

Biomédica 2007;27:400-9

## ARTÍCULO ORIGINAL

## Factores de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en el departamento del Putumayo, 2006

Marcela Varona <sup>1</sup>, Gloria Henao <sup>2</sup>, Angélica Lancheros <sup>1</sup>, Álix Murcia<sup>1</sup>, Sonia Díaz <sup>1</sup>, Rocío Morato <sup>1</sup>, Ligia Morales <sup>1</sup>, Dyva Revelo <sup>4</sup>, Patricia de Segurado <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, D. C., Colombia

<sup>2</sup> Grupo de Factores de Riesgo Ambiental, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, D.C., Colombia

<sup>3</sup> Organización Panamericana de la Salud, Bogotá, D. C., Colombia

<sup>4</sup> Departamento Administrativo de Salud del Putumayo, Mocoa, Colombia

**Introducción.** En 2005 el Sistema de Vigilancia en Salud Pública encontró que el departamento del Putumayo es la región con mayor incidencia de intoxicaciones por plaguicidas en Colombia.

**Objetivo.** Establecer la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en la población agrícola mediante la determinación de los niveles de acetilcolinesterasa en el departamento de Putumayo, utilizando el método de Michel.

**Materiales y métodos.** Se realizó un estudio transversal en 204 trabajadores ocupacionalmente expuestos, en cuatro municipios del departamento de Putumayo. Se aplicó una encuesta para recolectar información y se tomó una muestra de sangre para la determinación de la acetilcolinesterasa. Se llevó a cabo el análisis simple de las variables y se exploraron posibles asociaciones. Un grupo de trabajadores fueron capacitados con la metodología SARAR (una estrategia educacional participativa que significa: S: seguridad, A: asociación, R: reacción, A: actualización y R: responsabilidad) sobre el uso y el manejo de plaguicidas.

**Resultados.** Se estableció que el tiempo promedio de exposición fue de nueve años. El 75,2% manifestó emplear plaguicidas extremadamente tóxicos y el 13,0% altamente tóxicos. En promedio refirieron aplicar plaguicidas 7,3 horas al día. El 9,8% usaban plaguicidas organoclorados. En cuanto a la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, 17,6% presentaban inhibición.

**Conclusión.** Este trabajo permitió tener una dimensión real del problema de los plaguicidas en el Putumayo y utilizarla para hacer una intervención educativa sobre los trabajadores y sus familias, con la metodología SARAR.

**Palabras clave:** exposición profesional/prevención y control, plaguicidas/efectos adversos, compuestos organofosforados, carbamatos, acetilcolinesterasa, vigilancia epidemiológica.

### Organophosphorus and carbamate pesticide exposure in Putumayo Province, Colombia

**Introduction.** In 2005, the Sistema de Vigilancia en Salud Pública, the governmental agency responsible for monitoring public health, found that Putumayo Province has the highest incidence of poisoning by pesticides in Colombia.

**Objective.** Exposure to organophosphorus and carbamate pesticides and carbamates was established in the agricultural population of Putumayo by determining acetylcholinesterase levels.

**Materials and methods.** A cross-sectional survey was made in 204 occupationally exposed workers in four municipalities of Putumayo. A questionnaire was administered to collect subject information; a blood sample was taken for acetylcholinesterase determination by Michel's method. A straightforward analysis of the variables and possible associations were explored. A group of workers was enabled with SARAR (a participative educational strategy that means: S: safety, A: association, R: reaction, A: actualization and R: responsibility) methodology for use and handling of pesticides.

**Results.** The average time of exposure was nine years. Seventy-five percent declared using extremely toxic pesticides and 13% highly toxic. On average, they applied pesticides 7.3 hours/

day. Nearly 10% used organochloride pesticides. Furthermore, 17.6% demonstrated inhibition of the enzyme acetylcholinesterase.

**Conclusion.** A realistic scale of the pesticide use problem in humans was obtained; and the data effectively recommend an educational intervention for the workers and their families with SARAR methodology.

**Key words:** occupational exposure/prevention & control, pesticides/adverse effects, organophosphorus compounds, carbamatos, acetylcholinesterase, epidemiologic surveillance.

Una de las principales problemáticas que enfrenta la humanidad en el siglo XXI es la degradación del ambiente. Los rápidos avances científicos y tecnológicos han generado grandes desarrollos para la humanidad pero, también, han alterado el equilibrio ecológico del planeta de manera global. Entre los agentes ambientales nocivos para la salud, los químicos ocupan un lugar cada vez más importante como problema de salud pública de los países en desarrollo, debido al modo inadecuado como se producen y se usan las sustancias, y a la forma como se desechan los residuos químicos (1).

Entre las más de 70.000 sustancias químicas que se encuentran en el mercado, desde 1940 los plaguicidas sintéticos han venido ocupando un lugar importante, y se han convertido en la principal estrategia para el control de plagas (2,3).

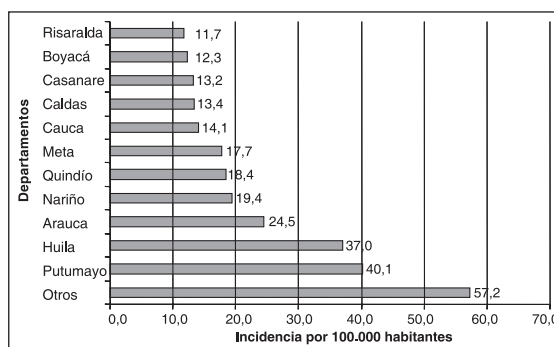
En Colombia, el modelo de desarrollo agrícola se sustenta principalmente en el uso de agroquímicos, los cuales son usados sin la necesaria investigación técnica la mayoría de las veces, desconociendo la multiplicidad de las características regionales como son la variedad del clima, la diversidad de las especies y la heterogeneidad de las culturas (4).

Para el 2005, en el Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) se encontró que el departamento del Putumayo es la región con mayor incidencia de intoxicaciones por plaguicidas en el país (figura 1).

**Correspondencia:**

Marcela Eugenia Varona, Grupo de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud, Avenida Calle 26 No. 51-20, Bogotá, D. C., Colombia. Telefax 220 7700, extensión 447 mvarona@ins.gov.co

Recibido: 15/02/07; aceptado: 14/05/07



Datos proporcionados por la Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública, Grupo Factores de Riesgo del Ambiente, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, 2005.

**Figura 1.** Incidencia de las intoxicaciones por plaguicidas por departamentos, SIVIGILA 2005.

La Dirección Departamental de Salud del Putumayo mostró, para ese mismo año, 248 intoxicaciones por sustancias químicas, de las cuales los plaguicidas fueron la principal causa en 145 (58,4%); se reportó con mayor frecuencia en los municipios de Puerto Asís (26,9%), Mocoa (19,3%), Valle del Guamuez (15,2%), San Miguel (9,0%) y Orito (8,3%). De las 145 personas intoxicadas con plaguicidas, las mujeres presentaron mayor número de intoxicaciones (56,5%) que los hombres (43,4%); el grupo de edad más afectado fue el de 11 a 20 años (44,1%), seguido del de 21 a 30 años (26,9%) (Revelo D. Comportamiento de las intoxicaciones 2005-2006. Informe final. Departamento Administrativo de Salud del Putumayo; 2005).

La mayoría de las intoxicaciones reportadas en nuestro país se dan por plaguicidas organofosforados y carbamatos, los cuales son ampliamente utilizados como insumos agrícolas, plaguicidas domésticos y para el control de vectores de enfermedades epidémicas (4,5). La determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa se ha empleado como

biomarcador de efecto para esos grupos de plaguicidas (6), para lo cual se han desarrollado varias metodologías. Entre ellas están las que utilizan indicadores de color, como la de Limperos y Ranta, o el método de Ellman, así como metodologías electrométricas, como la de Michel (7,8).

El método colorimétrico de Limperos y Ranta permite el seguimiento de grupos grandes de población por ser una técnica tamiz, de bajo costo y sencilla de realizar (7). El método electrométrico de Michel se basa en una determinación cuantitativa, midiendo el descenso del pH a medida que el sustrato acetilcolina se hidroliza con formación de ácido acético (7).

El Instituto Nacional de Salud, a través de la representación de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en Colombia, implementó la metodología SARAR (9,10), la cual es una estrategia educativa que utiliza materiales visuales como carteles, tarjetas con ilustraciones, mensajes adecuados y fáciles de entender por las personas del medio rural, que los pueden poner en práctica para reducir el uso de plaguicidas, los efectos sobre la salud y evitar la contaminación ambiental (9,10). Con este entrenamiento la población adquiere la capacidad de reconocer situaciones de riesgo asociadas al manejo de plaguicidas, identificar molestias que evidencian deterioro en la salud, participar en programas de mejoramiento de las condiciones ambientales y de trabajo en las localidades donde habitan, definir metas a corto y mediano plazo para proteger la salud individual y familiar, e iniciar un proceso de reflexión sobre la importancia y el beneficio del control biológico para el manejo de plagas (9,10).

Teniendo en cuenta el elevado uso de plaguicidas en el departamento del Putumayo y debido a que no existen fuentes de información que permitan evaluar el alcance del problema del uso de plaguicidas de este departamento, se llevó a cabo este estudio con el objeto de establecer la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en la población agrícola, mediante la determinación de los niveles de acetilcolinesterasa en sangre de los trabajadores ocupacionalmente expuestos utilizando el método de Michel. Se

describió también el uso y manejo de los plaguicidas con el propósito de realizar intervenciones en la comunidad para minimizar los riesgos asociados al empleo de estas sustancias.

### **Materiales y métodos**

Se realizó un estudio de corte transversal en una muestra de 204 trabajadores ocupacionalmente expuestos a plaguicidas, pertenecientes a los municipios de Puerto Asís, Orito, Valle del Guamuez y San Miguel en el departamento de Putumayo, durante los años 2005-2006.

Se calculó el tamaño de la muestra con un poder de 80%, un nivel de significancia de 99%, una prevalencia esperada de 50% y un porcentaje de pérdida de 20%, y se obtuvo un tamaño de muestra de 198 individuos, distribuidos proporcionalmente en cada municipio teniendo en cuenta su población agrícola. Se incluyeron seis trabajadores más, que solicitaron participar y cumplieron con los criterios de inclusión del estudio.

A los trabajadores se les informaron los objetivos y los beneficios de la investigación y, una vez aceptaron voluntariamente su participación, firmaron un consentimiento escrito.

Los criterios de inclusión de la población estudio estuvieron determinados por los trabajadores que empleaban plaguicidas organofosforados o carbamatos en su oficio habitual y fueron seleccionados con ayuda del Departamento Administrativo de Salud de Putumayo. Se excluyeron los trabajadores no expuestos a estos plaguicidas, las mujeres embarazadas o que estuvieran tomando anticonceptivos orales, los trabajadores con historia de enfermedad hepática o diabetes, y todos aquéllos que no aceptaron participar.

Se les aplicó una encuesta con la cual se obtuvo información de tipo demográfico, antecedentes ocupacionales, toxicológicos y clínicos. Se recolectó una muestra de sangre para la determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, dentro de los tres días siguientes a la exposición a los plaguicidas teniendo en cuenta la toxicocinética de estos

grupos de plaguicidas (3,11,12). Se llevó a cabo un estudio piloto en 10% del total de los trabajadores de la muestra, con el fin de realizar los ajustes a la encuesta ocupacional. Estas personas no formaron parte de la población del estudio.

Para la determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa de cada trabajador, se tomaron 10 ml de sangre por punción venosa, en tubos con heparina sódica como anticoagulante. Las muestras se mantuvieron en refrigeración desde el momento de la recolección hasta que llegaron al Laboratorio del Grupo de Salud Ambiental-Investigación, del Instituto Nacional de Salud, donde se efectuó su análisis. Una vez en el laboratorio, las muestras se recodificaron con el fin de minimizar el sesgo del analista. Posteriormente, se fraccionaron para ser procesadas y hacer la respectiva determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa por el método de Michel.

Para este método fue necesario hacer una separación de la muestra por centrifugación y trabajar con el plasma y los eritrocitos. El procedimiento original fue validado por el Grupo de Salud Ambiental; se modificó el tiempo de reacción de la prueba, que originalmente era de 60 minutos y pasó a ser de 40 minutos para eritrocitos y 45 minutos para plasma (Morato R, Lancheros A, Murcia A. Estudio de algunos factores que afectan la determinación de acetilcolinesterasa en eritrocitos y plasma utilizando el método electrométrico de Michel; datos sin publicar).

La interpretación de los resultados se hizo utilizando como rangos de normalidad los reportados por S. Henao *et al.* (6) (cuadro 1) y los encontrados por el Grupo Salud Ambiental, cuyos

**Cuadro 1.** Valores normales de acetilcolinesterasa (6).

Determinación	Sexo	Rango $\Delta$ pH/h	Promedio $\Delta$ pH/h
Eritrocitos	hombre	0,804-0,992	0,898
	mujer	0,822-0,99	0,906
Plasma	hombre	0,799-1,107	0,953
	mujer	0,756-0,994	0,875

valores son de 0,91-1,64  $\Delta$ pH/hora para eritrocitos y 0,71-1,17  $\Delta$ pH/hora para plasma.

Se realizó un análisis simple de todas las variables para determinar las estadísticas descriptivas como medidas de tendencia central y dispersión. Además, se cruzaron las variables para estimar asociaciones estadísticamente significativas; para tal efecto, se utilizó el programa Epi-Info 6.04 y Epidat 3.0. Las comparaciones entre los que presentaban valores de acetilcolinesterasa por debajo de los rangos establecidos en cada uno de los métodos empleados se llevaron a cabo en tablas de 2x2. Se efectuó un análisis de varianza ANOVA entre la variable determinación de acetilcolinesterasa y las características de los individuos del estudio.

De la totalidad de individuos, empleando un muestreo aleatorio simple, se escogieron 51 trabajadores, los cuales fueron capacitados usando la metodología de educación comunitaria SARAR en el uso y manejo de plaguicidas y, posteriormente se evaluaron los conocimientos adquiridos.

Este estudio fue aprobado por el Comité Técnico de Investigación y el Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud.

## Resultados

De los municipios de Puerto Asís, Orito, Valle del Guamuez y San Miguel se seleccionaron 204 trabajadores expuestos ocupacionalmente a plaguicidas para conformar la muestra del estudio, y se recolectó igual número de encuestas y muestras biológicas.

De los trabajadores participantes, 94,1% (192) pertenecía al área rural y el restante al área urbana. En relación con el sexo, 86,8% (177) eran hombres y 13,2% (27) mujeres, y sus edades oscilaban entre los 13 y los 74 años, con un promedio de 34 años para los dos sexos. La edad de los hombres se encontraba entre los 16 y los 73 años (media=33,9 años, mediana=34 años y DE=11,7) y la de las mujeres, entre los 13 y los 74 años (media=34,8 años, mediana=34 años y DE=14,2). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las edades por sexo. En cuanto a la vinculación al Sistema

General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), 54,9% (112) de los individuos de la muestra pertenecía al régimen contributivo, 32,8% (57) eran vinculados y 12,3% (25) eran del régimen subsidiado. Respecto al nivel de escolaridad, 92,6% (188) de los individuos no terminó la secundaria y 3,9% (8) son analfabetos. En el momento de realizar la entrevista, 86,3% (175) reportaron dedicarse a la agricultura.

En cuanto a la exposición a plaguicidas, 53,0% (96) de los individuos informaron que fue por vía respiratoria y 47,0% (109) por contacto directo; ninguno reportó como vía de exposición la oral. El tiempo de exposición a los plaguicidas osciló entre tres meses y 30 años, con un promedio de exposición de nueve años, para los hombres (media=9,6 años, mediana=10 años y DE=10 años) y en las mujeres, entre los cuatro meses y los 20 años (media=5,9 años, mediana=5 años y DE=10). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el tiempo de exposición a plaguicidas entre hombres y mujeres (ANOVA  $t=2,76$   $p=0,006$ ).

El 45,6% (93) de los trabajadores informó fumigar como mínimo dos veces a la semana, 27,5% (56) fumiga cada 15 días y 22,5% (46) entre uno y tres meses. El 80,1% trabaja tiempo completo (8 horas al día) en fumigación y, en general, aplican plaguicidas un promedio de 7,3 horas al día. Los trabajadores refieren que las labores que realizan durante el periodo que no están fumigando son preparar la tierra (52,2%), cosechar (10%), labores domésticas (9%), raspar (5%) y oficios varios (5%), entre otros.

Llama la atención que 91,2% (186) de los trabajadores manifestó que no ha recibido capacitación sobre el manejo seguro de plaguicidas.

En relación con la utilización de plaguicidas, el 100% de los trabajadores que ingresaron al estudio reportaron el uso de plaguicidas organofosforados y carbamatos. El 41,5% (116) manifestaron emplear bupiridilos (amonio cuaternario); 19,6% (52), fosfonoaminoácido; 29,1% (77), ácido 2,4-D-diclorofenoxiacético, y 9,8% (26), organoclorados. El plaguicida tamarón (organofosforado) fue el más empleado por los trabajadores, con

86,0% (177), seguido por el furadán (carbamato), con 56,4% (115).

En relación con la categoría toxicológica, 75,2% manifestó emplear plaguicidas categoría I (extremadamente tóxico); 13,0%, categoría II (altamente tóxico), y sólo 11,8% utiliza plaguicidas categoría IV (ligeramente tóxico). Ninguno reportó el uso de plaguicidas de categoría toxicológica III. En Colombia las categorías toxicológicas establecidas son: categoría I: extremadamente tóxico, categoría II: altamente tóxico, categoría III: moderadamente tóxico, y categoría IV: ligeramente tóxico (13,14).

Según la información recolectada, 163 (79,9%) de los encuestados refirieron que utilizan algún elemento de protección personal cuando están aplicando los plaguicidas (cuadro 2).

De los elementos de protección personal reportados por los trabajadores, sólo se encontró una relación estadísticamente significativa entre el uso de botas de caña alta y la menor probabilidad de presentar intoxicaciones (OR=0,11, IC 0,01-0,89,  $p=0,014$ ).

Al evaluar las medidas de higiene se pudo evidenciar que 96,1% (196) de los trabajadores refieren que se cambian de ropa al finalizar la jornada laboral, 82,4% (168) se cambia diariamente, 12,7% (26) lo hace dos veces por semana y 99% (202) se ducha al finalizar la jornada laboral. El 44,1% (90) manifiesta lavar la ropa en la casa y el 20,6% (42) lo hace en el caño. Así

**Cuadro 2.** Elementos de protección personal de los trabajadores agrícolas encuestados.

Elementos de protección personal	Frecuencia de uso	% de uso
Ropa de calle	201	98,5
Bota de caña alta	169	82,8
Bota de caña baja	14	6,9
Guantes	6	3,0
Tapaboca desechable	5	2,5
Respirador	5	2,5
Uniforme	3	1,5
Monogafa	2	1,0
Peto	1	0,5

Fuente: encuesta ocupacional, Grupo de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud, 2005.

mismo, 46,1% (94) de los encuestados lava la ropa mezclada con la de la familia.

En cuanto a los hábitos de comer, fumar y consumir licor, se encontró que un alto porcentaje de los trabajadores, 85,3% (174), toma algún alimento en el cultivo y, de éstos, sólo 57,1% (100) reporta que siempre se baña las manos antes de ingerir alimentos. Respecto al hábito de fumar, 67 (32,8%) trabajadores refieren hacerlo y 19 (28,4%) lo hacen en el cultivo. Fuman entre 1 y 20 cigarrillos, con un promedio de 6,4 cigarrillos por día. Además, 127 (62,3%) individuos ingieren licor, de los cuales, 66 (52,0%) dicen hacerlo ocasionalmente.

El 54,4% (111) de los trabajadores menciona almacenar los plaguicidas en una área exclusiva, 27,9% (57) en un sitio fuera de la casa y 17,6% (36) dentro de la casa. El 55,4% (113) de los trabajadores deja a campo abierto los envases ya utilizados de los plaguicidas, 24% (49) los quema, 18,6% (38) los entierra, 1,5% (3) los deja

**Cuadro 3.** Agrupación por sistemas de las manifestaciones clínicas presentadas por los trabajadores expuestos a plaguicidas en el departamento de Putumayo.

Agrupación por sistema	Frecuencia	%
Neurológico	161	45,2
Digestivo	64	18,0
Órganos de los sentidos	58	16,3
Hematopoyético	36	10,1
Piel	19	5,3
Respiratorio	18	5,1
Total	356	100,0

Fuente: encuesta ocupacional, Grupo de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud, 2005.

**Cuadro 4.** Comparación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa con los rangos de medición de S. Henao *et al.* (6) y del Grupo Salud Ambiental-Investigación por género empleando el método Michel.

Determinación	N	Sexo	Rango $\Delta$ pH/h Henao S, <i>et al.</i>	Rango $\Delta$ pH/h INS**	Frecuencia Henao S, <i>et al.</i>		Frecuencia INS **	
					Número	%	Número	%
Eritrocitos	177	Hombre	0,804 - 0,992	0,91-1,64	30	16,9	47	26,6
	27	Mujer	0,822 - 0,99		2	7,4	2	7,4
Plasma	177	Hombre	0,799 - 1,107	0,71-1,14	4	2,3	3	2,3
	27	Mujer	0,756 - 0,994		0		2	7,4

\*\* Instituto Nacional de Salud. Morato R, Lancheros A, Murcia A. Estudio de algunos factores que afectan la determinación de acetilcolinesterasa en eritrocitos y plasma utilizando el método electrométrico de Michel. Sometido a publicación en 2006.

cerca del arroyo y 0,5% (1) los deposita en el aljibe.

Entre los síntomas que reportaron los trabajadores, los más frecuentes fueron: cefalea, 51,3% (39); mareo, 43,4% (33); ardor ocular, 40,8% (31); debilidad, 30,3% (23), y dolor abdominal, 28,9% (22). En el cuadro 3 se presentan las manifestaciones clínicas organizadas por sistemas, en donde se puede observar que el mayor porcentaje (45,2%) se presenta en el neurológico.

El 46,6% (95) de los trabajadores manifestó haberse intoxicado con plaguicidas; de éstos, 71% (66) prefirió tomar remedios caseros y sólo 17,2% (16) consultó a un médico. El 76,1% (70) se intoxicó con el plaguicida furadán.

En relación con la determinación de la actividad de la enzima acetilcolinesterasa realizada a los 204 trabajadores, en el cuadro 4 se anotan los rangos de S. Henao *et al.* (6) y los del Grupo de Salud Ambiental utilizando el método de Michel, indicando la frecuencia encontrada según sexo y el número de personas que presentaron valores por debajo del límite inferior, lo cual significa inhibición de la enzima. Teniendo en cuenta los rangos reportados por S. Henao *et al.*, 17,6% (36) de los individuos del estudio presentaron inhibición de la enzima, mientras que, para los rangos obtenidos por el Grupo de Salud Ambiental, 26,5% (54) mostraron valores anormales.

Se realizaron cruces entre los niveles de acetilcolinesterasa y las variables incluidas en la encuesta. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa únicamente entre los niveles

de acetilcolinesterasa realizados por la técnica de Michel en glóbulos rojos, de los trabajadores que refirieron haber presentado intoxicación con plaguicidas y los que no la manifestaron (ANOVA  $t=2$ ,  $p<0,05$ ), aunque el promedio de los niveles se encuentra dentro del rango de valores normales. Para la acetilcolinesterasa plasmática no se encontraron diferencias significativas con ninguna variable.

A través de este proyecto se capacitaron 51 trabajadores agrícolas del departamento del Putumayo y, posteriormente, se evaluaron los conocimientos adquiridos mediante la metodología de educación comunitaria SARAR para el uso y manejo adecuado de plaguicidas. De las 17 preguntas formuladas, casi la mitad (8) fueron contestadas adecuadamente por más de 80% de los encuestados.

### Discusión

Aunque no se conoce con exactitud la incidencia de las intoxicaciones en el ámbito mundial, se calcula que cada año muere un millón de personas a consecuencia de diversas intoxicaciones. La Organización Mundial de la Salud reporta que la incidencia de las intoxicaciones por plaguicidas se ha duplicado en los últimos 10 años en el mundo; sin embargo, se desconoce el número de casos que se producen anualmente y la gravedad de los casos notificados. Es por esto que se hace necesario que los países establezcan programas y proyectos de investigación, que permitan la identificación de los factores de riesgo con el fin de que se instauren las medidas preventivas y, al mismo tiempo, que trabajen en el diagnóstico de las intoxicaciones y el tratamiento de los sujetos intoxicados (15). Este trabajo permite tener una dimensión real del problema de los plaguicidas en el departamento del Putumayo y utilizarla para hacer una intervención educativa sobre la comunidad, pilar fundamental en la prevención de riesgos y en uso y manejo adecuado de estas sustancias químicas.

Entre los resultados encontrados, se observó que, del total de trabajadores que ingresaron al estudio, la fuerza laboral en su mayoría es del sexo masculino, con un rango de edad muy amplio, que osciló entre los 16 y los 73 años; se encontró

que tanto personas muy jóvenes como de la tercera edad son agricultores expuestos a una gran variedad de plaguicidas.

Casi la tercera parte de los trabajadores refieren no estar afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud y no cuentan con los recursos para afiliarse al sistema de riesgos profesionales. Lo anterior puede deberse a que la mayoría labora informalmente y no tiene un contrato de trabajo. Tampoco hay un *Plan de atención básica* que valore el componente ocupacional del sector informal y que permita que los trabajadores se capaciten en el manejo de los plaguicidas.

Respecto a la exposición por plaguicidas, las principales vías de ingreso fueron la respiratoria y la dérmica, como se espera para este grupo de sustancias. Es importante resaltar que el tiempo promedio de exposición a plaguicidas fue de nueve años para los hombres y 5,9 para las mujeres, lo cual se considera como una exposición crónica que puede desencadenar efectos a largo plazo. Además, 45,6% de los trabajadores refirieron fumigar como mínimo dos veces a la semana y en promedio 7,3 horas al día, lo cual aumenta la exposición a los plaguicidas empleados.

Se logró establecer que el porcentaje de uso de plaguicidas categoría I (extremadamente tóxico) y categoría II (altamente tóxico), según la clasificación dada por el Ministerio de Salud de Colombia (13), es muy significativo. La evidencia continuamente acumula datos sobre alteraciones de la salud debidas a los plaguicidas (16). Esto hace necesario que se instruya a los trabajadores sobre los efectos que puede desencadenar la exposición a los plaguicidas, como también se les debe sensibilizar con el objeto de que hagan un empleo racional de estos productos y de que reduzcan de manera significativa el uso de plaguicidas categoría toxicológica I y II.

Más de la tercera parte de los encuestados refirió haber presentado una intoxicación con el plaguicida furadán, el cual está clasificado entre los carbamatos, en categoría toxicológica I (17). En caso de intoxicación, sólo un pequeño porcentaje (17,2%) consulta al médico; prefieren tomar remedios caseros, lo que dificulta el correcto diagnóstico y tratamiento del paciente intoxicado,

como también la notificación del caso al SIVIGILA, aumentando de esta forma el subregistro de los casos de intoxicación por plaguicidas.

Todos los encuestados utilizaron los plaguicidas organofosforados y carbamatos; el herbicida paraquat fue el segundo plaguicida que con mayor frecuencia emplearon los trabajadores, el cual está clasificado por el Ministerio de Salud de Colombia en categoría toxicológica I (17). Se encontró, también, que 9,8% de los trabajadores emplean plaguicidas organoclorados, los cuales están actualmente prohibidos en nuestro país. Estas sustancias son un riesgo permanente para la población que trabaja en la agricultura, como también para el medio ambiente, por lo que es necesario estrechar la vigilancia de los potenciales efectos adversos sobre la salud que pueden producir estos plaguicidas.

Entre las medidas de higiene y seguridad industrial, la mayoría de los encuestados reportó como equipo de protección personal únicamente la ropa de calle y las botas de caña alta, y muy pocos utilizan protección ocular, respiratoria y de los miembros superiores. Es indispensable que se capacite al trabajador con el fin de que emplee ropa ligera de trabajo que recubra la mayor parte de la superficie cutánea cuando vaya a mezclar o aplicar plaguicidas, así como cuando limpie el equipo y los recipientes vacíos o evacue los restos del plaguicida utilizado. Además, debe emplear guantes, botas y mascarillas adecuadas para la manipulación de los plaguicidas.

El 46,1% de los encuestados lava la ropa de trabajo mezclada con el resto de la ropa, lo cual implica que están expuestos no sólo los trabajadores sino sus familias, ya que pueden transportar partículas de plaguicidas en sus ropas. Otro factor de riesgo es el consumo de alimentos, encontrándose que un alto porcentaje (85,3%) lo hace dentro del cultivo y un porcentaje más bajo fuma en este sitio; un 17,6% de los trabajadores almacena los plaguicidas dentro de la casa, lo cual puede ocasionar un incremento potencial de la exposición a plaguicidas. Igualmente, los trabajadores dejan los envases vacíos a campo

abierto, otros cerca del arroyo o los entierran, generando contaminación en el medio ambiente.

Entre las manifestaciones clínicas, los trabajadores reportaron afección principalmente del sistema neurológico, lo que concuerda con los síntomas propios de la intoxicación por plaguicidas organofosforados y carbamatos (18). Los organofosforados son todavía los insecticidas más usados en el mundo, particularmente en países en desarrollo (4). Estos plaguicidas y los carbamatos son ésteres del ácido fosfórico y carbámico, que comparten como característica farmacológica común la acción de inhibir enzimas con actividad esterásica, más específicamente, la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa. Son fácilmente hidrolizados y tienen escaso poder de permanencia en el medio ambiente (3).

La medición de los niveles de acetilcolinesterasa en sangre sigue siendo un biomarcador ampliamente utilizado para medir la exposición a estas sustancias. Sin embargo, las interpretaciones de los resultados son muy variables. Existen causas genéticas, fisiológicas y patologías asociadas, que pueden disminuir los niveles de esta enzima. Además, hay una importante variación dentro del mismo individuo. Por tal motivo, la vigilancia médica de los trabajadores expuestos en forma continua a estos dos grupos de plaguicidas debe incluir, además del examen médico, la determinación de la enzima acetilcolinesterasa previa a la exposición (basal) y trimestralmente durante el tiempo que dure la exposición (3).

En este estudio, se determinaron los niveles de acetilcolinesterasa en sangre, utilizando la técnica de Michel, la cual es considerada como el patrón de referencia (3). Los rangos de referencia empleados para informar los resultados en este trabajo son los reportados por S. Henao *et al.* (6) y se compararon con los establecidos por el Grupo de Salud Ambiental-Investigación. La distribución de frecuencias de inhibición para los diferentes rangos de normalidad es similar en los dos casos. Sin embargo, los datos reportados por S. Henao *et al.* (6) para la pseudocolinesterasa protegen más al trabajador, mientras que esto mismo sucede con los datos reportados por el Instituto



Nacional de Salud, pero para la acetilcolinesterasa verdadera (3), siendo esta diferencia muy sutil.

Con el fin de orientar el tratamiento del paciente intoxicado y establecer la incapacidad o reubicación del trabajador, se sugiere tener en cuenta el valor de la actividad de la acetilcolinesterasa verdadera, ya que ésta demora más tiempo en regenerarse después de su inhibición (3). Es por esto que el manejo de las personas intoxicadas se hace según el grado de inhibición de la actividad enzimática. Al respecto, la acetilcolinesterasa plasmática tiene más pronta recuperación que la eritrocitaria, por lo tanto, el retiro de la exposición para un trabajador se mantendrá hasta tanto la acetilcolinesterasa eritrocitaria regrese a niveles basales o llegue a niveles próximos a éstos (4).

Así, los rangos de actividad encontrados por el método de Michel en el Grupo de Salud Ambiental-Investigación son comparables con los encontrados por Henao *et al.* (6) y es una alternativa precisa, exacta, sensible y sólida para determinar la actividad enzimática, constituyéndose en una herramienta para el seguimiento y la vigilancia de la exposición laboral a plaguicidas organofosforados y carbamatos en Colombia (12).

Otros reportes bibliográficos sobre rangos de normalidad de la actividad de la acetilcolinesterasa son el de Rider *et al.* (19), quienes realizaron una evaluación en 800 pacientes sanos, estableciendo sus rangos, que para el caso de nuestros datos son valores muy bajos, y el de M. Siquiera *et al.* (20), quienes reportan rangos de normalidad para acetilcolinesterasa plasmática y eritrocitaria con valores más altos; ninguno de los anteriores se ajusta a las condiciones de Colombia. Por último, es importante que en el futuro se haga un seguimiento de este grupo de trabajadores, con el fin de establecer si existen efectos crónicos por el uso de estos plaguicidas.

Se hace necesario un esfuerzo conjunto de los organismos de salud, entidades educativas, secretarías de salud y organismos de protección ambiental, con el objeto de desarrollar programas de vigilancia para los trabajadores del sector informal y para sus familias. El Departamento Administrativo de Salud del Putumayo debe

reforzar la implementación del protocolo de vigilancia en salud pública de las intoxicaciones por plaguicidas establecido por el Ministerio de la Protección Social y el Instituto Nacional de Salud.

Igualmente, se debe continuar desarrollando programas de capacitación mediante la utilización de la metodología SARAR, tanto a los trabajadores como a sus familias, y de esta manera dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1843 de 1991 acerca de las disposiciones sanitarias sobre uso y manejo de plaguicidas (13). La necesidad de capacitación se sustenta también en la alta exposición a plaguicidas en forma crónica y el bajo grado de cobertura por el SGSSS que se encontró en el estudio; esto amerita que se siga impulsando la educación en el uso y manejo de plaguicidas. El componente educativo es muy importante para prevenir los riesgos laborales por exposición a plaguicidas y en esta población es indispensable su implementación, ya que 91,2% de los trabajadores encuestados manifestó no haber recibido capacitación sobre el manejo seguro de plaguicidas. La metodología SARAR es una herramienta sencilla y fácil de implementar, que busca promover cambios durables en las prácticas para alcanzar efectividad en el manejo adecuado de plaguicidas y que permite que los trabajadores, a su vez, sirvan de multiplicadores de la información y aprendan buenas prácticas agrícolas.

#### **Agradecimientos**

Expresamos nuestros agradecimientos a los trabajadores participantes en este estudio. Al Departamento Administrativo de Salud del Putumayo por su colaboración en el trabajo de campo. A Ermel Olarte y Rafael Tauta por su apoyo en el procesamiento de las muestras y a Sandra Marcela Núñez por el soporte en el análisis estadístico de los datos.

#### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en esta publicación.

#### **Financiación**

Esta investigación fue financiada por la Organización Panamericana de la Salud, el

Departamento Administrativo de Salud del Putumayo y el Instituto Nacional de Salud.

### Referencias

1. **Corey G.** Vigilancia en epidemiología ambiental. Centro de Ecología Humana y Salud. México D.F: OPS-OMS; 1988.
2. **Organización Panamericana de la Salud.** Vigilancia sanitaria de plaguicidas: experiencia de Plagsalud en Centroamérica. Washington D.C: Organización Panamericana de la Salud; 2004.
3. **Henao S, Corey G.** Plaguicidas inhibidores de las colinesterasas. Serie Vigilancia 11. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México D.F: OPS-OMS; 1991.
4. **Idrovo AJ.** Intoxicaciones masivas con plaguicidas en Colombia. *Biomédica.* 1999;19:67-76.
5. **Varona M, Morales L, Ortiz J, Sánchez J, Cárdenas O, De la Hoz F.** Panorama epidemiológico de exposición a plaguicidas inhibidores de colinesterasa en 17 departamentos del país. *Biomédica.* 1998;18:22-9.
6. **Henao S, Zapata FM, Restrepo MD, Marín LE, Ramírez H, Corrales R, et al.** Actividad colinesterásica en menores trabajadores. Antioquia, Colombia. 1989-1990. Medellín: Instituto de los Seguros Sociales seccional Antioquia, Universidad de Antioquia; 1990.
7. **Michel HO.** An electrometric method for the determination of red blood cell and plasma cholinesterase activity. *J Lab Clin Med.* 1949;34:1564-8.
8. **Limperos G, Ranta KE.** A rapid screening test for the determination of the approximate cholinesterase activity of human blood. *Science.* 1953;117:453-5.
9. **OPS, Ministerio de la Protección Social, Instituto Nacional de Salud.** Prevenimos las intoxicaciones y evitamos la contaminación. Manual de educación sanitaria para la persona visitadora y facilitadora. Bogotá: Editorial Nuevas Ediciones Ltda; 2003.
10. **Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP/OPS).** Proyecto Plagsalud (MASICA/OPS). Proyecto salud y seguridad en la agricultura (OIT). Técnicas educativas para promover la prevención y protección de intoxicaciones con plaguicidas. San José de Costa Rica: Organización Panamericana de la Salud; 1999.
11. **Obiols J.** Plaguicidas organofosforados (II): toxicodinamia y control biológico. [Consultado: febrero de 2006]. Disponible en: [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_513.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_513.htm)
12. **Obiols J.** Plaguicidas organofosforados (I): aspectos generales y toxicocinética. [Consultado: febrero de 2006]. Disponible en: [http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp\\_512.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_512.htm)
13. **Ministerio de Salud.** Decreto 1843 del 22 de julio de 1991. Disposiciones sanitarias sobre uso y manejo de plaguicidas. Bogotá: Ministerio de Salud; 1991. p.1-69.
14. **ARP Colpatria.** Programa control de productos protectores de cultivo. Documento técnico. Bogotá D. C.: ARP Colpatria; 2000.
15. **Organización Mundial de la Salud.** Directrices para la lucha contra las intoxicaciones. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. Malta: Organización Mundial de la Salud; 1998.
16. **Córdoba D.** Toxicología. Cuarta Edición. Bogotá: Editorial Manual Moderno; 2000.
17. **Instituto Colombiano Agropecuario.** Grupo de Regulación y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola. Comercialización de plaguicidas: producción, ventas, importación y exportación. Bogotá: Editorial Produmedios; 2002.
18. **Toro G, Cárdenas O, Varona M.** Neurotoxicidad (III parte): plaguicidas. *Acta Neurol Colomb.* 2002;18:32-50.
19. **Rider JA, Hodges JL Jr, Swader J, Wiggins AD.** Plasma and red cell cholinesterase in 800 healthy blood donors. *J Lab Clin Med.* 1957;50:376-83.
20. **Siquiera ME, Fernicola NA, Borges EL.** Determinação de nevéis normáis de colinesterase plasmatica e eritrocitária. *Rev Saúde Pública.* 1978;12:340-4.