

*English version in
Bull. W. H. O. 20 (1): 1-14, 1959*

EVALUACION DEL RIESGO CONTRA LA SALUD DEBIDO AL ROCIAMIENTO DE CASAS CON DDT*

HOMER R. WOLFE, B.S., KENNETH C. WALKER, B.S., JOSEPH W. ELLIOTT, M.S.,
WILLIAM F. DURHAM, Ph.D.

*Centro de Enfermedades Transmisibles, Oficina de Servicios Estatales, Servicio de Salud Pública, Secretaría
de Salud, Educación y Bienestar de Estados Unidos, Wenatchee, Washington, E. U. A.*

En muchas partes del mundo,—en especial en zonas tropicales y sub-tropicales—, es corriente el rociamiento del interior y parte del exterior de casas y otros edificios, para controlar diversos insectos vectores de enfermedades. Durante algún tiempo el insecticida empleado a tal fin con mayor amplitud fue el DDT. Sin embargo, ciertos insectos han llegado a hacerse resistentes a dicho material, y por esta razón se ha recurrido a otros insecticidas en los programas de control de insectos vectores. Algunos de estos materiales nuevos, tales como el dieldrín y el diazinón, son notablemente más tóxicos que el DDT. Esta mayor toxicidad sólo puede compensarse parcialmente disminuyendo la concentración del componente activo de la fórmula. Cuando se usan estos insecticidas más tóxicos, se aumenta indudablemente el riesgo de los operadores del equipo de rociamiento. En Venezuela, Ecuador, y Nigeria (1) y también en la India (2, 3) se notificaron casos de envenenamiento de trabajadores de salud pública que empleaban dieldrín.

Aunque los factores de exposición inherentes a la aplicación al exterior de diversas materias tóxicas de rociado, para fines tanto agrícolas como de salud pública, se han estudiado ampliamente (4-7), se ha investigado poco lo relativo a la evaluación de los riesgos que encierra el rociamiento de casas. Barnes (8) ha señalado la conveniencia de emprender tales estudios†

El presente trabajo muestra los resultados

de estudios realizados para determinar la exposición dérmica y respiratoria de los que trabajan en operaciones de rociamiento, tanto en interiores como al exterior; para averiguar los principales factores que afectan dicha exposición, y para fomentar el empleo de medidas de protección y de vestimenta aceptables y eficaces. Aunque esta labor se llevó a cabo utilizando sólo DDT, sus resultados podrían aplicarse, al menos cualitativamente, a otros insecticidas que se emplean de forma parecida.

MATERIALES Y METODOS

Las pruebas de exposición en interiores, se hicieron en una vivienda pequeña, de una sola habitación, típica del alojamiento facilitado a los trabajadores ambulantes que trabajan en los huertos de frutales del Valle de Wenatchee en el Estado de Washington. En cuanto a tamaño esta casa acaso sea representativa del tipo de vivienda que en todo el mundo es objeto de rociamiento para eliminar los mosquitos vectores. La habitación medía 8 pies por 12, (2,4 m. x 3,7 m.) y sus paredes tenían 6 pies, (1,8 m.) de altura. El techo—parte interna de un tejado en declive—estaba a 6 pies de altura en su intersección con el muro y a 9 pies (2,7 m.) en su parte más alta. Todas las superficies estaban alisadas y pintadas. Durante el experimento había en la habitación una pequeña hornilla de cocinar, una nevera, un fregadero y, a lo largo de una de las paredes, una alacena que llegaba a la cintura.

El rociador utilizado era cilíndrico, de 3,5 galones de capacidad (unos 13 l.), de aire comprimido, del tipo operado a mano y equipado con una varilla de 20 pulgadas (50 cm.). Se utilizaron en diversas pruebas dos boquillas distintas. Ambas proyectaban

* Publicado en inglés en el *Bulletin of the World Health Organization*, Vol. 20, No. 1, 1959.

† Se ha publicado recientemente un trabajo excelente de T. E. Fletcher; J. M. Press, y D. Bagster-Wilson. (Véase *Bulletin of the World Health Organization*, Vol. 20, No. 1, 1959, pág. 15.

el líquido en forma de abanico; el tamaño de una era 50-0,15 y el de la otra 80-0,20. (La primera cifra representa el ángulo del chorro en abanico, y la segunda el gasto en galones por minuto a la presión de 40 libras por pulgada cuadrada (o sea de 2,8 atmósferas por la indicada superficie). Se instaló un indicador de presión en el tanque de rociamiento. Todas estas pruebas, excepto cuando se indica lo contrario, se llevaron a una presión media de 40 libras por pulgada cuadrada (lb./p²). Todo el rociamiento hecho durante este estudio estuvo a cargo de uno de los autores (H. R. W.) a fin de reducir al mínimo las variaciones de la técnica de rociamiento. Se siguió idéntico procedimiento en cada ciclo de rociamiento; la varilla se mantuvo a la distancia de 15 a 18 pulgadas (38-45 cm.), aproximadamente, de la superficie que se estaba rociando, y la duración del rociamiento se midió con exactitud por medio del cronómetro. En todos los rociamientos, incluso los del techo, el operario se mantuvo lo más lejos posible del chorro del líquido rociado. Las paredes y techo se rociaron con la intensidad necesaria para conseguir un depósito de 200 mg. de DDT por pie cuadrado (unos 2 g. por m².), cuando se utilizó la boquilla 50-0,15 a 40 lb./p². Idéntica distribución de tiempo se empleó con la boquilla 80-0,20. Con esta última boquilla se obtuvo un depósito algo mayor. Cada ciclo de rociado consistió en rociar dos veces el interior de la vivienda, lo que exigía 6 minutos de exposición. Dos tercios del lapso de rociamiento los requerían las paredes y un tercio, el techo. La presión de la bomba durante un ciclo de rociado, se da como promedio de libras por pulgada cuadrada (lb./p²). La presión se reguló accionando la bomba del aparato rociador hasta que alcanzaba un número prefijado de lb./p². por encima del promedio de presión deseado, a fin de que, al concluir el ciclo, la presión hubiera descendido el mismo número de lb./p². por debajo del promedio, lo cual facilitó el cálculo de la presión media deseada para la prueba.

Se roció con dos fórmulas distintas de DDT al 5 % en agua: una emulsión a base de un emulsivo concentrado al 25 % y una suspensión de polvo acuo-dispersable al 75 %.

La exposición dérmica potencial se calculó fijando almohadillas absorbentes en diversas partes del cuerpo y de la vestimenta del operario, y manteniéndolas expuestas durante un ciclo de rociamiento. La técnica fue, esencialmente, la descrita por Batchelor y Walker (4) y por Batchelor, Walker y Elliot (5). Las almohadillas se colocaron en la parte superior de ambos hombros, en la espalda, en la parte alta del pecho, cerca de la hendidura yugular, en la parte posterior de los antebrazos y cuello, en la parte frontal de los muslos, y sobre la zona buco-nasal del rostro cuando se empleaba la mascarilla respiratoria. Para medir la exposición respiratoria potencial se utilizó una sola mascarilla respiratoria provista de una almohadilla de filtro. Se colocó un embudo de material plástico, invertido, sobre el soporte de la almohadilla del filtro, asegurándolo bien con cinta adhesiva. Se seccionó el pitorro del embudo, taponando el agujero. En la parte baja de las caras del cono se practicaron dos aberturas de 12 mm. de diámetro cada una. De esta suerte, la mascarilla respiratoria se modificó a fin de que el chorro del rociamiento no chocara con el filtro y para simular con más exactitud la posición de las ventanas nasales.

Se cortaron, en el laboratorio, trozos centrales de 4 pulgadas cuadradas (25 cm².) de cada almohadilla utilizada para la exposición dérmica, y se extrajo por completo el contenido líquido del filtro de la mascarilla en un aparato de Soxhlet. El contenido de DDT del extracto se determinó por una variante del procedimiento Schechter Haller (9). Los resultados se convirtieron a miligramos de DDT depositados por pulgada cuadrada por hora de exposición. Durante este estudio se analizó un total de 1.404 almohadillas dérmicas y 113 filtros de mascarilla.

Se recogieron muestras de aire siguiendo el procedimiento descrito por Batchelor y

FIG. 1.—Capa de tipo 1 y casco con visera plástica, en vista lateral. (Nótese la protección casi completa ofrecida a los brazos por esta capa. Con este equipo habrán de usarse normalmente guantes.)



cuenta la malla de 1 pulgada que se muestra en la Fig. 4. La parte posterior del velo puede coserse a las laterales empleando una costura en solapa (véase el diagrama de la Fig. 4). El velo deberá, entonces, ser ajustado al casco con el cual va a usarse. Se notará que la malla, al ceder, permite un ajuste cómodo con el casco. El paso siguiente consistirá en apuntar las costuras frontales con alfileres, para determinar la anchura adecuada de la costura. Esta anchura debe ser tal que permita a la parte frontal del velo caer paralelamente a la cara del operario, o incluso, inclinarse ligeramente hacia dentro en su borde inferior. Tras haber hecho este ajuste para un casco, y haber determinado la cantidad apropiada de solapa en las costuras frontales, será posible confeccionar velos para cascos idénticos, sin efectuar más

FIG. 2.—Capa de tipo 2, casco con visera plástica, y guantes de goma con manoplas, en vista lateral. (Nótese la exposición de los brazos con esta capa y también la zona expuesta de cuello y hombros a causa del desplazamiento de la capa por la correa del aparato rociador.)



Walker (4). Su contenido de DDT se determinó por el método arriba citado.

La cantidad de DDA, metabolito del DDT, hallado en la orina se determinó por el método descrito por Cueto, Barnes y Mattson (10).

La vestimenta protectora estudiada se delinea en las Figs. 1-4. La única pieza nueva es el velo. Este se confecciona con un trozo de malla reticular plástica 20 x 20, de color verde oscuro. Una malla más tupida dificulta demasiado la vista, y una más abierta ofrece menos protección. Una malla de color más claro no es satisfactoria porque refleja la luz y deslumbra la vista. Se ensayó cierto número de modelos. Ensanchando las partes laterales para intentar la cobertura de los hombros, únicamente se logró que el velo rozara contra éstos, ocasionando incomodidad y, de vez en cuando, un ladeamiento del casco protector de la cabeza. Se puede confeccionar fácilmente un modelo satisfactorio de velo en tamaño natural, teniendo en

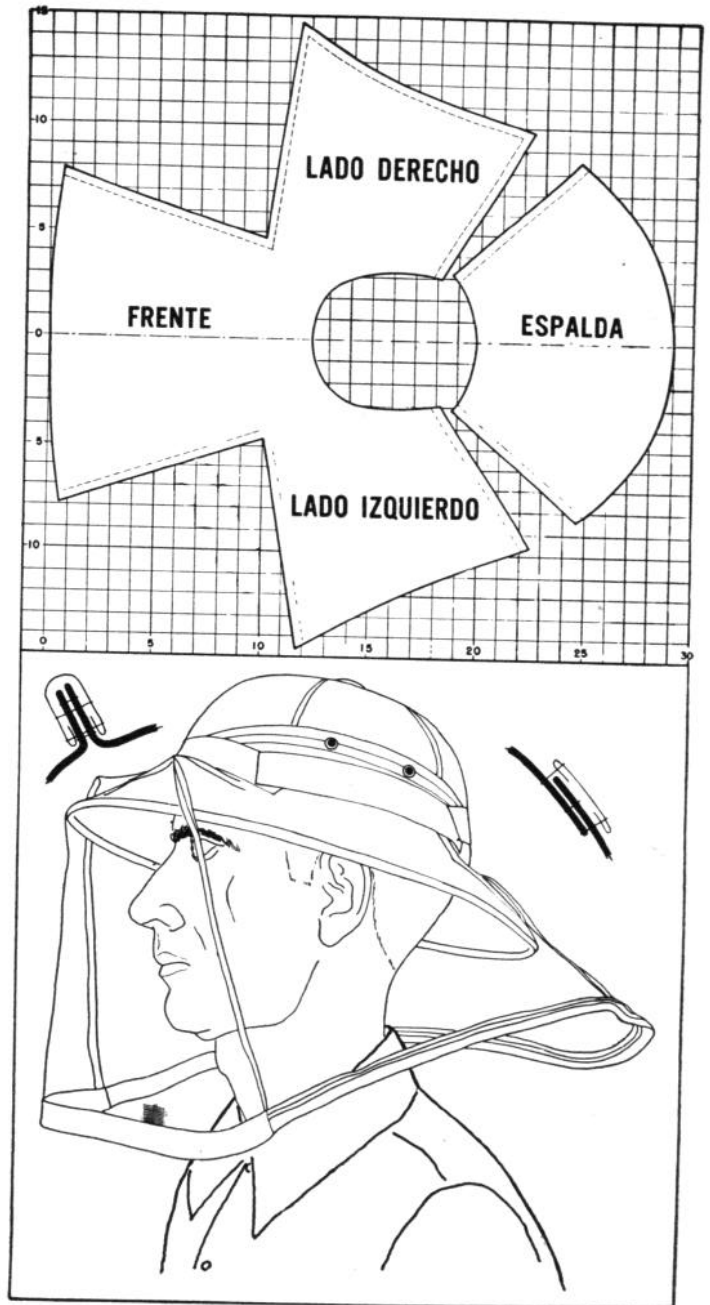
ajustes. Después de haber cosido las costuras, se reforzarán con cinta adhesiva que no encoja, cortada al sesgo (o cinta adhesiva al sesgo). Esta cinta deberá pespuntearse, también, alrededor del borde inferior del velo, pero no del borde superior. La cinta adhesiva normal para protección de superficies, es el mejor material para fijar el velo al casco. Es fácil de quitar o reemplazar. Para mantener recta la parte frontal del velo se puede utilizar alambre de acero a modo de soporte (de unos 3/32 de pulgada o sea 2,4 mm. de diámetro), pero no son indispensables. Es aconsejable dar rigidez al borde frontal inferior del velo con uno o dos trozos de cinta adhesiva corriente.

Para los estudios del rociamiento al exterior se utilizó una casa pequeña, de una sola habitación, similar a la de las pruebas precedentes. Las superficies rociadas comprendían la parte superior de los muros y la inferior de los aleros. Se empleó el mismo aparato rociador tanto al exterior como en interiores.

FIG. 3.—Casco con corcho y velo de malla plástica y guantes de goma con manopla, en vista frontal. (Nótese la cobertura ofrecida por este velo al cuello, hombros, zonas superiores de espalda y pecho, y también al rostro.)



FIG. 4.—Modelo de velo de malla plástica reticular de una pulgada, a escala reducida, y dibujo del velo cuando se lleva unido al casco tropical con cinta adhesiva corriente. Los diagramas indican detalles de las costuras frontales y posteriores, y de la cinta adhesiva cortada al sesgo (bies) para reforzarlas.



RESULTADOS

Exposición en condiciones normales

Para facilitar un cálculo de la exposición de los trabajadores en las condiciones que se dan más a menudo en operaciones de rociamiento en interiores, se llevaron a cabo mediciones mientras se estaba utilizando una suspensión de DDT al 5%, hecha de polvo acuo-dispersable al 75%, mediante una boquilla 80-0,20 y a una presión media de 40

lb./p². Los valores de la exposición determinados en estas condiciones, para diversas partes del cuerpo, aparecen en el cuadro No. 1. Se descubrió que la parte más expuesta era la mano y brazo derechos. En individuos no zurdos, esta mano es la que sostiene la varilla del aparato rociador y, por tanto, se encuentra más cerca del chorro de salida. Su grado de exposición es unas tres veces mayor que la del hombro derecho, el cual le sigue en grado de contaminación. Se descubrió en

todas las pruebas preliminares que la exposición de la parte inferior de las piernas era insignificante; por tanto, se interrumpieron en el experimento las mediciones de la exposición de tales extremidades. De estos datos se infiere que la exposición mayor, en el caso de rociamientos de superficies interiores, corresponde a la parte superior del tronco y extremidades. (Sin embargo, es de importancia notar que algunos integrantes de equipos de rociamiento, exponen en gran

CUADRO No. 1.—Exposición al DDT durante operaciones de rociamiento en interiores y al exterior.*

Variable estudiada		Promedio de exposición (mg./pies cuadrados/hora)											
		No. de repet.	Hombro derecho	Hombro izquierdo	Espalda	Pecho	Brazo derecho	Brazo izquierdo	Muslo derecho	Muslo izquierdo	Rostro	Nuca	Total
Exposición en condiciones normales Presión	20 lb./p². (1,4 atm.)	4	410	145	86	250	1497	35	36	8	41	15	2523
	30 “ (2,1 “)	4	29	35	7	25	118	18	12	<5	—	<6	<255
	40 “ (2,8 “)	4	92	70	11	33	438	14	11	<10	—	<4	<719
	50 “ (3,5 “)	4	289	126	51	112	993	32	18	<4	—	14	<1639
	50 “ (3,5 “)	4	576	168	58	305	1524	69	33	4	—	22	2759
Altura de la superficie	Muros	8	16	20	8	7	28	9	6	3	4	4	105
	Techo	8	1106	242	148	230	2632	161	94	27	133	36	4807
Tipo de super- ficie	Lisa	4	592	132	118	200	1475	65	58	12	54	34	2749
	Residuo denso	2	137	49	30	88	462	11	20	30	14	11	852
	Tablero de fibra raspado	4	24	19	9	18	132	12	4	7	<2	4	<231
Temperatura (grados F.)	34-38°F. (1-3°C.)	4	39	10	10	30	201	7	5	1	9	3	<315
	58-90°F. (14-32°C)	4	108	36	28	36	491	33	10	4	14	6	766
Fórmulas	Polvo acuo-dispersable	4	410	145	86	250	1497	35	36	8	41	15	2523
	Emulsión	4	289	126	51	112	993	32	18	<4	—	14	<1639
Tamaño de la boquilla	50-0,15	4	592	132	118	209	1475	65	58	12	54	34	2749
	80-0,20	4	289	126	51	112	993	32	18	<4	—	14	<1639
Vestimenta protectora	Ninguna	13	410	110	62	158	1094	37	44	10	46	18	1989
	Capa, tipo 1	4	<2	<2	<3	<3	<2	<2	7	6	—	—	<27
	Capa, tipo 2	4	4	<2	56	<2	921	44	20	<4	—	—	<1053
	Casco con visera de material plástico	4	91	46	24	18	—	—	—	—	<2	<2	<183
	Casco sin aditamentos	12	276	111	47	113	—	—	—	—	80	<4	<631
	Casco, visera 20 x 20	8	276	90	47	57	—	—	—	—	18	<6	<494
	Casco, visera 28 x 28	8	352	124	57	83	—	—	—	—	18	<4	<638
	Casco tropical, velo	12	26	32	8	22	—	—	—	—	<2	<2	<97
		4	84	71	31	60	170	28	22	16	15	4	501

* Salvo indicación en contra, el rociamiento en interiores se hizo a la temperatura de 36-65°F. (2-18°C.) y a un promedio de presión de bomba de 40 lb./p².

CUADRO No. 2.—Exposición dérmica al DDT por hora de rociamiento en interiores.*

Parte del cuerpo no tapada	Posición de las almohadillas	Superficie corporal (pie cuadrados**)	DDT obtenido de las almohadillas (mg./pie cuad./hora)†	Exposición total calculada (mg./parte corp./hora)
Rostro	Rostro	0,70	41	29
Lado derecho de la cabeza	Rostro	0,18	41	7
Lado izquierdo de la cabeza	Rostro	0,18	41	7
Nuca	Nuca	0,12	15	2
Parte anterior del cuello y triángulo del esternón	Triángulo del esternón	0,16	250	40
Antebrazo y mano derechos	Antebrazo derecho	1,09	1497	1632
Antebrazo y mano izquierdos	Antebrazo izquierdo	1,09	35	38
Total		3,52		1755

* Cálculo partiendo de la base de que el rociador lleve camisa de manga corta, cuello abierto y no use guantes. El rociamiento se efectuó con una suspensión de DDT al 5% y a un promedio de presión de 40 lb./p².

** 1 pie cuadrado = 0,1 m².

† 1 mg. por pie cuadrado = 10 mg. por m².

medida las pantorrillas y los pies. Se ignora la causa de esta particularidad observada).

Suponiendo que el operario lleve camisa con manga corta y cuello abierto, que no lleve guantes ni sombrero, y que sus vestidos protejan por completo la zona que cubren, puede calcularse por los datos anteriores que su exposición dérmica será alrededor de 1.755 mg. de DDT por hora de rociamiento. Estos cálculos se resumen en el cuadro No. 2.

El promedio de exposición respiratoria basado en la absorción de DDT por filtros de mascarilla, resultó ser de unos 7,1 mg. por hora de rociado. Este índice muy bajo de la exposición respiratoria comparado con la contaminación dérmica, es similar a los resultados comunicados para el rociamiento al exterior con paratión (4) y con dinitro-orto-cresol (5), con fines agrícolas.

Muestras de aire tomadas en la zona de respiración del operario en estas condiciones básicas de rociamiento en superficies interiores, dieron un contenido de 7,1 mg. de DDT por metro cúbico. Este nivel excede el índice de 1 mg. por metro cúbico fijado por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (11) como el nivel máximo a que podían ser expuestos los trabajadores durante una jornada de ocho horas.

La cifra de exposición respiratoria al DDT calculada sobre los valores dados por los filtros de mascarilla se ha comparado con la cifra de exposición respiratoria calculada sobre valores de concentración en aire. Partiendo de un volumen de renovación de aire de 480 litros por hora, puede calcularse que la inhalación de DDT es de 3,4 mg. por hora. Esta cifra es de un orden de magnitud aproximado al índice de 7,1 mg. por hora basado en los filtros de mascarilla.

Sirviéndose de los valores antedichos, se puede calcular que, en esas condiciones, el total potencial de exposición de un rociador sería de unos 105 mg./Kg. por día de trabajo, suponiendo que el operario estuviera rociando durante 4 horas de las 8 que constituyen su jornada. Esta cifra puede compararse con el alto índice dérmico LD₅₀ de 2.510 mg./Kg. de DDT disuelto, para las ratas blancas. Las ratas pueden resistir normalmente repetidas dosis diarias dérmicas disueltas de 100 mg./Kg., pero suelen morir con 200 mg./Kg. en esas condiciones (12). Hayes, Durham y Cueto (13) informaron de un estudio de personas que ingirieron DDT a un ritmo diario de 35 mg. (0,5 mg./Kg.) por cabeza, durante períodos de hasta dos años de duración. En el curso de todo este

estudio ningún voluntario se quejó del menor síntoma, ni reveló, a través de las pruebas realizadas, señal alguna de enfermedad cuya causa no fuera claramente reconocida con facilidad como extraña a la exposición al DDT.

Efecto de varios factores sobre la exposición

Se estudió un cierto número de factores—alguno de los cuales podría modificarse en condiciones prácticas de campo, y algunos otros establecerse como definitivos—para determinar su efecto en la exposición. Estos factores fueron los siguientes:

a) *Presión de la bomba del rociador.* Siendo práctica habitual de campo elevar la presión de los rociadores hasta 50 ó 55 lb./p². y luego rociar hasta que la presión descienda a unas 20 lb./p²., se hicieron estudios comparativos de la exposición a 20, 30, 40 y 50 lb./p². de presión (1,4; 2,1; 2,8 y 3,5 atm.). Los resultados de este trabajo aparecen en el cuadro No. 1. Se notará que por cada 10 lb./p². (0,7 atm.) de aumento de presión, la exposición dérmica se incrementa entre el doble y el triple. Al límite de 50 lb./p²., la exposición era unas once veces mayor que la correspondiente a 20 lb./p². La exposición respiratoria fue alrededor de 1 mg. por hora de rociamiento a 20 y 30 lb./p².; de 3 mg. a 40 lb./p². y de 6 mg. a 50 lb./p². Para distribuir un volumen dado de líquido a presión baja se necesita más tiempo que a presión alta. Sin embargo, el tiempo que se tarda en rociar a 20 lb./p²., es menor del doble del que se emplea a 50 lb./p². Así pues, hay un descenso significativo del grado de contaminación del operario que rocía, a baja presión, aun cuando la comparación se base en el índice estándar de sedimento por unidad de superficie.

Las presiones más altas dan una mayor exposición respiratoria y dérmica; por consiguiente, la presión más baja que proporcione un tipo conveniente de rociado y cobertura de superficie, será al parecer la más aconsejable desde el punto de vista de los riesgos contra la salud de los operarios de

rociamiento. A 20 lb./p². de presión, el tipo de rociamiento era ligeramente desigual. Sin embargo, a 30 lb./p². el rociamiento pareció igualarse y el índice de descarga era lo bastante alto para permitir cubrir una superficie de 200 mg. de DDT por pie cuadrado, a velocidad razonable.

b) *Altura de la zona rociada.* En rociamientos interiores, la observación visual evidenció que la exposición del operario era mayor cuando rociaba superficies situadas por encima de su cabeza. En el cuadro No. 1 se hace una comparación entre la exposición al rociar paredes y la exposición al rociar techos. Las mediciones confirmaron la observación visual de que el rociamiento de techos resulta mucho más expuesto que el de paredes. En la vivienda objeto de estudio, donde la superficie del techo era solamente un tercio mayor que la de las paredes, más del 97 % de la exposición total de un ciclo de rociamiento tuvo lugar mientras se estaba rociando el techo.

En contraste con los índices de exposición determinados en condiciones habituales por ciclos completos de rociamiento, la exposición del brazo derecho era sólo ligeramente superior a la del hombro cuando sólo se rociaban paredes. Asimismo, durante el rociamiento de paredes, la exposición del hombro izquierdo, en vez de ser mucho menor, resultó ser ligeramente mayor que la del hombro derecho; y la exposición del cuello y rostro era muy baja. La proporción de las cifras de exposición entre varias zonas corporales mientras se rociaban techos, era aproximadamente la misma que cuando se rociaba toda la habitación.

Cuando una operación de rociamiento sólo implicaba rociamientos por encima de la cabeza, es posible que el operario recibiera una exposición varias veces mayor por unidad de tiempo que cuando rociaba tanto paredes como techo.

c) *Tipo de superficie.* Era interesante efectuar un estudio de los efectos del tipo de superficie sobre la exposición, porque se encuentran sobre el terreno muy diversos tipos

de ellas, desde las lisas de madera pintada a las rugosas o absorbentes de barro y de paja.

Una variación en superficie se produjo al rociar la habitación varias veces, sin haber limpiado las paredes ni el techo, de suerte que se acumuló un grueso depósito residual. Este cambio en la superficie tuvo por resultado una disminución de la exposición del operario a alrededor de un tercio del índice alcanzado en el caso de una superficie lisa pintada.

Se realizaron otras pruebas cubriendo el techo con tablero de fibra absorbente, al que se había dado aspereza raspándolo con un utensilio agudo, hasta que multitud de fibras del tablero sobresalían entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ pulgada de la superficie. Este tipo de superficie produjo un descenso aun mayor de la exposición. La exposición al rociar toda una habitación cuyo techo se había recubierto con tablero de fibra, fue inferior al 10% de la exposición al rociar las superficies pintadas de la habitación.

d) *Temperatura.* Estudios comparativos hechos a dos temperaturas distintas, indicaron que la exposición aumentaba cuando el rociamiento se hacía a temperaturas más altas. La exposición fue aproximadamente dos veces mayor a la temperatura 58–90°F. (14–32°C.), que a 34–38°F. (13°C.). Se hallaron pequeños incrementos de exposición con cada aumento de temperatura, si bien en el cuadro No. 1 no figuran los resultados en detalle, ya que no se repitieron las pruebas en número suficiente para que dieran resultados de significación. Todas las pruebas que requerían variación de temperatura se llevaron a cabo utilizando la emulsión de DDT preparada con el concentrado emulsificable. Pudiera ser que el incremento de exposición a temperaturas más altas esté relacionado con el aumento de volatilización del vehículo xileno y la consiguiente disminución del tamaño y de la masa—pero no de la velocidad—de las partículas del rociamiento.

e) *Fórmulas.* Empleando una suspensión preparada con polvo acuo-dispersable se

encontró que tanto la exposición dérmica como la respiratoria era ligeramente mayor que utilizando una emulsión preparada con concentrado emulsificable.

También se halló que la concentración de DDT en el aire era algo más alta que usando la fórmula del polvo acuo-dispersable. En cambio, el operario aludió repetidas veces a la incomodidad que le causaba el rociar interiores con la emulsión. Los rociamientos con esta fórmula le quemaban los ojos y le causaban náuseas. Estos efectos eran más pronunciados a temperaturas más elevadas, y pueden atribuirse al disolvente. Rociamientos con la suspensión preparada con el polvo acuo-dispersable, no originaron la menor incomodidad.

f) *Tamaño de la boquilla de rociamiento.* No se notó diferencia apreciable en la exposición dérmica, al comparar la boquilla 50–0,15 con la 80–0,20. A simple vista se notó que, especialmente a las presiones más altas de la bomba, la boquilla 80–0,20 pulverizaba el insecticida en gotitas más pequeñas, que parecían “colgar” del aire durante un período de tiempo mayor. Por consiguiente se esperaba que estas partículas en suspensión causarían una exposición general mayor con la boquilla 80–0,20. Los estudios cuantitativos no confirmaron esta observación visual en el caso de la exposición dérmica, pero en cambio la exposición respiratoria, favorecida por las partículas pequeñas, resultó ser más alta al emplear la boquilla 80–0,20 (4,5 mg./hora), que cuando se empleó la de 50–0,15 (2,3 mg./hora).

Eficacia preventiva de varios tipos de vestimenta protectora

Algunos de los tipos de vestimenta protectora aparecen en las Figs. 1–4. Las capas tipos 1 y 2, y el casco con visera de material plástico (véanse Figs. 1 y 2) han sido propuestos anteriormente para uso general, y han sido sometidos a pruebas de campo.

Parece que la ropa de algodón corriente ofrece protección casi completa a la parte

corporal que cubre. Todos los valores de exposición bajo ropa de algodón en cuatro pruebas repetidas, quedaron por debajo del límite experimental del método analítico. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el tiempo empleado en rociamientos durante estas pruebas (24 minutos) no fue lo bastante largo para humedecer las prendas de algodón con el líquido del rociamiento. Indudablemente, el efecto protector de estas prendas queda limitado por la capacidad del tejido de absorber el líquido del rociamiento. No obstante, estas prendas no suelen humedecerse si el rociamiento se hace con cuidado porque la pequeña cantidad de líquido se evapora en cuanto se deposita. Estos resultados son similares a los comunicados por Hayes (12), quien descubrió que una camisa de algodón reducía la contaminación de la piel desde 1.200 mg./m². a 5 mg./m².

Como puede verse por el cuadro No. 1, la capa de tipo 1 ofreció protección casi completa (alrededor del 98 %) a partir del cuello hacia abajo, mientras que la capa de tipo 2 sólo proporcionó alrededor del 50 % de protección. La diferencia primordial entre estas dos capas, en lo que se refiere a efectos protectores, consiste en el mayor abrigo ofrecido a los brazos por el tipo 1.

El casco con visera de material plástico dio protección casi completa al rostro y cuello, y esta combinación, así como el casco sin aditamentos, ofreció alguna protección a hombros, espalda y pecho. Utilizando la capa de tipo 1 y el casco con visera de sustancia plástica, se puede proteger casi por completo a partes del cuerpo considerablemente expuestas.

Es difícil contar con la colaboración del operario de rociamiento para que use la vestimenta protectora, que es pesada o, en zonas tropicales, aumenta su incomodidad al impedir la libre circulación de aire. Las capas tipos 1 y 2 y el casco con visera plástica adolecen de ambas desventajas. Además, a causa del ajuste de la capa a las muñecas, en el tipo 1, resulta difícil levantar el aparato rociador por encima de los hombros. Con las

hombreras ahora incluidas en la capa tipo 2, la correa del aparato rociador tiende a mover la capa en una u otra dirección, lo cual da lugar a que zonas del cuello, hombros y pecho, más grandes de lo necesario, se expongan a posibles contaminaciones dérmicas. Otra desventaja de la visera de material plástico es que se recubre rápidamente de residuos que obstaculizan seriamente la vista, particularmente a luz mortecina. Tras un breve período de rociamiento, la visera de sustancia plástica queda recubierta de tal modo que resulta imposible ver a través de ella. Este sedimento no es fácil de quitar con agua, pero puede eliminarse por medio de un disolvente orgánico.

En un intento de implantar una vestimenta protectora más aceptable, se añadió al casco una visera hecha con un trozo de malla reticular plástico de 20 x 20. Esta modificación resultó más ligera y fresca que el casco provisto de visera de material plástico, pero mejoró en muy poco la protección del casco sin ningún aditamento, con excepción de la parte buco-nasal. Parecidos resultados se obtuvieron con visera confeccionada con un trozo de malla reticular plástica de 28 x 28. Entre otras modificaciones puestas a prueba figuran el uso de un casco tropical equipado con velo de malla plástica (Figs. 3 y 4). El casco tropical con dicho velo debe ser aceptable para los operarios de rociamiento, ya que es una combinación que impide menos la circulación del aire y es considerablemente menos pesado (255 g.) que el casco con visera de sustancia plástica (670 g.). Las gotitas de líquido o los sedimentos de residuos secos que el velo recoge, obstaculizan muy poco la vista. El velo no necesita limpiarse con tanta frecuencia, y se limpia mejor que la visera plástica.

En el cuadro No. 1 puede verse que el casco tropical con velo, dio excelente protección a los hombros, espalda y pecho, y casi completa al rostro y cuello. En el cuadro No. 3 aparece detallado el tanto por ciento de protección ofrecido por este equipo a diversas partes del cuerpo.

CUADRO No. 3.—*Protección que da el casco tropical con velo a varias partes del cuerpo, durante el rociamiento con DDT en interiores.*

Parte del cuerpo	Efecto protector (%)*		
	Con boquilla 80-0,20 y polvo acuodispersable	Con boquilla 50-0,15 y emulsión concentrada	Promedio
Hombro derecho	76	84	80
Hombro izquierdo	27	71	49
Espalda	68	87	77
Pecho	64	86	75
Rostro	46	87	67
Nuca	53	89	71
Respiratoria	—	31	31

* Porcentaje del efecto protector =

$$\frac{(\text{valor no protegido} - \text{valor protegido})}{\text{valor no protegido}} \times 100$$

Otras mediciones de la exposición

Como se hizo notar ya, todos los rociamientos de interiores citados en el presente trabajo fueron hechos por la misma persona. Esta, durante un período de 6 meses, roció 309 veces el interior de la vivienda objeto de la prueba, y empleó en total 123 galones (465 litros) de líquido de DDT al 5%, que representan 46 libras (unos 20 Kg.) de DDT normal. Se pasó 15 horas y media sin hacer otra cosa que rociar. Durante este período se le tomaron dos veces muestras de orina para determinar su contenido de DDA, en aquellos momentos en que se consideró probable que su exposición fuera máxima. En ambas ocasiones, el contenido de DDA de la orina fue inferior al límite de sensibilidad del método experimental. Trabajos anteriores habían indicado que la absorción oral de dosis de DDT no superiores a 3,5 mg. por día, producirían la excreción en la orina de cantidades mensurables de DDA. (Evidentemente, las consecuencias de este estudio de excreción son sólo aplicables al DDT. Es sabido que algunos otros compuestos químicos son absorbidos por la piel en cantidades notables y hasta tóxicas, en condiciones de campo.)

Exposición durante el rociamiento de exteriores

Con fines comparativos, se hicieron mediciones de exposición, dérmica y respiratoria, al DDT, durante operaciones simuladas de rociamiento de superficies exteriores para controlar insectos vectores de enfermedades. Los resultados de este trabajo se muestran en el cuadro No. 1. La exposición dérmica total durante el rociamiento de exteriores, calculada en la forma indicada en el cuadro No. 2, fue 243 mg./hora, y, por tanto, considerablemente menor que la del rociamiento de interiores (1.775 mg./hora). La exposición respiratoria fue mucho menor en el rociamiento de exteriores (0,11 mg./hora) que en el de interiores (7,1 mg./hora). El grado relativo de exposición de diversas partes corporales durante el rociamiento de exteriores, fue similar al resultante de rociar interiores.

Podría esperarse una variación de exposición algo mayor entre ciclos distintos de rociamiento de exteriores, puesto que, en tales casos se ejerce un control mucho menor sobre el viento y la temperatura. Sin embargo, en este estudio, las variaciones entre los ciclos fueron similares al aire libre y en interiores. Tal similitud acaso pudiera explicarse por el hecho de que fueron pequeñas las variaciones de viento y temperatura habidas durante los días en que se realizaron las pruebas al aire libre.

DISCUSION

Los estudios objeto de este trabajo indican que empleando la vestimenta probada, la protección máxima durante rociamiento de interiores se alcanza llevando puestos la capa de tipo 1 y el casco con visera de material plástico. El operario debe usar guantes de goma con manopla para proteger sus manos durante las operaciones de mezclado y llenado, así como durante el rociamiento*. Esta combinación de equipo (capa de tipo 1,

* La OSP/OMS no recomienda el uso de guantes durante las operaciones de rociado con DDT, pero sí con dieldrín.—Edit.

casco con visera plástica y guantes de goma con manopla) debe facilitar protección casi completa, tanto contra la exposición dérmica como la respiratoria, a un rociador que lleve camisa de manga larga, pantalones largos y botas.

Entre otros requisitos importantes, el casco debe tener alas anchas e impermeables. Los cascos de fabricación local pueden resultar enteramente satisfactorios y mucho más baratos que los que aparecen en las ilustraciones.

En caso de que el personal de campo no acepte la vestimenta protectora antedicha, se tendrá presente la combinación, ya descrita, de casco tropical con velo. El casco impermeable, de alas anchas y provisto de velo, usado con la demás vestimenta apropiada, dará protección por completo satisfactoria contra contaminaciones tanto dérmicas como respiratorias. Cálculos similares a los resumidos en el cuadro No. 2, indican que estos medios protectores (camisa de manga larga, pantalones largos, guantes de goma con manopla y casco tropical con velo) reducirían la exposición casi a cero (a menos del 2% de la exposición sin dichos medios). Obsérvese que esta protección es superior a la que se muestra en el cuadro No. 3, lograda únicamente por el casco tropical con velo. Además, el interesado puede reducir aún más su exposición empleando una presión de bomba todo lo baja que sea compatible con un rociamiento aceptable y con un recubrimiento adecuado de la superficie. Acaso no sea necesario mencionar prácticas

más ostensibles de seguridad, tales como mantenerse lo más lejos posible del chorro, en especial cuando se rocía superficies más altas que la cabeza. Conviene insistir mucho en la importancia de lavarse las manos y el rostro antes de comer o fumar, de bañarse a diario con agua y jabón, y lavar la ropa contaminada.

REFERENCIAS

- (1) Hayes, W. J., Jr.: *Pub. Health Rep.* (Wash.), 72:1087, 1957.
- (2) Patel, T. B., y Rao, V. N.: *Brit. Med. Jour.*, 1:919, 1958.
- (3) Rahman, J.; Singh, M. V., y Datta, S. P.: *Bull. Nat. Soc. Ind. Mal.* 6:107, 1958.
- (4) Batchelor, G. S., y Walker, K. C.: *A.M.A. Arch. Ind. Hyg.*, 10:522, 1954.
- (5) Batchelor, G. S.; Walker, K. C., y Elliott, J. W.: *A.M.A. Arch. Ind. Health*, 13:593, 1956.
- (6) Culver, D.; Caplan, P., y Batchelor, G. S.: *A.M.A. Arch. Ind. Health*, 13:37, 1956.
- (7) Hayes, W. J. Jr.; Dixon, E. M.; Batchelor, G. S., y Upholt, W. M. *Pub. Health Rep.* (Wash.), 72:787, 1957.
- (8) Barnes, J. M.: En: Metcalf, R. L., *Advance in Pest Control Research*, 1, Interscience Publishers Nueva York, 1957.
- (9) Centro de Enfermedades Transmisibles, Laboratorios de Desarrollo Técnico, *Chemical Memorandum No. 1* (Primera Revisión), 1953.
- (10) Cueto, C.; Barnes, A. G., y Mattson, A. M.: *Jour. Ag. Food Chem.*, 4:943, 1956.
- (11) Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales, *A.M.A. Arch. Ind. Health*, 16:261, 1957.
- (12) Hayes, W. J., Jr.: En: Müller, P., *DDT. The Insecticide Dichlorodiphenyltrichloroethane and its Significance*, Vol. 2, Basilea, 1958.
- (13) Hayes, W. J., Jr.; Durham, W. F., y Cueto, C.: *Jour. Am. Med. Assn.*, 162:890, 1956.