

DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A DIMETOATO Y O-METOATO EN TRABAJADORES DEL SECTOR FLORICULTOR, COLOMBIA, 2014.

Pablo Velandia Galvis ¹, Ruth Marien Palma ², Marcela Varona Uribe ³

Resumen:

Introducción: Colombia ocupa un lugar importante en el sector de floricultura dentro de los renglones de la economía nacional y mundial. En el 2014 se consolidó como el primer renglón de exportaciones agrícolas no tradicionales del país con el 2,5% de todas las exportaciones nacionales. Los plaguicidas organofosforados (OF) tienen como característica farmacológica inhiben la enzima acetilcolinesterasa, entre ellos, el dimetoato utilizado como insecticida durante la pre-cosecha y en la post-cosecha de los cultivos. Se aplica por inyección en tierra, aspersión aérea, pulverizador de espalda, entre otros. El O-metoato es el oxígeno análogo de dimetoato y está presente en productos que se usan para controlar una amplia gama de insectos y ácaros en el sector floricultor. **Objetivo:** Caracterizar la exposición ocupacional a los plaguicidas organofosforados Dimetoato y O-metoato en trabajadores del sector floricultor. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio de corte transversal en 358 trabajadores de 27 empresas del sector floricultor, 12 ubicadas en la Sabana de Bogotá (Cundinamarca) y 3 en Rionegro (Antioquia). Se recolectó información sobre condiciones de trabajo y antecedentes de exposición de la población y se determinaron los niveles de exposición a los plaguicidas Dimetoato y O-metoato en muestra en orina mediante método Montesano. **Resultados:** El 72,9% de los trabajadores pertenecían al sexo femenino, con edad promedio de 37 años y el tiempo de trabajo en el sector floricultor de 11 años. Respecto al oficio que desempeñaban el 85,8% pertenecía a los de riesgo medio (jefes de área, operarios de campo y trabajadores en post-cosecha) y con antigüedad en la empresa de 7 años en promedio. El 7,8% ocupaba más del 80% de su jornada laboral fumigando y el equipo de fumigación más usada fue la bomba central con un 4,5%. En el caso de Omet, para la categoría de riesgo medio se presentaron ocho casos positivos post-exposición; en la categoría de alto riesgo dos casos respectivamente antes de la jornada y luego de la exposición. **Discusión:** Este estudio describe la forma como se utilizan y los niveles de exposición a plaguicidas organofosforados (Dmet y Omet), en el sector floricultor en Colombia. Se dan recomendaciones acerca de la continuación de este tipo de estudios y del uso de estas sustancias químicas.

Palabras clave:

Plaguicidas, organofosforados, dimetoato, o-metoato, flores, biomarcadores

Introducción:

La industria de los agroquímicos ha sido una fuerza conducente en el mercado de provisión de una evolviente gama de sustancias químicas empleadas para controlar una numerosa variedad de enfermedades en plantas, hierbas indeseadas y pestes de insectos, lo que ha permitido el aumento en el rendimiento y la calidad de los alimentos y de las tierras de cultivo disponibles. Sin embargo, su control con agroquímicos no siempre es efectivo por el surgimiento de especies resistentes (1), lo cual, sin duda, trae consigo el desarrollo o combinación de nuevas sustancias que continuarán impactando a la comunidad trabajadora y

¹ Maestría en Salud Ocupacional y Ambiental, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

² Grupo Salud Ocupacional y Ambiental, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, Colombia

³ Departamento de Salud Pública, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

al medio ambiente en general, aunque son reconocidos los esfuerzos desde la regulación y la protección de la salud humana y protección al medio ambiente para corregir o mitigar los efectos de esta industria. De otro lado y como fue citado por Medina-Díaz *et al.* (2012) con cerca de 3 billones de toneladas de plaguicidas aplicados cada año en el mundo, se destruye cerca del 40% de las cosechas. Además, la exposición a estas sustancias químicas produce cerca de 26 millones de casos de envenenamiento no fatal, resultando en 3 millones de casos con hospitalización, cerca de 220.000 fatalidades y 750.000 enfermedades crónicas cada año. De acuerdo a la clasificación de los plaguicidas por objetivo, los grupos más usados son los herbicidas (45%), seguidos por los insecticidas (25%) y los fungicidas/bactericidas (24%) y teniendo en cuenta el grupo químico están los organofosforados (OF), carbamatos, piretroides y organoclorados (OC) (2).

La exposición a plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa, entre los cuales se encuentran los organofosforados, representa un riesgo que se debe controlar en cualquier grupo ocupacional que presente exposición a estos productos. Se debe priorizar en los trabajadores del sector agrícola, especialmente aquellos que laboran en cultivos de algodón, arroz, tubérculos, frutas, hortalizas y flores (2).

Colombia ocupa un lugar importante en el sector de floricultura dentro de los renglones de la economía nacional y mundial. En el 2014 se consolidó como el primer renglón de exportaciones agrícolas no tradicionales del país con el 2,5% de todas las exportaciones nacionales (1). Comparativamente este sector ocupó el sexto lugar después del petróleo (47,0%), el carbón (12,4%), los aceites de petróleo (5,2%), el café (4,5%) y el oro (2,9%). Además, es el segundo exportador mundial de flores y ocupa cerca de 180.000 empleos entre directos e indirectos, de los cuales el 85% tiene labores operativas en las que se presentan diferentes niveles de exposición a plaguicidas para el control de plagas que interfieren en la producción, elaboración, almacenamiento y transporte de productos agrícolas. A pesar de sus beneficios, el uso extenso de estos productos ocasiona efectos perjudiciales en el medio ambiente y en la salud humana.

Los plaguicidas organofosforados (OF) son ésteres del ácido fosfórico y de sus derivados y como característica farmacológica inhiben 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. Estas sustancias penetran al organismo por inhalación, ingestión y a través de la piel intacta debido a su alta liposolubilidad, fenómeno de absorción que se acelera con las altas temperaturas o en presencia de escoriaciones o dermatitis. Una vez absorbidos y distribuidos en el organismo, los plaguicidas organofosforados producen un síndrome muscarínico, desencadenado por sobreestimulación de los órganos con inervación colinérgica caracterizado por visión borrosa, miosis, disnea, cianosis, diarrea, vómito, náuseas, cólico abdominal y bradicardia entre otros; un síndrome nicotínico, generado por bloqueo del impulso nervioso a nivel de las sinapsis preganglionares y de las fibras somáticas, lo que se traduce en calambres, mialgias, fasciculaciones y parálisis flácida y el síndrome del sistema nervioso central con ansiedad, cefalea, depresión respiratoria, confusión, ataxia y convulsiones, entre otras.

Los compuestos específicos objeto de esta investigación como son el Dimetoato (O,O-dimetil S-(N-metilcarbamoilmetil)-fosforoditioato) y O-metoato (O,O-dimetil S-[(metilcarbamoil)metil] fosforotioato) son insecticidas/acaricidas organofosforados sistémicos de uso registrado en una amplia gama de situaciones tanto en jardines domésticos como actividades agrícolas. Los productos están registrados para más de 200 patrones de uso y controlan más de 80 especies de plagas de insectos. En la agricultura, el dimetoato se utiliza tanto como insecticida durante la pre-cosecha como en la post-cosecha de los cultivos. Se aplica por inyección en tierra, aspersión aérea, pulverizador de espalda y por inmersión del fruto. El O-metoato es el oxígeno análogo de dimetoato y está presente en productos que se usan para controlar una amplia

gama de insectos y ácaros en la horticultura, grandes cultivos y cereales, así como plantas ornamentales y flores (5). El uso de productos de dimetoato por agricultores o rociadores a contrato, puede variar mucho dependiendo de las especies de plagas de insectos y el tipo de cultivo a tratar. Los trabajadores pueden exponerse al producto o rocío al abrir los contenedores, durante la mezcla y/o la carga, la aplicación por aspersión, limpieza de derrames, y el mantenimiento de los equipos. Las rutas potenciales de exposición al producto son la dérmica y la inhalatoria. La exposición ocular puede también ocurrir durante la pulverización asistida por aire o rociado manual (6).

El interés del presente proyecto de investigación es analizar la exposición ocupacional a los plaguicidas organofosforados Dimetoato y O-metoato en trabajadores del sector floricultor. Esta investigación hace parte del proyecto macro denominado "*Determinación de Biomarcadores de Exposición en trabajadores del Sector floricultor en Colombia*" realizado por el Instituto Nacional de Salud (INS).

Materiales y Métodos:

Se realizó un estudio de corte transversal empleando una base de datos de 358 trabajadores de empresas de flores ubicadas en la Sabana de Bogotá (Cundinamarca) y Rionegro (Antioquia), perteneciente al estudio macro citado anteriormente. Se seleccionó una muestra por conveniencia de trabajadores vinculados a 15 empresas, de las cuales 12 estaban ubicadas en la Sabana de Bogotá y 3 en Rionegro (Antioquia). La encuesta individual que se aplicó incluyó variables relacionadas con las condiciones de trabajo; las características socio-demográficas como edad, sexo, localización y escolaridad; las ocupacionales como tipo de oficio, tiempo de trabajo en la empresa, tiempo de exposición en el oficio, tiempo de trabajo en el sector agrícola, capacitación recibida en uso y manejo de plaguicidas, utilización de elementos de protección personal, medidas de higiene y seguridad industrial; las exposiciones extralaborales como hábitos en el hogar y las toxicológicas como condición de fumador y consumo de alcohol. Entraron al estudio todos los trabajadores que laboraban en empresas de flores ubicadas en la Sabana de Bogotá o en Rionegro, que hubieran trabajado en el sector floricultor por un mínimo de seis meses sin interrupción. Fueron excluidos aquellos trabajadores que no aceptaron voluntariamente participar, con antecedentes de enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión arterial y patologías renales.

Se realizó una distribución proporcional por tamaño de la empresa, ubicación geográfica y tipo de riesgo. En cada empresa se seleccionaron aleatoriamente trabajadores de alto, medio y bajo riesgo y un grupo de trabajadores no expuestos, a partir de un listado suministrado por la empresa. Los trabajadores de riesgo alto fueron los operarios que manejaban directamente agroquímicos e incluyeron asperjadores, bomberos, dosificadores y almacenistas. Los de riesgo medio fueron los empleados que no manejaban directamente los plaguicidas, pero que tenían exposición a estas sustancias en actividades que incluían jefes de área, operarios de campo y trabajadores en post-cosecha. Los trabajadores de riesgo bajo fueron el personal administrativo y los trabajadores que en su actividad laboral no tenían contacto con plaguicidas, pero desarrollaban sus actividades en un ambiente donde se manipulaban estas sustancias. Los no expuestos correspondieron a trabajadores vinculados a las empresas pero que desarrollaban sus actividades en un ambiente laboral donde no se manipulaban plaguicidas (ubicados en oficinas fuera del cultivo). Las empresas fueron clasificadas por tamaño en pequeñas que son aquellas que tenían menos de 50 trabajadores, las medianas con un número de trabajadores mayor o igual a 50 pero menor de 200 y las grandes con 200 o más trabajadores.

Para la cuantificación de los niveles de Dimetoato y O-metoato, se recolectaron muestras de orina de 30 mL aproximadamente en frascos de poliestireno con tapa rosca, las cuales fueron remitidas para su análisis al grupo de Salud Ocupacional y del Ambiente del Instituto Nacional de

Salud. La recolección de las muestras se llevó a cabo cualquier día de la semana teniendo en cuenta que el trabajador hubiese estado en su oficio mínimo dos días consecutivos. En el mismo día se obtuvieron 2 muestras por cada trabajador. La primera muestra correspondió a la orina al inicio de la jornada laboral y la segunda muestra al finalizar la jornada antes de retirarse del cultivo. La recolección de todas las muestras biológicas estuvo a cargo de profesionales del área de la salud (médicos/microbiólogas) quienes se encargaron también de su rotulación. A cada trabajador le correspondió el mismo número registrado en la encuesta para manejo interno de las muestras en el laboratorio. Una vez registradas, fueron recodificadas con el fin de minimizar el sesgo del analista, por una persona distinta a éste y al investigador.

Para la cuantificación de los biomarcadores de exposición a los organofosforados O-metoato (Omet) y dimetoato (Dmet) se utilizó el método de Montesano *et al.* (8). La separación analítica se obtuvo a través de cromatografía líquida de alta presión y detección por un espectrómetro de masas de cuadrupolo triple con ionización química a presión atmosférica en modo de iones positivos (HPLC/APCI-MS/MS). Una curva de calibración y muestras para el control de calidad fueron sometidas al mismo proceso en paralelo para garantizar la validez de cada análisis. El límite de detección para Omet fue de 0.025 mg/l y para Dmet de 0.004 mg/l.

Se revisó el 100% de los datos incluidos en la base de datos del presente estudio con el fin de realizar el control de calidad de la información. El procesamiento de los datos se llevó a cabo en el programa SPSS Versión 22. Para el análisis descriptivo se analizaron las variables cualitativas con frecuencias y porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión. Se hicieron algunos cruces de variables cualitativas mediante tablas de contingencia para ver la distribución porcentual para los cruces considerados.

El estudio siguió los lineamientos de la Declaración de Helsinki y la normatividad colombiana para investigaciones con humanos. El protocolo del proyecto macro fue aprobado por los comités de investigaciones y de ética del Instituto Nacional de Salud. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado antes de la encuesta y de la toma de muestras biológicas

Resultados:

Se incluyeron en el análisis 358 registros de igual número de trabajadores participantes en el estudio. El 88.5% (317) pertenecían a la zona urbana. El 72.9% (261) fueron mujeres, el rango de edad para la totalidad de los trabajadores estuvo entre los 19 y 58 años, con un promedio de 36.7 ± 9.2 años y una mediana de 37 años. El 100% de los participantes manifestó haber asistido alguna vez a la escuela; el 47.8% (171) aprobó secundaria y 44.1% (158) aprobó primaria. En cuanto a leer el 89.1% (319) reportó que lo hacía fácilmente y sólo un 0.6% (2) mencionó que no lo sabía hacer.

La antigüedad en la empresa tuvo un promedio de 7.0 años (DE=6,4 años), con un mínimo de 0.5 años y un máximo de 31.0 años; el tiempo de trabajo en floricultura fue de 11.4 años (DE=7,6 años) con un rango entre 0.5 y 36.0 años. La distribución por oficios indicó que en riesgo medio se encontraba el 85.8% (307) trabajadores, en riesgo alto el 7,8% (28), y en bajo 6,4% (23).

Con relación al uso de plaguicidas, en el ámbito doméstico los más usados referidos por los trabajadores fueron los insecticidas como Raid con un 9.8% (35), Baygon con el 1.7% (6) y Katore con el 0.8% (3). El producto Tiza usado por el 0.8% (3) es una sustancia química ilegal y peligrosa según la EPA (US Environmental Protection Agency) (9). El 83.2% (298) de los trabajadores no hace uso de plaguicidas en su hogar, el 16.8% (60) manifestó que los emplea, el 7.0% (25) los utiliza ocasionalmente, el 3.1% (11) una vez por semana y el 2.2% (8) mensualmente. Acerca de la disposición de plaguicida sobrante de uso doméstico, el 10,6%

(38) manifestó que nunca le queda plaguicida, el 2.8% (10) lo aplica nuevamente y el 3.1% (11) lo guarda. Los envases utilizados son botados como residuos ordinarios por un 14.0% (50) de los participantes.

El 11.2% (40) manifestaron emplear plaguicidas en su trabajo y durante los últimos 5 días previos al trabajo de campo y el 8.1% (29) habían utilizado plaguicidas en su trabajo. El 7.0% (25) de éstos empleaban diariamente plaguicidas y el 2.2% (8) lo hacían ocasionalmente. Los trabajadores que ocupaban más del 80% de su jornada laboral fumigando con plaguicidas fueron el 7.8% (28). Así mismo, el 9,8% (35) refirieron haber sido capacitados sobre el manejo seguro de plaguicidas utilizados en el trabajo. Otras características sociodemográficas y laborales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y laborales de los trabajadores del sector floricultor, Colombia, 2014.

Descripción		Trabajadores	
		n	%
Grupos etarios	19-29,9	90	25.1
	30-39,9	134	37.4
	40-49,9	96	26.8
	50-59,9	38	10.6
Género	Masculino	97	27.1
	Femenino	261	72.9
Nivel educativo	Ninguno	0	0.0
	Primaria	158	44.1
	Secundaria	171	47.8
	Técnico/tecnológico	19	5.3
	Universidad	9	2.5
	Posgrado	1	0.3
Tiempo de trabajo en floricultura (años)	0.5 - 3	55	15.4
	3.01 - 6	66	18.4
	6.01 - 9	47	13.1
	9.01 - 12	47	13.1
	12.01 - 15	32	8.9
	15.01 -18	42	11.7
	18.01 - 21	26	7.3
	21.01 - 24	17	4.8
	24.01 - 27	11	3.1
	27.01 - 30	12	3.3
	> 30.01	3	0.8
Empleo de plaguicidas en el trabajo	Nunca	318	88.8
	Diario	25	7.0
	Una vez/semana	1	0.3
	2 veces/semana	2	0.6
	Cada 15 días	3	0.8
	Mensual	1	0.3
	Ocasional	8	2.2

Descripción		Trabajadores	
		n	%
Tipo de Riesgo Labor	Bajo	23	6.4
	Medio	307	85.8
	Alto	28	7.8
Consumo Alcohol	Si	178	49.7
	No	180	50.3
Consumo Cigarrillo	Si	40	11.2
	No	69	19.3
	NR	249	69.6

En la Tabla 2, se describen los plaguicidas más usados en el trabajo, reportados por los que realizan el oficio de fumigadores. Tres de ellos, en negrilla y subrayados en la Tabla 2, corresponden a plaguicidas de la familia de los organofosforados, de interés para el análisis objeto de esta revisión, incluso aquellos con ingrediente activo Metamidofos (Formulación líquido soluble que sobrepase 600 gr/lit de ingrediente activo), se encuentran en el listado de plaguicidas prohibidos para uso por parte del Programa Florverde de Asocolflores (2015) (9).

Tabla 2. Plaguicidas usados en las empresas clasificados por tipo y categoría toxicológica.

Nombre comercial	N°	%	Ingrediente activo	Categoría Toxicológica*	Tipo de plaguicida	Equivalencia Clasificación OMS	DL50 Oral (mg/kg)	Características
Dithane	14	3.91	Mancozeb	III	Fungicida	II	500 a 5000	Medianamente tóxico
Matababosa	12	3.35	Metaldehido	IV	Cebo Molusquicida	III	>5000	Ligeramente tóxico
Vertimec	8	2.23	Abamectina	II	Insecticida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Curacron	7	1.96	Profenofos	II	Insecticida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Score	3	0.84	Difenoconazol	III	Fungicida	II	500 a 5000	Medianamente tóxico
Sunfire	3	0.84	Clorfenapir	II	Insecticida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Cazador	2	0.56	Diclorvos 2,2-Diclorovinil Dimetil Fosfato	II	Insecticida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Control	2	0.56	Chlorotalonil	II	Fungicida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Furadan	2	0.56	Carbofuran	I	Insecticida	IA	<50	Extremadamente tóxico
Metacrop	2	0.56	Metamidofos	II	Insecticida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Overol	2	0.56	Abamectina 18 E.C.	III	Insecticida	II	500 a 5000	Medianamente tóxico
Ridomil	2	0.56	Metalaxil+ Mancozeb	II	Fungicida	IB	50 a 500	Altamente tóxico
Vitavax	2	0.56	Carboxin+Captan	II	Fungicida	IB	50 a 500	Altamente tóxico

* Decreto 1843 de 1991 del Ministerio de Salud sobre uso y manejo de plaguicidas

El 9.5% (34) manifiesta que no tiene sobrante de plaguicidas después de la aplicación y el 1.1% (4) lo aplica hasta agotarlo. El 11.2% (40) dispone de un área exclusiva en las empresas para almacenar estas sustancias.

En cuanto al uso de equipo de fumigación, el 4.5% (16) utilizan bomba central, el 2.2% (8) utilizan bomba móvil y el 1.4% (5) bomba de espalda. Al finalizar su jornada el 6.4% (23)

guarda el equipo de fumigación en un área aislada específica en la empresa. El tiempo que dura el turno de fumigación en un 3.4% (12) es de tres meses, el 2.5% (9) manifiesta que dura 4 meses, el 0.3% (1) su turno dura 6 y el 0.3% (1) 12 meses. En cuanto las horas que fumiga al día, el 2.5% (9) fumigan siete horas al día, el 2.0% (7) ocho horas al día, el 1.4% (5) seis horas al día y solo un 0.6% (2) fumiga cuatro horas al día. Sin embargo, durante la jornada laboral, el 81,8% (293) de los trabajadores refieren ingresar al invernadero para realizar diferentes actividades.

En la Tabla 3 se presenta el porcentaje de trabajadores que reingresan al invernadero después de la aplicación de plaguicidas (horas). Se utiliza la clasificación establecida por la regulación colombiana, así: categoría I extremadamente tóxico, categoría II altamente tóxico, categoría III medianamente tóxico y categoría IV ligeramente tóxico (10).

Tabla 3. Porcentaje de trabajadores que reingresan al invernadero después de la aplicación de plaguicidas (horas)

Horas	Categoría I		Categoría II		Categoría III		Categoría IV	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
< 1hr	1	0.28	3	0.84	3	0.84	3	0.84
1-2 hrs.	2	0.56	2	0.56	3	0.84	2	0.56
2-4 hrs.	6	1.68	11	3.07	13	3.63	10	2.79
4-6 hrs.	5	1.40	4	1.12	2	0.56	3	0.84
6-12 hrs.	88	24.58	3	0.84	4	1.12	3	0.84
12-24 hrs.	167	46.65	259	72.35	257	71.79	257	71.79
NA	24	6.70	11	3.07	11	3.07	15	4.19
Total	293	81.84	293	81.84	293	81.84	293	81.84

En cuanto a las medidas de higiene y seguridad industrial, se destacan las siguientes: el 91.9% (329) de los trabajadores cambian su ropa de trabajo luego de terminar su jornada laboral; el 63.1% (226) lavan su ropa de trabajo dos veces por semana, el 13.4% (48) lo hace una vez por semana y el 11.5% (41) la lava todos los días; el 86.6% (310) lavan su ropa de trabajo en casa y de éstos, un 12.8% (46) la lavan junto con la del resto de su familia, solo el 5.3% (19) la lavan en el sitio de trabajo; el 88.0% (315) de los trabajadores no consume alimentos mientras trabaja, el 97.5% (349) los consume en el casino/kiosko de la empresa y el 67.7% (242) lavan sus manos antes de ingerir alimentos; el 89.1% (319) de los trabajadores nunca se ducha al finalizar la jornada y el 8.1% (29) siempre lo hace.

Los elementos de protección personal son utilizados por el 96.1% (344) de los trabajadores. En la Tabla 4 se describe los elementos de protección personal usados por los trabajadores del sector floricultor. Siendo los elementos más representativos, en orden descendente, el uniforme (89.0%), los guantes cortos (75%), las botas caña baja (60.8%), los guantes largos (30.2%), las botas caña alta (26.7%) y tapabocas y peto con el 25.3%.

Tabla 4. Uso de elementos de protección personal en el sector floricultor

Elementos de Protección Personal			N°	%
Protección cabeza	Casco	Si	6	1.7
		No	338	98.2
Protección ojos	Gafas de seguridad	Si	4	1.1
		No	340	98.8
	Visor	Si	12	3.5
		No	332	96.5
	Monogafa	Si	6	1.7
		No	338	98.3
Protección cara	Full Face	Si	21	6.1
		No	323	93.9
Protección auditiva	Protección auditiva	Si	7	2.0
		No	337	98.0
Protección respiratoria	Respirador un cartucho	Si	3	0.9
		No	341	99.1
	Respirador doble cartucho	Si	25	7.3
		No	319	92.7
	Tapabocas	Si	87	25.3
		No	257	74.7
Protección cuerpo	Chaqueta impermeable	Si	45	13.1
		No	299	86.9
	Pantalón impermeable	Si	38	11.1
		No	306	88.9
	Tyveck (Overol impermeable)	Si	7	2.0
		No	337	98.0
	Pijama (Overol NO impermeable)	Si	27	7.9
		No	317	92.1
	Delantal	Si	1	0.3
		No	343	99.7
	Uniforme	Si	306	89.0
		No	38	11.0
	Peto	Si	87	25.3
		No	257	74.7
Protección miembros superiores	Mandriles o mangas	Si	17	4.9
		No	327	95.1
	Guantes cortos	Si	258	75.0
		No	86	25.0
	Guantes largos	Si	104	30.2
		No	240	69.8
Protección miembros inferiores	Bota caña alta	Si	92	26.7
		No	252	73.3
	Bota caña baja	Si	209	60.8
		No	135	39.2

El respirador no es utilizado por el 89.9% (322) de los trabajadores y siempre es usado por un 8.1% (29). El tipo de respirador doble cartucho y filtro de vapores son los más usados con un 7.8% (28) respectivamente. El cambio de filtro se realiza mensualmente para el 3.4% (12), cada 180 horas el 2.2% (8). El 30.4% (109) manifestó haber fumado alguna vez, y en la actualidad solo el 11.2% (40) fuma. El 49.7% (178) consume licor.

Para la recolección de las muestras de orina, se consultó si habían utilizado plaguicidas en los 5 días previos y se obtuvo que el 3.9% (14) lo habían hecho. Los niveles de Omet (O-metoato) y Dmet (Dimetoato) tal como se describió fueron tomados en dos momentos, al inicio de la jornada y posterior a la exposición para los oficios de riesgo alto, medio o bajo. Se encontró que para ninguna de las dos sustancias el grupo de bajo riesgo reportó presencia, ni antes de la jornada ni posterior a la exposición. En el caso de Omet, para la categoría de riesgo medio se tuvieron siete casos positivos en la muestra previa a la jornada y ocho casos post-exposición; en la categoría de alto riesgo se presentaron dos casos respectivamente antes de la jornada y luego de la exposición, dado el carácter no probabilístico de la muestra tomada de la población, no es factible hacer pruebas de significancia estadística. En la Tabla 5 se pueden observar las concentraciones de plaguicidas en orina de acuerdo al grupo de riesgo según el oficio.

Tabla 5. Niveles de O-metoato y Dimetoato de los trabajadores por grupo de riesgo según oficio

Biomarcador	Variable	Riesgo Medio	Riesgo Alto
O-metoato COP5_2C (Pre-exposición)	No. positivos	7	2
	Promedio	0.866313496	0.280620603
	Valor mínimo	0.21183877	0.271962514
	Valor máximo	2.938446314	0.289278692
O-metoato COP5_3C (Post-exposición)	No. positivos	8	2
	Promedio	0.258868393	0.258868393
	Valor mínimo	0.163378378	0.163378378
	Valor máximo	0.354358408	0.354358408
Dimetoato COP4_2C (Pre-exposición)	No. positivos	0	0
Dimetoato COP4_3C (Post-exposición)	No. positivos	2	1
	Promedio	0.749082718	0.284584778
	Valor mínimo	0.446789474	0.284584778
	Valor máximo	1.051375962	0.284584778

Discusión

Un alto porcentaje de la población trabajadora pertenece a la zona urbana, así como en su mayoría del género femenino y en general, con un cierto nivel de escolaridad. En cuanto a la experiencia en floricultura se encontró un rango muy amplio desde seis meses hasta 36 años,

cerca de un 15% de los trabajadores han estado trabajando en este sector por al menos 20 años lo que habla de un trabajo estable en términos de oportunidad de acceso.

El uso de plaguicidas en el ambiente doméstico fue reportado como esporádico y para productos de uso cotidiano, a excepción de algunos casos que reportaron el uso de Tiza, catalogada como peligrosa, adicionalmente quienes reportaron hacer uso de plaguicidas en sus hogares, lo hacían de manera ocasional. Sin embargo, el almacenamiento de estos plaguicidas se dio en su mayoría dentro de la casa y en menor proporción en un área aislada, usando el producto en su totalidad y como método de disposición final, junto con los residuos ordinarios.

Los trabajadores pertenecientes al riesgo medio tuvieron mayor representación, seguidos del riesgo alto y bajo respectivamente. Aunque el tamaño del grupo de riesgo alto fue menor, la importancia en su exposición es fundamental, para poder establecer las medidas de prevención, sin embargo, para las sustancias directamente analizadas no se encontró una significancia estadística de la exposición (Ometoato: 2 casos pre y post-exposición respectivamente; Dimetoato: 1 caso solamente en resultados de post-exposición).

La mayoría de los plaguicidas utilizados correspondieron a la categoría toxicológica de altamente tóxicos, de acuerdo a la clasificación establecida por el Ministerio de Salud de Colombia (10).

El empleo diario de plaguicidas en el trabajo se dio solamente en el 7% de los trabajadores de las empresas participantes, este bajo porcentaje se explica por aspectos técnicos y de infraestructura de los cultivos, debido que las labores de riesgo alto son principalmente realizadas por un solo trabajador, mucho más experimentado y formado, mientras que para las otras actividades se requiere más personal. De este grupo de trabajadores el 4.5% utiliza bomba central como equipo de fumigación y guarda el equipo de fumigación en un área aislada específica en la empresa, y en su mayoría confirman haber recibido capacitación sobre el manejo seguro de los plaguicidas utilizados en el trabajo.

Los periodos de rotación para los oficios de fumigación se encontraron entre 90 y 365 días y las horas de fumigación al día oscilaron entre 4 a 8 horas diarias. Las Guías para el uso y manejo seguro de plaguicidas en cultivos ornamentales y poscosecha (2009) del Programa Florverde de Asocolflores recomiendan periodos mínimos de rotación de tres (3) y máximo seis (6) meses y en general, cumpliendo con el resto de estrategias que plantean estas guías, por lo que los periodos encontrados superan esta recomendación para algunos trabajadores.

En un estudio de descripción del uso y manejo de plaguicidas en las empresas de flores afiliadas a Asocolflores, 2005 en la Sabana de Bogotá y Rionegro Antioquia (7), los plaguicidas organofosforados tuvieron una participación del 2.9% en el total de las empresas participantes; en el presente análisis se obtuvieron datos de uso de 37 plaguicidas diferentes y 85 registros de uso en el trabajo, sin embargo, sobre la base de la totalidad de trabajadores, los plaguicidas organofosforados tuvieron una participación de 3.07% lo que los sitúa en un volumen de uso muy cercano al del estudio citado.

En cuanto a los periodos de re-ingreso, o tiempo en el que se provee un margen de seguridad a los trabajadores después de una aspersión, éste varía según la categoría toxicológica del producto aplicado. Según los parámetros de los periodos de re-ingreso descritos en el Programa Florverde, respecto a los datos obtenidos de los trabajadores participantes, solamente la categoría III y IV cumplían con el tiempo establecido para el re-ingreso al cultivo, la categoría I y II, estarían fuera de parámetros. Se aclara que los tiempos descritos en el Programa Florverde, difieren de los periodos de re-ingreso establecidos por la Environmental

Protection Agency (EPA), para los plaguicidas categoría I mínimo 48 h, categoría II mínimo 24 h, categorías III y IV mínimo 12 h.

Los elementos de protección personal más usados por los trabajadores son el uniforme, guantes cortos de caucho y la bota caña baja. Es importante considerar que el uso del respirador es bajo y el tipo de respirador más usado es el de doble cartucho y filtro de vapores, la rotación del filtro oscila entre 180 horas a 30 días. Este punto se explica, debido que los trabajadores que corresponden a las tareas de riesgo alto son pocos comparados con los del riesgo medio. La información en la base de datos no permite determinar que se esté haciendo uso adecuado de los elementos de protección personal, tanto en aspectos de su propio estado, funcionalidad, hasta aspectos técnicos sobre la protección específica ante agentes de riesgo, se desconoce si por ejemplo, se han realizado pruebas de ajuste en alguna oportunidad en los trabajadores que hacen uso de respiradores.

Un estudio de determinación de Dimetoato y Ometoato en muestras de sangre de operadores aplicadores de pesticidas (12) observó que el nivel de concentración de Dimetoato afectaba la relación del área de respuesta del Dimetoato y uno de sus metabolitos oxigenados, el ometoato. En este contexto, concentraciones más altas de plaguicidas favorecían la predominancia de Dimetoato mientras que concentraciones más bajas llevaban a la formación de ometoato; luego de estas determinaciones experimentales la comparación con el Nivel de Exposición Aceptable para el Operador (AOEL) de Dimetoato, reveló que la exposición máxima de los operadores alcanzó el 30% del AOEL para solamente dos casos, lo que permite interpretar que las concentraciones usadas por los operadores que hicieron parte del estudio objeto de este artículo eran bajas, favoreciendo la predominancia de ometoato, que tuvo un número mayor de casos positivos.

En el área de Agrinion (Grecia occidental) se desarrolló seguimiento a 270 aplicadores de plaguicidas organofosforados, específicamente fenthion y dimetoato, durante los años 2004-2006 empleando la determinación de actividad de la pseudocolinesterasa (PChE) (13), entre los principales resultados se tuvo que la actividad de dicha enzima se vio reducida en el periodo de riego en comparación con el periodo de no riego; hubo diferencias significativas en la actividad media de la PChE en los resultados entre los aplicadores de fenthion y dimetoato; la duración de la actividad de riego influenció estos resultados y el uso de elementos de protección personal mostro que jugaba un papel importante en los niveles de actividad media de la PChE ya que se tuvo 23.9% de variación en personal sin hacer uso de ninguna protección, 15% con protección parcial y 7.4% en esos aplicadores con equipo de protección completo.

El estudio realizado en Irán sobre uso de plaguicidas en agricultura (13) encontró que seis (6) compuestos (diazinon, chlorpyrifos, dichlorvos, metam sodium, paraquat y dimetoato) fueron identificados como productos con peligro potencial crónico basada en una baja ingesta diaria, si bien en el caso de esta investigación no se trata de productos comestibles, el estudio mencionado refuerza la necesidad de establecer una prioridad en la investigación y desarrollo de productos y prácticas alternativas que minimicen los riesgos derivados del uso de plaguicidas y de esta forma llegar a usar productos menos peligrosos.

Recomendaciones:

Se encuentran oportunidades para mejorar el almacenamiento, uso y disposición final de los envases de plaguicidas en el ambiente doméstico como residuos de sustancia peligrosas, evitando ser dispuestos junto con los residuos ordinarios.

Se debe fortalecer el cumplimiento de estándares y buenas prácticas del sector y agrupadas en los estándares del Programa Florverde, en áreas como definición de tiempos de reingreso

al invernadero para personal de aplicación de plaguicidas y hábitos de higiene y seguridad, tanto en el trabajo como en el ambiente doméstico, por ejemplo, en aspectos como el lavado de ropa, para que este se haga separado del resto de la de su familia.

Si bien encontrar cantidades medibles de dimetoato u ometoato en orina no implican que esos niveles lleven a un efecto adverso en la salud (15), deben continuarse los esfuerzos para realizar mayores estudios de biomonitorio y confirmar cuáles valores de biomarcadores tienen efectos sobre la salud en la población de trabajadores del sector floricultor.

La mayoría de los plaguicidas son altamente tóxicos por lo que se deben buscar alternativas de uso de categorías toxicológicas menos peligrosas para la salud. Se conocen los avances que se tienen en la implementación de BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) del sector floricultor.

Se requiere continuar realizando capacitación a los trabajadores en el uso y manejo de plaguicidas y acerca de la selección, uso y mantenimiento de elementos de protección personal adecuados. Se recomienda realizar pruebas de ajuste a los elementos de protección respiratoria, teniendo en cuenta que éste constituye una salvaguarda adicional para confirmar el nivel de protección ofrecido.

Agradecimientos:

A los propietarios, funcionarios y trabajadores de los cultivos participantes en el estudio y al Instituto Nacional de Salud quien desarrolló el estudio macro denominado “Determinación de Biomarcadores de Exposición en trabajadores del Sector floricultor en Colombia”.

Bibliografía

1. Sparks Thomas C. and Lorsbach BA. Perspectives on the agrochemical industry and agrochemical discovery. *Pest Manag Sci.* 2017; 73: 672-677.
2. Medina-Díaz IM, Rojas-García AE, Robledo-Marengo ML, Barrón-Vivanco BS, Girón-Pérez MI, Romero-Bañuelos CA. Adverse effects of Pesticides in Human Health. In Gomez AA, Lugo de Ortega E, editors. *Pesticides: Characteristics, Uses and Health Implications.*; 2012.
3. Ministerio de la Protección Social. *Guía de Atención Integral en Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa (Organofosforados y Carbamatos)*; 2007.
4. Asocolflores. *Revista de la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores. FloryCultura colombiana.* 2015 Enero-Abril; 6.
5. Authority AP&VM. *The Reconsideration of Approvals and Registrations Relating to Dimethoate and Omethoate.* Canberra; 2004.
6. Authority AP&VM. *Exposure and Risk Assessment including Occupational Health and Safety Assessment of Dimethoate.* Canberra; 2012.
7. Centers for Disease Control and Prevention. [Online].; 2013 [cited 2014 Mayo 12. Available from: http://www.cdc.gov/biomonitoring/Acephate_BiomonitoringSummary.html.
8. Environmental Protection Agency. Environmental Protection Agency. [Online]. [cited 2017 Mayo 15. Available from: <https://www.epa.gov/safepestcontrol/avoid-illegal-household-pesticide-products>.
9. Asocolflores. Programa Finca Florverde. [Online].; 2015 [cited 2017 May 25. Available from:

https://www.dropbox.com/s/nhpg5utxgeunwjn/Lista_plaguicidas_prohibidos20150720.pdf?dl=0.

- 10 Ministerio de Salud. Decreto 1843 del 22 de julio de 1991. Disposiciones sanitarias sobre uso y manejo de plaguicidas. Bogotá: Ministerio de Salud; 1991.
- 11 Varona ME, Tolosa JE, Cardenas O, Torres CH, Pardo D, Carrasquilla G, et al. Descripción del uso y manejo de plaguicidas en las empresas de flores afiliadas a Asocolflores. *Biomédica*. 2005;(25): p. 377-89.
- 12 Kasiotis KM. Determination of dimethoate and omethoate in human serum samples. Risk assessment for the operator. *International Journal of Environmental & Analytical Chemistry*. 2011 August; 91(9).
- 13 Vrioni G, Souki H, Katramadou M, Kasiotis K, Carageorgiou H. Determination of pseudo-cholinesterase serum activity among Agrinion pesticide applicators pre- and post-exposed to organophosphates (fenthion and dimethoate). *Toxicological and Environmental Chemistry*. 2011 January; 93(1).
- 14 Morteza Z, Mousavi S, Baghestani M, Aitio A. An assessment of agricultural pesticide use in Iran, 2012-2014. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2017 December; 15(1).
- 15 Centers for Disease Control and Prevention. [Online].; 2016 [cited 2017 Mayo 12]. Available from: https://www.cdc.gov/biomonitoring/DimethoateOmethoate_BiomonitoringSummary.html.
- 16 Idrovo AJ. Intoxicaciones masivas con plaguicidas en Colombia. *Biomédica*. 1999; 1(19): p. 68.
- 17 Henao S. In *Plaguicidas organofosforados y carbámicos*.: México OPS y OMS; 1986. p. 27-33.
- 18 World Health Organization. WHO Specifications and Evaluations for public health pesticides - Dimethoate. World Health Organization; Sin información de año disponible.
- 19 Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. NTP 512: Plaguicidas organofosforados (I): aspectos generales y toxicocinética. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo; 1999.
- 20 Ministerio del Medio Ambiente. Guía Ambiental para la Floricultura Bogotá; 2002.
- 21 López-Carillo L LCM. Effect of exposure to organophosphate pesticides on serum cholinesterase levels. *Environmental Health*. 1993 Octubre; 48(5).
- 22 OIT. Guía Sobre Seguridad y Salud en el Uso de Productos Agroquímicos. Ginebra: Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo, Organización Internacional del Trabajo; 2011.

