

Prevalencia de discromatopsia adquirida y exposición a plaguicidas y a radiación ultravioleta solar

Prevalence of acquired discromatopsia and exposure to pesticides and ultraviolet solar radiation

Fúlver Amado Zárate

Médico, especialista en Salud Ocupacional,
CASO, ARP-ISS, Cundinamarca, Colombia

Beatriz Carvallo Suárez

Enfermera, especialista en Salud Ocupacional y en Salud Pública,
CASO, ARP-ISS, Cundinamarca, Colombia

Juan Luis Londoño Fernández

Ingeniero administrativo, MSc P.H., profesor de la Facultad Nacional de Salud Pública,
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Hernando Restrepo Osorio

Médico, Magíster en Salud Pública, profesor de la Facultad Nacional de Salud Pública,
Universidad de Antioquia

José Ignacio Silva Sánchez

Ingeniero Higienista, CASO, ARP-ISS, Cundinamarca, Colombia

Resumen

Se realizó un estudio analítico de corte con el fin de evaluar la asociación entre la discromatopsia y la exposición a plaguicidas, a sus solventes y a la radiación ultravioleta solar, y para evaluar la prueba de Lanthony como ayuda para el diagnóstico precoz de dicha anomalía. Se comparó la prevalencia de discromatopsia adquirida observada en 154 trabajadores de una empresa dedicada al cultivo de flores con la observada en 139 trabajadores de una empresa de confección de textiles. Las prevalencias puntuales fueron de 59,1 y 50,4%, con una diferencia que no resultó ser estadísticamente significativa. Al comparar la prevalencia de los trabajadores más expuestos a los plaguicidas 60,3% con la del resto de los participantes (50%) se observó una diferencia estadísticamente significativa y que muestra la existencia de una leve asociación. No se detectó interacción de la exposición con la edad, con el tabaquismo ni con el consumo de licor. Las mediciones realizadas en el cultivo de flores revelan que la exposición a las radiaciones B y C excede los límites permisibles; no obstante, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las prevalencias de los expuestos y de los no expuestos. En los trabajadores del cultivo de flores no se encontraron diferencias significativas en la prevalencia por tiempo de exposición. La comparación del Índice de Confusión Cromática (ICC) entre expuestos y no

expuestos mostró una escasa diferencia, aunque ésta resultó ser estadísticamente significativa. Se concluye que la asociación de interés es leve, debido en parte a las dosis bajas de plaguicidas, a un insuficiente tiempo de exposición y a una más extendida cultura de la prevención. No se recomienda la prueba de Lanthony como prueba tamiz porque tiende a sobreestimar la prevalencia de la discromatopsia. El estudio propone algunas medidas a la empresa de flores para mejorar las condiciones de trabajo.

Palabras clave

Discromatopsia, plaguicidas, radiación ultravioleta solar, prueba de Lanthony.

Abstract

A cross sectional study was carried out to study the association between discromatopsia and exposure to plaguicidas, their solvents and solar radiation, and to evaluate the test of Lanthony as an aid to early detection of such anomaly. The prevalence of acquired discromatopsia observed among 154 workers in a firm dedicated to flower cultivation was compared to the prevalence observed in 139 workers of a textile factory. The prevalence estimates were 59.1% and 50.4%, respectively, and their difference was not statistically significant. When the prevalence observed in the most exposed to plaguicidas workers (60.3%) was compared to the that of the rest of participants (50%) a statistically significant difference was noted, showing a weak association. No interaction was detected between exposure and age, tobacco or alcohol consumption. Measurements done in the flower field showed that levels of ultraviolet B and C solar radiation exceeded the established threshold limits; however, no statistical difference was observed between the prevalence of discromatopsia in exposed and non exposed. In those workers of the flower business, no significant differences were observed in the prevalence by exposure time. A significant but minor difference was found when the Index of Chromatic Confusion was compared between the two exposed groups. It was concluded that the weak association detected was due, in part, to the combined effects of the low levels of exposure to plaguicidas, insufficient exposure time, and a more widespread culture of prevention. The Lanthony test is not recommended as an aid to early detection as it tends to exaggerate the presence of the condition. Finally, some recommendations were offered to the flower firm in order to improve occupational conditions.

Key words

Discromatopsia, plaguicidas, solar ultraviolet radiation, Lanthony test

Introducción

En la actividad agrícola mundial, frecuentemente se utilizan métodos para el control de plagas con el fin de aumentar la producción. El uso de plaguicidas químicos sintéticos es el método más utilizado, y en menor escala se practican técnicas de control biológico y de control integrado de plagas. Desde hace varias décadas se observa una tendencia a la disminución del uso de los plaguicidas organoclorados debido, a su larga persistencia en el ambiente, al tiempo que se ha

incrementado el uso de plaguicidas organofosforados, que tienen un menor tiempo de permanencia en el ambiente pero que son mucho más tóxicos que los primeros.

En Latinoamérica, Colombia ocupa el tercer lugar en la utilización de plaguicidas químicos, 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, que cuenta con una población económicamente activa de 3 millones. No obstante, 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

En el sector agrícola colombiano la actividad de la floricultura ha venido desarrollándose en forma progresiva desde la segunda mitad del decenio de los sesenta. En 1965 se exportaron 17 toneladas de flores; en 1970, 736; en 1990, 96.473; y en 1993, 132.513. El 95% de la producción nacional está dirigida a la exportación, actividad en la cual las flores ocupan el quinto renglón en las exportaciones tradicionales y el segundo en el de las no tradicionales. La actividad de la floricultura genera en el país cerca de 75.000 empleos directos y 50.000 empleos indirectos. Las empresas de flores se distribuyen en 61 municipios del país, pero el mayor porcentaje del área cultivada –70%– se encuentra en el Departamento de Cundinamarca y muy especialmente en la Sabana de Bogotá.²

Características de la producción y riesgos de la exposición

El proceso de producción de las flores tiene algunas características que lo diferencian claramente de los métodos agrícolas convencionales. Estos últimos se dan a cielo abierto mientras que el primero es un proceso “en recinto cerrado”, puesto que todas las tareas que se desarrollan, tanto en los procesos de germinación como de cultivo, se efectúan dentro de las naves o invernaderos, construidos con estructuras metálicas y de madera, con encerramiento en plástico transparente de polietileno de 6 mm de espesor. Esta circunstancia hace que, por momentos, los trabajadores estén sometidos a un ambiente cerrado, con temperaturas extremas de 40° centígrados dentro de la nave hacia el mediodía y de unos 2° centígrados fuera de ella en horas de la mañana; en la Sabana de Bogotá hay épocas en que la temperatura puede descender por debajo de 0° centígrados. Por otro lado, el proceso del cultivo requiere la aplicación frecuente de diferentes tipos de plaguicidas dentro de las naves encerradas, con el fin de garantizar un adecuado control de plagas y proteger así la planta y las flores. Consecuentemente, la aplicación en recinto cerrado y en ambientes con altas temperaturas implica alguna exposición a los plaguicidas y al solvente que los acompaña, ya sea al inhalar partículas líquidas que quedan suspendidas en el aire durante el tiempo siguiente a la aplicación hecha periódicamente o partículas que se desprenden por evaporación del suelo y de las plantas, debido a las altas temperaturas. Aunque internacionalmente se ha establecido que los trabajadores agrícolas no deben ingresar al cultivo sino después de un tiempo prudencial, durante el cual se supone que las concentraciones de los plaguicidas en el ambiente habrán descendido hasta niveles que no representen riesgo para el personal sin protección respiratoria –período de reingreso–, se sabe que en algunas oportunidades estos períodos no se respetan. Además, puesto que el plástico del techo es transparente, los trabajadores se exponen a la radiación ultravioleta solar durante toda la jornada de trabajo, aunque se presume que los niveles de exposición dentro de las naves son menores que los que se dan en el exterior, gracias a alguna capacidad de bloqueo que puede tener el polietileno.²

Efectos agudos

Según estimaciones de la OMS hechas con base en un número limitado de estudios realizados en varios países, en todo el mundo podría producirse aproximadamente un millón de intoxicaciones agudas al año, de las cuales cerca del 70% se debería a exposiciones profesionales; además, se calcula que se diagnostican anualmente hasta dos millones de intoxicaciones agudas deliberadas. En total, en estos dos grupos la mortalidad alcanza la cifra de 220.000 defunciones al año (OMS y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1990).

Efectos a largo plazo

Los efectos a largo plazo -entre los cuales se encuentra la discromatopsia, objeto del presente trabajo- son aquellos procesos patológicos que se desarrollan en el organismo luego de un período de latencia y que se deben a la exposición repetida a los plaguicidas.¹ Las alteraciones pueden presentarse en los sistemas nervioso central, periférico, visual, inmunológico, hepático y reproductivo, así como en la piel y en el tejido pulmonar; y también se han detectado procesos cancerígenos y daños teratogénicos y mutagénicos.

En el momento están disponibles más de 250 pruebas que pueden ser utilizadas para detectar alteraciones en el campo de la siconeurotoxicidad laboral. Sin embargo, la selección del mejor conjunto de pruebas es una tarea difícil, pues ellas deben ser fáciles de comprender por los sujetos estudiados, apropiadas al nivel cultural del grupo, reproducibles, económicas y fáciles de aplicar. Estas circunstancias limitan su aplicación a grupos numerosos de trabajadores de origen predominantemente rural, como el vinculado al sector de la floricultura.

La radiación ultravioleta y algunos efectos en la salud; Error! Marcador no definido.

La radiación ultravioleta (RUV) es producida por el sol o, artificialmente, por fuentes luminosas incandescentes, fluorescentes, de descarga o de rayos láser. Dicha radiación produce ondas de alta frecuencia, de gran contenido energético y con longitudes que varían entre 200 y 400 nanómetros. En este rango se distinguen tres tipos de radiación ultravioleta: A, B y C. La primera, llamada también "luz negra", próxima o de onda larga, se caracteriza por longitudes de onda entre 320 nm y 400 nm; la segunda, de onda media o radiación de quemadura solar, por longitudes de onda que varían entre 280 nm y 320 nm; y la radiación C, lejana, de onda corta o radiación germicida, entre 200 nm y 280 nm.

Longitudes de onda inferiores a 320 nm producen enrojecimiento de la piel y quemaduras. También se han detectado manchas cancerígenas en personas cuya ocupación requiere largos períodos de exposición a la radiación solar, especialmente en aquellas expuestas a radiaciones con una longitud de onda inferior a 320 nm. Existen indicios de la incidencia de opacidades del cristalino como consecuencia de la exposición prolongada a la radiación ultravioleta.^{3,4,5}

Discromatopsia

Una de las manifestaciones de la neurotoxicidad que ha llamado la atención es la alteración en la percepción y discriminación de los colores o discromatopsia, que la literatura describe como frecuente en los trabajadores expuestos a solventes y a humo de metales pesados, así como a radiación ultravioleta de la luz solar y de la de soldadura al arco, entre otros. Puesto que en la formulación y en la mezcla de plaguicidas usados en la floricultura se utilizan diferentes tipos de solventes y que la mayoría de los operarios del cultivo permanece expuesta durante toda la jornada laboral a la radiación solar, puede presumirse que en este grupo de trabajadores la discromatopsia adquirida presenta una alta prevalencia. En Colombia se han realizado estudios relacionados con la discromatopsia en trabajadores expuestos a solventes y en los cuales se ha estimado su prevalencia entre el 32 y el 38%.^{6,7}

Para detectar la discromatopsia se han venido utilizando métodos tales como las pruebas pseudoisocromáticas, la prueba de Ishihara, la prueba de Ohkhuma, el Electricity Supply Industry Test (ESIT), el panel Farnsworth Munsell 100-HUE, el panel Farnsworth D-15 desaturado y, finalmente, el panel Lanthony D-15 desaturado, que será utilizado en el presente estudio y que se describe más adelante. El Farnsworth Munsell 100-HUE se considera la “prueba de oro” para la detección de casos de discromatopsia.

La prueba de Lanthony D-15 desaturado

Esta prueba fue diseñada por Lanthony y Dubois Poulien en 1973 y fue utilizada por Blain y Mergler para detectar alteraciones en la percepción del color en trabajadores expuestos a solventes orgánicos.⁷ Tiene una sensibilidad del 90 al 92% y una especificidad del 83 al 94% cuando se compara con el panel de Munsell 100-HUE, que es el más sensible. Consta de un total de 16 pastillas de colores desaturados –numeradas en su parte posterior– que el sujeto examinado debe ordenar correctamente. Para realizarla, el examinado debe tener una agudeza visual cercana (AVC) normal –nunca mayor de 20/35– o corregida con lentes, para garantizar que los errores cometidos al ordenar las pastillas se deben a una falla en la percepción y la discriminación del color y no a una deficiencia de la agudeza visual. Se examina cada ojo por separado pues la discromatopsia adquirida, a diferencia de la congénita, es unilateral o bilateral, pero en este último caso los resultados son marcadamente diferentes entre los dos ojos. Un diagnóstico cuantitativo se basa en el Índice de Confusión Cromática (ICC) para cada ojo, índice que se obtiene como el promedio de las mediciones en ambos ojos, resultantes de la sumatoria de los valores obtenidos de la tabla *Diferencias cromáticas calculadas entre cada una de las pastillas del panel Lanthony D-15 desaturado* dividida por 56,3 –valor que se obtiene cuando el ordenamiento es perfecto–.

Objetivos

Con los propósitos justamente descritos y en el marco de las consideraciones anteriormente expuestas, la presente investigación se propone:

- Estimar la asociación existente entre la exposición a los plaguicidas y a la radiación

ultravioleta solar y la prevalencia de discromatopsia adquirida.

- Evaluar la prueba de Lanthony D-15 desaturado para detectar la discromatopsia.
- Describir las condiciones de trabajo que pueden incrementar el grado de exposición a los plaguicidas y a la radiación en los diferentes oficios del grupo de estudio.

Metodología

Tipo de estudio

Se propuso la realización de un estudio analítico de corte que permitiera estimar la prevalencia de discromatopsia adquirida en los trabajadores de una empresa floricultora –grupo de expuestos a plaguicidas y radiación ultravioleta solar RUV– y en los de otra empresa como grupo de control –grupo de no expuestos–, mediante los resultados obtenidos en la prueba Lanthony D-15 desaturado. Además, por medio de la observación directa, se pretendía identificar las condiciones de trabajo y las actitudes y prácticas relacionadas con la exposición a plaguicidas, y determinar el grado de riesgo de exposición a RUV solar, discriminándola en RUV- A, B y C.

Grupo de estudio y grupo control

La empresa de flores o grupo de estudio estaba constituida por 900 trabajadores, incluidos los que desarrollaban labores administrativas y de clasificación de las flores. En dicha población, de procedencia rural y urbana, predominaba el sexo femenino (alrededor del 60% de los operarios son mujeres). La muestra aleatoria de trabajadores expuestos se extrajo del grupo de trabajadores dedicados a los oficios del almacén, mezcla, aplicación y operarios de cultivo que tenían una antigüedad mayor de dos meses de trabajo en la empresa, grupo que estaba conformado por 600 trabajadores.

Los trabajadores seleccionados para conformar el grupo control –no expuestos a plaguicidas, a metales pesados, a solventes, ni a radiación ultravioleta solar– fueron elegidos aleatoriamente de la población laboral de una empresa de confecciones que realizaba sus actividades en la Sabana de Bogotá.

Exclusiones

Con el fin de evitar errores de clasificación, algunos trabajadores fueron excluidos de participar en el estudio de acuerdo con los siguientes criterios:

- Tiempo de vinculación laboral menor de dos meses en la empresa de flores.
- Haber padecido diabetes, hipertensión arterial, tuberculosis o epilepsia. La información correspondiente se obtuvo mediante consulta de la historia ocupacional o, en su defecto, por entrevista personal.

- Haber obtenido un valor numérico en la medición de la agudeza visual cercana mayor de 20/35 en una prueba que fue realizada por un optómetra.
- No querer participar en el estudio.

En la empresa control se excluyeron, además, a quienes manifestaron haber trabajado en empresas productoras de flores; en fábricas de baterías; en procesos de fundición de metales, de cromado o de zincado; haber manipulado o tenido contacto con pinturas o solventes orgánicos; o haber laborado a cielo abierto por un período no inferior a dos meses continuos durante el año inmediatamente anterior a su ingreso a la empresa actual.

Diseño muestral

Se seleccionó una muestra aleatoria extraída del grupo de los operarios del cultivo (600), cuyo tamaño se calculó con el fin de lograr una probabilidad de error tipo I del 5% y un poder del 95% , con una razón expuestos/ no expuestos de 1, y con el supuesto de una prevalencia en los no expuestos del 2,0% y del 20,0% en los expuestos, valores que se tomaron de los resultados informados en diferentes países. Así, el tamaño muestral fue de 86 trabajadores. Con el fin de compensar las posibles pérdidas, debidas especialmente al resultado de la prueba de la agudeza visual cercana AVC (en la prueba piloto se perdió el 25% de los seleccionados por AVC inadecuada), la muestra se incrementó en un 25% (22 trabajadores más) para un total de 108 trabajadores operarios del cultivo. A dicha muestra aleatoria se adicionaron 110 trabajadores que desempeñaban tareas propias del almacén, de mezclado o aplicación, para un total de 218 trabajadores expuestos.

Obtención de la información

Para la recolección de los datos se acudió a diferentes fuentes, de la manera que se describe a continuación.

Cuatro optómetras participaron en la prueba de la agudeza visual con el fin de excluir del estudio a quienes presentaran una agudeza visual cercana igual o mayor a 20/35. Para tal efecto se utilizó un equipo *Visión Tester Optec-2000*. A quienes pasaron la prueba de la agudeza visual cercana se les aplicó una encuesta individual con el fin de obtener la información relacionada con la edad, el sexo, la ocupación en el pasado, la tendencia alcohólica según la prueba *CAGE*, el tiempo de trabajo en la empresa actual y otros factores, información que se registró en un formulario diseñado por los investigadores. Un optómetra aplicó a estos trabajadores la prueba *Lanthony D-15* desaturado descrita con anterioridad con los requerimientos exigidos.⁸

Para evaluar la exposición a la RUV solar, el ingeniero investigador registró el resultado de las evaluaciones de la radiación realizadas en diferentes áreas, días y horas, dentro y fuera de las naves. Se hicieron mediciones ambientales, tanto en los invernaderos –donde laboran los operarios del cultivo y los aplicadores– como en las oficinas, el almacén y las casetas de mezclado. Estas mediciones se realizaron con tres equipos *Radiometers Digital*, marca *Spectronics Corporation*, de operación manual para medir cada tipo de radiación (A, B, y C).

Por último, se aplicó una encuesta en las empresas, dirigida al nivel administrativo, para recolectar información general sobre ella, y se realizó una observación directa de las condiciones de trabajo.

Resultados

Características de la muestra

En la presente investigación se estudiaron 293 trabajadores, de los cuales 154 laboraban en la empresa de flores –o expuestos– y 139 en la empresa de confecciones –o no expuestos–. La distribución de los participantes por edad, sexo y empresa se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de los participantes por edad, sexo y exposición (empresa)

<i>Exposición</i>	<i>Sexo</i>	<i>Edad</i>				<i>Total</i>
		<i>15-24</i>	<i>25-34</i>	<i>35-44</i>	<i>45-44</i>	
Sí	Masculino	14	45	30	2	91
	%	15,4	49,5	33,0	2,2	100,0
	Femenino	13	31	18	1	63
	%	20,6	49,2	28,6	1,6	100,0
	Subtotal	27	76	48	3	154
	%	17,5	49,4	31,2	1,9	100,0
No	Masculino	9	37	24	1	71
	%	12,7	52,1	33,8	1,4	100,0
	Femenino	0	32	28	8	68
	%	0	47,1	41,2	11,8	100
	Subtotal	9	69	52	9	139
	%	6,5	49,6	37,4	6,5	100

La distribución por edad presenta algunas diferencias entre los dos grupos estudiados, que muestran una población más joven en la empresa de los trabajadores expuestos; los promedios de

la edad en los grupos comparados fueron de 31,2 y 34,1 años, respectivamente. En ambos grupos, más del 50% de los participantes tenía una edad inferior a los 35 años, y el porcentaje de personas que se encontraba entre los 25 y los 44 años era mayor del 80%. Cerca del 60% de los trabajadores estudiados de la empresa de flores y del 50% de los de la empresa de confecciones eran hombres. El promedio del tiempo de exposición en el grupo expuesto fue de 6 años y la mediana, de 4,5 años.

Tipo de discromatopsia

Con el fin de identificar la discromatopsia adquirida y diferenciarla de la congénita, se clasificaron en ésta última aquellos trabajadores que presentaron gráficos cualitativamente similares en la prueba de Lanthony en ambos ojos, a juicio de los investigadores que la realizaron. La distribución del tipo de discromatopsia por exposición se presenta en la tabla 2 y en la figura 1. Las diferencias encontradas por tipo de discromatopsia entre los dos grupos comparados no fueron estadísticamente significativas ($\chi^2_2= 3,67$; $P=0,16$).

Tabla 2. Distribución del tipo de discromatopsia por exposición (empresa)

<i>Tipo de discromatopsia</i>	<i>Exposición</i>	
	<i>Sí</i>	<i>No</i>
Ninguna	51	61
%	33,1	43,9
Congénita	12	8
%	7,8	5,8
Adquirida	91	70
%	59,1	50,4
Total	154	139
%	100,0	100,0

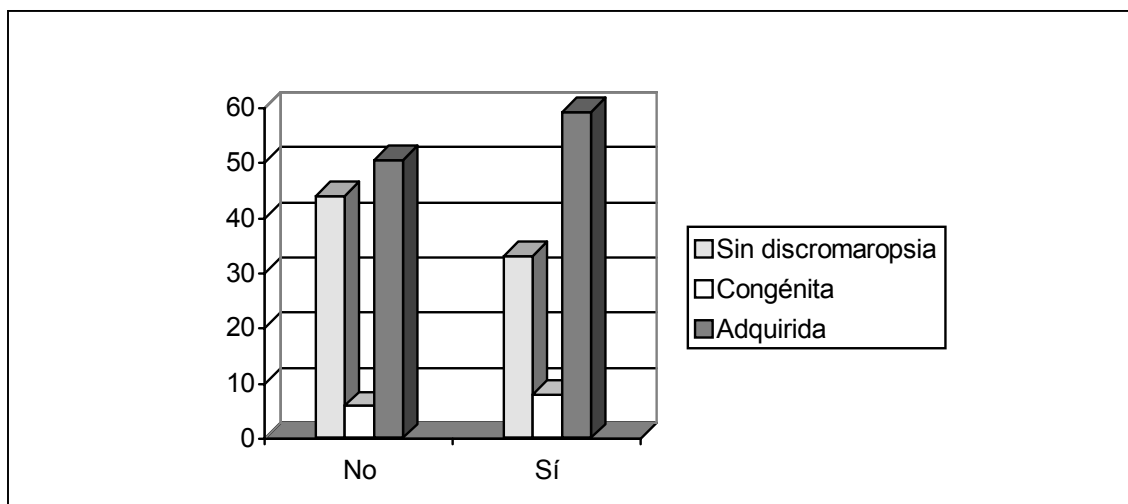


Figura 1. Distribución del tipo de discromatopsia por exposición (empresa)

Prevalencia de la discromatopsia adquirida

De acuerdo con los resultados que se muestran en la tabla 2, la prevalencia estimada de discromatopsia adquirida en los expuestos y en los no expuestos fue de 59,1 y 50,4%, respectivamente, y sus intervalos del 95% de confianza fueron de 50,9 a 66,9 y de 41,8 a 58,9, respectivamente, resultados que no muestran diferencias estadísticamente significativas en dicha prevalencia ($\chi^2_1 = 2,24$; $P=0,067$, prueba de una cola).

De acuerdo con la observación de los investigadores, los trabajadores de la empresa de flores más expuestos a los plaguicidas eran los dedicados a las labores del cultivo y los aplicadores, quienes para un segundo análisis por grado de exposición se agruparon en la categoría de mayor exposición; los demás se agruparon en la categoría de menor exposición junto con los trabajadores de la empresa de confecciones. Las diferencias observadas en la prevalencia de la discromatopsia adquirida entre ambos grupos (60,3 y 50,0%) fueron estadísticamente significativas, tal como se aprecia en la tabla 3 ($\chi^2_1 = 3,11$; $P=0,038$, prueba de una cola), y señalan una asociación positiva entre la prevalencia de la discromatopsia adquirida y el grado de exposición. El valor de la razón de disparidades RD estimada fue de 1,52, y los límites de un intervalo del 95% de confianza fueron 1,04 y 2,70.

Tabla 3. Prevalencia de discromatopsia adquirida por grado de exposición a plaguicidas

<i>Discromatopsia</i>	<i>Exposición</i>	
	<i>Mayor</i>	<i>Menor</i>
Sí	85	76
%	60,3	50,0
No	56	76
%	39,76	50,0

Sobre esta nueva definición de la exposición y por medio de un análisis estratificado,⁹ se estudiaron las posibles interacciones que las variables edad (años), tabaquismo (sí/no) y consumo de licor (sí/no) pudieran presentar con la exposición a los plaguicidas. Ninguna de ellas se detectó como modificadora del efecto de dicho factor de riesgo pues el valor de P de la prueba de heterogeneidad fue, en cada caso, mayor de 0,27.

Por medio del mismo análisis se estudiaron los efectos de confusión que las mismas variables pudieran estar produciendo en la asociación así definida. Sólo la edad mostró un ligero efecto de confusión, ya que al ajustar la razón de disparidades por esta variable por el método de Mantel y Haenszel,¹⁰ ésta presentó un valor de 1,67, con un intervalo del 95% de confianza, con límites de 1,04 y 2,70.

Exposición a los rayos ultravioleta

Las mediciones de la exposición ocular a las radiaciones ultravioleta que se realizaron en los invernaderos mostraron un *grado de riesgo** muy bajo para la RUV-A, pues todas fueron menores de 0,2 mW/cm² y, por tanto, apreciablemente inferiores al TLV (sigla en inglés de Threshold Limit Values: valor límite umbral) establecido de 1,0 mW/cm para exposiciones superiores a 16 minutos.^{11,12} En cambio, la exposición máxima observada de 10 µW/cm² en las radiaciones B y C fue muy superior al TLV establecido de 0,2 µW/cm² para cuatro horas de exposición y equivale a un grado de exposición de 50 (figuras 2 y 3).

* El grado de riesgo se calculó de acuerdo con la expresión: grado de riesgo = (valor observado en la RUV solar en µW/cm²) ÷ TLV.

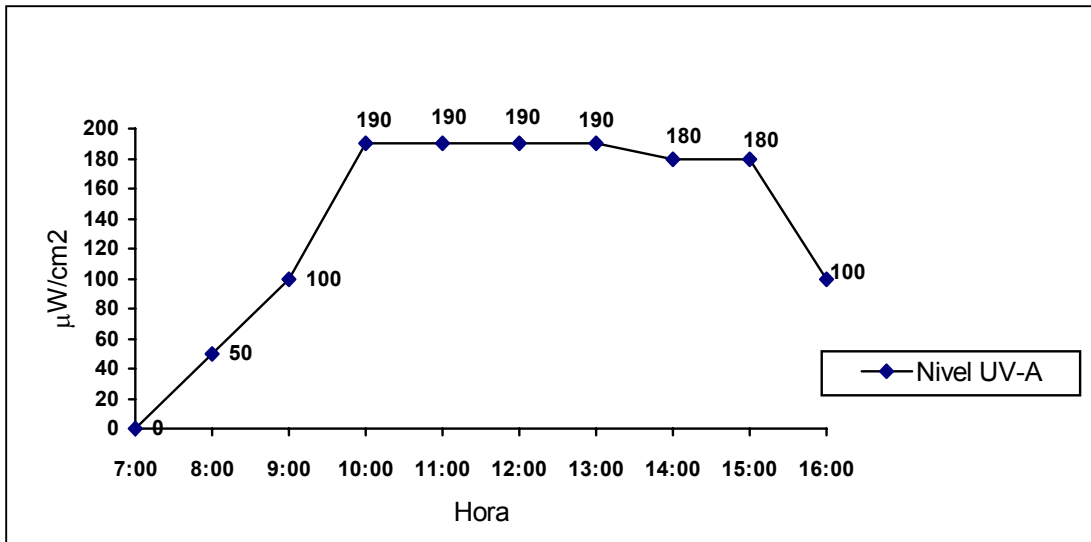


Figura 2. Exposición ocular a la radiación ultravioleta solar A en diferentes horas de un día de alta exposición

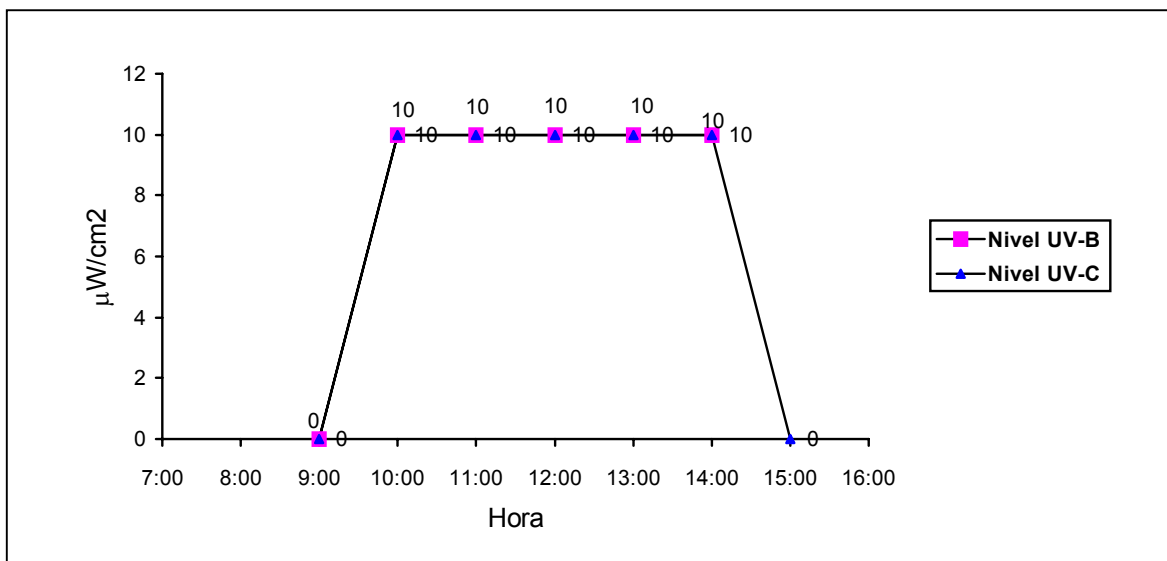


Figura 3. Exposición ocular a las radiaciones ultravioleta solar B y C en diferentes horas de un día de alta exposición

La radiación ultravioleta solar reflejada por el piso resultó ser muy baja: $60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en la RUV-A y nula en las RUV-B y C. Todas las mediciones realizadas por debajo de la ropa, del sombrero y de los guantes demuestran que ninguno de los tres tipos de RUV atraviesa estos materiales; lo mismo sucede en las áreas cubiertas con plástico de 6 mm de espesor, de color rojo o negro o pintado de blanco. No obstante, las mediciones realizadas de la radiación perpendicular incidente en las áreas cubiertas con plástico transparente del mismo espesor –que es el usado en todas las naves o invernaderos en donde laboran los operarios de cultivo– revelan niveles cambiantes de acuerdo con la hora del día, tal como se aprecia en las figuras 4 y 5.

Al comparar las mediciones de la RUV solar hechas dentro del invernadero con aquellas realizadas el mismo día y a la misma hora en el exterior, se advierte un incremento aproximado del 50%. Lo anterior significa que este tipo de plástico, aunque no tiene la capacidad de bloquear totalmente el paso de la RUV como lo hacen los plásticos coloreados, sí disminuye apreciablemente la dosis de RUV. Los valores obtenidos en las mediciones de RUV-A, B y C que se realizaron a cielo abierto –fuera de los invernaderos– sobrepasan los TLV establecidos, tal como se aprecia en las mismas figuras.

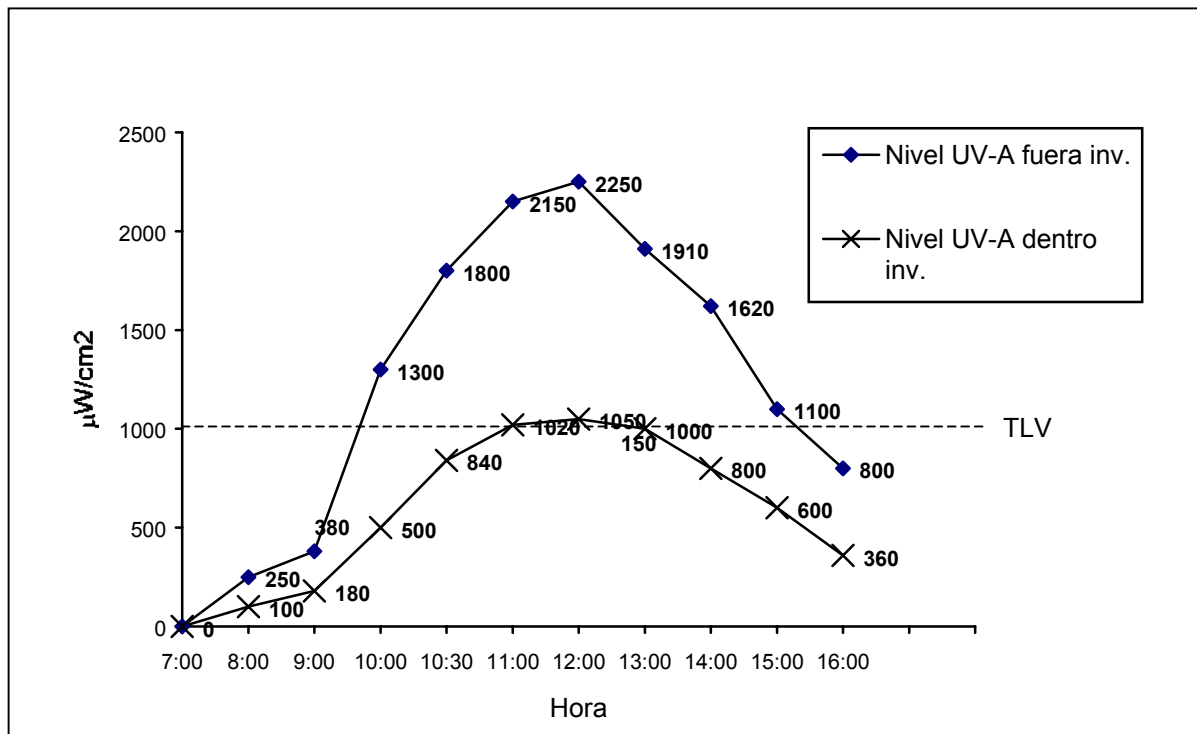


Figura 4. Radiación ultravioleta solar A de la luz incidente perpendicular en un día soleado y sin nubes, dentro y fuera del invernadero

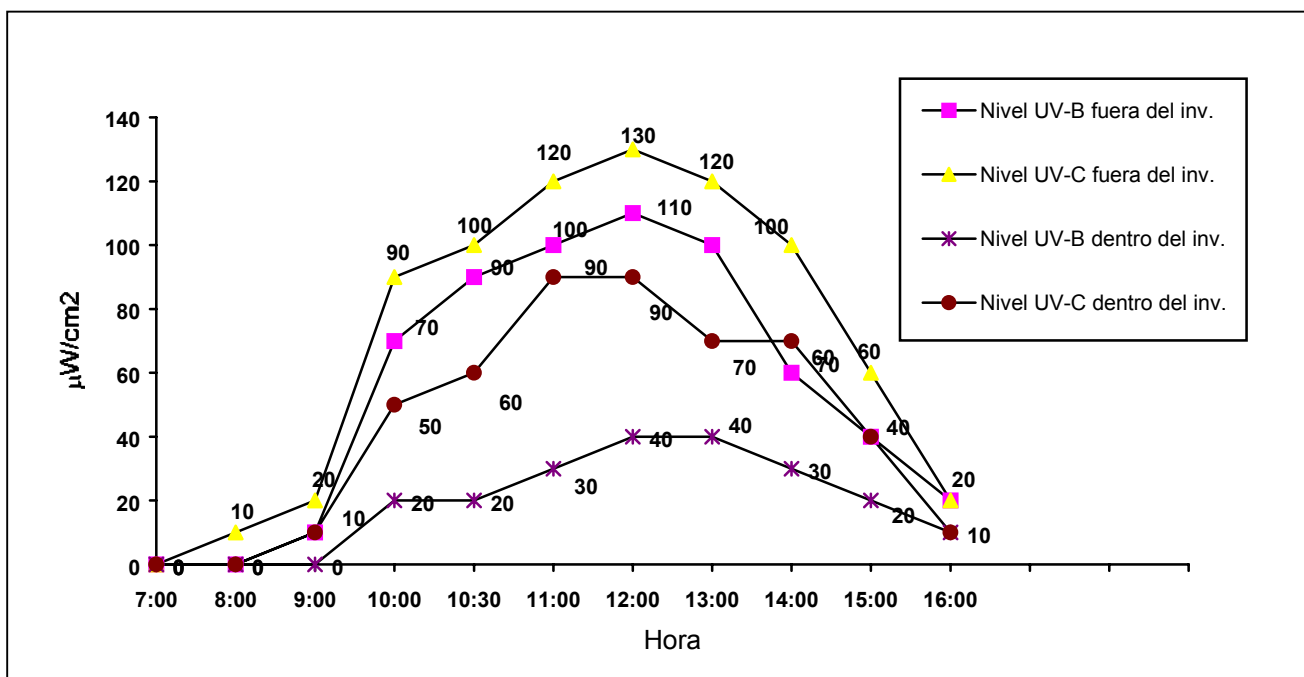


Figura 5. Radiación ultravioleta solar B y C de la luz incidente perpendicular en un día soleado y sin nubes, dentro y fuera del invernadero

Discromatopsia adquirida y radiación ultravioleta

La distribución de la discromatopsia por exposición a la radiación ultravioleta (sí/no), que se muestra en la tabla 4, no muestra diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia de interés pues los límites de un intervalo de 95% de confianza para la razón de disparidades fueron 0,98 y 1,32.

Discromatopsia adquirida y tiempo de exposición a plaguicidas

La distribución conjunta de la discromatopsia adquirida por tiempo de exposición a plaguicidas en todos los participantes en el estudio se puede apreciar en la tabla 5. Dicha distribución muestra, en las distintas categorías del tiempo acumulado de exposición, porcentajes de prevalencia que varían inconsistentemente entre 50,4 y 64,0%.

Tabla 4. Discromatopsia adquirida por exposición a la radiación ultravioleta

<i>Discromatopsia</i>	<i>Exposición</i>	
	<i>Sí</i>	<i>No</i>
Sí	54	107
%	62,8	51,7
No	32	100
%	37,2	48,3
Total	86	207
%	100,0	100,0

Tabla 5. Prevalencia de discromatopsia adquirida por tiempo acumulado de exposición a plaguicidas

<i>Discromatopsia</i>	<i>Tiempo de exposición</i>				
	<i>0</i>	<i>-2</i>	<i>-4</i>	<i>-8</i>	<i>9+</i>
Sí	70	16	16	26	33
%	50,4	64,0	51,6	59,1	61,1
No	69	9	15	18	21
%	49,6	36,0	48,4	40,9	38,9
Total	139	25	31	44	54

Discromatopsia adquirida y edad

El estudio de la prevalencia de la discromatopsia adquirida por edad en el total de participantes muestra los resultados que se observan en la tabla 6. Tampoco en esta distribución se puede apreciar una tendencia positiva consistente a medida que aumenta la edad.

Tabla 6. Prevalencia de discromatopsia adquirida por edad

<i>Discromatopsia</i>	<i>Edad</i>			
	<i>15-24</i>	<i>25-34</i>	<i>35-44</i>	<i>45-54</i>
Sí	20	70	65	6
%	55,6	48,3	65,0	50,0
No	16	75	35	6
%	44,4	51,7	35,0	50,0
Total	36	145	100	12

El índice de confusión cromática, ICC

La distribución del ICC, medida que se obtuvo al calcular el promedio del mismo índice de ambos ojos, se muestra, para los dos grupos de exposición, en la tabla 7. Dicha distribución muestra una asociación positiva y significativa entre el ICC y la exposición ($\chi^2_8=24,85$; $P=0,0017$) aunque con algunas inconsistencias, tal como se puede observar.

Las medidas descriptivas más importantes del comportamiento del ICC para los dos grupos de exposición (empresas) se presentan en la tabla 8. Los resultados obtenidos en una prueba de Kruskal-Wallis para la comparación de los promedios del ICC revelan diferencias altamente significativas ($H=9,30$; $P=0,002$) y señalan la existencia de una asociación positiva entre la exposición y dicho índice.

Tabla 7. Distribución del índice de confusión cromática por exposición (empresa)

<i>ICC</i>	<i>Exposición</i>				<i>Total</i>
	<i>Sí</i>	<i>%</i>	<i>No</i>	<i>%</i>	
1,00 - 1,09	9	5,8	17	11,5	26
1,10 - 1,19	24	15,8	16	22,3	40
1,20 - 1,29	22	14,3	31	12,2	53
1,30 - 1,39	26	16,9	30	21,6	56
1,40 - 1,49	19	12,3	10	7,2	29
1,50 - 1,59	11	7,1	4	2,9	15
1,60 - 1,69	12	7,8	6	4,3	18
1,70 - 1,79	20	13,0	5	3,6	25
1,80+	11	7,1	20	14,4	31
Total	154	100,0	139	100,0	293

Tabla 8. Medidas descriptivas del índice de confusión cromática por grupo de exposición (empresa)

<i>Exposición</i>	<i>n</i>	<i>V. mín</i>	<i>V. máx</i>	<i>Promedio</i>	<i>D. est</i>	<i>Q1</i>	<i>Q2</i>	<i>Q3</i>
Sí	154	1,0	2,68	1,46	0,312	1,23	1,38	1,63
No	139	1,0	2,0	1,34	0,211	1,2	1,31	1,43

Condiciones de trabajo, actitudes y prácticas de los trabajadores

La evaluación que se realizó con base en la lista de verificación de actitudes y prácticas ya mencionada permitió la identificación de los siguientes aspectos de interés:

- No hay un tiempo definido de reingreso al área de trabajo para ninguno de los productos aplicados
- No hay facilidades para el lavado de las manos y la cara antes de consumir alimentos y bebidas
- No se suministran vasos individuales para el consumo de agua potable, por lo cual la mayoría utiliza otros recipientes, incluso las manos, o beben directamente del tubo
- No se cuenta con agua caliente en las duchas ni hay un tiempo asignado para el baño y cambio de ropa al final de la jornada
- La ropa de trabajo de los operarios del cultivo no se lava en la empresa
- Aunque existen casilleros individuales, estos no permiten separar adecuadamente la ropa de trabajo de la de calle
- La ubicación actual de los extractores de aire instalados en el almacén no ofrecen la suficiente seguridad para el trabajador durante las operaciones de mezclado y pesado.
- Falta un procedimiento oportuno y adecuado para el manejo de posibles derrames para evitar encharcamientos en el piso y en los sitios de recolección de aguas residuales
- Durante la aplicación de plaguicidas no se colocan señales que prohíban el acceso al área, lo cual permite en ocasiones que algunos operarios de cultivo permanezcan laborando en la vecindad.

Es importante, también, destacar los siguientes aspectos positivos:

- La empresa garantiza el suministro y la reposición oportuna de elementos de protección personal requeridos para cada oficio
- Los trabajadores reciben capacitación sobre el uso adecuado de los elementos de protección personal, a la vez que hay un plan para su mantenimiento, que incluye los equipos utilizados en la aplicación de los productos
- Los trabajadores tienen conocimiento sobre el riesgo que para la salud representa la exposición a plaguicidas
- Los trabajadores respetan la indicación de no consumir ningún tipo de alimento ni bebida dentro de los invernaderos.

Discusión ¡Error! Marcador no definido.

Los resultados del presente estudio no muestran inequívocamente una asociación entre la prevalencia de la discromatopsia adquirida y la exposición al complejo plaguicida-solvente ni a la radiación ultravioleta solar.

Si bien el análisis realizado para establecer la asociación entre el grado de exposición al complejo plaguicida-solvente y la prevalencia de discromatopsia (tabla 3) permite inferir la existencia de una asociación que, a lo sumo, es moderada, las diferencias halladas en la prevalencia

de discromatopsia por empresa, por tiempo de exposición a los plaguicidas y por edad no permiten apreciar una clara relación entre dicha exposición y la presencia de la anomalía de interés.

Una explicación tentativa de tales hallazgos se refiere al posible sesgo de clasificación diferencial que se hubiera presentado al exagerar la prevalencia de la discromatopsia adquirida en los trabajadores de la empresa de confecciones, debido a la fatiga visual que supuestamente produce su oficio, pese a los requerimientos bajo los cuales se aplicó la prueba de Lanthony y que traería como consecuencia una subestimación de la medida de asociación cuando ella se establece con base en las dos empresas comparadas. No obstante, esta explicación no se presenta como satisfactoria cuando se advierte que las clasificaciones de la exposición por tiempo de exposición (tabla 5) y por edad (tabla 6) tampoco revelan una asociación positiva con la prevalencia de la discromatopsia adquirida, como era de esperarse de acuerdo con los hallazgos de otros investigadores.^{8,13}

Por otra parte, las estimaciones logradas de la prevalencia de discromatopsia adquirida en todos los grupos comparados presentan valores elevados –estudios realizados en poblaciones colombianas expuestas a solventes informan prevalencias más bajas, que se encuentran entre el 32 y el 38%,^{6,7} –, con diferencias menores entre tales grupos.

Es plausible entonces que tales resultados se deban, al menos en parte, a un sesgo de clasificación diferencial que exagera la prevalencia de la discromatopsia adquirida en los grupos comparados y que tiende a disminuir la asociación estimada.¹⁴

Al respecto, es importante tener presente que si bien se excluyen de la prueba de Lanthony aquellos sujetos cuya visión sea igual o mayor de 20/35, con el fin de garantizar que los errores detectados en la visión se deben a defectos en la percepción de los colores y no a defectos de corrección, no se excluyen los hipermétropes, entre los cuales se encuentran personas que presentan dificultades para identificar el color verde y que quedarían identificados por la prueba de Lanthony como discromatópsicos. Esta consideración resulta de interés cuando se tiene en cuenta que en un estudio realizado en una población laboral colombiana se estimó una prevalencia de hipermetropía de 61%.¹⁵ Además, es importante tener en cuenta que en las pruebas tamiz realizadas a los participantes en el presente estudio, el oftalmólogo responsable de las mismas encontró una prevalencia de hipermetropía cercana al 29%.

Es muy posible, además, que el sesgo mencionado haya dado como resultado una exagerada prevalencia, tanto de la discromatopsia adquirida como de la congénita, pues en estudios realizados en otros países se ha estimado esta última en 8% entre los hombres y en 1% entre las mujeres,¹⁶ valores inferiores a los encontrados en el presente estudio de 9,3 y 3,8%, respectivamente.

Por su parte, los bajos valores hallados en la asociación presente entre la prevalencia de discromatopsia adquirida y la exposición en sus diversas consideraciones (tablas 2, 5 y 6) podría explicarse parcialmente por bajas dosis de exposición a los factores de riesgo considerados o por un insuficiente período de inducción en los trabajadores expuestos.

Por otra parte, conviene advertir que las clasificaciones de los plaguicidas como factores de riesgo se han hecho con referencia a los efectos tóxicos agudos y no a los crónicos. Además, es importante señalar que los programas de vigilancia epidemiológica han mejorado la cultura de la

prevención en estos trabajadores, especialmente en los que presentan un mayor riesgo potencial de exposición, como son los aplicadores en la presente investigación.

Vale la pena notar también que uno de los solventes más utilizados en la industria de la floricultura es el kerosene, producto que hasta la fecha no ha mostrado efectos neurotóxicos, a diferencia del n-exano y de su metabolito 2-5-hexaliona, la metil-butil-ketona, el tolueno y el disulfuro de carbono, que se usaron más intensamente en el pasado y cuyos efectos neurotóxicos están claramente comprobados. A su vez, los plaguicidas más comúnmente utilizados en la industria de la floricultura son los organofosforados, tales como el etil-parathion, el dimetoato, el metamidofox, el diclotofox, y el clorpirifox, compuestos que presentan claros efectos neurotóxicos pero cuyo uso es alternado entre sí y con otros agentes.

Por otro lado, debe tenerse presente que el período de inducción para las dosis de exposición a los factores de riesgo aquí estudiados puede ser mayor que el correspondiente al tiempo de exposición de una parte apreciable de los trabajadores observados, ya que la mediana del tiempo de vinculación para los trabajadores de la empresa de flores fue de 4,5 años.

Con respecto a la asociación no encontrada entre el evento de interés y la exposición a la radiación ultravioleta, debe tenerse en cuenta que la mayoría de las radiaciones UV son absorbidas por la córnea, la esclerótica y la conjuntiva, y que sólo aquéllas con una longitud de onda mayor de 296 nm pasan a la cámara anterior y al cristalino, que pueden absorber radiaciones hasta de 320 nm. La retina, en donde se presenta la lesión que produce la discromatopsia, sólo queda expuesta a radiaciones con longitudes de onda de una longitud de onda mayor de 320 nm, y cuya radiación ultravioleta (A) es cercana a la de la luz visible. En estas circunstancias, la escasa diferencia encontrada en la prevalencia adquirida entre los expuestos y los no expuestos a este factor de riesgo bien podría atribuirse, al menos en buena parte, a la exposición al complejo plaguicida-solvente, pues los trabajadores expuestos a la radiación ultravioleta fueron trabajadores del cultivo, es decir, aquéllos más expuestos a este último factor de riesgo.

Por su parte, las diferencias halladas en el ICC entre los dos grupos de exposición comparados, si bien resultan altamente significativas –lo que se debe al mayor poder estadístico que se logra con el nivel de medición propio de dicho índice–, son diferencias pequeñas que, al igual que los resultados obtenidos en el diagnóstico cualitativo de la discromatopsia adquirida, sólo permiten confirmar la existencia de una débil asociación entre la exposición y la prevalencia de dicha anomalía. Así, este resultado, obtenido sobre las mediciones logradas en un indicador que refleja más fielmente la severidad del daño que el diagnóstico cualitativo, parece confirmar lo dicho anteriormente con relación a la escasa asociación observada.

Conclusiones

Las consideraciones anteriores permiten establecer las siguientes conclusiones del presente estudio:

- La asociación existente entre la exposición al complejo plaguicida-solvente y la discromatopsia adquirida en la población de estudio es relativamente débil. Al parecer, este hallazgo tiene que ver con una exposición leve, que se presenta como resultado de una mayor

cultura de la protección, bajas dosis de los agentes tóxicos, mezclas variadas de los compuestos e insuficiente período de inducción en la mayoría de los trabajadores expuestos.

- La prueba de Lanthony presenta limitaciones importantes que la hacen desaconsejable como prueba tamiz en trabajadores expuestos a plaguicidas, a solventes orgánicos o a radiaciones ultravioleta. En particular, pueden citarse las siguientes:

- Es muy posible que la prueba detecte anomalías muy leves que, sin tener importancia clínica, aparecen como casos de neurotoxicidad

- La realización de la prueba presenta dificultades operativas

- Implica un costo adicional de la prueba requerida de agudeza visual

- El incremento de los falsos positivos que la prueba tiende a producir al clasificar algunos hipermétropes como discromatópsicos.

Referencias

1. Henao S, et al. Plaguicidas y salud en las Américas. Washington, DC.: OPS/OMS. División de Salud y Ambiente, 1993.
2. Bernal J, et al. Repertorio de factores de riesgo ocupacional y medidas de control del sector floricultor. Tomo 4. Santafé de Bogotá: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Protección Laboral Seguro, Floraterra S.A., 1995.
3. Seebeck de Colombia, ARP-ISS. Exposición ocupacional a radiaciones no ionizantes. Santafé de Bogotá: Somos Impresores, 1996.
4. España. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Oficina Internacional del Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Vol 3. Madrid: El Ministerio, OIT, 1993.
5. Organización Panamericana de la Salud. Radiaciones ultravioleta. Washington, DC:OPS, 1984. (Criterios de Salud Ambiental 14).
6. Arias A, et al. Prevalencia de discromatopsia adquirida en trabajadores expuestos a vapores de solventes orgánicos en una empresa química de la ciudad de Medellín. Medellín, 1994. Trabajo de grado (Especialista en Salud Ocupacional). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública.
7. Villadiego M, Carvajal C, Estrada R. Prevalencia de discromatopsia adquirida en población laboral del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín, 1994. Trabajo de grado (Especialista en Salud Ocupacional). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública..
8. Frenette B, Mergler D, Ferraris J. Etude de la fidelité du test D-15 desaturé de Lanthony. CJO-RCO 1986; 52 (2).
9. Londoño JL. Metodología de la investigación epidemiológica. Medellín: Universidad de Antioquia, 1994: 129-151.
10. Mantel N, Haenszel W. Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease. J Natl Cancer Inst 1959; (22):719-748.
11. American Conference of Governmental Industrial Hygienist. Treshold Limit Values. Ultraviolet Radiation. Cincinnati, 1996: 114-117.
12. González JC, et al. Exposición ocupacional a radiaciones no ionizantes: consecuencias. Santafé de Bogotá: ISS, Administradora de Riesgos Profesionales, 1996.
13. Raitta C, Sepaleinen A. N-hexane maculopathy in industrial workers. Albr Great Arch Klin Exp, Ophtalm, 1987.

14. Kleinbaum DG, Kupper LL, Morgestern H. Epidemiologic Research. Belmont, California: Lifetime Learning Publications, 1982.
15. Grajales A. Accidentalidad grave investigada y su relación con algunos factores visuales. Medellín: ISS. Seccional Antioquia. División de Salud Ocupacional, 1987.
16. Vaughan D. Oftalmología General. México, DF: M/M, 1967. p. 124.

Otras referencias consultadas:

- Albert L, et al. Plaguicidas, salud y ambiente. Chiapas, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; 1986.
- Arias J, et al. Plaguicidas organoclorados. Metepec, México: OPS, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; 1990.
- De la Iglesia A, et al. Estudio médico-biológico tras exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas propietarios de pequeñas parcelas. Salud y Trabajo 1989; 73:21-26.
- Delgado O, et al. Evaluación de funciones sicomotoras en trabajadores expuestos habitualmente a plaguicidas. Higiene y Epidemiología 1986; 24(1):103-110.
- Dubois PA. Acquired color vision deficiencies. Oftamol 1972; 11:84-93.
- Fundación Mapfre. Curso de higiene industrial. Madrid: Mapfre, 1993.
- Garrandes RA. Pesticidas: repercusiones en la salud. Medicina y Seguridad del Trabajo 1990; 37(149):49-52.
- Henao S, et al. Actividad colinesterásica en menores trabajadores. Medellín: Universidad de Antioquia, ISS. Seccional Antioquia, 1990.
- Henao S, Corey G. Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS; 1991.
- Maizlish W, Feo O. Alteraciones neurosicológicas en trabajadores expuestos a neurotóxicos. Salud de los Trabajadores 1994; 2(1): 5-34.
- España. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Contaminantes físicos, radiaciones no ionizantes. Higiene industrial básica. Barcelona; 1993. Anexo 101313.
- Palacio J, et al. Efectos crónicos, monitoreo biológico y disposición de desechos para algunos plaguicidas de amplio uso en Colombia. Medellín, 1990. Trabajo de grado (Especialista en Salud Ocupacional). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública.
- Universidad Autónoma de Sinaloa. Jefatura de Servicios de Seguridad. Un plaguicida, una enzima: riesgo para la salud. México, D.F.: Gestión de Ciencia y Tecnología; 1988.