cuarto de las registradas en la aldea tratada.

Durante las semanas octava a undécima después de la primera tanda de rociamiento (en agosto y septiembre de 1981) los índices de picaduras dentro y fuera de las casas disminuyeron en ambas aldeas al bajar la pluviosidad. Sin embargo, durante las dos primeras semanas después de la

FIGURA 1—Paridad e índices intradoméstico y extradoméstico de picaduras registrados para *Anopheles albimanus* capturados en la aldea tratada La Victoria (arriba) y en la aldea testigo El Gancho (abajo) durante junio-diciembre de 1981.



Semanas después de cada rociamiento y meses de los datos registrados



Semanas después de cada rociamiento y meses de los datos registrados

tanda de septiembre de 1981, los índices aumentaron en la aldea tratada. A continuación, los índices fueron disminuyendo gradualmente hasta el final de la estación lluviosa y continuaron decreciendo hasta el final de noviembre. Se halló que la frecuencia extradoméstica de picaduras en la aldea testigo y en la tratada era en promedio de 57 y 65%, respectivamente.

La proporción de anofelinos hembras paridas capturados con cebo humano, disminuyó en casi un 20% en la aldea tratada entre la quinta y la octava semana después del primer rociamiento (figura 1). Después del segundo rociamiento, se observó un incremento gradual de la paridad en ambas aldeas.

El cuadro 1 y la figura 2 presentan la variación en el índice de picaduras por *An. albimanus* en La Victoria durante un período de 12 horas (desde las 18,00 a las 06h 00 entre junio y noviembre) y el cuadro 1 aporta datos de paridad para el mismo período. La máxima actividad hematofágica registrada fue entre las 19,00 y

las 23h 00 dentro de las viviendas y entre las 19,00 y la 01h 00 en el exterior. Los mosquitos capturados durante las dos primeras horas de esos períodos tenían índices intradomésticos y extradomésticos de paridad algo inferiores. En general, los índices de paridad de los mosquitos capturados dentro de las viviendas y fuera de ellas fueron similares.

Densidad intradoméstica de mosquitos en reposo

Los datos relativos al número de *An. albimanus* en reposo y muertos encontrados en las casas durante la mañana sirvieron para determinar el porcentaje de casas positivas y la mortalidad de los mosquitos (figura 3). Las densidades durante los dos primeros períodos de rociamiento permanecieron bajas (menos de 7,0 capturas por hora-hombre) en las dos aldeas. Sin embargo, en abril de 1982 se registraron 16 capturas por hora-hombre. En junio, después de la primera aplicación de insecticida, la mortalidad en la aldea tratada aumentó bruscamente al 90%, pero disminuyó a menos del 20% en agosto. Se registraron índices más elevados y persistentes de mortalidad después del segundo y del tercer rociamiento. En la aldea testigo, la mortalidad fue inferior al 5% durante la mayor parte del estudio y luego aumentó temporalmente al 22% en marzo de 1982.

La proporción de casas rociadas positivas para *An. albimanus* aumentó en julio, después del primer rociamiento, pero siguió siendo inferior al 10% entre agosto y diciembre de 1981. En comparación con las casas de la aldea no tratada de El Gancho, en La Victoria hubo un 68% menos de casas positivas.

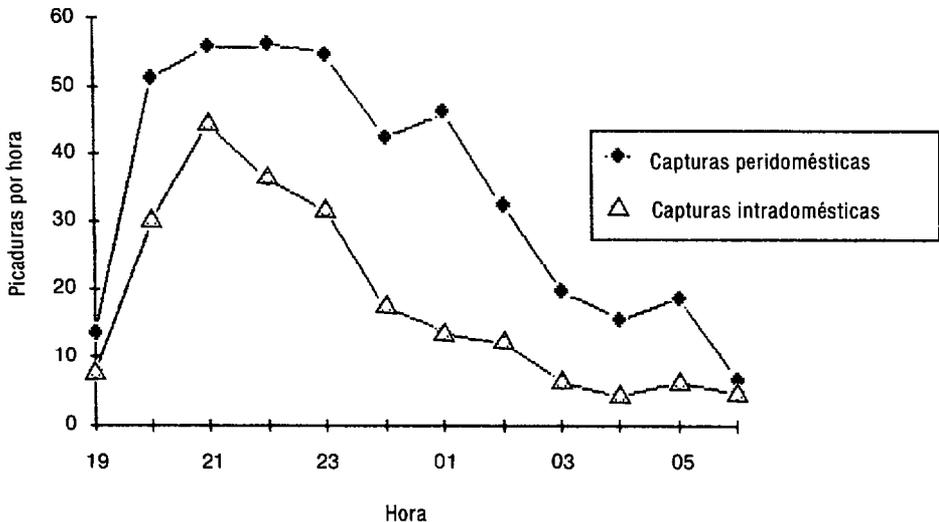
Estudios con mosquitos marcados

Después del segundo y tercer rociamiento de clorfoxim se observaron en ca-

CUADRO 1—Variación de los índices de picaduras y de la paridad en *Anopheles albimanus* en La Victoria desde las 18,00 a las 06h 00 entre junio y noviembre, según datos obtenidos por capturas en cebo humano dentro y fuera de las viviendas.

Hora	Promedio de mosquitos capturados por hora-hombre		Hembras paridas %	
	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera
18:00-19:00	7,9	13,9	55	78
19:00-20:00	29,8	50,9	64	75
20:00-21:00	44,1	55,8	81	85
21:00-22:00	36,1	56,0	85	84
22:00-23:00	31,5	54,5	86	84
23:00-24:00	17,2	42,3	69	81
24:00-01:00	13,6	46,1	73	83
01:00-02:00	12,0	32,2	90	78
02:00-03:00	6,4	19,5	81	74
03:00-04:00	4,4	15,4	90	72
04:00-05:00	6,4	18,6	72	75
05:00-06:00	4,6	6,7	59	66
Promedio horario	17,8	34,3	75	78

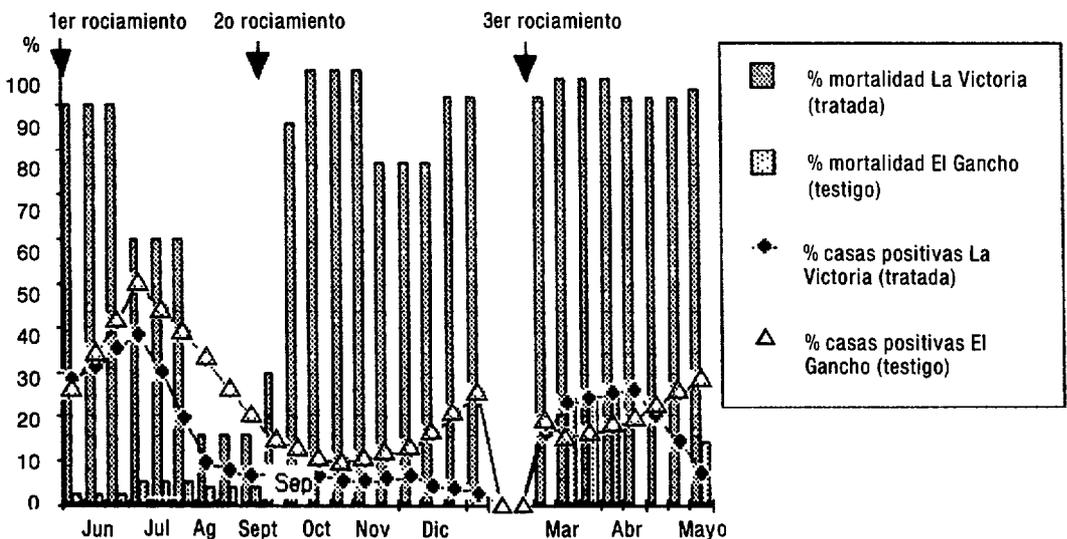
FIGURA 2—Capturas intradoméstica y extradoméstica en cebo humano de *Anopheles albimanus* en La Victoria durante un período de doce horas (desde las 18,00 a las 06h 00 entre junio y noviembre de 1981).



sas tratadas un total de 562 *An. albimanus* marcados que habían ingerido sangre. El promedio de tiempo máximo de reposo en las diferentes superficies de la casa fue de 13,4 minutos por mosquito en techos ro-

ciados (cuadro 2). El tiempo de reposo fue menor en las superficies no tratadas (8,1 minutos por mosquito) y en las paredes tratadas (8,8 minutos por mosquito). El promedio de veces que se posó cada mos-

FIGURA 3—Porcentaje de casas infestadas por *Anopheles albimanus* y mortalidad del mosquito, calculados mediante capturas de ejemplares en reposo efectuadas por la mañana en La Victoria y en la aldea testigo El Gancho desde junio de 1981 a mayo de 1982.



CUADRO 2—Comportamiento de mosquitos marcados en cuanto a posarse y permanecer en superficies rociadas y no rociadas en La Victoria y en la aldea testigo San Francisco Palo Blanco y mortalidad entre los mosquitos marcados y recapturados.

Aldea, rociamiento y fecha	Nº de mosquitos marcados y observados	Promedio de veces que se posaron mosquitos en las superficies indicadas				Promedio de minutos de reposo por mosquito				Promedio de reposo minutos de reposo en las superficies indicadas				Mortalidad de mosquitos después de permanecer en las superficies indicadas				
		Tratadas		No tratadas		Tratadas		No tratadas		Tratadas		No tratadas		Tratadas		No tratadas		
		Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	Pare-des	Te-chos	
La Victoria (tratada)																		
Segundo rociamiento 1 de septiembre de 1981	324	3,1	26,9	0,8	1,6	7,4	11,8	0,7	7,7	31	154	83,2	17	24	58,5			
Tercer rociamiento 3 de febrero de 1982	238	4,2	37,1	1,4	1,9	10,8	15,6	0,7	8,6	5	181	97,3	4	11	73,3			
Total	562	3,6	31,2	1,1	1,7	8,8	13,4	0,7	8,1	36	335	90,3	21	35	62,5			
San Francisco Palo Blanco (no tratada)																		
1 de septiembre de 1981	73	3,9	36,9	0,8	1,6	7,5	15,4	1,4	14,1	28	11	28,2	5	1	16,7			
3 de febrero de 1982	102	3,4	47,2	0,8	1,8	8,5	24,9	0,8	13,2	73	3	3,9	11	0	0			
Total	180	3,6	43,1	0,8	1,8	8,1	21,0	1,1	13,5	101	14	12,2	15	1	6,3			

quito fue también mayor en las superficies del techo (1,7 por mosquito) que en las paredes rociadas (1,1) y en las superficies no rociadas (0,7). En total, durante el período de una hora que se los observó, los mosquitos marcados estuvieron reposando en casas tratadas un promedio de 30,3 minutos y se posaron por término medio 3,6 veces. A excepción de dos, de los 562 mosquitos marcados todos se posaron por lo menos una vez antes de abandonar la casa. De los 427 mosquitos marcados que fueron recapturados, la mortalidad combinada de los mosquitos marcados capturados después del segundo y del tercer rociamiento fue también relativamente alta (87%).

En la aldea testigo no tratada (San Francisco Palo Blanco) los 180 mosquitos marcados permanecían más tiempo en contacto con partes del techo tratadas en viviendas de La Victoria (un promedio de 21 minutos por mosquito) que en contacto con superficies como las que no se rociaban en La Victoria (13,5 minutos por mosquito) o en paredes (8,1 minutos por mosquito). Asimismo, en las partes de los techos donde más a menudo se posaron los mosquitos en San Francisco Palo Blanco fueron las mismas que habrían sido tratadas en La Victoria (un promedio de 1,8 por mosquito), siendo algo inferior el promedio de veces que se posaron en superficies que no se podían rociar (1,1 por mosquito) y en paredes (0,8 por mosquito). En conjunto, el promedio de veces (3,6) que se posó cada mosquito fue aproximadamente igual en La Victoria y en San Francisco Palo Blanco. Sin embargo, los mosquitos permanecieron un promedio de 12 minutos más en las casas no rociadas de la aldea testigo.

Por otro lado, los mosquitos en la aldea tratada no manifestaron preferencia por las superficies no rociadas, posándose cuatro veces más en las superficies tratadas

que en las no tratadas y reposando el triple de tiempo en las superficies tratadas. El tiempo medio de reposo en unas y otras era inferior en la aldea tratada que en la aldea testigo (con un promedio de 6,9 minutos menos por mosquito en las superficies tratadas y 5,4 minutos menos por mosquito en las superficies no tratadas).

Bioensayos

La actividad residual del clorfoxim se midió exponiendo después de cada turno de rociamiento durante 60, 30 ó 5 minutos lotes de diez *An. albimanus* que habían ingerido sangre a cuatro tipos diferentes de superficies de pared tratadas (cuadro 3). Entre los expuestos a superficies de bambú, palma o madera durante 60 minutos, la mortalidad fue en general del 90% o mayor. Después de la primera aplicación,

tal exposición produjo en general una mortalidad mínima del 90% durante 10 a 12 semanas; después de la segunda aplicación, la exposición a superficies tratadas de bambú o palma durante 5 minutos dio una mortalidad mínima del 90% durante 11 semanas; y después de la tercera aplicación la exposición durante 30 ó 60 minutos a superficies tratadas de bambú, palma o madera dio en general una mortalidad mínima del 90% durante 16 semanas. En conjunto, se observó una acción residual menor cuando las superficies tratadas eran de cemento y disminuía la mortalidad en todas las superficies al cabo de 11 semanas cuando la exposición era de solo 5 minutos.

Discusión y conclusiones

Las aplicaciones de insecticida no reducían notablemente ni dentro ni fuera

CUADRO 3—Resultados de bioensayos, con datos de mortalidad en grupos de 10 mosquitos expuestos a paredes rociadas de diferente tipo diversas semanas después del rociamiento indicado.

Rociamiento	Exposición en minutos	Mortalidad	Resultados obtenidos en las semanas indicadas después del rociamiento exponiendo 10 mosquitos al tipo de superficie indicado			
			Bambú semanas	Palma semanas	Madera semanas	Cemento semanas
Primero	60	90-100	1-12	1-10	1-12	1-8
	60	≥ 90		1		1-4
	30	90-100	1-3	1-2	1-3	1
	30	≥ 90		1		1-2
Segundo	60	90-100	1-7	1-7	1-7	1-5
	60	≥ 90				1-2
	5	90-100	1-11	1-11	1-9	1-4
	5	≥ 90	1-2	1-4	1-2	—
Tercero	60	90-100	1-16	1-16	1-16	1-9
	60	≥ 90				1-2
	30	90-100	1-16	1-16	1-16	1-13
	30	≥ 90	1-2	1-3		1-3
	5	90-100	1-12	1-11	1-13	1-5
	5	≥ 90	1-4	1-5	1-2	1-7

de las viviendas los índices de picaduras en cebos humanos. De hecho, estos índices indicaban que la densidad de mosquitos aumentaba después de cada una de las dos primeras aplicaciones. También se observó que, aunque la densidad de los vectores era considerablemente inferior a principios de septiembre, la segunda aplicación parecía tener poco efecto reductor. En general, la densidad aumentó en forma similar en la aldea testigo, lo que indica que se trataba de un aumento estacional natural.

Parece que el insecticida influyó ligeramente en la estructura de la paridad en la población de mosquitos. En particular, se registró un brusco aumento en el índice de nuliparidad después de la primera aplicación en La Victoria, aumento que no se observó en la aldea testigo El Gancho. No obstante, no se observó aumento análogo después de la segunda aplicación.

En general, estos resultados parecen compatibles con los de Fanara *et al.* (4), quienes comunicaron que el ensayo en una aldea indonesia de clorfoxim contra *A. aconitus* solo afectó ligeramente el índice de picaduras en el ser humano y no redujo la paridad en los mosquitos. Asimismo, Rishikesh *et al.* (5), al comunicar los resultados de un ensayo ampliado sobre el terreno en el que se compararon las densidades intradomésticas de *An. funestus* y *An. gambiae* en reposo con las densidades obtenidas mediante trampas, concluyeron que el clorfoxim tenía un efecto menos que satisfactorio sobre las densidades de picaduras, en especial de *An. gambiae*. Esto se atribuyó a la exofilia y a la posible existencia de subpoblaciones que no dependían tanto de las aldeas y sobrevivían en los espacios entre una aldea y otra.

En nuestros propios trabajos, las densidades muy altas encontradas, especialmente después de la primera aplicación, sugieren un fuerte potencial de infiltración de adultos desde hábitats en torno a la aldea tratada. Nuestros índices de cap-

tura de mosquitos en establos y corrales permanecieron altos (más de 100 mosquitos por hora-hombre cada mes) después de la primera y segunda aplicación, lo que también parece indicar que era grande la presión para la infiltración desde zonas exteriores a la aldea tratada.

Siendo tan grande la presión para infiltrarse ejercida por mosquitos que penetran a la aldea desde criaderos circunvecinos, no cabe esperar que los rociamientos intradomésticos reduzcan mucho la densidad de mosquitos. En consecuencia, convendría que el objeto directo de la evaluación fuera el comportamiento del mosquito y la manera cómo es afectado este comportamiento cuando el insecto intenta penetrar en las casas.

Ciertos aspectos del comportamiento del mosquito se pueden relacionar con los tipos de superficies con las que entra en contacto, la duración de esos contactos y el grado de mortalidad observado en mosquitos marcados, vigilados y recapturados. En particular, la intoxicación del mosquito y la mortalidad consiguiente dependen de una amplia gama de posibles patrones de comportamiento, algunos de los cuales fueron observados en el presente estudio. Por ejemplo, los especímenes de *An. albimanus* vigilados pasaban por término medio el 44% de su tiempo de reposo en superficies del techo rociadas, el 29% en paredes rociadas y el 27% en superficies no rociadas. Es de esperar que este comportamiento produzca mayor mortalidad que si pasaran más tiempo en superficies no rociadas o fueran más susceptibles a ciertas superficies.

Al igual que en el presente caso, Lassen *et al.* (6), al evaluar el propoxur en El Salvador, observaron en *An. albimanus* muy diversas actividades de vuelo y contacto en el interior de las viviendas durante y hasta cuatro horas antes de ingerir sangre. La mayor parte de ese tiempo, el vector solía reposar en paredes y techo.

Por otro lado, Damar *et al.* (7), obser-

vando *An. aconitus* en Indonesia, hallaron que esta especie pasaba casi el 80% de su tiempo de reposo en el interior de las casas en superficies que no distaban más de 85 cm del suelo. Basándose en estos datos, Bang *et al.* (8) consiguieron en un estudio restringido reducir para *An. aconitus* los índices intradomésticos y extradomésticos correspondientes a las actividades de posarse y reposar rociando una sola franja horizontal a lo largo de la parte inferior de las paredes interiores.

La intoxicación de los mosquitos puede también guardar relación con una mayor concentración o acumulación del insecticida en las superficies rociadas. Los efectos de esa acumulación (así como de la degradación del insecticida) quizás estén en correlación con la mortalidad en bioensayos de superficies. En nuestro estudio, los resultados de pruebas en las que se exponían mosquitos a superficies tratadas de palma y de bambú partido indicaban que la mortalidad era del 90% o superior durante 16 semanas después del tercer rociamiento.

Hay que reconocer, sin embargo, que este tipo de bioensayos de superficies solo proporciona un indicador de la acción residual del insecticida. No miden el tiempo que los mosquitos están en contacto con superficies rociadas y no rociadas, ni miden la mortalidad real. Por lo tanto, para una evaluación más confiable de los efectos a largo plazo de un insecticida es preferible capturar los mosquitos que salen (por ejemplo, con una trampa de cortina), recoger los mosquitos muertos en el suelo de las casas tratadas y evaluar la mortalidad real en la población de mosquitos en momentos diferentes. Los resultados de este método, que se aplicó en nuestro estudio, se expondrán en un artículo posterior (9).

En general, parece que la densidad de mosquitos no debe ser considerada el factor predominante al evaluar la eficacia de un insecticida o de un programa antivectorial. Así es sobre todo en zonas en donde

las poblaciones de vectores mantienen una densidad elevada con índices de esporozoitos muy reducidos, donde los insecticidas evaluados se aplican tan solo en el interior de las viviendas o cuando el tratamiento se circunscribe a una sola localidad. Los métodos empleados en nuestro estudio (de los cuales solo algunos se describen en el presente artículo) tenían por objeto específico examinar la dinámica del vector considerado. Los resultados mostraron que, si bien los índices de picaduras no disminuyeron en forma significativa, el insecticida produjo una elevada mortalidad intradoméstica entre los mosquitos, hubiesen estos ingerido sangre o no. En consecuencia, una proporción significativa de estos mosquitos murió por contacto con el insecticida antes o después de ingerir sangre o se intoxicó y no pudo picar.

Desde luego, esta capacidad de un insecticida de reducir o eliminar la intervención de un vector en el ciclo de transmisión depende en gran medida del comportamiento del vector. Este punto planteó un problema especialmente difícil en el estado de Oaxaca, México, en el decenio de 1960. Zulueta y Garrett-Jones (10) mostraron entonces que la persistencia de la transmisión malárica en esta región se debía sobre todo al comportamiento de dos vectores, *An. albimanus* y *An. pseudopunctipennis*, en relación con el DDT: las hembras de ambas especies eran capaces de entrar en casas rociadas con DDT, picar a los moradores y escapar sin ingerir una dosis letal del insecticida.

No obstante, el comportamiento suele variar mucho. Por ejemplo, en nuestro estudio se observó que *An. albimanus* permanecía por término medio siete minutos más en las superficies tratadas después del tercer rociamiento que después del segundo. Asimismo, según observaciones generales de Elliott (11) sobre patrones de reposo de los mosquitos, *An. darlingi* permanece un tiempo relativamente breve (6

minutos) sobre superficies rociadas con DDT, y relativamente largo (12 minutos) en casas no rociadas. Lassen (6) señaló que más del 80% de *An. albimanus* que picaban dentro de casas tratadas con propoxur permanecieron en ellas más de cinco horas.

En nuestro caso, los resultados sobre el comportamiento y la mortalidad de *An. albimanus* expuesto al clorfoxim indican que aplicaciones similares de este insecticida producirían una mortalidad intradoméstica superior al 80% entre mosquitos con o sin ingestión de sangre al cabo de tres rociamientos durante un mínimo de 16 semanas después de la última aplicación del insecticida.

Sin embargo, es también necesario considerar que el vector presentó una fuerte tendencia exofágica (del 65%, a juzgar por capturas en cebo humano), de manera que en cualquier momento el insecticida podría atacar a menos del 50% de la población antropófila. Esto demuestra la necesidad de seguir investigando el comportamiento de *An. albimanus* dentro y fuera de las viviendas e idear un modo de aplicar el insecticida que sea más eficaz para combatir la especie vectora. Por lo tanto, solo cuando esos estudios hayan recibido la gran prioridad que les corresponde y se hayan aprovechado para determinar con mayor claridad las circunstancias de tiempo y espacio del ciclo de transmisión se podrá esperar que los programas contra este vector resulten eficaces y logren un éxito satisfactorio.

Resumen

En varias aldeas del sur de México se efectuaron en 1981 y 1982 ensayos para estudiar los efectos del insecticida clorfoxim sobre el vector de la malaria *Anopheles albimanus*. Las casas de La Victoria, en el estado de Chiapas, se rociaron tres veces: en junio y septiembre de 1981 y en febrero de 1982. Cada vez se aplicó el in-

secticida a las paredes interiores, aleros y techos (el tercio inferior) de las viviendas tratadas de manera que se obtuviese una concentración de 2 g de ingrediente activo por metro cuadrado.

Para evaluar los resultados, se hicieron cada semana durante períodos prolongados capturas de *An. albimanus* en cebo humano y de ejemplares en reposo. También se practicaron bioensayos exponiendo ejemplares silvestres de *An. albimanus* a diversas superficies tratadas, con el fin de determinar la acción residual del insecticida; se procedió a marcar, observar y recapturar a cierto número de mosquitos con el fin de evaluar mejor los patrones de comportamiento y la mortalidad; para evaluar el comportamiento y la mortalidad en poblaciones más nutridas de mosquitos se hicieron capturas con trampa de cortina. Se presentan por separado los resultados obtenidos mediante capturas por este último método.

En general, los datos obtenidos de capturas indicaban que la densidad de *An. albimanus* no disminuía mucho con las aplicaciones del insecticida, (ya que era intensa la infiltración a viviendas tratadas de mosquitos procedentes de zonas próximas no tratadas). Sin embargo, la exposición de ejemplares silvestres de *An. albimanus* a superficies tratadas de palma y bambú partido puso de manifiesto una mortalidad igual o superior al 90% durante las 16 semanas siguientes al tercer rociamiento; también era elevada la mortalidad entre los mosquitos marcados y recapturados. Estos datos, sumados a los obtenidos mediante capturas con trampa de cortina, indican que el rociamiento de clorfoxim producía una mortalidad intradoméstica superior al 80% en mosquitos *An. albimanus* con ingestión de sangre o sin ella durante un mínimo de 16 semanas después de la última aplicación. No obstante, el hecho de que el mosquito mostrara también una fuerte tendencia exofágica evidenció la necesidad de nuevos estudios. ■

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. La situación de la malaria en 1976. *Cron OMS* 32:9-17, 1978.
2. Organización Mundial de la Salud. 17° Informe del Comité de Expertos de la OMS en Paludismo. Ginebra, 1979. (Informe Técnico 640.) pp. 10-11.
3. Ríos, R. *et al.* Stratification of resistance levels to different insecticides in three ecological areas along the coast of Chiapas, México. (En preparación.)
4. Fanara, D. M., Shaw, R. F., Pradhan, G. D., Supratman, Supalin, Bang, Y. H. y Fleming, G. A. A Village Scale Trial of Chlorphoxim (OMS-1197) for Control of the Malaria Vector *Anopheles aconitus* in Central Java, Indonesia. WHO/VBC 79.724. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1979. (Documento mimeografiado.)
5. Rishikesh, N., Mathis, H. L., Ramasamy, M. y King, J. S. A Field Trial of Chlorphoxim for the Control of the *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in Nigeria. WHO/VBC 77.661. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1977. (Documento mimeografiado.)
6. Lassen, K., Liu, W. Y., Lizarzaburu, C. y Ríos, R. Preliminary report on the effect of selective application of propoxur on indoor surfaces in El Salvador. *Am J Trop Med Hyg* 21(5):813-818, 1972.
7. Damar, T., Fleming, G. A., Gandahusada, S. y Bang, Y. H. Nocturnal indoor resting heights of the malaria vector *Anopheles aconitus* and other anophelines. (En prensa.)
8. Bang, Y. H., Sudomo, M., Shaw, R. F., Pradhan, G. D., Supratman y Fleming, G. A. Selective Applications of Fenitrothion for Control of the Malaria Vector *Anopheles aconitus* in Central Java, Indonesia. WHO/VBC 81.822. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1981. (Documento mimeografiado.)
9. Bown, D. N., Ríos, J. R., del Angel Cabañas, G., Guerrero, J. C. y Méndez, J. F. Evaluación del empleo de clorfoxim utilizado contra *Anopheles albimanus* en la costa meridional de México. 2. Resultado de dos técnicas de trampas de doble cortina en un ensayo de evaluación a escala de una aldea. Se publicará en el *Boletín de la Oficina Sanitaria*, 1985.
10. Zulueta, J. de y Garrett-Jones, C. An Investigation of the Persistence of Malaria Transmission in Mexico, WHO mimeographed document WHO/MAL 407. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1963.
11. Elliott, R. The influence of vector behavior on malaria transmission. *Am J Trop Med Hyg* 21(5):755-763, 1972.

Evaluation of chlorphoxim used against *Anopheles albimanus* on the south coast of Mexico. 1. Results of indoor chlorphoxim applications and assessment of the methodology employed (Summary)

Effects of the insecticide chlorphoxim upon the malaria vector *Anopheles albimanus* were investigated by means of village-scale trials conducted in southern Mexico in 1981 and 1982. The houses of a test village, La Victoria in the state of Chiapas, were sprayed three times—in June and September 1981 and in February 1982. During each application the insecticide was applied to the treated dwellings' interior walls, eaves, and roofs (the lower third) at a target strength of 2 g active ingredient per square meter.

To assess the results, both human bait and resting collections of *An. albimanus* were made weekly for extended periods. Also, bioassay tests were performed by exposing wild-caught *An. albimanus* specimens to various treated surfaces in order to determine the insecticide's residual activity; individual mosquitoes were marked, followed, and recaptured in order to better assess behavior patterns and mortality; and curtain-trap collections were made to assess behavior and mortality in larger mosquito populations. Findings derived from these cur-

tain-trap collections are to be reported separately.

In general, the collection data indicated that *An. albimanus* densities were not notably reduced by the insecticide applications because of intense infiltration into treated homes by mosquitoes from untreated outlying areas. However, exposure of wild-caught *An. albimanus* to treated palm and split bamboo surfaces demonstrated mortality equaling or exceeding 90% for up to 16 weeks after the third

spray application; and mortality among the marked and recaptured mosquitoes was also high. These data, when combined with those obtained from the curtain-trap collections, indicate that the chlorphoxim applications produced over 80% indoor mortality among fed and unfed *An. albimanus* mosquitoes for at least 16 weeks after the last application. However, the fact that the mosquito also showed a strong exophagic tendency clearly demonstrated a need for further investigation.

Avaliação do emprego de clorfoxim contra *Anopheles albimanus* na costa sul do México. 1. Resultados da aplicação intradoméstica de clorfoxim e avaliação dos métodos empregados (Resumo)

Em várias aldeias do sul do México efetuaram-se em 1981 e 1982 testes para estudar os efeitos do inseticida clorfoxim sobre o vetor da malária *Anopheles albimanus*. As casas de La Victoria, no estado de Chiapas, foram aspergidas três vezes: em junho e setembro de 1981 e em fevereiro de 1982. Cada vez aplicou-se o inseticida às paredes interiores, beiradas e telhados (o terço inferior) das casas tratadas de maneira que se obtivesse uma concentração de 2 g de ingrediente ativo por metro quadrado.

Para avaliar os resultados efetuaram-se a cada semana, durante períodos prolongados, capturas de *An. albimanus* em isca humana e de exemplares em repouso. Também foram praticados biotestes expondo exemplares silvestres de *An. albimanus* a diversas superfícies tratadas, a fim de determinar a ação residual do inseticida; procedeu-se a marcar, observar e recapturar certo número de mosquitos para avaliar melhor os padrões de comportamento e a mortalidade; para avaliar o comportamento e a mortalidade em populações mais nutridas de mosquitos, efetuaram-se capturas com armadilha de cortina. Apresentam-se se-

paradamente os resultados obtidos mediante capturas com este último método.

Em geral, os dados obtidos de capturas indicam que a densidade de *An. albimanus* não diminuía muito com as aplicações do inseticida, já que era intensa a infiltração, em casas tratadas, de mosquitos procedentes de zonas próximas não tratadas. Porém, a exposição de exemplares silvestres de *An. albimanus* a superfícies tratadas de palma e bambu partido apresentou uma mortalidade igual ou superior a 90% durante as 16 semanas seguintes à terceira aspersão; também era elevada a mortalidade entre os mosquitos marcados e recapturados. Esses dados, somados aos obtidos mediante capturas com armadilha de cortina, indicam que a aspersão de clorfoxim produzia uma mortalidade intradoméstica superior a 80% de mosquitos *An. albimanus* com ou sem ingestão de sangue durante um mínimo de 16 semanas após a última aplicação. Não obstante, o fato de que o mosquito mostrou também forte tendência exofágica evidencia a necessidade de novos estudos.

Evaluation de l'emploi de clorfoxim contre l'*Anopheles albimanus* sur la côte sud du Mexique. 1. Résultats de l'application intradomestique de clorfoxim et évaluation des méthodes employées (Résumé)

Dans divers villages du sud du Mexique, on a effectué des essais en 1981 et 1982 afin d'étudier les effets de l'insecticide clorfoxim sur le

vecteur du paludisme, l'*Anopheles albimanus*. Les maisons de La Victoria, dans l'État de Chiapas, ont été traitées à trois reprises : en

juin et en septembre 1981, puis en février 1982. Chaque fois, on a appliqué l'insecticide sur les murs intérieurs, les auvents et les toitures (tiers inférieur) des maisons traitées de manière à obtenir une concentration de 2 g d'ingrédient actif par mètre carré.

Pour évaluer les résultats, on a procédé chaque semaine pendant des périodes prolongées à des captures de *An. albimanus* sur appât humain et de spécimens au repos. On a également pratiqué des essais biologiques en exposant des exemplaires sylvestres de *An. albimanus* à diverses surfaces traitées, afin de déterminer l'action résiduelle de l'insecticide; on a marqué, observé et recapturé un certain nombre de moustiques afin de mieux déterminer les schémas de comportement et la mortalité; pour évaluer le comportement et la mortalité parmi les populations mal nourries de moustiques, on a procédé à des captures au moyen de pièges. Les résultats obtenus grâce aux captures effectuées selon cette dernière méthode sont présentés séparément.

D'une façon générale, les données obtenues

par les captures indiquaient que la densité de *An. albimanus* ne diminuait guère avec les applications d'insecticide, et qu'il se produit une infiltration intense des logements traités par les moustiques provenant de zones voisines non traitées. Toutefois, l'exposition de spécimens sylvestres de *An. albimanus* à des surfaces traitées de palmiers et de bambous fendus ont fait apparaître une mortalité égale ou supérieure à 90% pendant les 16 semaines suivant la troisième application; on a également observé une mortalité élevée chez les moustiques marqués et recapturés. Ces données, ajoutées aux données obtenues par capture au moyen de pièges, indiquent que l'application de clorfoxim produit une mortalité intradomestique supérieure à 80% chez les moustiques *An. albimanus* avec ou sans injection de sang pendant un minimum de 16 semaines après la dernière application. Néanmoins, le fait que le moustique ait manifesté une forte tendance exophage a démontré la nécessité de nouvelles études.

CURSOS SOBRE TUBERCULOSIS

Los siguientes cursos de epidemiología y control de la tuberculosis, organizados por los gobiernos con la colaboración de la OPS, se ofrecerán en 1985: *México*: 5 de agosto-6 de septiembre, responsable: Dr. Calderón Jaimes (Director General de Medicina Preventiva), Masaryk 490, México 5, D.F. *Chile*: 5-31 de agosto, responsable: Dr. Edgardo Carrasco (Director Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Cirugía Torácica), Casilla de Correos 9634, Santiago. *Cuba*: 7 de octubre-1 de noviembre, responsable: Dr. Rodolfo Rodríguez Cruz (Director Departamento de Epidemiología), Ministerio de Salud, La Habana. *Argentina*: 10 de octubre-1 de noviembre, responsable: Dr. Eduardo Balestrino (Director Instituto Nacional de Epidemiología), Casilla de Correos 106, Santa Fe 3000. *Brasil*: 5 semanas, octubre-noviembre, responsable: Dr. Germano Gerhardt (Director División Nacional de Pneumología Sanitaria), Rua do Resende 128, Rio de Janeiro.

Se ofrecerán también los siguientes cursos de bacteriología de la tuberculosis para profesionales: *México*: 1-30 de agosto, responsable: Dr. Lamberto Blancarte, Laboratorio Referencia Nacional Tuberculosis, Lago Pátzcuaro 55, Col. Anáhuac, Delegación Miguel Hidalgo, México, D.F. 11320. *Canadá*: 5 de agosto-31 de septiembre, responsable: Dr. Adalbert Laszlo, Laboratory Centers for Disease Control (LCDC), Tunney's Pasture, Ottawa, Ontario K1A 0L2. (Fuente: OPS, *Boletín Epidemiológico*, Vol. 6, No. 1, 1985.)