

COMPARACION DE LA EFICACIA DE VARIOS METODOS DE APLICACION DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL O LA ERRADICACION DEL *Aedes aegypti* EN COLOMBIA¹

Ing. Alfonso Motta Sánchez,² Dres. Robert Tonn,³ Luis Jorge Uribe⁴ y Lelio B. Calheiros⁵

En los últimos años ha habido una creciente tendencia a organizar programas integrados de control mediante la combinación de insecticidas y otros métodos, han aparecido también nuevos insecticidas y modernas máquinas y métodos de aplicación. Simultáneamente, se ha producido un enorme aumento en el costo de producción de nuevos compuestos y una mayor presión para que se limite el uso de insecticidas. Los factores antedichos, que influyen en el control y erradicación de los vectores, motivaron la investigación que se describe en el artículo.

Introducción

Se han llevado a cabo diversos experimentos para determinar si la aplicación de insecticidas a volumen ultrarreducido (ULV) puede detener las epidemias de enfermedades transmitidas por el *Aedes aegypti*. En esas experiencias se utilizaron avionetas (Kilpatrick y col., 1970; Parker y col., 1972) o un equipo montado sobre un vehículo para aplicaciones desde el nivel del suelo (Pant y col., 1971; Self y col., 1973) o bien un equipo ULV portátil (Pant y Mathis, 1972; Samutrapongse y Pant, 1973; Pant y col., 1974). Todos estos trabajos han mostrado que las aplicaciones de insecticidas a volumen ultrarreducido producen una notable reducción de las poblaciones de mosquitos y que se han podido controlar ciertas epidemias de enfermedades transmitidas por esos vectores. Se ha demostrado que estos métodos son rápidos, de bajo costo y de aplicación práctica. El éxito que se obtuvo en Asia y Africa con estas

experiencias indujo a la Organización Panamericana de la Salud y al Gobierno de Colombia a probar si mediante la utilización de estos métodos era posible erradicar el *Aedes aegypti*.

En 1960 se logró erradicar prácticamente el *A. aegypti* de Colombia, después de una campaña de 10 años en que se aplicaron insecticidas clorados en forma focal y perifocal. Sin embargo, en 1969 se produjo una reinfestación de gran magnitud en la costa Atlántica debido a que el servicio de vigilancia era precario. Lamentablemente se la descubrió cuando el *A. aegypti* ya se encontraba muy difundido y había invadido casi todas las ciudades del litoral Atlántico; en 1971-1972 tuvo lugar en esa zona una epidemia de dengue tipo II que afectó a aproximadamente medio millón de personas.

En las zonas enzoóticas que se están colonizando se presentan periódicamente brotes epidémicos de fiebre amarilla selvática, con un registro de 29 casos mortales en 1974 y 12 en 1975. La proximidad de alguno de estos brotes a ciertas ciudades infestadas con *A. aegypti* ponen en evidencia el peligro de que la fiebre amarilla llegue a las zonas urbanas.

En Asia se obtuvo una reducción apreciable de la densidad de *A. aegypti* mediante dos

¹ Investigación realizada en cooperación entre la OPS y la Campaña Anti-*Aedes aegypti* de Colombia, 1975.

² Jefe, Campaña Anti-*Aedes aegypti*, Bogotá, Colombia.

³ Jefe, Proyecto AMRO-0902, Centro de Investigación y Referencia en Control de Vectores, OPS, Maracay, Venezuela.

⁴ Jefe, Proyecto AMRO-0700, Erradicación del *Aedes aegypti*, OPS, Bogotá, Colombia.

⁵ Director, División de Fiebre Amarilla y Filariasis, Superintendencia de Campañas de Salud Pública (SUCAM), Ministerio de Salud, Brasília, Brasil.

o tres aplicaciones terrestres del insecticida fenitrotión con máquinas Leco y Fontan, a volumen ultrarreducido.

Propósito de la investigación

Esta investigación tuvo como propósito determinar la acción del fenitrotión (OMS-43) contra el *A. aegypti* utilizando diferentes tipos de equipos operativos para aplicaciones terrestres a volumen ultrarreducido y comparar los resultados con los obtenidos mediante tratamientos convencionales perifocales y focales con fentiión (OMS-2) o fenitrotión y larvicida Abate (OMS-786).

Para lograr este propósito se llevó a cabo un estudio en el que se trazaron los objetivos siguientes:

a) Determinar la eficacia de la aplicación terrestre del fenitrotión a volumen ultrarreducido en una zona altamente infestada por *A. aegypti* en Colombia.

b) Comparar la eficacia y los costos de los siguientes métodos de aplicación: 1) Aplicación de fenitrotión con máquina ULV montada en un vehículo; 2) Aplicación de fenitrotión con equipo portátil ULV tipo mochila; 3) Aplicación simultánea de los dos métodos anteriores; 4) Aplicaciones perifocales de fenitrotión utilizando bombas portátiles en combinación con el larvicida Abate, y 5) Aplicaciones perifocales con fentiión utilizando bombas portátiles en combinación con el larvicida Abate.

Materiales y métodos

Zonas de estudio

La zona en que se efectuó la prueba está situada cerca del mar Caribe (10° 50' N y 76° 55' O) a una distancia de 45 km de Cartagena, importante puerto y centro turístico. La altitud promedio es de 20 metros sobre el nivel del mar. La investigación se llevó a cabo de enero a mayo que corresponden en su mayor parte a la estación seca.

En las localidades donde se utilizó el equipo portátil trabajaron un supervisor de campo y dos brigadas, cada una de ellas integrada por dos rociadores que se alternaban cada hora en el manejo de la bomba y en la preparación de las casas que se iban a tratar, avisando a los moradores que cubrieran los alimentos y el agua y que no entraran hasta pasados 30 minutos de la aplicación.

Las brigadas trabajaban de 7 a 11 de la mañana y de 3 a 6 de la tarde. Al finalizar la jornada las máquinas se limpiaban con alcohol isopropílico.

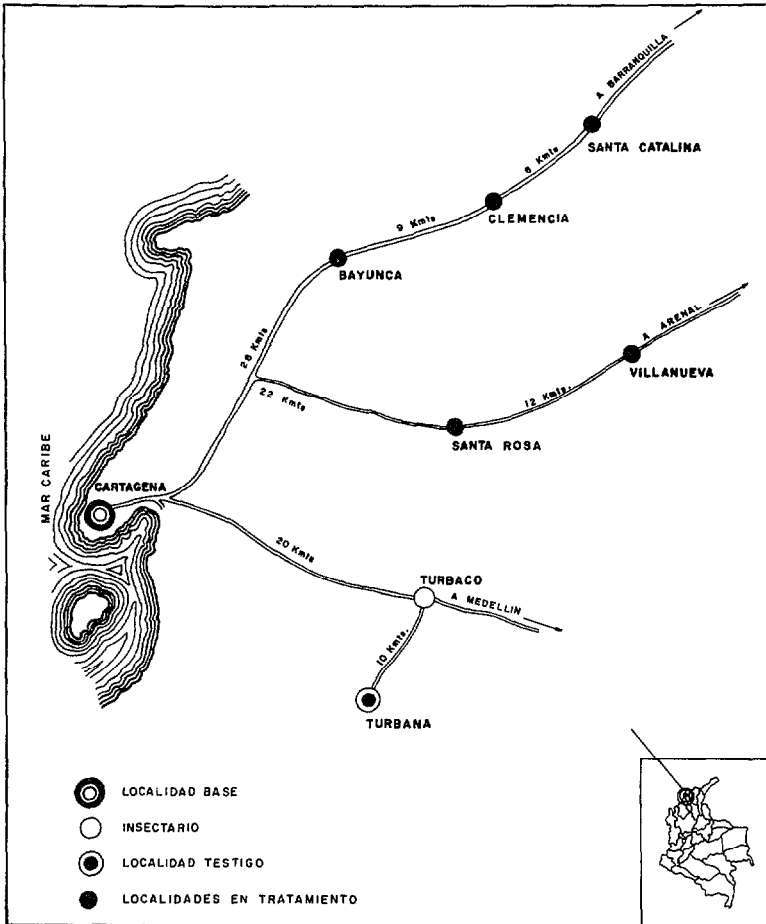
Para el tratamiento de los distintos ambientes de las casas se estableció un orden: en primer lugar se trataba el terreno alrededor de la casa y la cocina; el tratamiento de la casa comenzaba por la parte posterior para terminar en la puerta del frente. Usualmente el tratamiento se efectuaba desde el umbral de la puerta de la habitación, mientras el operario giraba suavemente el brazo para cubrir el cuarto con la aspersión. Al pasar de una habitación a otra y de una a otra casa, se cerraba la llave del sistema de descarga.

Antes de comenzar las pruebas se seleccionaron seis localidades (figura 1) cuya topografía, tipo de casas y tasas de infestación de *A. aegypti* eran similares. Si bien hay una diversidad de tipos de casas, la mayoría de estas son modestas con paredes de barro, madera o caña y tejados de paja o de láminas de zinc. La mayoría de las localidades no cuentan con servicio de agua potable y el agua para beber se almacena en diferentes tipos de depósitos, siendo muy comunes los toneles y tinajas de barro. Algunas casas cuentan con cisternas, pozos y piletas.

Equipo

En una localidad se utilizó solo la máquina Leco (Heavy Duty Type Aerosol Generator) para aplicaciones ULV, y en otra, esa máquina combinada con equipo portátil ULV tipo mochila. La máquina Leco se montó en una camioneta que efectuaba el recorrido a

FIGURA 1—Localidades en las que se hicieron aplicaciones terrestres de fenitrotión a volumen ultrarreducido, Colombia.



una velocidad aproximada de 15 km por hora. La boquilla de la máquina ULV estaba situada en el lado opuesto del volante del vehículo, en posición ligeramente inclinada hacia abajo de la horizontal.

Las aplicaciones se iniciaban a las 5:30 de la mañana y terminaban a las 9 para evitar la interferencia de las corrientes de aire que se producen al aumentar la temperatura y la velocidad de los vientos.

En las pruebas se utilizaron tres clases de equipo ULV portátil de marcas Fontan, Hudson ULV y Capri. Las máquinas eran

livianas y el rociador las podía transportar en la espalda.

En las dos localidades los tratamientos perifocales se efectuaron con bombas del tipo Hudson (X-Pert), utilizándose la técnica de tratamiento convencional. En dos poblaciones se aplicó el larvicida Abate en gránulos arenosos (g.a.) al 1% a una dosis de 2 ppm.

El equipo se calibraba diariamente alrededor de las 7:30, y las boquillas del equipo portátil, periódicamente mientras se trabajaba. El cuadro 1 muestra la información relativa a los diámetros de las partículas y

CUADRO 1—Diámetro de las partículas y tasas de descarga según el tipo de boquilla utilizada, equipo ULV.

TIPO DE MAQUINAS	BOQUILLAS	DIAMETRO MEDIANO DE LAS PARTICULAS	MINIMO Y MAXIMO EN MICRAS	DESCARGA EN MILILITROS POR MINUTO
LECO	-	12 micras	2 a 34	90
FONTAN	1.0	38 micras	4 a 155	75
HUDSON ULV	65	44 micras	6 a 162	100
CAPRI	90	50 micras	2 a 162	90

tasas de descarga. Como se puede apreciar, las unidades de tipo portátil mostraron variaciones en las tasas de descarga, de 75 ml/min para la máquina Fontan a 100 ml/min para la Hudson ULV.

Las partículas de rocío se midieron por medio de láminas cubiertas de silicón que se exponían a los tratamientos con aerosol.

Métodos de tratamiento y de evaluación

Se consignan las localidades y métodos de tratamiento que se practicaron:

Santa Rosa: Aplicaciones ULV de fenitrotión, grado técnico, con máquina Leco, en los 10 ciclos.

Clemencia: Fenitrotión ULV, grado técnico, con equipo portátil, en los 10 ciclos.

Santa Catalina: Fenitrotión ULV, grado técnico, con máquina Leco y equipo ULV portátil, en los 10 ciclos.

Villanueva: Aplicación perifocal de fenitrotión al 2.5% en el primer y décimo ciclos, y en combinación con el larvicida Abate, g.a. al 1% a la dosis de 2 ppm en los depósitos de agua, en los mismos ciclos.

Bayunca: Aplicación perifocal de fenitrotión p.h. al 2.5% y Abate en gránulos arenosos al 1% a la dosis de 2 ppm colocada en los depósitos de agua. Esta localidad fue tratada solamente en el 1° y 7° ciclos.

Turbana: Localidad testigo no tratada.

La decisión para efectuar 10 ciclos fue

puramente arbitraria; en cambio, la periodicidad de ciclos de 10 días se basó en los experimentos con equipo ULV efectuados en Africa y Asia. Un ciclo de 10 días produciría el "nacimiento" de muchas larvas de los huevos ya existentes, siendo suficientemente corto como para no permitir mucha oviposición de las hembras.

Costos

El estudio de los costos resultó ser un factor esencial en la evaluación de los métodos debido al aumento continuo que experimenta el precio de los insecticidas. A fin de facilitar el análisis del costo de los métodos de aplicación durante cada ciclo, se registraron detalladamente todos los gastos: de personal, con especificación de las horas de trabajo reglamentario, horas extra y viáticos; así como gastos de mantenimiento de vehículos, y consumo de combustibles tanto de los vehículos de transporte como de los equipos de aspersión; también se llevó un minucioso registro del consumo de cada tipo de insecticida utilizado.

Evaluación

Con objeto de evaluar los métodos de aplicación de los insecticidas se emplearon técnicas para determinar la reducción de adultos y larvas de *A. aegypti*, pues algunos

métodos de aplicación se dirigían a la eliminación de larvas y otros, a la de adultos. En la reducción interviene el hecho de que las aplicaciones ULV matan un cierto número de larvas y que la reducción del número de adultos disminuye gradualmente el número de depósitos con larvas. Para determinar el grado de cobertura del insecticida se efectuaron pruebas biológicas con adultos colocados en jaulas, y con larvas en pequeños vasos con agua.

El insectario, donde funcionaba el laboratorio entomológico, estaba bajo la responsabilidad de un supervisor de nivel profesional y de un auxiliar, se instaló en una localidad que no se trató con insecticidas; a su vez, el personal que trabajaba con insecticidas no tenía acceso al insectario.

Seleccionadas las localidades, el grupo de entomología las visitaba periódicamente a la búsqueda de larvas y captura de insectos adultos destinados a formar colonias para las pruebas de susceptibilidad y biológicas. Los mosquitos provenientes de las colonias de un pueblo determinado se utilizaban en las pruebas biológicas que se realizaban posteriormente en el mismo pueblo.

Tasas de picadura del A. aegypti

Antes de comenzar este tipo de evaluación, en una localidad se efectuaron capturas de 12 horas de duración, en horas del día. Así se determinó que era posible evaluar las tasas de picadura entre las 8 de la mañana y las 4 de la tarde.

En las localidades tratadas y en la localidad testigo había estaciones fijas de captura. El grupo de entomología trabajó individualmente durante 30 minutos en cada casa capturando los mosquitos *A. aegypti* que se posaban en sus piernas y brazos. En cada localidad se visitaban 10 casas, con un promedio de cinco hombres/hora por localidad por ciclo.

Trampas de oviposición

En casas de cada localidad se colocaron 40 trampas de oviposición del tipo CDC que se componen de un vaso de 1/2 litro de capacidad, pintado de negro, con paletas de cartón duro y un poco de agua para facilitar la oviposición. Se trató de colocar las trampas en lugares propicios a esta función pero que, al mismo tiempo, estuvieran fuera del alcance de los niños y de los animales domésticos. Después de una exposición de 96 horas las paletas se recogían y se llevaban al laboratorio para determinar la presencia o ausencia de huevos. Las trampas sirvieron para establecer un nivel de oviposición en cada ciclo.

Pruebas biológicas

En 20 casas se realizaron pruebas biológicas con larvas para determinar el efecto larvicida de los aerosoles durante algunos tratamientos. Estas pruebas comprendían los siguientes pasos: primero se colocaban 20 larvas de tercer estadio, criadas en el laboratorio, en 12 vasos plásticos de 375 ml de capacidad que contenían 100 ml de agua; después se les exponía al aerosol y pasada una hora, los vasos con las larvas se devolvían al laboratorio; 24 horas después se procedía a la lectura de la mortalidad. Durante algunos tratamientos en las mismas casas se llevaron a cabo pruebas biológicas con insectos adultos. Se colocaban 10 mosquitos adultos de 3 a 4 días de edad, criados en el laboratorio y alimentados con sangre de curí, en jaulas de tul de 11.5 x 11.5 x 1.5 cm. Antes del tratamiento, en los lugares de evaluación se colocaban las jaulas en el interior y en la periferia de las casas, a una altura aproximada de 1.70 m. Una hora después del tratamiento, se retiraban las jaulas y se las trasladaba al laboratorio donde se observaban los mosquitos vivos. La lectura de la mortalidad se realizaba inmediatamente después de la exposición y periódicamente durante 24 horas.

Encuestas larvarias

Para determinar la infestación de larvas de *A. aegypti* se efectuó una encuesta preparatoria por medio de visitas a todas las casas de cada pueblo. En todos ellos se hicieron encuestas similares después de cada ciclo de tratamiento, sirviendo como parámetros de la evaluación los cambios en el índice de *A. aegypti* por casa, índice de depósitos e índice de Breteau.

Ciclos de evaluación

Entre el 20 de enero y el 9 de mayo se completaron 10 ciclos de tratamiento de 10 días cada uno. La evaluación por medio de capturas y trampas de oviposición continuó durante cinco ciclos más de la misma duración.

Educación en salud

Poco después de la selección de las localidades y sus tratamientos se inició un extenso programa de educación en salud. Se informaba a los habitantes que las aplicaciones de los insecticidas estaban dirigidas contra el mosquito *A. aegypti*, vector de la fiebre amarilla y del dengue, y que para facilitar la operación era necesario abrir puertas y ventanas durante la aplicación; se aclaraba que los insecticidas eran inocuos siempre que se observaran ciertas precauciones, tales como cubrir los utensilios de cocina, alimentos, agua de bebida y pájaros, así como permanecer lejos del rocío del insecticida y fuera de la casa por lo menos 30 minutos después de la aplicación.

Vigilancia toxicológica

El fenitrotión tiene toxicidad moderada sobre los mamíferos debiendo aplicarse cuidadosamente. Esta recomendación es importante tratándose de aplicaciones ULV que producen aerosoles de insecticida concen-

trado. El personal que participó en la aplicación de insecticidas, recibió instrucciones sobre la manera apropiada de manejarlo sin peligro. Se proporcionó a los rociadores varios juegos de uniformes, además, durante las operaciones de rociado disponían de jabón, agua y toallas. Se puso en práctica un sistema de rotación a fin de reducir los peligros de la exposición continua de los rociadores al insecticida. A causa de la alta temperatura, y para evitar posibles efectos psicológicos adversos en la población, cuando llevaban o vaciaban las máquinas los rociadores no usaban caretas protectoras sino guantes de caucho solamente.

Un supervisor debidamente adiestrado era responsable de las pruebas toxicológicas efectuadas al personal y a algunos habitantes seleccionados. Las pruebas se realizaron antes de iniciar el programa y en algunos ciclos predeterminados; en ellos se utilizó un equipo tintométrico de campo Lovibond 1000. La interpretación de los resultados de "porcentaje de depresión de los niveles de colinesterasa", se basa en los siguientes patrones, siempre con referencia al nivel obtenido en el ciclo preparatorio:

± 12.5% de depresión: Se considera como fluctuación normal del individuo, independiente de la acción de insecticidas fosforados.

De 12.6% a 37.5% de depresión: Variación importante del nivel de colinesterasa, deben hacerse pruebas continuadas de vigilancia.

De 37.6% a 50.0% de depresión: Hay sobreexposición al insecticida, debe suspenderse al empleado de aplicación de insecticidas fosforados durante dos semanas por lo menos o extremar las medidas de control si es miembro de la comunidad.

De 50.1% a 75.0% de depresión: La sobreexposición al insecticida obliga a retirar al empleado de toda operación con insecticidas fosforados, y debe ponerse en observación si es miembro de la comunidad.

Más de 75.0% de depresión: Debe extremarse la observación del empleado y enviarlo al médico.

Resultados

Insecticidas

El cuadro 2 resume el consumo de insecticida por casa en los diferentes tratamientos. Se observa que con la máquina Leco se utilizó menos fenitrotión por casa que con el equipo ULV portátil, y que también con esa máquina se trató el mayor número de casas por día; en segundo lugar está el equipo ULV portátil. Así pues, el equipo ULV alcanzó una cobertura más rápida que las

bombas del tipo convencional Hudson o que la aplicación manual del larvicida.

Las pruebas de susceptibilidad al DDT a concentración del 4% registraron un máximo de mortalidad de 52%, lo que indica un alto grado de resistencia del *A. aegypti* al DDT.

El *A. aegypti* de estas localidades fue expuesto a concentraciones de fenitrotión al 1% por períodos de 15 minutos a 2 horas (cuadro 3). Se registró un porcentaje de mortalidad superior al 50% a los 15 minutos el cual llegó al 100% a los 30 minutos. Se

CUADRO 2—Consumo de insecticidas por casa tratada y rendimiento según equipo utilizado.

LOCALIDADES	GASTO DE FENITROTION POR CASA			GASTO DE FENTION p.h. 40% gr /casa	GASTO DE ABATE 1% gr /casa	EQUIPO UTILIZADO	RENDIMIENTO CASAS HOMBRE/DIA
	Concentrado 97% ml /casa	Solución 5% ml /casa	p.h. 40% gr /casa				
VILLANUEVA	-	27	104	-	140	HUDSON X-Perit	15-20
BAYUNCA	-	-	-	100	92	HUDSON X-Perit	15-20
SANTA ROSA	26	-	-	-	-	LECO ULV	1000
CLEMENCIA	79	-	-	-	-	FONTAN ULV	60
SANTA CATALINA	100	-	-	-	-	FONTAN ULV	60
SANTA CATALINA	43	-	-	-	-	LECO ULV	1000

CUADRO 3—Resultados de las pruebas de susceptibilidad del *A. aegypti* al DDT y fenitrotión.

LOCALIDADES	CONCENTRACIONES DE DDT, CON EXPOSICION DE 60 MINUTOS										FENITROTION AL 1.0% Y TIEMPOS DE EXPOSICION EN MINUTOS									
	0.5		1.0		2.0		4.0		Control		15'		30'		60'		120'		Control	
	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.	Exps.	%Mort.
SANTA CATALINA	59	27	66	32	65	35	55	45	64	0	61	95	45	100	62	100	65	100	63	0
CLEMENCIA	70	20	67	24	70	30	71	46	66	0	73	92	72	97	74	100	75	100	72	3
SANTA ROSA	25	22	24	54	25	56	23	52	25	8	25	64	24	86	25	100	25	100	25	0

Corrección de "Abbott", donde es aplicable.

En Santa Catalina y Clemencia se efectuaron dos pruebas en cada localidad, en los ciclos 2° y 12°.

En Santa Rosa, solamente una en el ciclo 2°, tanto para DDT como para fenitrotión.

concluyó que el *A. aegypti* es susceptible al fenitrotión en las localidades examinadas.

El cuadro 4 muestra la reducción en las capturas de *A. aegypti* con cebo humano por hombre/hora desde antes del tratamiento hasta el 15° ciclo de evaluación. En Santa Rosa, donde se utilizó solamente la máquina Leco, la reducción a cero se produjo después del 3er ciclo, permaneciendo negativas hasta el 14° ciclo. Estos resultados están de acuerdo con los de las tasas de picadura.

En cuanto a las trampas de oviposición de *A. aegypti*, todas las localidades tuvieron resultados negativos a partir del 2° ciclo, excepto Bayunca y Santa Rosa, que alcanzaron cifras negativas en el 3er y 5° ciclos, respectivamente.

Los resultados de las encuestas larvarias realizadas en todas las casas de las localidades antes del tratamiento y durante cada uno de los 10 ciclos se presentan en el cuadro 5 y figura 2.

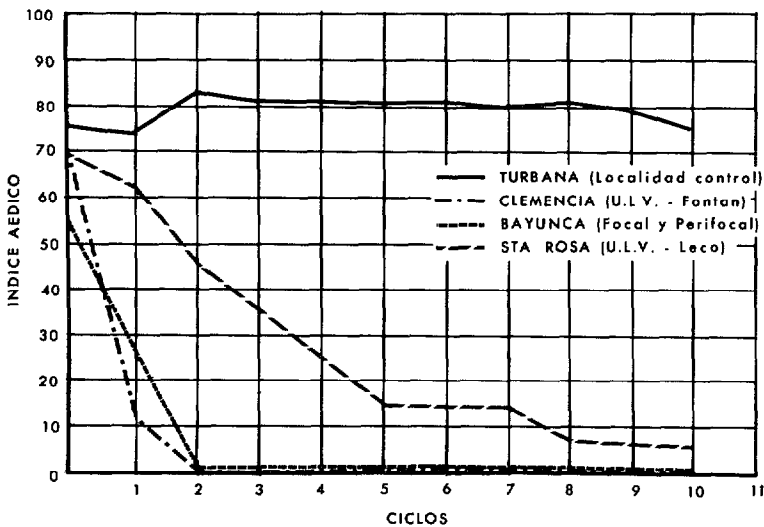
CUADRO 4—Número de *A. aegypti* adultos capturados por hombre/hora en localidades tratadas.

LOCALIDADES	TRATAMIENTOS	C I C L O S															
		Prep.	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
SANTA CATALINA	LECO - FONTAN	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CLEMENCIA	FONTAN (Fenitrotión)	7.4	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VILLANUEVA	PERIFOCAL (Fenitrotión)	11.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SANTA ROSA	LECO (Fenitrotión)	14.8	0.3	0.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0
BAYUNCA	PERIFOCAL (Baytex)	12.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TURBANA	CONTROL	10.0	3.4	4.4	2.4	11.4	7.6	3.6	5.6	9.5	8.4	8.0	25.2	21.0	13.8	9.4	6.4

CUADRO 5—Indices de larvas por ciclo y por localidad.

SANTA ROSA			CLEMENCIA			SANTA CATALINA			BAYUNCA			VILLANUEVA			TURBANA			
MÉTODO: ULV - LECO FENITROTION (G.T., 97%)			MÉTODO: ULV-PORTATILES FENITROTION (G.T., 97%)			MÉTODO: ULV-LECO Y PORTATILES FENITROTION (G.T., 97%)			MÉTODO: FOCAL-PERIFOCAL FENTION, SUSPENSIÓN 2.5% ABATE GRANULADO AL 1%			MÉTODO: FOCAL - PERIFOCAL FENITROTION SOLUCIÓN 2.5% FENITROTION SUSPENSIÓN 2.5% ABATE GRANULADO AL 1%			LOCALIDAD TESTIGO			
Ciclo No.	Casas Existentes	Índice de positividad	Índice de Breteau	Casas Existentes	Índice de positividad	Índice de Breteau	Casas Existentes	Índice de positividad	Índice de Breteau	Casas Existentes	Índice de positividad	Índice de Breteau	Casas Existentes	Índice de positividad	Índice de Breteau	Casas Existentes	Índice de positividad	Índice de Breteau
Prep.	994	68.4	149.7	632	67.5	147.0	483	66.2	116.8	644	62.6	95.5	1,122	54.4	10.7	931	75.6	187.0
1°	1,001	63.2	118.9	632	12.3	15.0	463	6.2	7.5	700	-	-	1,144	-	-	934	73.7	167.5
2°	1,005	45.3	73.1	634	0.4	0.5	483	1.6	1.7	703	0.2	0.3	1,147	1.6	1.6	935	83.2	252.0
3°	1,005	37.0	59.4	635	0.3	0.3	485	0.2	0.2	705	0.7	0.7	1,148	1.9	2.2	937	81.0	216.0
4°	1,006	24.8	33.8	636	0.7	0.8	487	0.4	0.4	707	1.7	1.7	1,154	5.9	6.8	937	81.5	250.0
5°	1,007	15.4	18.5	638	0.0	-	487	0.2	0.2	710	1.5	1.8	1,158	1.3	1.4	937	81.3	240.0
6°	1,013	15.0	18.9	638	0.0	-	488	0.0	-	714	1.3	1.4	1,159	1.3	1.4	938	81.5	243.4
7°	1,014	15.7	19.7	638	0.0	-	488	0.0	-	720	-	-	1,160	1.1	1.1	938	80.1	243.3
8°	1,015	7.8	9.6	639	0.0	-	488	0.2	0.2	718	-	-	1,162	2.8	0.9	942	81.2	257.6
9°	1,019	7.0	8.3	641	0.0	-	491	0.0	-	720	-	-	1,162	0.6	0.6	942	79.8	232.4
10°	1,022	5.1	6.4	645	0.0	-	491	0.0	-	724	-	-	1,167	-	-	947	74.6	161.3

FIGURA 2—Comparación de índices de infestación para *A. aegypti* según los tipos de tratamiento.



Toxicología

Los porcentajes promedios de depresión del nivel de colinesterasa son altos, tanto entre el grupo de personal de la campaña como en el grupo de la población, pero debe tenerse en cuenta que en la investigación hubo 10 ciclos de aplicación del insecticida mientras que cuando se ejecute la campaña solo serán necesarios de dos a cuatro ciclos (cuadro 6).

Hay una relación significativa, entre el menor porcentaje promedio de depresión del nivel de colinesterasa en Santa Rosa, donde se aplicó ULV-Leco, y el mayor porcentaje de depresión en Clemencia, donde se aplicó ULV-Portátil; por lógica consecuencia, en Santa Catalina, donde se aplicó ULV-Portátil más Leco, los porcentajes promedios de depresión son los más altos.

Aunque el tamaño de la muestra en la población es inadecuado, ya que de 13 personas que se incluyeron en la muestra en el ciclo preparatorio solo quedaron ocho en el 9° ciclo, creemos que hay diferencias significativas entre los bajos porcentajes de depresión del personal de la campaña y los altos porcen-

tajes de depresión del nivel de colinesterasa de la población. Esta se debe primero, a la disparidad de actitudes y de conocimiento de normas de salud con respecto al manejo de insecticidas de este tipo—tales como el cambio diario de ropa, baño, etc.—y segundo, a la calidad de la supervisión del personal del programa.

Costos

Los resultados del análisis de costos de los varios métodos de aplicación se presentan en el cuadro 7. Se aprecia el costo total por localidad y por casa incluidos los costos de actividades entomológicas, educación en salud, supervisión, evaluación, etc., lo cual recarga el costo por casa para todos los métodos empleados. El menor costo por casa se obtuvo en Santa Rosa (EUA\$0.48) donde se utilizó el método de nebulización de fenitrotión con máquina Leco que consume poco insecticida por casa (26 ml) y ofrece alto rendimiento. El método ULV con máquina portátil Fontan utilizado en Clemencia resultó con un costo de EUA\$1.05 por casa

CUADRO 6—Porcentajes promedios de depresión^a de los niveles de colinesterasa en el personal operario y en la población por tipo de tratamiento.

PERSONAL DEL PROGRAMA

TRATAMIENTO	LOCALIDAD	C I C L O				
		2°	4°	6°	8°	10°
ULV - PORTATILES	CLEMENCIA	5.5	12.6	-	35.6	26.7
ULV - LECO	SANTA ROSA	5.4	5.8	0.0	8.1	18.7
ULV-PORTATILES MAS LECO	SANTA CATALINA	8.8	18.8	14.3	26.9	33.8
FOCAL-PERIFOCAL-FENITROTION	VILLANUEVA	9.4(+)	1.9(+)	12.5	4.5	20.0(+)

HABITANTES DE LA LOCALIDAD

TRATAMIENTO	LOCALIDAD	C I C L O			
		3°	5°	7°	9°
ULV - PORTATILES	CLEMENCIA	47.1	14.4	46.8	55.3
ULV - LECO	SANTA ROSA	21.4	14.3	52.4	50.0
ULV-PORTATILES MAS LECO	SANTA CATALINA	39.3	13.4	12.5	66.0

^aEl nivel de colinesterasa se asimila a 100% en el ciclo preparatorio.

(+) En estos casos hubo elevaciones.

CUADRO 7—Costos de operación por localidad y casa según métodos de tratamiento e insecticida.

No. DE CICLOS	LOCALIDADES	METODO	COSTO DE PERSONAL EUA\$	COSTO DE INSECTICIDAS EUA\$	COSTO DE OTROS MATERIALES EUA\$	COSTOS TOTALES EUA\$	COSTOS POR CASA EUA\$
10	SANTA ROSA	ULV-LECO	3,424	1,446	269	5,135	0.48
10	CLEMENCIA	ULV-FONTAN	4,026	2,737	293	7,057	1.05
10	SANTA CATALINA	ULV-LECO-FONTAN	3,663	3,765	366	7,796	1.50
2	BAYUNCA	FOCAL-PERIFOCAL Abate-Fenitión	3,535	1,169	224	4,929	3.47
2	VILLANUEVA	FOCAL-PERIFOCAL Abate-Fenitrotión	4,737	756	317	5,810	2.50
10	TURBANA	TESTIGO	2,649	-	105	2,755	0.26
	T O T A L		22,034	9,874	1,574	33,482	-

en el cual influye un mayor consumo de insecticida por casa (102 ml) y un rendimiento menor. En Santa Catalina el costo por casa se elevó a EUA\$1.50 al uso combinado de los dos métodos anteriores. En cuanto a los métodos tradicionales de aplicación focal-perifocal, los costos fueron sensi-

blemente más altos (EUA\$3.47) debido a menor rendimiento por casas-hombre/día.

El fenitrotión aplicado solo con la máquina Leco en Santa Rosa produjo una reducción gradual del *A. aegypti* pero no la negativización en los 10 ciclos, lo cual es explicable ya que la dosis de fenitrotión por casa en cada

aplicación fue de solo 26 ml, o sea casi cuatro veces menos que la que corresponde a las aplicaciones con equipo ULV portátil. La máquina Leco alcanza a descargar dosis mayores que los 90 ml/min usados en esta experiencia. Self y colaboradores en 1973, utilizaron 200 ml/min en las aplicaciones con fenitrotión para el control del *Culex tritaeniorhynchus*, y Pant y colaboradores emplearon dosis de 91 a 149 ml/min de malatión para el control del *A. aegypti*, en 1971. Por esta razón, cuando se utiliza la máquina Leco en forma rutinaria, el aumento de la dosis puede dar mejores resultados a un costo comparable o menor que el de las aplicaciones con equipo ULV portátil.

El Abate junto con el fenitrotión o el fentión fue utilizado en Villanueva y Bayunca durante dos ciclos. El número de recipientes fue: 9.8 por casa en Villanueva y 13.5 por casa en Bayunca. La cantidad promedio de Abate consumida en las dos localidades fue un poco mayor de 7 gramos por depósito.

Discusión y conclusiones

El fenitrotión aplicado como aerosol ULV puede reducir suficientemente la densidad de *A. aegypti* como para pensar que puede llegarse a la erradicación. Esto se comprobó cuando se aplicó el fenitrotión con el equipo ULV portátil solo o en combinación con la máquina Leco. Con la utilización de estos métodos de aplicación se consiguió la eliminación del *A. aegypti* en sus formas adulta y larvaria, según las mediciones por medio de las tasas de picadura, encuestas larvianas y trampas de oviposición, no siendo evidente la reinfestación durante los cinco ciclos adicionales de evaluación realizados después de los tratamientos, los cuales se extendieron hasta casi dos meses durante la época de lluvia. Sin embargo, cuando se utilizó solamente la máquina Leco, la reducción fue gradual no pudiendo conseguirse la ausencia completa de larvas en los 10 ciclos de tratamiento. Se estima que la eficacia de la má-

quina Leco podría mejorarse con el aumento de la descarga.

En situaciones de emergencia el fenitrotión, aplicado por cualquier tipo de equipo ULV, puede considerarse como de suma utilidad para reducir las poblaciones de *A. aegypti* en condiciones similares a las que se presentaron en las localidades investigadas en Colombia. De los dos tipos de equipo de aplicación ULV, el portátil produjo mejor control que la Leco, aunque consume mayor cantidad de insecticida y su rendimiento es más bajo. En cuanto a la penetración del insecticida aplicado a ULV, se observó que era más ventajoso el equipo portátil, el cual permitía que el rociador dirigiera el aerosol hacia los criaderos, mientras el equipo Leco no alcanzó con facilidad ciertas dependencias, como la cocina donde se mantienen recipientes de agua, particularmente cuando hubo que trabajar con puertas y ventanas cerradas. En general, el equipo Leco para aplicaciones a nivel del suelo sería de mayor utilidad en las zonas urbanas con calles niveladas y casas agrupadas, mientras que el equipo portátil serviría mejor para zonas semirurales menos pobladas.

Los diámetros de las partículas de aerosol (12-15 micras), producidas por la máquina Leco, muy cercanos a las especificaciones de los fabricantes, fueron un poco mayores que el tamaño de 5 a 10 micras sugerido por Mount en 1970, pero resultaron menores que los producidos por los tres tipos de equipo ULV portátil (Fontan, 27-38 micras; Hudson ULV, 34-44 micras y Capri, 38-50 micras). Es dudoso que pueda aumentarse la eficacia de la Leco disminuyendo el diámetro de las partículas de aerosol. No obstante, es muy posible que pueda incrementarse la eficacia del equipo ULV portátil con una mejor atomización.

Los resultados de la evaluación muestran la necesidad de utilizar más de un método aun cuando los métodos sean comparables. Aunque no fue posible medir con precisión la penetración del aerosol dentro de las casas por medio de *dye cards*, el 100% de mortali-

dad que se obtuvo en las pruebas biológicas con larvas colocadas en vasos plásticos, y con adultos colocados en jaulas, demostró que la cobertura fue uniforme y adecuada.

Los resultados de las experiencias muestran que los dos métodos de aplicación ULV pueden ser igualmente valiosos usados de acuerdo con las características topográficas de las localidades. Los resultados indican también la necesidad de llevar a cabo más ensayos para determinar el intervalo de tiempo entre las aplicaciones y el número necesario de aplicaciones.

Las aplicaciones perifocales de fenitrotión y fentión por medio de bombas del tipo Hudson (X-Pert), y las aplicaciones manuales de gránulos arenosos de Abate al 1% en los depósitos de agua, produjeron excelentes resultados y demostraron que la erradicación es posible por este método. El plan de trabajo permitió comparar los efectos del adulticida y del larvicida aplicados separadamente. Considerando que el rociamiento perifocal con adulticida posiblemente solo alcanzó un número limitado de insectos adultos, se concluye que el tratamiento con larvicida es el más importante de los dos. Teniendo en cuenta que el fentión es más tóxico que el fenitrotión, este último debería ser considerado el insecticida más conveniente para las aplicaciones perifocales cerca del agua de bebida, cuando la combinación de tratamientos se emplea en forma rutinaria.

Después de las aplicaciones de fenitrotión con el equipo portátil, se encontraron moscas muertas y se observó que los pollos las comían. Informaciones proporcionadas posteriormente por la gente, indicaron que estos animales domésticos no murieron, pero sí murieron los pájaros que se habían dejado en las casas durante las aplicaciones con el equipo portátil ULV y que habían estado expuestos al contacto directo con el aerosol. No hay información de muerte de animales domésticos (pájaros inclusive), en lugares en donde se trabajó con la Leco únicamente.

Durante el curso de la investigación fue posible observar diversos factores relaciona-

dos con el diseño y funcionamiento del equipo ULV. La máquina Leco (ULV Heavy Duty Cold Aerosol Generator) funcionó bien durante todo el estudio. Su mantenimiento fue muy simple pues solo consistía en la limpieza interior de las tuberías diariamente y en la regulación y limpieza ocasional de las bujías.

Los tres tipos de equipo ULV portátil presentaron algunos problemas. La máquina Fontan (R-11) fue la que mejor funcionó bajo las condiciones en que se efectuó este estudio, ya que solo esta máquina se pudo utilizar durante todos los ciclos, mientras que las otras unidades presentaron frecuentes dificultades de funcionamiento y operación.

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento a las autoridades del Ministerio de Salud Pública de Colombia y a la Organización Panamericana de la Salud. Igualmente a los funcionarios de la Campaña Anti-*Aedes aegypti* y del Servicio de Erradicación de la Malaria de Colombia, especialmente al Dr. Carlos A. Ferro Vargas, Director de la División de Campañas Directas de ese país.

Resumen

Se realizó una evaluación para determinar la eficacia de la aplicación de aerosoles ULV de fenitrotión, grado técnico, con una máquina generadora de aerosol ULV, montada sobre un vehículo terrestre, y con equipo ULV portátil, para el control y posible erradicación del *Aedes aegypti*. Se concluyó que ambos métodos de aplicación pueden lograr el control y probablemente la erradicación del mencionado vector en Colombia.

Los rociamientos perifocales con fenitrotión o con fentión, combinados en el tratamiento de los depósitos de agua con Abate, gránulos arenosos, consiguieron excelente control del *A. aegypti*. Debido a su grado de seguridad, puede recomendarse el fenitrotión para su uso en los trabajos de rutina. Sin embargo,

como con este método lleva más tiempo controlar la infestación que con los métodos ULV, se pueden recomendar las aplicaciones ULV durante epidemias de enfermedades transmitidas por el *A. aegypti*.

El análisis de los métodos de control ensayados con las dosis utilizadas muestran que

las aplicaciones con el equipo ULV portátil produjeron los mejores resultados.

Se considera que el fenitrotión, utilizado con equipo ULV, es un insecticida seguro, cuando lo emplea personal bien adiestrado que sigue las recomendaciones estándares para su manejo. □

BIBLIOGRAFIA

- Bang, Y. H., N. Gratz y C. P. Pant. Suppression of a field population of *Aedes aegypti* by malathion thermal fogs and Abate larvicide. *Bull WHO* 46(4):554-558, 1972.
- Kilpatrick, J. W., R. J. Tonn y S. Jatanasen. Evaluation of ultra-low-volume applications of malathion at a rate of 6 US fluid ounces per acre in controlling *Aedes aegypti* in a large-scale test at Nakhon Sawan, Thailand. *Bull WHO* 42(1): 1-4, 1970.
- Mount, G. A. *Mosquito News*, 30:70-75, Denver, Colorado, E.U.A., 1970.
- Pant, C. P., G. A. Mount, S. Jatanasen y H. L. Mathis. Ultra-low-volume ground aerosols of technical malathion for the control of *Aedes aegypti* L. *Bull WHO* 45(6):805-816, 1970.
- Pant, C. P. y H. L. Mathis. Induction of sterility in a field population of mosquitos (*Culex fatigans*) using irradiated males. Documento mimeografiado WHO/VBC/72.340, Ginebra, 1972.
- Pant, C. P., M. J. Nelson y H. L. Mathis. Sequential application of sumithion ULV ground aerosols (cold fog) for sustained control of *A. aegypti*. Documento mimeografiado WHO/VBC/72.400, Ginebra, 1972.
- Self, L. S., H. I. Ree, J. C. Shim, H. K. Shin y P. Jolivet. ULV application of fenitrothion from a large aerosol generator for the control of *Culex tritaeniorhynchus*. Documento mimeografiado WHO/VBC/73.424, Ginebra, 1973.
- W. Samutrapongse y C. P. Pant. Sequential application of ULV sumithion for sustained control of *Aedes aegypti* Linn. Use of Fontan, a back portable mist blower. Documento mimeografiado WHO/VBC/73.432, Ginebra 1973.
- Pant, C. P., H. L. Mathis, M. J. Nelson y B. Panthumachinda. A large-scale field trial of ULV sumithion applied by a portable mist blower for the control of *Aedes aegypti*: a novel approach utilizing limited residual action and larviciding principle. Documento mimeografiado WHO/VBC/500, Ginebra, 1974.
- O.M.S. *Resistencia a los insecticidas y lucha contra los vectores*. Serie de Informes Técnicos 443, Ginebra, 1970.
- O.M.S. *El empleo inocuo de plaguicidas*. Serie de Informes Técnicos 513, Ginebra, 1973.

A comparison of the effectiveness of different ways of applying insecticides to control or eradicate *Aedes aegypti* in Colombia (Summary)

The effectiveness of ULV aerosols in applying technical-grade fenitrothion for the control and possible eradication of *Aedes aegypti* was evaluated both with a ULV aerosol generator mounted on a ground vehicle and with portable ULV equipment. It was concluded that either method could be used to control—and probably to eradicate—the vector in Colombia.

Excellent control of *A. aegypti* has been obtained with perifocal sprayings of fenitrothion or fenthion in combination with the treatment of standing water with Abate in sandy granules. Because of its safety, fenitrothion may be recommended for use

in routine operations. However, this method takes longer to bring an infestation under control than ULV application, which can therefore be recommended during epidemics of diseases transmitted by *A. aegypti*.

Analysis of the control methods tried and the doses employed indicates that applications with portable ULV equipment gave the best results.

Fenitrothion is regarded as a safe insecticide when applied with ULV equipment by well-trained personnel who follow the standard recommendations for handling it.

Comparação da eficácia de vários métodos de aplicação de inseticidas para o controle ou a erradicação do *Aedes aegypti* na Colômbia (Resumo)

Realizou-se uma avaliação para determinar a eficácia da aplicação de aerossóis ULV de Fenitrotrion, grau técnico, com máquina geradora de aerossol ULV montada em veículo terrestre, e com equipamento ULV portátil, para o controle e a possível erradicação do *Aedes aegypti*. Concluiu-se que ambos os métodos de aplicação podem obter o controle e, provavelmente, a erradicação do mencionado vector na Colômbia.

As aspersões perifocais com Fenitrotrion ou Fention, combinados com Abate, grânulos arenosos, no tratamento dos depósitos de água, resultaram em excelente controle do *A. aegypti*. Devido ao seu grau de segurança, pode-se recomendar

o Fenitrotrion para as atividades de rotina. Mas, já que esse método demanda mais tempo do que os métodos ULV para controlar a infestação, pode-se recomendar as aplicações de ULV durante epidemias de doenças transmitidas por *A. aegypti*.

A análise dos métodos de controle ensaiados com as doses utilizadas revela que as aplicações com o equipamento ULV portátil produziram melhores resultados.

Considera-se que o Fenitrotrion, utilizado com equipamento ULV, é um inseticida seguro quando aplicado por pessoal competente que observe as recomendações para sua manipulação padronizada.

Comparaison de l'efficacité de diverses méthodes d'application des insecticides pour le combat ou l'éradication d'*Aedes aegypti* en Colombie (Résumé)

Les intéressés ont procédé à une évaluation pour déterminer l'efficacité de l'application d'aérosols ULV de phénitrotrion, qualité technique, à l'aide d'un appareil de production d'aérosol ULV, monté sur un véhicule terrestre et doté d'un matériel ULV portatif pour le combat et l'éradication possible d'*Aedes aegypti*. Ils en ont conclu que les deux méthodes d'application peuvent mener à bien le combat et peut-être aussi l'éradication du vecteur mentionné en Colombie.

Les aspersions périfocales de phénitrotrion ou de fention conjuguées au traitement des dépôts d'eau avec de l'Abate, granules sablonneux, ont permis de combattre très efficacement *A. aegypti*. En raison de son degré de sécurité, on peut recom-

mander l'emploi de phénitrotrion dans les travaux de routine. Toutefois, comme cette méthode met plus de temps à contrôler l'infestation que les méthodes ULV, il est préférable de recourir à des applications d'ULV pendant les épidémies de maladies transmises par *Aedes aegypti*.

L'analyse des méthodes de lutte expérimentées avec les doses utilisées révèle que les applications effectuées avec l'appareil ULV portatif ont donné les résultats les meilleurs.

Les intéressés estiment que le phénitrotrion, employé avec l'appareil ULV, est un insecticide sûr lorsque l'utilise un personnel compétent qui suit les recommandations standard de manipulation.