

DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICION A DITIOCARBAMATOS EN EL SECTOR
FLORICULTOR EN LA SABANA DE BOGOTÁ Y EN RIONEGRO- ANTIOQUIA.
COLOMBIA.

Andrea Díaz Vargas
Química
Dra. Marcela Eugenia Varona Uribe
TUTORA

RESUMEN:

Introducción: el sector colombiano lleva más de 40 años exportando flores, es un sector dinámico y beneficioso para la economía del país, actualmente tiene una participación del 19,6% del total de las exportaciones generadas. Colombia es uno de los grandes exportadores de flores a nivel mundial, es el segundo exportador de flores frescas cortadas con una participación del 12,5% en el comercio total, después de Holanda que cuenta con el 47%. Para obtener este tipo de flores de exportación y cumplir con los más altos estándares de calidad a nivel mundial, ha sido necesario el uso de los plaguicidas los cuales fueron introducidos en nuestro país desde comienzos de los años 60. El incremento de la demanda en el consumo de estos ha generado un impacto en la salud de los trabajadores de este sector y en el medio ambiente.

Objetivo: caracterizar la exposición a plaguicidas ditiocarbamatos y determinar los niveles de propilentiourea en población ocupacionalmente expuesta en empresas de flores en la Sabana de Bogotá (Cundinamarca) y Rionegro (Antioquia).

Materiales y métodos: se realizó un estudio descriptivo transversal empleando una base de datos del proyecto macro denominado "**Determinación de Biomarcadores en trabajadores del Sector floricultor en Colombia**". La población universo estuvo constituida por 358 registros provenientes del mismo número de trabajadores. Las variables incluidas fueron las sociodemográficas, laborales y las concentraciones de propilentiourea en orina. Para el análisis estadístico se obtuvieron las frecuencias univariadas y para las variables de tipo cuantitativo, se presentan medidas de tendencia central y de dispersión.

Resultados: la edad promedio de los trabajadores fue de $36,2 \pm 9,7$ años. El 27,1% (97) correspondió al sexo masculino y el 72,9% (261) al sexo femenino. Con respecto al cargo desempeñado, el 7,5% (27) pertenecían al riesgo alto, 86,6% (310) riesgo medio y 5,9% (21) a riesgo bajo. El 70,7% se dedican a actividades de cultivo, corte y empaque.

Los plaguicidas más empleados a nivel laboral y en el hogar están dentro de la clasificación toxicológica I (extremadamente tóxicos) y II (altamente tóxicos) del INVIMA que corresponden a plaguicidas tipo organofosforado, carbamatos y ditiocarbamatos. Se evidenció el uso de elementos de protección personal como respirador de doble cartucho en el 7,0%, bota caña baja en el 58,4% y tyvec en el 2,0%. Los niveles de del metabolito Propilentiourea (PTU) en orina fueron en promedio al final de la jornada laboral de $2,0 \text{ mg/l} \pm 3,4$. La mayor variación de las concentraciones de PTU estuvo en el grupo de riesgo medio.

Conclusión: Se evidenció el uso de plaguicidas extrema y altamente tóxicos empleados a nivel extralaboral y en los cultivos de flores en la sabana de Bogotá y Antioquia. Se hace necesario revisar la matriz de los elementos de protección personal de los trabajadores de riesgo medio puesto que son los que mayor variación presentaron en la concentración de PTU, así mismo se debe reforzar la capacitación, medidas

preventivas en el autocuidado no solo a nivel laboral sino a nivel del hogar en el manejo, la manipulación y disposición adecuada de los plaguicidas.

INTRODUCCIÓN

El impacto que tiene la floricultura en la economía del país no solo está representado por las exportaciones sino también por la generación de empleo, por la intensiva mano de obra del sector se estima que el total de empleos generados es de 120.640 directos y 68.683 indirectos, y genera una cuarta parte del empleo rural femenino en Colombia, en donde se han visto muy beneficiadas especialmente las madres cabeza de familia (1).

El sector floricultor colombiano está representado por ASOCOLFLORES (Asociación Colombiana Exportadores de Flores) quien está compuesta por 272 empresas ubicadas en la Sabana de Bogotá, en la zona de Rionegro (Antioquia), el Eje Cafetero y algunos municipios del Valle del Cauca.

Existen diferentes dificultades para el sector en cuanto a competitividad, ya que los floricultores colombianos llevan a cabo todo el proceso de producción y empaque de una manera manual y baja tecnificación, donde existen varios intermediarios para llevar el producto al consumidor final lo cual le resta competitividad. Además, hay otras restricciones como son las de impacto ambiental, investigación e innovación que disminuye las posibilidades por sus altos costos en manejo de cadenas de frío, controles sanitarios y fitosanitarios a mercados como el de Holanda.

Con las exigencias del mercado frente a parámetros de Calidad, Medio Ambiente y Social, Colombia a través del tiempo se ha visto en la necesidad de incluir dentro de su legislación cumplimientos normativos internacionales como son: *GLOBALGAP* (The Global Partnership for Good Agricultural Practices), en lo ambiental y el del Código Básico ETI (Ethical Trading Initiative) en lo social. Estos estándares exigen el cumplimiento de la legislación y buenas prácticas sobre temas laborales, de seguridad industrial, manejo adecuado del agua, del suelo, fertilización, uso de plaguicidas y sobre otros temas relacionados con el cultivo de las flores.

Para dar cumplimiento a estos estándares dentro del sector de floricultura se encuentra el uso de sustancias químicas como protección contra las plagas. La aplicación de los conceptos de manejo integrado de estas y enfermedades, resguarda los cultivos asegurando la cantidad y calidad necesaria del producto neto requerido para satisfacer la demanda internacional.

Aun con un alto control y regulación, estos químicos son ubicuos en el ambiente ocupacional, un 89% de los trabajadores ocupados en las empresas dedicadas a la producción de flores de exportación colombianas son operarios, la naturaleza de sus actividades normales de trabajo implica exposiciones a plaguicidas por medio de mecanismos de inhalación, ingestión o a través de absorción por la piel intacta.

Aunque bien se saben los efectos de la exposición aguda a plaguicidas sobre la salud, no existe suficiente conocimiento científico que permita establecer los efectos de la exposición leve y prolongada a estos compuestos sintéticos (2).

Diversos estudios toxicológicos a nivel nacional e internacional muestran el impacto carcinogénico, mutagénico y teratogénico en la población expuesta a plaguicidas. Es evidente la necesidad de estudiar sus efectos en la salud de manera independiente, un

estudio realizado en Colombia (3) encontró respecto a la categoría toxicológica, que el 14,3% de los plaguicidas usados pertenecían a la categoría I, el 14,4% a la II, el 52,0% a la categoría III y el restante 19,2% a la categoría IV. Los plaguicidas más utilizados fueron los ditiocarbamatos con el 11,7%.

Las investigaciones actualmente reportadas (3) (4) (5) se hicieron teniendo en cuenta la posible asociación entre la exposición a plaguicidas y sus efectos sobre la salud, sin embargo, definir exposición ocupacional ha sido un gran reto.

En dichas investigaciones se evidencia que la distribución de plaguicidas por grupo químico muestra que en la Sabana de Bogotá, los plaguicidas más utilizados fueron los ditiocarbamatos, seguidos por los hidrocarburos clorados y los metilisocianatos, mientras que en Antioquia, en primer lugar, estuvieron los metilisocianatos, seguidos por los benzimidazoles y los ditiocarbamatos, lo anterior justificado en el tipo de flores que se cultiva en cada región, ya que en Antioquia el principal cultivo es el pompón y en la Sabana de Bogotá, clavel y rosa, cultivos más sensibles al ataque de plagas.

El impacto negativo sobre la salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a plaguicidas en Colombia no solo se evidencia en el sector floricultor, también en los cultivos de arroz (6) donde se muestra específicamente que para los trabajadores expuestos a las mezclas de plaguicidas existe un mayor daño genotóxico, en los cultivos de tomate (7) trabajadores con una exposición crónica de 9 años mostraron con mayor frecuencia afecciones en el sistema nervioso central (95,5%), seguido por los órganos de los sentidos con un 46,2%, el sistema digestivo con un 33,3%, piel con el 21,2% y otros con el 19,7%. En las muestras ambientales se hallaron niveles de organofosforados en los tomates y en el suelo. Se evidenciaron los riegos por uso de plaguicidas y la necesidad de fortalecer la vigilancia sobre los potenciales efectos para la salud que pueden producir estas sustancias y el beneficio del empleo de las BPA-Buenas Prácticas Agrícolas.

De acuerdo con la complejidad del estudio macro para poder llevar a cabo con éxito las recomendaciones finales, es necesario estudiar cada plaguicida por su composición química o grupo, teniendo en cuenta que uno de los de mayor uso e impacto en la población ocupacionalmente expuesta son los ditiocarbamatos, que se abarcaran en este análisis.

Los ditiocarbamatos como su nombre lo indica, tienen en su estructura química dos átomos de oxígeno en vez de dos de fósforo. Estos compuestos se subdividen en tres grupos: los dimetilenoditiocarbamatos (*ferban, tiram, ziram*), los etilenobisditiocarbamatos (*mancozeb, metiram, nabam, zineb*) y los propilenobisditiocarbamatos (*propineb*). Los productos de la degradación en el cuerpo humano de los etilenobisditiocarbamatos y los propilenobisditiocarbamatos son la etilenotiourea (ETU) y propilenotiourea (PTU) respectivamente (8).

Debido al extenso uso y diversidad de plaguicidas en la agricultura, al efectuar el análisis de exposición a estas sustancias o sus metabolitos, se debe tener en cuenta la toxicidad y la frecuencia de aplicación. El biomonitoreo se ha utilizado en una variedad de estudios ocupacionales y ambientales para determinar exposiciones a plaguicidas. Esta clase de técnicas implican la medición de la dosis o concentración del plaguicida o de sus efectos sobre la salud. Con conocimiento de la toxicocinética, la dosis interna puede ser estimada a partir de la cantidad de la sustancia en diversas muestras biológicas. Muchos de estos se han empleado en estudios de investigación en poblaciones ocupadas en la floricultura (8).

Los trabajadores de la floricultura en Colombia cuentan con contratos estables, tienen cubrimiento médico y múltiples beneficios sociales, la mayoría de los cultivadores con operaciones consideradas de mediano a gran tamaño, cuentan con atención médica dentro del mismo cultivo. Dentro de los servicios sociales que se ofrecen a los trabajadores, en especial en los cultivos de gran tamaño, se encuentra el acceso a guarderías infantiles que proveen cuidado a los infantes y educación elemental a los hijos de los trabajadores. (8)

Por lo anterior, el presente estudio caracterizó la exposición a plaguicidas ditiocarbamatos y determinó los niveles de propilentiourea (PTU) en población ocupacionalmente expuesta en empresas de flores en la Sabana de Bogotá (Cundinamarca) y Rionegro (Antioquia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio de corte transversal donde la muestra estuvo constituida por registros pertenecientes a 358 trabajadores vinculados a 13 empresas de las cuales 9 estaban ubicadas en la Sabana de Bogotá y 4 en Rionegro (Antioquia). Se trató de una muestra no probabilística constituida por los trabajadores que voluntariamente aceptaron participar y que cumplían los criterios de inclusión que fueron haber laborado en el sector floricultor por un mínimo de seis meses sin interrupción y permanecer en el mismo oficio que desempeñaban el día del muestreo por un mínimo de dos días consecutivos. Se excluyeron a todos los trabajadores que no aceptaron voluntariamente participar.

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.

Se emplearon las siguientes definiciones para la clasificación por riesgo:

Trabajadores de riesgo alto: pertenecen a este grupo los operarios que manejan directamente agroquímicos e incluye asperjadores, bomberos, dosificadores y almacenistas.

Trabajadores de riesgo medio: los empleados que no manejan directamente los plaguicidas, pero tienen exposición a estas sustancias en actividades que incluye jefes de área, operarios de campo y trabajadores en postcosecha.

Trabajadores de riesgo bajo: en este grupo se encuentra el personal administrativo y los trabajadores que en su actividad laboral no tienen contacto con plaguicidas, pero desarrollan sus actividades en un ambiente donde se manipulan estas sustancias.

Trabajadores no expuestos: corresponde a trabajadores vinculados a las empresas pero que desarrollan sus actividades en un ambiente laboral donde no se manipulan plaguicidas (ubicados en oficinas fuera del cultivo)

Teniendo en cuenta el tamaño de la empresa se consideraron empresas pequeñas aquella que tenían menos de 50 trabajadores, empresas medianas con un número de trabajadores mayor o igual a 50 pero menor de 200 y empresas grandes las organizaciones con 200 o más trabajadores.

Las variables incluidas en la base de datos fueron las sociodemográficas y laborales como la edad en años, sexo, grupo de riesgo, oficio desempeñado actualmente, meses de trabajo en la empresa y en el sector de la floricultura y las relacionadas con el uso y manejo de plaguicidas.

Adicionalmente, se estudiaron las variables relacionadas con los hábitos y el uso de elementos de protección personal y finalmente la única variable dependiente que se tuvo en cuenta fue la concentración de propilentiourea en orina.

Para la determinación de plaguicidas en la orina se cuantificaron los niveles de plaguicidas o sus metabolitos correspondientes a los grupos químicos ditiocarbamatos en orina, en un laboratorio especializado utilizando métodos analíticos de alta sensibilidad y precisión.

Se utilizó el método de Montesano et al., para la cuantificación de propylenethiourea en orina empleando cromatografía líquida de alta resolución acoplada a masas (HPLC/APCI-MS/MS) (9). Teniendo en cuenta que en la literatura consultada no se reportan los límites de exposición ocupacional de propylenethiourea en orina, a continuación se muestran los datos relacionados con el límite de detección del equipo y las dosis letales 50 oral y dérmica (DL₅₀) para este. Niveles en orina de PTU indican exposición a plaguicidas propilenobisditiocarbamatos.

Niveles de referencia para Ditiocarbamatos

Analito	Límite de detección (µg/l)	DL ₅₀ oral (mg/Kg)	DL ₅₀ dérmico (mg/Kg)
PTU	0.004	50	No reporta

Según la resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, sobre las “*Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*”, este proyecto de investigación se clasifica como sin riesgo. El proyecto de investigación macro tuvo aval técnico y ético por parte de los comités del Instituto Nacional de Salud (INS). Toda la información se manejó con estricta confidencialidad (13).

RESULTADOS

Caracterización sociodemográfica y laboral

La población objetivo fue de 358 trabajadores que pertenecen a 13 empresas del sector floricultor de Colombia.

El 83,2% de la población pertenecía a empresas ubicadas en la Sabana (Cundinamarca) y el 16,8% estaban en Rionegro (Antioquia), el 88,5% se ubicaban en el área urbana y el 11,5% en el área rural. Las edades estaban en rangos entre 23 a 57 años con un promedio de 36,2 ± 9,7 años. El 27,1% (97) correspondió al sexo masculino y el 72,91% (261) al sexo femenino.

El nivel de escolaridad de la población fue 44,1% (158) primaria, 47,8% (171) secundaria, 5,3% (19) técnico-tecnológico, 2,5% (9) universitario y 0,3% (1) habían realizado algún posgrado.

Con respecto al cargo desempeñado, el 7,5% (27) pertenecían al riesgo alto, 86,6% (310) riesgo medio y 5,9% (21) a riesgo bajo.

Las labores que desempeñan los trabajadores dentro de las empresas se encuentran distribuidas en mantenimiento en el 3,3% (12), parte operativa en el 18,46% (66), cultivo, corte y empaque con el 70,7% (253), administración el 5,6% (20) y el otro 2% (7) no sabe o no responde.

De la población muestra de 358 trabajadores el 83,2 (298) refirió no emplear plaguicidas en su hogar y el 16,8% (60) restante los emplea directamente en su hogar.

A los trabajadores que refirieron encontrarse directamente expuestos en su hogar se les realizaron preguntas para evaluar la exposición, frecuencia y tipo de plaguicidas que acostumbran a usar. El 23,3 % (14) indico que usó plaguicidas en los últimos 5 días antes del momento en que se realizó la encuesta y el 76,7% (46) no los empleó. La frecuencia de uso de estos productos fue del 41,7% (25) de manera ocasional, seguido del 18,3% (11) una vez por semana, 13,3% (8) mensualmente, 8,4%(5) no sabe o no responde, el 8,3% (5) dos veces por semana, 6,7% (4) diariamente y el 3,3%(2) cada 15 días.

Los plaguicidas que reportaron usar en su hogar se muestran en la tabla 1 de acuerdo con su categoría toxicológica y a su grupo químico.

Tabla 1. Descripción de los plaguicidas empleados por los trabajadores en su hogar por grupo químico y categoría toxicológica

Nombre comercial	Clasificación Química	N	Porcentaje (%)	Ingrediente(s) Activo(s)	Categoría Toxicológica	Tipo de Plaguicida	DL ₅₀ mg/kg	Numero CAS
Raid	Piretroide	35	58,3	Tetrametina	III	Insecticida	>5000	7696-12-0
				Permetrina	III		430	52645-53-1
				D-Aletrina	III		685	584-79-2
Kator	Derivado de la urea	3	5.0	Diuron	IV	Herbicida	>5.000	330-54-1
Racumin	Coumarina	1	1.7	Coumatetrail	II	Rodenticida	17	5836-29-3
Campeon	Coumarina	1	1.7	Coumatetrail	II	Rodenticida	17	5836-29-3
Baygon	Carbamato	6	10.0	Propoxur	II	Insecticida	68	114-26-1
Detil	Carbamato	1	1.7	Tiobencarbo	III	Herbicida	1.130	28249-77-6
Ratakil	Coumarina	1	1.7	Bromadiolona	I	Rodenticida	0,56	28772-56-7
Rodenticid	Coumarina	1	1.7	Bromadiolona	I	Rodenticida	0,56	28772-56-7
Lorsban	Organofosforado	2	3.3	Clorpirifos Etil	II	Insecticida	96	2921-88-2
Moskofin	Piretroide	1	1.7	Cipermetrina	III	Insecticida Acaricida	250	52315-07-8
Temik	Carbamato	1	1.7	Aldicarb	I	Insecticida Nematicida	0,5	116-06-3
Tiza	Piretroide	3	5.0	Deltametrina	III	Insecticida	128	52918-63-5
				Cipermetrina	III		250	52315-07-8
Apache	Piretroide	1	1.7	Cipermetrina	III	Insecticida	250	52315-07-8
Mancozeb	Ditiocarbamato	1	1.7	Mancozeb	IV	Fungicida	>5.000	8018-01-07
Lannate	Carbamato	1	1.7	Metomilo	II	Insecticida sistémico	17	16752-77-5

Los plaguicidas más empleados por los trabajadores en su hogar fueron los clasificados como piretroides, seguido de los ditiocarbamatos, carbamatos y finalmente los organofosforados(14).

Del total de trabajadores que reportaron usar plaguicidas en su casa, el 72,5% (29) también refirió emplearlos en su trabajo y el 87,5% (36) afirmó haber recibido capacitación en el uso y manejo de los plaguicidas.

Las personas ocupacionalmente expuestas a plaguicidas 18,2% (65), afirmaron haber tenido contacto con uno o más de los plaguicidas que se describen en la tabla 2, los de mayor frecuencia fueron:

Tabla N° 2. Descripción de los plaguicidas empleados por los trabajadores en las empresas por grupo químico y categoría toxicológica más frecuentemente usados

Nombre comercial	Clasificación Química	N	Porcentaje (%)	Ingrediente(s) Activo(s)	Categoría Toxicológica	Tipo de Plaguicida	DL ₅₀ mg/kg	Numero CAS
Tamaron	organofosforado	5	12,5	Metamidofos	I	Insecticida acaricida	21	10265-92-6
Dithane	Ditiocarbamatos	10	25,0	Mancozeb	III	Fungicida	5.000	8018-01-07

Score	Triazol	3	7,5	Difenoconazol	IV	Fungicida	1.453	119446-68-3
Metacrop	Organofosforado	2	5,0	Metamidofos	I	Insecticida acaricida	21	10265-92-6
Matababosa	Aldehído	12	30,0	Metaldehido	III	molusquicida	282	108-62-3
Control	Cloronitrilo	2	5,0	Clorotalonil	III	Fungicida	5.000	1897-45-6
Furadan	Carbamato	2	5,0	Carbofuran	I	Insecticida nematocida	8	1563-66-2
Cazador	Fenilpirazole	2	5,0	Fipronil	II	Insecticida	91	120068-37-3
Sunfire	Organohalogenado	3	7,5	Clortenapid	II	Insecticida acaricida	441	122453-73-0
Vitavax	Carboxamida	2	5,0	Carboxim	III	Fungicida	3.800	5234-68-4
	Ditiocarbamato			Thiram	IV		1.080	137-26-8
Ridomil	Anilina	2	5,0	Metalaxil	II	Fungicida	669	57837-19-1
	Ditiocarbamato			Mancozeb	III	Fungicida	5.000	8018-01-07
Curacron	Organofosforado	4	10,0	Profenofos	II	Insecticida	358	41198-08-7

La descripción de los plaguicidas en las tablas 1 y 2 se realizó teniendo en cuenta la clasificación de los plaguicidas del INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia y Medicamentos) y al INS (Instituto Nacional de Salud) la cual rige para Colombia (15) (13) la cual difiere de la categorización de la EPA (Environmental Protection Agency) (16); sin embargo, para estandarizar los criterios se citó el número CAS (Chemical Abstract Service) del o los ingredientes activos de cada plaguicida.

De los trabajadores directamente expuestos (40) que manipulan los plaguicidas, el 57,5% (23) empleaban equipo de fumigación, 69,6% (16) bomba central, 21,7%(5) bomba de espalda y 34,8 % (8) bomba móvil. Estas personas en su totalidad aseguraron que guardaban su equipo de fumigación en un área aislada en el almacén o bodega.

En cuanto a la frecuencia de la exposición a plaguicidas el 82,6% (19) los emplea 6 días a la semana, el 13 %(3) una vez a la semana y el 4,3% (1) cinco días por semana, la intensidad de exposición diaria varía entre 4 horas el 8,7% (2), 6 horas el 21,7% (5) y 7 y más horas 69,5% (16).

La población ocupacionalmente expuesta dentro del sector floricultor en los diferentes oficios tiene definido intervalos de tiempo de reingreso de acuerdo con la categoría toxicológica de los plaguicidas como se muestra en la tabla 3.

Tabla N°3. Reingreso al invernadero después de la aplicación

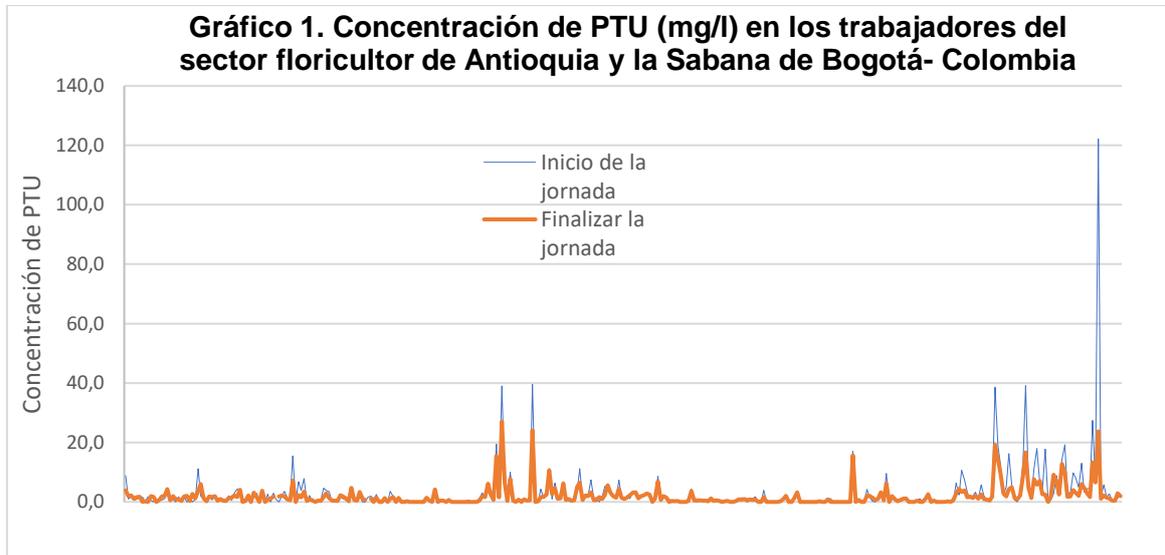
Horas	Categoría I		Categoría II		Categoría III		Categoría IV	
	N	%	N	%	N	%	N	%
< 1hr	1	0,4	3	1,2	3	1,2	3	1,2
1-2 hrs.	1	0,4	1	0,4	2	0,8	1	0,4
2-4 hrs.	4	1,5	7	2,7	8	3,1	7	2,7
4-6 hrs.	3	1,2	3	1,2	1	0,4	2	0,8
6-12 hrs.	0	0	2	0,8	3	1,2	2	0,8
12-24 hrs.	76	29,2	236	90,8	235	90,4	235	90,4
24-48 hrs.	158	60,8	0	0	0	0	0	0
CUANDO SECA	0	0	0	0	0	0	0	0
NO SABE	17	6,5	8	3,1	8	3,1	10	3,8

En referencia a las medidas de higiene y seguridad industrial, la población objeto de estudio indicó haber usado alguna vez elementos de protección personal como se registran en la tabla N°4, siendo los más usados el uniforme, guantes cortos y botas caña baja.

Tabla N°4. Relación de elementos de protección Personal (EPP's) empleados por los trabajadores

Elemento de Protección Personal EPP's	N SI	Porcentaje (%)	N NO	Porcentaje (%)	Área a proteger
Respirador un cartucho	3	0,8	34	95,3	Respiratoria
Tapabocas	87	24,3	257	71,8	
Respirador dos cartuchos	25	7,0	319	89,1	
Chaqueta impermeable	45	12,6	299	83,5	Cuerpo y miembros inferiores
Pantalón Impermeable	38	10,5	306	85,5	
Tyvec (overol impermeable)	7	2,0	337	94,1	
Pijama (overol no impermeable)	27	7,5	317	88,5	
Peto	87	24,3	257	71,8	
Mandriles	17	4,7	327	91,3	
Uniforme	306	85,5	38	10,5	
Bota caña alta	92	25,7	252	70,4	
Bota caña baja	209	58,4	135	37,7	
Guantes cortos	258	72,1	86	24,0	
Guantes largos	104	29,1	240	67,0	Cabeza
Fullface	21	5,9	323	90,2	
Visor	12	3,4	332	92,7	
Monogafas	6	1,7	338	94,4	
Protección auditiva	7	2,0	337	94,1	
Casco	6	1,7	338	94,4	

Para la medición de la exposición a plaguicidas ditiocarbamatos se usó la determinación de concentración de la etilenotiourea (ETU) y la propilentiourea (PTU) que son los principales metabolitos de degradación, se realizaron tomas de muestras en orina de toda la población de trabajadores al inicio y al finalizar la jornada, los resultados obtenidos se muestran en el gráfico 1:



En cuanto a los niveles de PTU se encontró que al inicio de la jornada en promedio fue de $3,0 \text{ mg/l} \pm 8,3$ y al final de $2,0 \text{ mg/l} \pm 3,4$ con diferencias significativas ($p > 0,05$). Cuando se hizo el análisis de los resultados de la concentración de los trabajadores por grupos de riesgo se evidenció que los de riesgo medio presentan una mayor variación de la concentración al inicio y al final de la jornada.

DISCUSIÓN

Del total de trabajadores que hicieron parte de las empresas participantes (358), se evidenció de acuerdo con la clasificación socio demográfica que en el sector floricultor la mayor parte de la fuerza laboral está ubicada en la Sabana de Bogotá y pertenece a la zona urbana, la mayoría del género femenino y con algún nivel de escolaridad. La edad promedio fue de $36,2 \pm 9,7$ años, la mayoría de la población se encuentra ubicada dentro de la clasificación de riesgo medio, 310 trabajadores, los cuales aunque no manipulan directamente los plaguicidas, tienen exposición ya que incluye jefes de área, operarios de campo y trabajadores en postcosecha.

Los trabajadores del sector floricultor de la Sabana de Bogotá y Antioquia presentan exposición extralaboral a plaguicidas ya que de manera eventual en sus hogares, utilizan rodenticidas, herbicidas e insecticidas de tipo piretroides, organofosforados, carbamatos y ditiocarbamatos. Ninguno de los trabajadores que se expone a estos plaguicidas en sus hogares refirió usar elementos de protección personal, ya que consideran que estos elementos son de uso exclusivo laboral.

Asimismo, los trabajadores ocupacionalmente expuestos a los plaguicidas manifestaron haber tenido contacto durante su jornada laboral con plaguicidas organofosforados, seguidos de los ditiocarbamatos y carbamatos, cuyos principales ingredientes activos eran metamidofos, profenofos, carbofuran, mancozeb y thairam. El Mancozeb se encuentra clasificado en el grupo B de la Environmental Protection Agency-EPA como probable carcinógeno humano (17).

Se observó que los plaguicidas de mayor uso en el hogar tenían categoría toxicológica II (altamente tóxicos) y III (moderadamente tóxicos) y los de mayor uso en la jornada laboral eran clasificación I (extremadamente tóxicos) y II (altamente tóxicos), es decir, que los trabajadores se encuentran con una mayor exposición a plaguicidas tipo II clasificados de acuerdo al INVIMA (13) (15) como altamente tóxicos, tanto en el hogar como en su trabajo, por lo que se requiere de medidas de protección y mitigación en esta población expuesta.

Los plaguicidas inhibidores de la enzima acetilcolinesterasa (PIC) reportados por los trabajadores como empleados tanto en el hogar como en su sitio de trabajo, constituyen una importante fuente de riesgo especialmente en países como Colombia, en el cual la agricultura es una importante fuente de sustento para trabajadores formales e informales. Estos se utilizan principalmente como insecticidas agrícolas, domiciliarios y para el control de vectores de enfermedades epidémicas.

Los plaguicidas inhibidores de colinesterasa pueden ingresar al organismo por las vías respiratoria, dérmica y digestiva. Al ser absorbidos son metabolizados a nivel hepático y algunos de estos sufren reacciones que los hacen más tóxicos que el compuesto original que ingresó al organismo. En su gran mayoría son eliminados por vía renal (13).

Debido al alto riesgo de este tipo de plaguicidas en la salud y el ambiente se han realizados estudios en Colombia los cuales evaluaron la exposición en diferentes cultivos como el de tomate (7) (18) y de arroz donde se evidenció el uso de PIC y, al igual que en el presente estudio (6).

Dado el amplio uso de los plaguicidas para el tratamiento de enfermedades fungosas, malezas y en el control de plagas en los diferentes cultivos y de acuerdo con lo evidenciado en este estudio, es necesario plantear un programa de monitoreo efectivo de la exposición en los trabajadores que los emplean, principalmente para los de categoría toxicológica I y II y de los grupos químicos organofosforados, carbamatos y ditiocarbamatos. Estos mismos programas se han realizado en otros países como en Chile (10) donde se realizaron indicadores biológicos para los carbamatos y

organofosforados, encontraron que el límite de tolerancia biológica es del 70% de la actividad basal por lo que fue necesario tomar muestras antes y después de la exposición (10). Esta misma técnica se utilizó en el presente estudio donde se tomaron al inicio de la jornada valores basales de la concentración de PTU y al final de la jornada para determinar los cambios teniendo en cuenta toda la población ocupacionalmente expuesta.

Los oficios en el presente estudio se agruparon según el tipo de riesgo (alto, medio o bajo) Los trabajadores de riesgo medio presentaron variaciones significativas al interior del grupo con respecto a la concentración de PTU tomado al inicio de la jornada y al final. En este grupo los valores dieron más altos al inicio, esto puede ser debido a que el día en que se tomaron las muestras de orina no hubo exposición específicamente a los ditiocarbamatos y por eso los niveles fueron menores al finalizar la jornada. Estas variaciones no se encontraron en los grupos de exposición alto ya que estos utilizan elementos de protección personal de forma permanente, lo que hace que la exposición sea menor y los de riesgo bajo tampoco presentaron variación en los niveles ya que su exposición fue muy poca.

Los tiempos establecidos de reingreso una vez terminada la aplicación de los plaguicidas para los trabajadores que se encuentran ocupacionalmente expuestos están determinados de acuerdo con su categoría toxicológica. Para para la categoría I los tiempos de rotación estaban entre 12 a 48 horas, para las demás categorías II, III y IV entre en 12 a 24 horas. Estos tiempos no cumplen con el estándar establecido por la Environmental Protection Agency -EPA quienes establecen que para categoría I mínimo debe ser de 48 horas, categoría II mínimo 24 horas, categorías III y IV mínimo 12 horas (19). Puede establecerse como oportunidad de mejora y con un enfoque preventivo para los todos los trabajadores.

En cuanto a los elementos de protección personal que utilizaban los trabajadores, estos estaban enfocados a la protección corporal respiratoria y cutánea, esta protección la usaban los directamente expuestos a los plaguicidas que están clasificados como de alto riesgo. Los trabajadores de riesgo medio empleaban uniforme y no usaban protección respiratoria. De acuerdo con el nivel de exposición, los grupos clasificados como riesgo alto empleaban los elementos de protección personal acorde a su exposición

Para el presente estudio se encontraron valores de PTU en las muestras tomadas al inicio y al final de la jornada, lo que muestra que sí hubo exposición los plaguicidas ditiocarbamatos.

Con el presente artículo se pretende brindar información base para priorizar acciones de capacitación, seguimiento y monitoreo especialmente dirigida a usuarios directos de los plaguicidas de clasificación toxicológica I y II y a la población con mayor exposición como son los agricultores y fumigadores. La implementación de un sistema de vigilancia epidemiológica para la población en riesgo por plaguicidas debe ser prioritario, como parte de un sistema de gestión para la adopción de medidas preventivas durante el uso y manipulación de estas sustancias químicas.

En Colombia se siguen utilizando plaguicidas de organofosforados los cuales en algunos países se encuentra restringido su uso, específicamente los de categoría toxicológica I y II de acuerdo a las recomendaciones dadas por la Environmental Protection Agency (17), por el impacto en la salud que estos tienen al inhibir la enzima acetilcolinesterasa y por su gran liposolubilidad, En cuanto a los ditiocarbamatos se ha envenado que actúan como disruptores endocrinos (14) y específicamente el propineb es irritante de piel y mucosas, por lo que se requiere el seguimiento de los

trabajadores con exámenes médicos de ingreso y periódicos y con biomarcadores que permitan evaluar la exposición.

RECOMENDACIONES

Se evidencia la importancia de disminuir el uso de los plaguicidas de clasificación I y II principalmente organofosforados y carbamatos, para reducir la exposición de los mismos a los trabajadores y emplear plaguicidas de categoría tipo III y IV apoyados en estudios de eficiencia realizados y validados ante el ICA- (Instituto Colombiano Agropecuario) como otra medida de mejoramiento a futuro en pro de la salud de los trabajadores.

Se recomienda revisar de forma periódica el panorama de riesgos y la matriz de uso de los elementos de protección personal de los trabajadores.

Igualmente los tiempos de reingreso teniendo en cuenta los estándares dados 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 (19).

Se debe fortalecer la capacitación en uso y manejo de plaguicidas, la cultura del autocuidado y las buenas prácticas agrícolas- BPA a toda la población que esta ocupacionalmente expuesta lo cual disminuye la exposición a estas sustancias(7) y reforzar las medidas de higiene y protección personal, de los trabajadores que manipulan los plaguicidas extralaboralmente, asimismo, es necesario que estas personas comprendan la importancia y el impacto sobre el medio ambiente que tiene la disposición inadecuada de los residuos y los envases contaminados sobre los recursos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

1. FENALCO. Sector Flores. Boletín Económico Sectorial. 2013 Abril; http://www.fenalcoantioquia.com/res/itemsTexto/recursos/no_20_floriculturafinal.pdf(Boletín N°20).
2. Hidalgo C. Registro fitosanitario de plaguicidas -fundamentos técnicos. Monografía. Escazú: CroPLife Latin America; 2012.
3. Varona M, Jorge T, Omayda C, H. TC, Darío P, Gabriel C, et al. Descripción del uso y manejo de plaguicidas en las empresas de flores afiliadas a Asocolflores. Biomédica. 2005; 25.
4. LS H, Carvajal S, SLR, JOLLYea. Cytogenetic monitoring of farmers exposed to pesticides in Colombia. Environmental Health Perspect. 1996; 104(535-8).
5. Joskic G, VASTV. Cytogenetic monitoring of pesticide sprayers. Environ. 1997; 75(113-8).
6. E VM, H TC, Sonia DC, Marien PR, María ND, Carmona Sandra Patricia BLEIAJ. Exposure to pesticide mixtures and DNA damage among rice field workers. Environmental & Occupational Health. 2016; 71(1,3-9).
7. Varona M, René U, Castro Martha PI, Edwin C, María BL, Mireya DS. Impacto en la salud y el medio ambiente por exposición a plaguicidas e implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo del tomate, Colombia. Revista Chilena Salud Pública. 2012; 16(96-106).
8. Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Determinación de Biomarcadores de Exposición en Trabajadores del Sector Floricultor en Colombia. Protocolo de Investigación. Colombia: Universidad del Rosario, Departamento de Salud Pública; 2005.
9. Elias A. Kazos CD, SCGNCK. Determination of dithiocarbamate fungicide propineb and its main metabolite propylene thiourea in airborne samples. Chemosphere. 2007 August; 68(11).
10. Jorge P. Plaguicidas: Monitoreo Efectivo de la Exposición a Carbamatos y Organofosforados. Ciencia y Trabajo Chile. 2007 Diciembre; 9(26).
11. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)- Gobierno de España. Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2016. 9788474258226th ed. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT); 2016.
12. Ibarra José E LTM. La Inhibición de la actividad colinesterásica sanguínea como Biomarcador de exposición a compuestos organofosforados y carbamatos. Una revisión crítica. Revista Cubana de salud y Trabajo. 2012 marzo; 13(59-65).

13. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral de salud ocupacional para Trabajadores Expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos) (GATISO-PIC). 9789588361444th ed. Bogotá D.C.; 2007.
14. Donald J E. Handbook of Pesticide Toxicology. Second Edition ed. Inc. E, editor. Queens, University: Academic Press; 2001.
15. Ministerio de Salud. Disposiciones Sanitarias sobre el uso y manejo de plaguicidas. Decreto 1843 del 22 de julio de 1991. Bogotá: Ministerio de Salud; 1991.
16. United States Environmental Protection Agency- EPA. Pesticides and toxic. Washington D.C.: EPA; 1991.
17. Environmental Protection Agency- EPA. Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential Office of Pesticide Programs. Annual Cancer Report 2016. Environmental Protection Agency- EPA; 2016.
18. Martha Paez MVSDCRA,EBNCAL. Evaluación de riesgo en humanos por plaguicidas en tomate cultivado con sistemas tradicionales y BPA (Buenas Prácticas Agrícolas). Revista de Ciencias, Universidad del Valle. 2011 Diciembre; 15(153-166).
19. TorresC MRG. Programa de control de productos protectores de cultivos. ARP Colpatría. 2000; Documento técnico.
20. Omayda Cárdenas ESJEOepd. Uso de plaguicidas inhibidores de acetilcolinesterasa en once entidades de salud en Colombia, 2002-2005. Biomédica. 2010 Octubre; 30(95-106).
21. M. W. Pesticides and breast cancer: a wake up call. Pesticide Action. Penang, Malaysia: Network Asia and the Pacific (PAN AP).; 2007.
22. American Conference of Governmental Industrial Agency-ACGIH. ACGIH. [Online]. [cited 2017 noviembre 11. Available from: <http://www.acgih.org/tlv-bei-guidelines/policies-procedures-presentations/overview>.
23. ASOCOLFLORES asociacion Colombiana de Exportadores de Flores. logrando una Floricultura competitiva. Florverde®. 2009.
24. Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolucion N° 1427 del 15 de Agosto del 2007. 2007 Agosto: p. 6-9.
25. Instituto Nacional de Higiene y seguridad en el trabajo. www.insht.es. [Online]. [cited 2015 Noviembre 22. Available from: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/DOCUMENTOS%20DIVULGATIVOS/DocDivulgativos/Fichero%20pdf/exposicion_dermica_laboral.pdf.
26. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Plaguicidas. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2012.
27. Montesano-MA , Olsson-AO , Kuklenyik-P , Needham-LL , Bradman-AS , Barr-DB. Method for determination of acephate, methamidophos, omethoate, dimethoate,

ethylenethiourea and propylenethiourea in human urine using high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization tandem mass spectrometry. *Journal of exposure science and environmental epidemiology*. 2007 Julio; 17(4).

28. Dearfield KL. Ethylene thiourea (ETU). A review of the genetic toxicity studies. *Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology*. 1994 April; 317(2).
29. Torres C MJRG. Programa control de productos protectores de cultivo. 2000. Bogotá D.C. Documento técnico. Publicado por ARL COLPATRIA.