

EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS Y DESEMPEÑO SENSORIAL Y NEUROMOTOR EN TRABAJADORES AGRICOLAS DE SUMAPAZ, BOGOTÁ, COLOMBIA

Iris Andrea Moya Muñoz.^{a,1,*}, John Alexander Benavides Piracón^b, Luzetty Chaves Bazzani^c

^aIngeniera Agrónoma, Magister en Ciencias Ambientales. Coordinadora Parque Temático en Salud Chaquen. Unidad de Servicios de Salud Nazareth. Bogotá, Colombia.

^bMédico. Magister en Salud y Seguridad en el Trabajo. Doctorando en Salud Colectiva. Universidad Estadual de Feira de Santana. e-mail: johnbena1@gmail.com

^cTerapeuta Ocupacional. Magister en Salud y Seguridad en el Trabajo. Investigadora. e-mail: lcbazzani@unal.edu.co

Resumen

Objetivo: Evaluar el desempeño sensorial y neuromotor de trabajadores agrícolas expuestos a los plaguicidas de la localidad de Sumapaz. **Métodos:** Se realizó un estudio de corte transversal analítico con 75 trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas. Durante el año 2013 se aplicó un cuestionario que indagaba el historial de exposición a plaguicidas y pruebas de valoración neurológica. En el análisis se utilizó el indicador de Odds ratio de prevalencia. **Resultados** Existen diferencias estadísticamente significativas entre los trabajadores con mayor exposición dérmica y alteraciones en sensibilidad táctil. El no usar elementos de protección como el sombrero, incrementa las alteraciones en sensibilidad al calor y al dolor. Hay una asociación entre los trabajadores que no se protegen las manos con alteraciones en el seguimiento oculomotor. **Discusión y Conclusiones** Se encuentran asociaciones estadísticas entre indicadores de exposición a plaguicidas que han demostrado efectos neurológicos en otros estudios y la aparición de estos efectos en los trabajadores agrícolas. Se identificaron elementos que aportan a la construcción de políticas públicas para disminuir la exposición laboral y ambiental a plaguicidas.

Copyright © Publicado por www.agenf.org. Todos los derechos reservados *Rev Salud Hist Sanid On-Line* {ISSN: 1909-2407

Palabras Clave:

plaguicidas, exposición ocupacional, manifestaciones neuroconductuales, enfermedades del sistema nervioso periférico.,

1. Introducción

Colombia ocupa el tercer lugar en Latinoamérica en la utilización de plaguicidas en el sector agrícola, después de Brasil y México, con un consumo anual de 21 millones de kilogramos, de los cuales 17,1 se aplican en el sector agrario. Sin embargo, se ha reportado que Colombia supera a dichos países en el grado de exposición, indicador que establece la relación entre el consumo de un producto y la población económicamente activa en el sector agrario, siendo superada sólo por Panamá y Costa Rica (1).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que mundialmente más de 750 mil personas presentan algún tipo de efecto por exposición a plaguicidas. Una de las manifesta-

ciones clínicas más críticas es la exposición crónica por insecticidas organofosforados que afectan principalmente el sistema nervioso (2). Los individuos pueden estar expuestos directa o indirectamente a los plaguicidas, la exposición directa se presenta en el escenario laboral como es el caso de la agricultura, pero también a nivel domiciliario, lo que puede resultar en un mayor tiempo de exposición (3).

Múltiples factores pueden influir sobre la exposición laboral durante la manipulación de los plaguicidas, entre los cuales figuran: el uso de equipos, el método de aplicación, el uso de elementos de protección personal, el tipo de plaguicida, el tipo de cosecha, y las condiciones ambientales durante su utilización. De igual manera, se debe tener en cuenta que ciertos comportamientos del trabajador como el consumir alimentos durante la aplicación del plaguicida, inadecuada disposición final producto, o un inadecuado lavado de manos aumentan el grado de exposición, para la producción agrícola, los organofosforados y carbamatos son los plaguicidas más usados para el control de insectos, para la localidad de Sumapaz el 40 % de total de

*Autor en correspondencia.

Correo electrónico: iamoyam@gmail.com (Iris Andrea Moya Muñoz.)

¹Sometido : 16/09/2019 Publicado: 04/02/2020.

DOI: <https://doi.org/10.1909/shs.v15i1.308>

los plaguicidas usados corresponden al grupo químico de los organofosforados, el 20 % corresponden a carbamatos, y 7.5 % piretroides. (4).

El compromiso neurológico periférico es la secuela que se presenta más comúnmente en trabajadores expuestos crónicamente a tóxicos, siendo la neuropatía tardía inducida por organofosforados la más conocida (5). Las investigaciones han caracterizado a la neuropatía periférica como de tipo tardío, de predominio distal y con afectación sensorial (6). La neuropatía periférica es la lesión simétrica y universal de nervios adyacentes, con manifestaciones simétricas, de localización distal (7). Tiene una prevalencia de 2 % a 3 % en la población general y mayor del 8 % en mayores de 55 años (3). Las manifestaciones pueden ser inicialmente de pérdida de la sensibilidad, sensación de adormecimiento, dolor o sensación de quemazón en las extremidades distales, con progresión a sensación de debilidad y atrofia muscular (5).

Otro efecto reportado en la literatura son las alteraciones en la función visual. Por ejemplo, problemas perceptivo visuales asociados con la exposición prolongada a plaguicidas han sido documentadas en diversas investigaciones. En una investigación realizada en España, se encontró que, de 581 personas expuestas a plaguicidas, 278 personas fueron afectadas, presentando entre otros síntomas, parestesias en extremidades, pérdida de fuerza y astenia.(8). Los plaguicidas pueden afectar al sistema nervioso en forma difusa, alcanzándose todo el cerebro, lo que puede generar disfunción cognitiva de leve a moderada, problemas viso espaciales, de habilidades verbales, perceptivo visuales y de memoria. Algunos estudios han encontrado una asociación entre el uso de insecticidas organofosforados y alteraciones a nivel de nervio periférico determinado por cambios en el umbral de percepción de vibración (9), síntomas sensitivos y de grupos musculares (10). Se han identificado alteraciones motoras y reducción de la velocidad de neuroconducción (6) relacionados con el uso de plaguicidas.

La edad es un factor que juega un papel dominante en los resultados de prácticamente todas las pruebas neurológicas, la capacidad del sistema nervioso varía mucho con la edad. Los niños tienen menor capacidad que los adultos, mientras que después de cierta edad la capacidad se reduce lentamente. Muchas veces las sustancias neurotóxicas aceleran el proceso de envejecimiento del sistema nervioso (16).

A partir de estas consideraciones, se planteó como objetivo de esta investigación determinar si existe afectación sensorial y neuromotora de los trabajadores agrícolas expuestos a los plaguicidas en la localidad de Sumapaz y evaluar asociaciones entre posibles determinantes de exposición y la presencia de posible afectación neurológica.

2. Materiales y métodos

2.1. Consideraciones éticas

El presente estudio se acogió a la resolución 8430 de 1996 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud (10). De acuerdo con lo establecido en su artículo 11 este estudio se clasifica como una investigación con riesgo mínimo dado que las valoraciones neurológicas realizadas no generan ninguna intervención en la población participante.

Se obtuvo el aval ético de la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad EAN, dependencia a cargo de las funciones del comité de ética. Los entrevistados participaron de forma voluntaria, se les socializó los objetivos del estudio y se obtuvo el consentimiento informado verbal y escrito. Se les garantizó la confidencialidad y anonimato en la recolección y análisis de la información.

2.2. Diseño y población de estudio

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo y epidemiológico, usando un diseño de tipo observacional de corte transversal analítico (12), en el cual se tomó información sobre las variables de exposición y las variables de efecto en forma simultánea.

La información fue recolectada durante el año 2013 por un equipo de Psicólogo y Terapeutas Ocupacionales del Hospital Nazareth I nivel Empresa Social del Estado, a través del proyecto especial Sistema de Vigilancia Epidemiológico ocupacional de los trabajadores de la economía informal SIVISTRA, financiado por la Secretaría Distrital de Salud.

Se aplicó una encuesta para determinar las características de exposición a plaguicidas en las unidades productoras de papa, se incluyeron observaciones clínicas y pruebas para evaluar la sensibilidad táctil con el fin de identificar manifestaciones neurológicas. Se realizó un muestreo por conveniencia a 75 trabajadores agrícolas con exposición a plaguicidas por más de 10 años, de acuerdo con información suministrada por las bases de datos del énfasis de trabajo saludable y del SIVISTRA del Hospital Nazareth.

Los criterios de exclusión del estudio fueron trabajadores no expuestos a neurotóxicos y trabajadores con alteraciones neurológicas previas, diabetes o condiciones de discapacidad, determinada en la historia clínica.

2.3. Evaluación de exposición a plaguicidas

Las matrices de determinación de la exposición a plaguicidas fueron diseñadas y validadas por el SIVISTRA de la Secretaría Distrital de Salud, basado en el instrumento de matrices de exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas de Costa Rica (13) y validado en población campesina cultivadora de papa en una investigación previa en el municipio de Villapinzón (14).

Las matrices de determinación de la exposición a plaguicidas fueron diseñadas y validadas por el subsistema de vigilancia epidemiológica ocupacional de las y los trabajadores en la economía informal de la Secretaría Distrital de Salud. Las variables relacionadas con la exposición se obtuvieron a partir de la aplicación de un cuestionario donde se indagan las tareas relacionadas con la aplicación o contacto directo con los plaguicidas, equipamiento y protección personal, almacenamiento de plaguicidas, e higiene personal (13).

Las variables de impacto sobre la función neurológica se obtuvieron a partir de la aplicación de una batería de valoración neurológica integral, pilotada en trabajadores diferentes a la población de interés. Pruebas a nivel sensorial donde se evaluó la sensibilidad superficial al calor, frío y dolor teniendo en cuenta una valoración dicotómica funcional y no funcional. A nivel visual se aplicaron pruebas de seguimiento visual: horizontal, circular, vertical y diagonal.. (13).

2.4. Evaluación de funciones neurológicas

Se realizaron pruebas dentro del domicilio de los trabajadores en un lugar iluminado y ventilado, todas ellas fueron realizadas por el mismo psicólogo. Para la valoración de la sensibilidad periférica se realizó una valoración de la sensibilidad superficial a través de sensibilidad distal en los pulpejos de los dedos al calor, al frío y al dolor.

Uno de los tópicos descritos por la literatura es la afectación de la función oculomotora (15), por lo cual se aplicó la prueba de mecanismos oculares evaluando seguimiento visual de objeto en los planos horizontal, vertical, diagonal y circular. Se realizaron índices de valoración en cada una de las pruebas con un peso relativo igual y estableciendo un índice de 0 a 100, en donde a mayor valor del índice, mayor es la alteración en las pruebas neurológicas.

2.5. Análisis estadísticos

El análisis de los resultados incluye la aplicación de estadísticos descriptivos para examinar asociaciones entre variables de datos generales y ocupacionales y su relación con los efectos neurológicos.

Se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución de variables continuas edad y tiempo de exposición. Para las variables ordinales y nominales se realizaron cuadros de contingencia con el índice de odds ratio de prevalencia (ORP) para tener una evaluación relativa del riesgo asociado a la exposición. Este indicador se calculó como el cociente entre la razón de aparición de alteraciones neurológicas asociada a variables que aumentan la exposición sobre la razón de aparición de alteraciones en la ausencia de estas. Como estadístico de contraste se utilizó el intervalo de confianza del 95 %.

La información se sistematizó y procesó en Excel y para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS. Como

potenciales confusores se consideraron las condiciones culturales de consumo de alcohol y la edad.

Con el propósito de controlar el posible sesgo generado por la edad y consumo de otro neurotóxico como el alcohol, se realizó una estratificación de la población en personas mayores y menores de 40 años así como consumidores y no consumidores de alcohol. Para controlar estos potenciales confusores en la estimación del riesgo asociado a la exposición se realizó una estimación de ORP estratificada por las variables de edad y consumo de alcohol, utilizando la prueba de Mantel y Haenszel, previa determinación de la homogeneidad de los ORP.

3. Resultados

3.1. Caracterización demográfica

El 100 % de la muestra son hombres, la edad promedio de los 75 trabajadores agrícolas es de 52 años (DS 16,35), el tiempo promedio de exposición a plaguicidas es de 31 años (DS 14,32). El 38,7 % de los trabajadores conviven en unión libre, el 34,7 % son casados, el 17,3 % solteros, 5,3 % viudos y el 2,7 % separados. En la figura 1 se describen las características de los trabajadores agrícolas con relación al estado civil, género, y grado de escolaridad. . .

Variable	Descripción	Número de trabajadores	Porcentaje
Estado Civil	Casado	26	34,7%
	Separado	2	2,7%
	Soltero	13	17,3%
	Unión libre	29	38,7%
	Viudo	4	5,3%
Género	Masculino	75	100,0%
Escolaridad	Analfabeta	4	5,3%
	Primaria	64	85,3%
	Secundaria	6	8,0%

Figura 1: Caracterización sociodemográfica de los trabajadores agrícolas que participaron en la investigación

3.2. Identificación de los plaguicidas de mayor uso en la localidad

En la figura 2 se presenta el listado de plaguicidas de mayor uso en la localidad de Sumapaz.

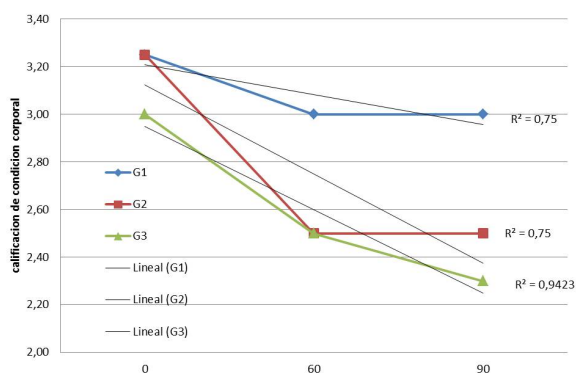


Figura 2: Listado de plaguicidas a los que se exponen los trabajadores agrícolas en la localidad de Sumapaz

Los trabajadores agrícolas de la localidad de Sumapaz se exponen a múltiples plaguicidas, se utilizan alrededor de 40 nombres comerciales, el 57 % son insecticidas, el 37,5 % son fungicidas y el 5 % son herbicidas distribuidos en 16 grupos químicos. El 40 % de los productos pertenecen al grupo químico de los organofosforados, el 12 % corresponden a ditiocarbamatos, el 7,5 % corresponde a carbamatos y 7,5 % piretroides. Los ingredientes activos más comunes son clorpirifos (12,5 %) y mancozeb (12,5 %), seguido por el 10 % que corresponde a metamidofos. Con relación a las categorías toxicológicas el 17 % pertenece a la categoría I (extremadamente tóxico), el 20 % a la categoría II (altamente tóxico), el 47,5 % a la categoría III (medianamente tóxico) y 15 % a la categoría IV (ligeramente tóxico).

El 100 % de los trabajadores agrícolas se expone a los plaguicidas del grupo químico ditiocarbamatos en el cual se encuentra el mancozeb como principio activo y es un fungicida usado para el manejo de la enfermedad más común del cultivo de papa, causada por el hongo *Phytophthora infestans*. El 100 de los trabajadores presenta exposición a los plaguicidas del grupo químico de los organofosforados, cuyos ingredientes activos más comunes son clorpirifos y metamidofos para el manejo de insectos como *Tecia solanivora* y *Premnotripes vorax*, polilla y gusano blanco, respectivamente.

3.3. Evaluación de exposición

En la figura 3 se presentan las variables relacionadas con la exposición, mostrando los porcentajes de las diferentes actividades relacionadas con la aplicación y almacenamiento de los plaguicidas.

Los resultados arrojan que 65 trabajadores que corresponden al 86,7 % aplican los plaguicidas con máquina de fumigar manual, 17 trabajadores que corresponde a 22,7 % realiza las

Variables de exposición		N	%
Aplicación de plaguicidas	Aplicador con máquina de fumigar manual	65	86,7%
	Aplicador con máquina de fumigar estacionaria	17	22,7%
	Mezclador frecuente de plaguicidas (2 veces a la semana)	41	54,7%
	Mezclador Ocasional (1 vez al mes)	17	22%
	Aplicación con la mano	51	68%
Almacenamiento de plaguicidas	Bodega independiente de almacenamiento	39	52%
	Sitio de almacenamiento fuera de la casa, pero no en bodega.	22	29,3%
	Almacenamiento del plaguicida dentro de la casa	10	13,3%
	Almacenamiento del plaguicida en la habitación	4	5,3%
Higiene personal	Se ducha después del contacto con el plaguicida	44	58,7%
	Se lava las manos antes de consumir alimentos	12	16%
	Reutiliza la ropa con la que aplicó sin lavarla	10	13,3%
Elementos de protección personal	Usa botas	69	92%
	Usa sombrero	66	88%
	Usa protección respiratoria	20	26,7%
	Usa guantes	18	24%
	Usa peto	11	14,7%
	Usa protección visual	3	4%

Figura 3: Variables de evaluación a la exposición a plaguicidas

aplicaciones con máquina de fumigar estacionaria, 51 trabajadores que corresponde al 68 % ha realizado aplicaciones de plaguicidas con la mano, 41 trabajadores que equivale al 54,7 % han realizado con frecuencia mezcla de los plaguicidas y el 22 % ha realizado de forma ocasional mezcla de plaguicidas.

En cuanto al almacenamiento del plaguicida, se encontró que el 52 % de los trabajadores agrícolas tiene una bodega independiente a la casa para almacenar los plaguicidas, el 29,3 % almacena los plaguicidas fuera de la casa, pero no tiene un lugar específico, el 13,3 % los almacena dentro de la casa, el 5,3 % los almacena en la habitación. Con respecto a la higiene personal, el 58,7 % se ducha después del contacto con el plaguicida, el 16 % se lava las manos antes de consumir alimentos, el 13,3 % reutiliza la ropa de la aplicación sin lavarla.

Con relación al uso de elementos de protección personal, el 92 % usa botas y el 88 % usa sombrero, sin embargo, en estos casos el sombrero es el de uso diario y no es considerado como un elemento adecuado de protección personal. El 26,7 % usa protección respiratoria, el 24 % usa guantes, el 14,5 usa peto y el 4 % usa protección visual.

3.4. Evaluación del desempeño sensorial y neuromotor efecto

Los trabajadores agrícolas presentan alteraciones a nivel de los mecanismos oculares, específicamente en el seguimiento circular, en donde se presentan alteraciones en el 76 % de los casos y en el seguimiento diagonal en 72 % de la población estudiada. Respecto a la sensibilidad táctil se encontraron alteraciones similares en los tres parámetros evaluados; en sensibilidad al calor 20 %, al dolor 17,3 % y al frío 16 %. Ver figura 4.

Al valorar el uso de elementos de protección personal en las áreas de la cabeza y las manos se encuentran diferencias estadísticamente significativas con la aparición de alteraciones periféricas a la sensibilidad del calor y el frío y la presencia de alteraciones oculomotoras. Esta asociación se mantuvo al ajustar las pruebas con las variables confusoras como la edad y el consumo de alcohol (ver figuras 5 y 6). Al estimar la asociación entre la aparición de alteraciones neurológicas y variables asociadas a la exposición no se encontraron medidas estadísticamente significativas en las variables relacionadas con las tareas de aplicación, lugar de almacenamiento del plaguicida y la higiene personal posterior al uso de plaguicidas.

Teniendo en cuenta que la edad es un factor confusor se realizó la estimación de Odds ratio de Mantel – Haenszel, los resultados arrojados en la figura 5 evidencian asociaciones estadísticamente significativas entre la inadecuada protección en la cabeza y alteraciones en la sensibilidad periférica al calor y al dolor y entre la inadecuada protección en las manos y alteraciones oculomotoras en el seguimiento horizontal, vertical y diagonal.

En la figura 6 se presentan los resultados de la estimación de Odds ratio de Mantel – Haenszel, ajustado por la variable confusora consumo de alcohol, los resultados arrojados eviden-

Alteraciones		n	%
Mecanismos oculares	Alteraciones en seguimiento circular	57	76.0%
	Alteraciones en seguimiento diagonal	54	72.0%
	Alteraciones en seguimiento vertical	41	54.7%
	Alteraciones en seguimiento horizontal	41	54,7%
Sensibilidad táctil	Alteraciones en sensibilidad superficial al calor	15	20,0%
	Alteraciones en sensibilidad superficial al dolor	13	17,3%
	Alteraciones en sensibilidad superficial al frío	12	16.0%

Figura 4: Evaluación de funciones neurológicas

Asociación	Estimación Odds ratio	95% de intervalo de confianza	
		Límite inferior	Límite superior
No protección adecuada de la cabeza /alteraciones sensibilidad periférica de calor	8,081	1,677	38,948
No protección adecuada de la cabeza /alteraciones sensibilidad periférica de dolor	5,356	1,173	24,443
No protección en las manos /alteraciones oculomotoras en seguimiento horizontal	4,274	1,335	13,689
No protección en las manos /alteraciones oculomotoras seguimiento vertical	4,538	1,459	14,111
No protección en las manos /alteraciones oculomotoras seguimiento diagonal	3,38	1,082	10,561

Figura 5: Asociación entre uso de elementos de protección personal y desempeño sensorial y neuromotor. Estimación de Odds ratio de Mantel-Haenszel ajustado por edad. Variables estadísticamente significativas

cian asociaciones estadísticamente significativas entre la inadecuada protección en la cabeza y alteraciones en la sensibilidad periférica al calor y al dolor y entre la inadecuada protección en las manos y alteraciones oculomotoras en el seguimiento horizontal, vertical y diagonal.

4. Discusión

El sistema nervioso es particularmente vulnerable a un gran número de plaguicidas como los organofosforados, carbamatos, organoclorados, clorfenoxiacéticos, piretroides y ditiocarbamatos (16). Los resultados de este estudio señalan que el 40 % de los plaguicidas usados en Sumapaz pertenecen al grupo químico de los organofosforados y el 12 % corresponden a ditiocarbamatos. Los plaguicidas organofosforados - clorpirifos y metamidofos - han sido asociados con la presencia de neuropatía tardía (17) y hacen parte de los ingredientes activos de

Asociación	Estimación Odds ratio	95% de intervalo de confianza	
		Límite inferior	Límite superior
No protección adecuada de la cabeza /alteraciones sensibilidad periférica de calor	6,357	1,471	27,48
No protección adecuada de la cabeza /alteraciones sensibilidad periférica de dolor	5,071	1,08	23,822
No protección en las manos /alteraciones oculomotoras del seguimiento horizontal	4,085	1,278	13,06
No protección en las manos /alteraciones oculomotoras del seguimiento vertical	4,929	1,579	15,386
No protección en las manos /alteraciones oculomotoras del seguimiento diagonal	3,552	1,116	11,306

Figura 6: Asociación entre uso de elementos de protección personal y desempeño sensorial y neuromotor. Estimación de Odds ratio de Mantel-Haenszel ajustado por consumo de alcohol. Variables estadísticamente significativas.

mayor uso en la localidad de Sumapaz, según reportes sobre la caracterización del sistema agrícola (18).

Los efectos neurotóxicos de los organofosforados y carbamatos se pueden presentar ya sea en individuos expuestos a una única dosis alta o a una serie de pequeñas dosis más bajas de organofosforados, dando paso a neurotoxicidad crónica que persiste por años luego de la exposición, y que se manifiesta de diferentes maneras (17). Entre estas se distinguen efectos crónicos de neurocomportamiento, efectos en sistema nervioso central, secuelas psiquiátricas, y la polineuropatía tardía inducida por organofosforados. Los organofosforados derivados de los fosfatos, fosforamidatos y fosfonatos especialmente triortocresilfosfato, mipafox, leptofos, clorofos, clorpirifos, triclorfon, diclorvos y metamidofos han sido asociados con la presencia de neuropatía tardía (17). La neuropatía tardía inducida por organofosforados es una axonopatía distal que se presenta entre la primera a tercera semana de evolución de la intoxicación aguda por plaguicidas, pero en caso de exposición crónica su inicio es incierto (meses e incluso años) y puede tardar meses a años (19). El compromiso es principalmente motor con inicio en miembros inferiores, aunque en algunos casos se adiciona un compromiso sensitivo (4).

Los hallazgos del presente estudio muestran alteraciones a nivel neurológico que son consistentes con los hallazgos en la literatura científica, relacionados principalmente con las alteraciones sensoriales y a nivel neuromotor, lo cual se evidencia en la asociación entre la no protección de la cabeza y de las manos, con alteraciones a nivel de sensibilidad periférica al calor, al dolor y alteraciones oculomotoras. La neuropatía periférica es la lesión simétrica y universal de nervios adyacentes, con manifestaciones simétricas, de localización distal (6). Tiene una prevalencia de 2 a 3 % en la población general y mayor del 8 % en mayores de 55 años (3). Las manifestaciones pueden ser inicialmente de pérdida de la sensibilidad, sensación de adormecimiento, dolor o sensación de quemazón en las extremidades

distales, con progresión a sensación de debilidad y atrofia muscular (4).

Pilkington y colaboradores (9) realizaron un estudio de los índices de prevalencia de neuropatía periférica crónica y anomalías neuropsicológicas en granjeros de ovejas. Los resultados mostraron una fuerte asociación entre la exposición a estos compuestos y los síntomas neurológicos; alteración en la percepción del calor, alteración en la percepción del frío y vibración. Los síntomas neurológicos fueron reportados en un 19 % (2), lo cual es consistente con los datos arrojados en este estudio, que indica que entre el 17 % y el 20 % de los trabajadores agrícolas presentan alteraciones en la sensibilidad al calor, frío y dolor. Respecto a las alteraciones en la sensibilidad táctil, otros estudios han evidenciado los efectos a largo plazo de la exposición a altas concentraciones de organofosforados, en donde se presenta un cuadro caracterizado entre otros aspectos, por “descensos subclínicos en la sensibilidad vibrotáctil” (20).

Estudios realizados por Jamal y colaboradores en granjeros cuidadores de ovejas con exposición crónica a insecticidas organofosforados, clasifican el estadio clínico de la neuropatía periférica mediante síntomas de neuropatía con alteraciones motoras y velocidad de neuroconducción a través de la electromiografía y pruebas neuropsicológicas, encontrando que la neuropatía que prevalecía era de tipo tardío, de predominio distal y con afectación sensorial (5). En diversos estudios (2, 21-25), se encontraron alteraciones neurológicas de tipo sensorial como entumecimiento, parestesias, alteración de la sensibilidad del olfato y el gusto, alteraciones de la función motora (en menor proporción que las sensitivas) y neuropatía de tipo sensorial, hallazgos también reportados en la revisión de Martínez y Martínez (26) y compatibles con los resultados de éste estudio.

Con relación a las alteraciones a nivel de mecanismos oculares se evidenció que entre el 54,7 % y el 76 % de los trabajadores presentaron alguna alteración a nivel seguimiento visual, las cuales fueron estadísticamente significativas cuando los trabajadores reportaron no emplear guantes durante la manipulación de los plaguicidas. Las alteraciones en movimientos de seguimiento visual también pueden ser originadas por algunas situaciones que causan deterioro del seguimiento en forma simétrica, es decir en todas las direcciones de la mirada, como la fatiga, la falta de atención, el uso de sedantes, el daño cerebral difuso y otras alteraciones neurológicas (27). Por esta razón en el momento de la aplicación de las pruebas se verificó que los trabajadores no tuvieran diagnóstico previo de alteraciones neurológicas y tampoco usaron sedantes o alguna sustancia neurotóxica. Sin embargo, la mayoría de estudios recomiendan evaluar a través de baterías estandarizadas, no solo desde observaciones clínicas. Para estudios subsecuentes se recomienda incluir el uso de baterías especializadas de alta sensibilidad en la valoración de funciones neurológicas específicas.

En el meta análisis realizado por Ismail y colaboradores (14), cuyo objetivo fue examinar y cuantificar el efecto de la ex-

posición crónica a plaguicidas en trabajadores agrícolas en las funciones de rendimiento neuroconductual como la velocidad motora e integración visomotora se evidenciaron disminuciones significativas en el rendimiento neuroconductual del grupo expuesto a plaguicidas (en cuatro de siete pruebas de velocidad motora se mostró disminuciones significativas en el rendimiento). Estos datos respaldan los resultados arrojados en la presente investigación donde se evidencian alteraciones a nivel óculo motor en agricultores expuestos al contacto directo a los plaguicidas. La literatura sugiere que el uso de elementos de protección personal está asociado con una menor exposición a los plaguicidas. Sólo tres estudios incluidos en el análisis reportaron información sobre el uso de estos elementos, con el porcentaje considerable de su uso que varía de 5% a 13% de los participantes durante la aplicación de plaguicidas. Es necesario examinar y reportar el impacto del uso de elementos de protección personal sobre los trabajadores agrícolas con el fin de determinar su papel en la prevención de los efectos en la salud asociados con la exposición a los plaguicidas.

Con los datos arrojados anteriormente se presume que entre mayor sea el contacto directo de los plaguicidas con la piel del trabajador, mayores son las alteraciones neurológicas. En este sentido, es necesario enfatizar en que los elementos de protección personal deben constituirse únicamente en un último recurso, posterior al estudio de otras alternativas de producción agrícola más saludables y nunca como medidas principales. Para su selección es necesario analizar las características propias de los contaminantes químicos empleados, del ambiente de trabajo y particularmente del trabajador. En cualquier caso, es fundamental una adecuada educación a quien lo va a emplear, en su forma de uso y mantenimiento. Un elemento de protección individual inadecuado o mal empleado puede llevar a una falsa sensación de seguridad, que puede causar mayores efectos adversos en la salud y seguridad del trabajador, lo cual puede estar sucediendo con el uso de la protección respiratoria, ya que se evidencia el empleo de elementos inadecuados como tapabocas desechables. Específicamente en relación con la protección respiratoria y visual, los trabajadores agrícolas en Sumapaz expresan que su uso es mínimo o nulo debido a la falta de acceso a estos elementos, la incomodidad en su uso, el calor que generan y la dificultad a nivel de visibilidad debido al vapor de agua que se acumula en su interior, lo cual conlleva a una exposición más directa al plaguicida (28).

En cuanto a las limitaciones del estudio, es necesario tener en cuenta que para los estudios transversales los Odds Ratio de Prevalencia son muy limitados y solo se podrán establecer estimaciones de asociación estadística, que no permiten establecer criterios de causalidad como en los estudios de observación longitudinal en el tiempo, el muestreo se realizó por convención y no se contó con un grupo control. Por otra parte, la población rural abordada es muy dispersa, lo cual conllevó a serias limitaciones de la consecución de la información. Sin embargo, este estudio se considera como una primera aproximación de la valoración clínica en relación con el empleo de plaguicidas para esta población.

El uso de plaguicidas en la localidad de Sumapaz, en el caso de los trabajadores valorados, se asocia con alteraciones a nivel de sensibilidad táctil superficial y mecanismos oculares. El empleo inadecuado de los contaminantes químicos y la ausencia o uso inadecuado de elementos de protección personal tienen relación con estas alteraciones. A partir de estos resultados se considera que no es recomendable la aplicación de este tipo de contaminantes químicos en las actividades agrícolas. Aunque el uso adecuado de elementos de protección personal puede disminuir en alguna medida sus efectos en la salud de quien los emplea, no garantiza la protección total al trabajador. En el caso de la localidad de Sumapaz se evidencia el uso inadecuado o ausencia de elementos de protección personal durante las tareas de aplicación de plaguicidas que incrementan la probabilidad de ocasionar alteraciones en la salud.

Es necesario continuar con el desarrollo de investigaciones relacionadas con los efectos que el uso de plaguicidas ha generado en los trabajadores de la localidad de Sumapaz y en la identificación de alternativas que permitan favorecer las condiciones de salud de las familias agrícolas. El logro de acciones efectivas de promoción de la salud en el sector agrícola requiere entonces de planeación intersectorial, es decir, no delimitada desde el sector salud. Se requiere promover el abordaje de la problemática desde un enfoque agro ecológico, orientado a la eliminación de los agroquímicos que en las últimas décadas han generado alteraciones en las condiciones de salud, no solo de quienes laboran en el sector agrícola, sino también en los consumidores de los productos.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

6. Financiación

La recolección de la información fue financiada por la Secretaría Distrital de Salud y el análisis de la información fue financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad EAN. Bogotá, Colombia.

English Summary

Exposure to pesticides and sensory and neuromotor performance in agricultural workers from Sumapaz, Bogotá, Colombia

Abstract

Materials and Methods: A cross-sectional analytical study with 75 agricultural workers exposed to pesticides was performed. During 2013 a questionnaire that looked into the history of pesticide exposure and neurological assessment tests were applied. Indicator prevalence odds ratio was used in the analysis. **Results:** There were statistically significant differences between

workers with higher dermal exposure and alterations in tactile sensitivity. Failure to use protective elements such as hat, increases alterations in sensitivity to heat and pain. There is an association between workers who are not protected hands with alterations in the oculomotor tracking. Discussion and Conclusions: Statistical associations were found between qualitative indicators of exposure to pesticides that have shown neurological effects in other studies and the occurrence of these effects on farm workers. Elements that contribute to building public policies to reduce occupational and environmental exposure to pesticides were identified.

Keywords:

Pesticides, occupational exposure, neurobehavioral manifestations, peripheral nervous system diseases, chemically – induced disorders toxicity..

Agradecimientos

Los autores agradecen a los trabajadores agrícolas de la localidad de Sumapaz participantes del estudio, así como a la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá por financiar la recolección de datos, al Hospital Nazareth I Nivel E.S.E por facilitar la información y a la Universidad EAN por apoyar la elaboración del artículo de investigación..

Referencias

- Dominguez MC, Peñuela G, Florez, MT. Método analítico para la determinación de etilentiourea (ETU) subproducto del Mancozeb en un Andisol del Oriente Antioqueño. *Rev Fac Ing Univ Antioquia*. 2009; 49: 42-49.
- Orozco I, Sánchez P, González D, García J. Neuropatía periférica y deterioro de las funciones cognitivas asociadas a la exposición crónica a organofosforados. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2005; 43 (6): 479-486.
- Mauermann ML, Burns T. The evaluation of chronic axonal polyneuripathies. *Semin Neurol*. 2008; 28(2): 51-133.
- Moya Muñoz, informe final investigación: Afectación neurológica de trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas en la localidad 20 Sumapaz. Universidad EAN. 2016.
- Briceño L, Varona M, Francoise, M. Compromiso neurológico periférico y exposición a plaguicidas en cultivadores de arroz en zona rural, Colombia. Universidad Nuestra Señora del Rosario, Departamento de toxicología. 2012; 1-73.
- Jamal GA, Hansen S, Pilkington, A, Buchanan D, Gillham RA, Abdel M, et al. A clinical neurological, neurophysiological, and neuropsychological study of sheep farmer and dippers exposed to organophosphate pesticides. *Occup Environ Med*. 2002; 59, 434-441.
- Azhary H, Farooq MU, Bhanushali M, Majid A, Kasab MY. Peripheral Neuropathy: diferencial diagnosis and managment. *Am Fam Physician*. 2010; 81(7): 887-92.
- Valls C, Lopez F, Marquez J, Obiols J, Moreno N, Baselga M. Efectos a largo plazo sobre la salud de la exposición a plaguicidas ambientales. Centro de análisis y programas sanitarios. 2009; 1-36
- Stokes L, Stark A, Marshall E, Narang A. Neurotoxicity among pesticide applicators exposed to organophosphates. *Occup Environ Med*. 1995; 52(10): 648-53.
- Pilkington A, Buchanan D, Jamal GA, Gillham R, Hansen S, Kidd M, et al. An epidemiological study of the relations between exposure to organophosphate pesticides and indices of chronic peripheral neuropathy and neuropsychological abnormalities in sheep farmers and dippers. *Occup Environ Med*. 2001; 58: 702-710.
- Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 8430 del 4 de octubre de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.
- Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern Epidemiology*, 3rd Edition. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams Wilkins; 2008.
- Monge P, Partanen T, Wesseling C, Bravo V, Ruedert C, Burstyn I. Assessment of Pesticide Exposure in the Agricultural Population of Costa Rica. *Ann Occup Hyg*. 2005; 49(5):375-84.
- Benavides JA, Losada MA. Condiciones de trabajo, prácticas culturales y efectos sobre la función tiroidea en los cultivadores de papa expuestos al mancozeb en Villapinzón, Cundinamarca. En: Lozada MA, Muñoz AI. Experiencias de investigación en salud y seguridad en el trabajo. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2012. 89-128.
- Ismail A, Bodner T, Rohlman D. Neurobehavioral performance among agricultural workers and pesticide applicators: a meta-analytic study. *Occup Environ Med*. 2012; 69(7): 457-464.
- Mergler D., Baldwin M., Belanger S., Larribe F., Beuter A., Bowler R., et al. Manganese neurotoxicity, a continuum of dysfunction: results from a community based study. *Neurotox*. 1999; 20: 327-342
- Rosenstock L, Keifer M, Daniell WE, McConnell R, Claypoole K. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. The Pesticide Health Effects Study Group. *Lancet*. 1991; 338(8761):223-7.
- Pascuzzi RM. Peripheral Neuropathy. *Med Clin North Am*. 2009; 93(2): 317-342.
- Parra LM. Caracterización de los patrones de consumo de alimentos en la localidad de Sumapaz. Bogotá, 2012.
- Ewing J. Detecting alcoholism. The CAGE questionnaire. *JAMA*. 1984; 252(14):1905-7.
- Hernández A, Pla A. Toxicidad de los plaguicidas. En: Respuesta ante las intoxicaciones agudas por plaguicidas. Consejería de salud, Junta de Andalucía. 2003.
- Solomo C, Poole J, Palmer K, Peveler R y Coggon D. Neuropsychiatric symptoms in past users of sheep dip and other pesticides. *Occup Environ Med*. 2007; 64: 259-266.

23. Kamel F, Engel LS, Gladen BC, Hoppin JA, Alvanja MCR, Sandler DP. Neurologic symptoms in licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Hum exp toxicol*. 2007; 26: 243-250.
24. Farahat TM, Abdelrasoul GM, Amr MM, Shebl MM, Farahat FM, Anger WK. Neurobehavioural effects among workers occupationally exposed to organophosphorous pesticides. *Occup Environ Med*. 2003; 60:279-286.
25. Buchanan D, Jamal GA, Pilkington A, Hansen S. Clinical validation of methods of diagnosis of neuropathy in a field study of United Kingdom sheep dippers. *Occup Environ Med*. 2002; 59:442-446.
26. Otero G, Porcayo R, Aguirre D, Pedraza M. Estudio neuroconductual en sujetos laboralmente expuestos a plaguicidas. *Rev Int Contam Ambie*. 2000; 16:002:6774.
27. Martínez R, Martínez E. Alteraciones neurológicas, cognitivas y del afecto secundarias a la exposición ocupacional prolongada a plaguicidas organofosforados en trabajadores del sector de la agricultura. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2008.
28. Oliva M. La exploración oculomotora. Andalucía, Esp: Hospital Universitario de Puerto Real; 2000.
29. Hospital Nazareth I Nivel E.S.E. Diagnóstico local de salud Localidad 20 Sumapaz. Bogotá: Secretaría Distrital de Salud; 2014.