

1-1-2018

## **Efectos de los plaguicidas en la respuesta pupilar y motilidad ocular en trabajadores del agro**

Daniela Grajales Herrera

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/maest\\_ciencias\\_vision](https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision)

---

### **Citación recomendada**

Grajales Herrera, D. (2018). Efectos de los plaguicidas en la respuesta pupilar y motilidad ocular en trabajadores del agro. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/maest\\_ciencias\\_vision/65](https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ciencias_vision/65)

This Tesis de maestría is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Maestría en Ciencias de la Visión by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA RESPUESTA PUPILAR Y  
MOTILIDAD OCULAR EN TRABAJADORES DEL AGRO**

**DANIELA GRAJALES HERRERA**

**79162202**

**DIRECTORA**

**DRA. INGRID ASTRID JIMENEZ BARBOSA PhD**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**PROGRAMA MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA VISIÓN**

**Bogotá, Junio**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Bogotá D.C.**

---

## DEDICATORIA

---

Dedico este trabajo de grado a Dios,  
quien siempre ha guiado mi camino,  
me ha llenado de bendiciones,  
salud y me ha permitido cumplir  
mis sueños y propósitos trazados;  
a mi esposo por su confianza,  
apoyo, sacrificios y dedicación;  
a mis padres y hermanos  
por siempre acompañarme,  
apoyarme y brindarme  
todo su amor.

Daniela Grajales Herrera.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por mi vida, salud y capacidades; por ser mi guía y mi fortaleza en los momentos difíciles, por permitirme culminar esta etapa, por disponer todo para la realización de este postgrado y por llenar mi camino de bendiciones.

A mi esposo, Camilo Martínez, quien me acompañó y apoyo a lo largo de esta Maestría, por su inmenso amor, por todos sus esfuerzos y sacrificios para ayudarme a cumplir este sueño. Por ser mi amigo, confidente, colega y fortaleza en todo momento.

A mis padres, Wilfran Grajales C y Jeannett Herrera, quienes desde pequeña me inculcaron el amor a Dios, la responsabilidad y los valores. Por su inmenso amor, compañía y dedicación a lo largo de mi vida, porque con sus cualidades son mis pilares y ejemplo a seguir.

A mis hermanos, Mónica Andrea y Santiago quienes siempre me han apoyado y acompañado en todos los momentos y etapas de mi vida, por su amor, por ser mis confidentes y amigos fieles.

A la Doctora Ingrid Jiménez, por su apoyo, dedicación, disposición y paciencia para el desarrollo de este proyecto, por compartir su conocimiento, ser mi mano derecha y mentora en todo momento.

Daniela Grajales Herrera

# EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA RESPUESTA PUPILAR Y MOTILIDAD OCULAR EN TRABAJADORES DEL AGRO

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	10
<b>1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO Y DEL CULTIVO DE PAPA</b>	16
1.1 LA CADENA DE LA PAPA EN COLOMBIA	17
1.2. RIESGOS LABORALES EN EL SECTOR AGRÍCOLA	18
1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO AGRARIO	19
1.2.2. ENFERMEDADES PROFESIONALES EN EL SECTOR AGRARIO	20
<b>2. METODOLOGIA</b>	22
2.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	23
2.2. CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS NEUROTÓXICOS Q16 VERSIÓN MODIFICADA UTILIZANDO ESCALA DE LIKERT	24
2.3. AUTOREFRACTOR KERATOMETER HUVITZ HRK -7000	25
2.4. DEVELOPMENTAL EYE MOVEMENT (DEM)	26
<b>3. RESULTADOS</b>	29
<b>4. DISCUSION</b>	36
<b>5. CONCLUSIONES</b>	40
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	41
<b>7. REFERENCIAS</b>	42

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Signos y síntomas de la intoxicación aguda por organofosforados	12
<b>Tabla 2.</b> Número y tasa de incidencia de enfermedades profesionales en agricultura en España en 2006 por sexo por 100.000 trabajadores.	20
<b>Tabla 3.</b> Valores de las diferencias estadísticamente significativas del tamaño pupilar con T-Student.	31
<b>Tabla 4.</b> Valores de las diferencias estadísticamente significativas para el test de DEM con U de Mann Whitney.	33

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b>	Comparación de los niveles de Neurotoxicidad A)Grupo control B) Grupo expuesto	30
<b>Figura 2.</b>	Años de exposición de los trabajadores expuestos a plaguicidas	30
<b>Figura 3.</b>	Comparación del tamaño pupilar entre el grupo control y el grupo expuesto	32
<b>Figura 4.</b>	Comparación del tiempo de reacción pupilar entre el grupo control y el grupo expuesto	32
<b>Figura 5.</b>	Comparación de los resultados del DEM entre el grupo control y el grupo expuesto	34



## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** HISTORIA CLÍNICA

**ANEXO B.** CUESTIONARIO Q16 MODIFICADO

**ANEXO C.** FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

## RESUMEN

Un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga de alimentos; se han evidenciado diversas alteraciones y toxicidad en los sujetos que se encuentran expuestos a ellos; sin embargo, respecto al componente visual y ocular, no se ha encontrado mayor información. Aun así, se puede decir que debido a la relación anatómica directa que existe entre el SNC y el ojo, es de sospecharse que cualquier alteración que se produzca ocasionada por los plaguicidas, conllevará múltiples afecciones a nivel del sistema visual y sus diversas funciones. **Objetivo general:** Determinar los cambios en la respuesta pupilar y movimientos oculares en un grupo de trabajadores del agro expuestos a los Plaguicidas y su relación con síntomas neurotóxicos. **Materiales y métodos:** estudio analítico observacional de corte transversal. La muestra obtenida del grupo control fue: 25 sujetos (11 mujeres y 14 hombres), cuya edad media fue de 27 años y con una desviación estándar (SD) de  $\pm 7,05$ . En el grupo expuesto los 20 sujetos fueron hombres, y la edad media fue 31 (SD  $\pm 5,68$ ). Se llevó a cabo un tamizaje visual, la valoración pupilar con Autorefractor Keratometer Huvitz HRK -7000 y el estado de motilidad ocular con el test Developmental Eye Movement (DEM). **Resultados:** se pudo establecer que existe una diferencia clínica y estadísticamente significativa, en el tamaño pupilar y los valores del test de DEM entre los dos grupos (control y expuesto); así mismo, el Cuestionario Modificado Q16, permitió establecer que los trabajadores del agro presentan un nivel de neurotoxicidad medio alto y se pudo evidenciar una correlación significativa de los niveles de Neurotoxicidad con las variables pupilares y los valores del DEM. **Palabras claves:** motilidad ocular, pupila, plaguicidas, organofosforados, neurotoxicidad.

## INTRODUCCION

Un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga capaz de causar daños o interferir de cualquier otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o mercado de alimentos<sup>1</sup>. Los diferentes tipos de plaguicidas han sido estudiados a lo largo del tiempo desde diversos campos y disciplinas, evaluando: su efectividad para preservar los cultivos, su concentración en suelo, sus niveles de contaminación química en aire, tierra y agua, su toxicidad en la salud del ser humano, entre otros.

Los plaguicidas pueden clasificarse en función de su empleo (insecticidas, fungicidas, herbicidas, raticidas) o de su familia química (organoclorados, organofosforados, carbamatos, iretoides, compuestos bupiridílicos, sales inorgánicas). Todos ellos son biocidas lo que implica habitualmente una alta toxicidad humana<sup>2</sup>. Los compuestos organofosforados son ésteres del ácido fosfórico y de sus derivados, los cuales inhiben enzimas con actividad esterásica, especialmente de la acetilcolinesterasa (AChE) en las terminaciones nerviosas, generando un acumulo de acetilcolina y por ende altera la función del impulso nervioso<sup>3-4</sup>.

En lo referente al uso de plaguicidas, es importante resaltar el alto porcentaje (71,0%) de aplicación de insecticidas categoría toxicológica I y II (extremadamente tóxicos y altamente tóxicos), respectivamente, y entre éstos los de principal uso: los organofosforados, los carbamatos y los organoclorados. Éstos son compuestos de amplio espectro que, al igual que en otros países, son introducidos a la agricultura y en los lugares de trabajo causando enfermedades entre los trabajadores que los manipulan, mezclan y aplican, al igual que en personas que están en los alrededores de los campos y/o cultivos tratados, ya que son fácilmente absorbidos por la piel y por vía respiratoria, siendo principales rutas de exposición<sup>5</sup>, así mismo, la toxicidad de estos compuestos puede ser directa, es decir, sobre tejido; por

inhibición de colinesterasas; neurotoxicidad retardada por inhibición de la esterasa neurotóxica<sup>6</sup>.

Poblaciones agrícolas expuestas a plaguicidas sufren de varios problemas de salud, principalmente alteraciones neurológicas, problemas respiratorios, reproductivos, endocrinológicos y dérmicos. Los plaguicidas organofosforados, en Colombia, son empleados principalmente en el campo de la agricultura, siendo compuestos de alta toxicidad; los más usados pertenecen los grupos fosfatos, fosfanatos y sus derivados azufrados<sup>7</sup>. Sin embargo, según los datos obtenidos del sistema de Vigilancia Epidemiológica en Centro América, los doce plaguicidas que se relacionan con el mayor número de intoxicaciones son: paraquat, fosfato de aluminio, metil-paratión, metamidofos, monocrotofós, clorpirofós, terbufós, etoprofós, endosulfan, carbofurán, metomil y aldicarb<sup>8</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) cada año se registran entre uno y cinco millones de casos de intoxicación por plaguicidas, ocasionando miles de muertes. El 99% de estos hechos ocurren en países en desarrollo, entre los cuales los países de América Latina aportan el 75% de los casos y se estima que más de 700 000 personas al año sufren los efectos crónicos<sup>9</sup> Según La Organización Panamericana de la Salud<sup>8</sup> se estima que en diferentes países de Centroamérica, el 3% de los trabajadores agrícolas que están expuestos a los plaguicidas sufren cada año una intoxicación aguda. Se estima que en Colombia el 40% de la población está directamente expuesta a plaguicidas. La exposición ocupacional con mayor riesgo de intoxicación aguda ocurre en agricultores, peones, obreros y exterminadores de plagas<sup>10</sup>.

Por ende, en Colombia, las intoxicaciones debidas a estas sustancias, son consideradas un problema de salud pública; en las últimas décadas se presentaron una serie de intoxicaciones masivas por organofosforados: En Chiquinquirá en el año 1967, aproximadamente 500 personas se intoxicaron con metilparatión, muriendo 63; en Puerto López en 1970, alrededor de 190 personas sufrieron una intoxicación con un organofosforado no determinado, causando la muerte a siete de ellas y en el año 1977 en Pasto, 300 personas resultaron intoxicadas con paratión,

de las cuales 15 fallecieron<sup>11</sup>. Ospina J, et ál<sup>12</sup> reportaron que en el departamento de Boyacá, Colombia, los cultivadores utilizan plaguicidas como organofosforados y carbamatos, sin el uso adecuado de elementos de protección personal, lo que los predispone a mayor riesgo de intoxicación aguda.

Por otro lado, Cárdenas O.,et ál.<sup>5</sup> en su estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos, observaron con relación al sexo, que tanto hombres como mujeres poseen el mismo riesgo de exposición, ya que la proporción de valores anormales de actividad de AChE para hombres fue de 1:13,2 y para mujeres de 1:12,9, y respecto a la edad, el mayor porcentaje de valores anormales de actividad de AChE lo encontraron en los grupos de 18 a 40 años (62,4%) que incluía los dos sexos, lo cual señalaron que era debido a que los trabajadores que se encuentran en estos rangos de edad son empleados en oficios de alto riesgo (73,9%)<sup>5</sup>.

Como se mencionó anteriormente, las principales manifestaciones de intoxicaciones agudas por exposición a Organofosforados, son consecuencia directa de la inhibición de la actividad de la AChE ejercida por estos compuestos. Estas alteraciones se pueden presentar a nivel muscarínico, nicotínico, y del sistema nervioso central (SNC), por la acumulación de la acetilcolina en los receptores; tal como se presenta en la tabla 1. Cabe resaltar que según sea el grado de intoxicación, va a variar la distribución y severidad de la misma.

**Tabla 1. Signos y síntomas de la intoxicación aguda por organofosforados**

TIPO DE MANIFESTACIÓN	SIGNOS / SÍNTOMAS
<p><b><i>Manifestaciones muscarínicas (Sistema Parasimpático, en general)</i></b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Árbol bronquial: opresión torácica, broncoconstricción, disnea, aumento secreción bronquial, tos, edema pulmonar, cianosis.</li> <li>2. Sistema gastrointestinal: náuseas, vómito, compresión abdominal, calambres, diarrea, incontinencia fecal.</li> <li>3. Bradicardia. Estimulación de distintas terminaciones en glándulas, secreción salival y lacrimal; sudoración, diaforesis (Sistema Simpático de efectores colinérgicos).</li> <li>4. Pupilas: contracción (miosis).</li> <li>5. Cuerpo ciliar: no se acomoda (visión borrosa).</li> </ol>

	6. Vejiga urinaria: incontinencia urinaria.
<b>Manifestaciones nicotínicas (Sistema Simpático y motor)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Músculo estriado: temblor muscular, fasciculación, calambres, debilidad muscular, incluyendo los músculos respiratorios.</li> <li>2. Palidez, taquicardia, aumento tensión arterial.</li> </ol>
<b>Sistema Nervioso Central</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Depresión del centro respiratorio, con disnea, cianosis y caída de la tensión arterial.</li> <li>2. Efectos psicomotores inespecíficos: aprensión, ansiedad, intranquilidad, inestabilidad emocional, insomnio, pesadillas, dolor de cabeza, temblor, depresión, apatía, sensación de borrachera, dificultad concentración, confusión, dificultad en la expresión oral, debilidad general. Coma con ausencia de reflejos.</li> </ol>

Fuente: Samaniego Parra<sup>13</sup>

Según lo reportado por Obiols Quinto<sup>14</sup>, el examen neuropsicológico de pacientes que han sufrido intoxicación aguda por organofosforados, puede revelar disminuciones en distintas funciones y habilidades de tipo intelectual (capacidades de tipo cognitivo) que pasarían inadvertidas en un examen neurológico clínico. De igual manera, el descenso persistente de la funcionalidad neuropsicológica (incluyendo la atención acústica, atención verbal, memoria visual, velocidad visuomotora, secuenciación y solución de problemas, estabilidad motora, reacción, destreza) se ha evidenciado en individuos que han sufrido episodios de intoxicación aguda<sup>13</sup>.

Asimismo, Doherty J.<sup>15</sup>, en su estudio, detectó que diversos organofosforados inducían a una neuropatía retardada, única enfermedad neurodegenerativa humana asociada a plaguicidas. Diversos estudios, tanto en animales como en humanos, muestran que los organofosforados están relacionados con enfermedades neurodegenerativas, a pesar de que el mecanismo por el cual se produce esta afectación aún no está claro, parece implicar un aumento del estrés oxidativo, al igual que de péptido beta-amiloide<sup>16-17</sup>.

En lo referente al componente visual, dentro de los signos del síndrome muscarínico, en Organofosforados, se ha reportado constricción del esfínter del iris y músculo ciliar con miosis y parálisis de la acomodación, otras manifestaciones que se presentan debido a la exposición a plaguicidas es lagrimeo, ardor e irritación ocular, conjuntivitis y disminución de la visión<sup>18-22</sup>. Así mismo, se ha evidenciado, como alteraciones de la intoxicación crónica a plaguicidas, efectos oftalmológicos, tales como atrofia del nervio óptico, disfunciones maculares y formación de cataratas<sup>23-24</sup>.

Sumado a esto, en intoxicaciones sistémicas, ambas pupilas están comprometidas y generalmente se observan después de que se haya presentado depresión o agitación del SNC. En envenenamiento agudo por inhalación, absorción cutánea e ingestión de los derivados organofosforados, se produce miosis, llegando también a la pupila puntiforme con pérdida de los reflejos pupilares en casos graves<sup>25</sup>.

La salud ocupacional es una rama fundamental de la salud pública, orientada a promover y mantener, el bienestar físico, mental y social de los trabajadores. Por tanto, lo que busca es prevenir todo daño a la salud del trabajador, derivado de su actividad y protegerlo contra los riesgos relacionados con los agentes presentes en su trabajo. Los profesionales de la salud deben velar y hacerse partícipes en los procesos ocupacionales, actualmente la ausencia o poca intervención de estos en esta área se hace evidente, es por ello, que nace la necesidad de este estudio; sumándole a esto el que algunos pesticidas, como los organofosforados, carbamatos y organoclorados, a pesar de ser sustancias que presentan alto riesgo de intoxicación y/o toxicidad, son los más empleados en diversos cultivos de nuestro país; el cultivo de papa, será el objeto de estudio para esta investigación, por ser uno de los cultivos que requiere mayor demanda de plaguicidas, compuestos que han sido estudiados a lo largo del tiempo, evidenciado diversas alteraciones en los sujetos que se encuentran expuestos a ellos.

Por este motivo, el estudio busca determinar los cambios en el tamaño, respuesta pupilar y movimientos oculares en un grupo de trabajadores del agro expuestos a plaguicidas y su relación con síntomas neurotóxicos y un grupo no expuesto a plaguicidas utilizados en los cultivos de papa, al igual que establecer la relación entre, los años de exposición de los trabajadores a los plaguicidas, con respecto a la presencia de alteraciones pupilares y motilidad ocular.

La estructura de la investigación es la siguiente:

Capítulo 1: Ofrece una revisión sobre las generalidades de los cultivos de papa en Colombia y en particular del Municipio, donde se realizó la presente investigación.

Capítulo 2: Se describen los métodos utilizados durante el desarrollo del trabajo de campo así como la población objeto, la muestra, los criterios de exclusión e inclusión establecidos. De la misma forma, se describen las pruebas clínicas aplicadas en los participantes.

Capítulo 3: Presenta los resultados arrojados después del proceso de análisis y correlaciones de variables en relación con el objeto de este estudio.

Capítulo 4: Se contrastan los resultados obtenidos con lo reportado por otros autores en investigaciones anteriores.

Capítulo 5: Se destacan los hallazgos más importantes obtenidos en todo el proceso de investigación.

Capítulo 6: Se presentan sugerencias para mejorar las condiciones laborales de las personas expuestas a plaguicidas y algunas recomendaciones para futuras investigaciones en este tema.

Por último se presentan todos los formatos usados para la toma y registro de la información.



## 1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO Y DEL CULTIVO DE PAPA

Belén es un municipio del Departamento de Boyacá, Colombia, también llamado Tierra Noble y Legendaria. Se encuentra ubicado en la parte media de la Cordillera Oriental en un ramal que pasa por el norte de Duitama o páramo de la Rusia en límites con el departamento de Santander<sup>26</sup>. Limita por el norte y noroccidente con el Departamento de Santander (Municipios de Coromoro y el Encino), al nororiente con Tutazá, al oriente con Paz de Río, al sur con Betétiva y al suroccidente con Cerinza. Este municipio cuenta con una extensión total de 283,65 Km<sup>2</sup>, siendo 1,01 Km<sup>2</sup> área urbana y 282.632 Km<sup>2</sup> área rural; está ubicado a 2650 msnm (metros sobre el nivel del mar) y presenta una temperatura media: 13 C°.

Belén cuenta con ecosistemas estratégicos, como el páramo, lagunas, complementados con actividades productivas agropecuarias y bosques. La zona rural del municipio está dividida en nueve (9) veredas: Donación, Montero, La Venta, El Rincón, San José de la Montaña, El Bosque, El Molino, Tirinquita, Tuaté, Nivel urbano. Según indicadores del 2013, este municipio presenta una densidad de población de 8.206 habitantes. (hab/km<sup>2</sup>).

Los sectores agropecuario, industrial y medio ambiente, son los que aportan de manera cuantitativa al desarrollo social y económico territorial. Belén por ser un municipio netamente agropecuario, su sistema económico primario es la comercialización de los productos del campo, las tierras onduladas son aptas para cultivos de papa, maíz, haba, trigo, cebada<sup>26</sup>. En materia económica en el municipio de Belén, se destacan los sectores agrícola y ganadero; el cultivo de papa juega un papel muy importante, representando un gran porcentaje de cultivos del municipio, con un área sembrada de 550 hectáreas (ha) y cosechada de 520 ha, con una producción de 8,840 toneladas métricas (Tm), es decir 8840.000 kilogramos (kg)<sup>27</sup>, esto se debe a las condiciones climáticas y del terreno.

## 1.1 LA CADENA DE LA PAPA EN COLOMBIA

La papa tuvo una gran expansión en el mundo, como producto alimenticio, situándose como el cuarto alimento básico en la década de los noventa y ubicándose dentro de los diez alimentos más importantes producidos en los países en desarrollo, posee un gran valor alimenticio, siendo rica en proteína, carbohidratos, potasio, vitamina C, otras vitaminas y minerales<sup>28</sup>. Según estudios Internacionales, el cultivo de papa resulta ser fundamental y de gran importancia en el sistema de alimentación global, aportando a las necesidades energéticas y nutritivas de más de dos mil millones de personas en los países en desarrollo<sup>29</sup>.

Así mismo, el cultivo de la papa en Colombia ocupó el cuarto lugar en la producción agropecuaria nacional en el 2003, con 2,9 millones de Tm., fue el noveno cultivo en extensión con 165.294 Ha. y el sexto en valor de la producción<sup>30</sup>. Alrededor de 90.000 familias se encuentran vinculadas con la explotación directa de este cultivo y se generan cerca de 20 millones de jornales al año; estimaciones consideran que en todo el país el cultivo de papa genera unos 104.456 empleos directos, junto con otros que crea la cadena, en torno a los procesos de distribución de insumos, empaques, maquinaria, semillas, procesamiento y comercialización<sup>31</sup>.

Sumado a lo anterior, la papa es un producto que por sus características históricas y su fuerte posicionamiento en la cultura colombiana, cumple una importante función en la nutrición de la población. En lo referente a la canasta familiar, es uno de los alimentos más importantes después de la carne de res, la carne de pollo y el arroz<sup>28</sup>. A saber, en tres departamentos productores, Cundinamarca, Boyacá y Nariño, es la actividad agropecuaria que más empleo e ingresos genera, constituyéndose en eje fundamental de la economía regional de estos departamentos<sup>30</sup>. Al igual que en muchos otros países del mundo, la papa, es muy importante por su contribución a la alimentación, al empleo y al ingreso de quienes la cultivan.

Por otro lado, es importante señalar, que el cultivo de papa se caracteriza, por la dependencia casi total del régimen de lluvias y por ser uno de los cultivos con mayor demanda de fungicidas, insecticidas y fertilizantes, sustancias químicas que, para

su aplicación, requieren de una gran cantidad de agua<sup>32</sup>. Este alto uso de plaguicidas se debe a que el cultivo de papa, está expuesto al ataque de numerosas plagas, patógenos y malezas, la mayoría de las cuales se incrementan en condiciones de alta humedad<sup>33</sup>. Sumado a esto, Martínez L.<sup>32</sup> reportó en su estudio realizado en la vereda Bosavita del municipio de Villapinzón, que los agroquímicos utilizados en el cultivo de papa se les considera los principales contaminantes de las fuentes hídricas en la vereda. Pues bien, aunque los envases de los fungicidas y/o plaguicidas se recolectan y almacenan, por la mayoría de los trabajadores del agro, muchas veces el camión que se encarga de recogerlos para llevarlos a su disposición final, no pasa por las veredas, de manera que los envases se quedan allí, generando contaminación.

De igual manera, esa dependencia casi total del régimen de lluvias, hace que el cultivo de la papa en Colombia tenga definido una estacionalidad en su producción, en general, la cosecha se da en dos períodos de lluvias que se presentan en el año. El primer periodo se da de Marzo a Junio, época de mayor distribución y abundancia de lluvias, de cosecha y producción regular; el segundo periodo de presenta de Septiembre a Noviembre<sup>28</sup>.

## **1.2 RIESGOS LABORALES EN EL SECTOR AGRICOLA**

La imagen del trabajo agrícola es la de una actividad saludable, lejos de la contaminación; en parte es cierto, sin embargo, la labor agrícola se asocia con una serie de problemas de salud.

El ambiente de trabajo conlleva la exposición a riesgos físicos asociados al clima, el terreno, los incendios y la maquinaria; riesgos químicos asociados con el uso de plaguicidas, fertilizantes y combustibles, riesgos biológicos que abarcan la exposición a polvo y alérgenos, el contacto con plantas, animales e insectos, riesgos ergonómicas y psicosociales, como la manipulación manual de cargas, posturas forzadas, movimientos repetidos y las horas de trabajo.

### **1.2.1 Características del trabajo agrario**

A continuación se mencionan algunas de las características propias del trabajo agrario y los posibles riesgos o complicaciones a los que se encuentran expuestos<sup>34</sup>:

- La mayoría de las tareas se desarrollan al aire libre, lo que genera una exposición de los trabajadores a condiciones climáticas adversas, que, además, hacen muy difícil controlar la seguridad y salud en el trabajo.
- El empleo de productos químicos y biológicos
- El contacto con animales y plantas que expone a los trabajadores a mordiscos, envenenamientos, infecciones, enfermedades parasitarias, alergias, toxicidad y otros problemas de salud.
- El tipo de posturas del trabajo y la duración de las tareas a realizar
- La naturaleza estacional del trabajo y la urgencia de ciertas tareas en períodos específicos; lo que genera contratos de corta duración; ya sea desde unas horas o un día, hasta alguna semana o mes.
- Una gran variedad de las actividades las lleva a cabo una misma persona, cambiando frecuentemente de tipo de trabajo y cultivo.
- Es un grupo muy heterogéneo, con escasa formación profesional y con gran participación familiar.
- Se da una aplicación inadecuada de las técnicas de seguridad y salud, si se compara con el mayor rigor de dichas medidas en la industria.

### 1.2.2 Enfermedades profesionales en el sector agrario

Las enfermedades requieren un diagnóstico especializado, que no siempre se alcanza, aún más en los trabajadores del agro; pues bien, presentan diversas barreras, que no les permiten contar con una buena y oportuna atención en salud, debido a las distancias y lejanías donde suelen laborar. Sumado a esto, está la ausencia de planes para acercarles la actividad sanitaria, provocando que la tutela de la salud de los agricultores se realice por el médico de atención primaria, quien habitualmente no tiene la suficiente formación en salud ocupacional, ni el conocimiento de los riesgos profesionales del sector; lo que conlleva, a que no se realice una vigilancia de su salud específica en función de los riesgos de su trabajo y por tanto no se declaren las enfermedades profesionales.

**Tabla 2. Número y tasa de incidencia de enfermedades profesionales en agricultura en España en 2006 por sexo por 100.000 trabajadores.**

Enfermedades	Hombres		Mujeres		Total	
	N° Casos	Incidencia	N° de casos	Incidencia	N° de Casos	Incidencia
<b>Infecciosas</b>	10	3,1	0	0,0	10	2,2
<b>Neurológicas</b>	38	11,8	30	23,6	68	15,1
<b>De los órganos de los sentidos</b>	5	1,5	2	1,6	7	1,6
<b>Respiratorias</b>	5	1,5	2	1,6	7	1,6
<b>Cutáneas</b>	35	10,8	27	21,3	62	13,8
<b>Osteomusculares</b>	199	61,6	141	111,0	340	75,5
<b>Total</b>	311	90,3	200	157,5	492	109,3

Fuente: Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo<sup>34</sup>.

En Colombia, para abril de 2013, el Sistema General de Riesgos Laborales, había aprobado 167.788 accidentes de trabajo (AT), de los cuales el 4% se presentaron en este sector. Para un mejor análisis, se debe tomar en cuenta los datos del año 2012, donde 609.881 accidentes se presentaron en el sistema (tasa de 7,5 AT por cada 100 trabajadores), 48.957 accidentes (8% del total) convirtieron al sector de la agricultura en el de mayor siniestralidad, con una tasa de 15,9 accidentes por cada 100 trabajadores. De igual manera, para el 2012, en cuanto a la Enfermedad Laboral (EL), se calificaron un total de 9.524 casos, presentando una tasa de 117,7 enfermedades por cada 100.000 trabajadores. Las 1.044 calificadas en dicho año en el sector del agro (11% del total) también lo colocan como el de mayor siniestralidad, con una tasa de 339,2 enfermedades por cada 100.000 trabajadores. En abril de 2013 se habían aceptado 3.622, de la cuales 337 fueron del sector, con una tasa de 112,4 por 100.000<sup>35</sup>.

## 2. METODOLOGIA

Se realizó un estudio analítico observacional de corte transversal, sobre los cambios en la respuesta pupilar y movimientos oculares en un grupo de trabajadores del agro expuestos a Plaguicidas y su relación con síntomas neurotóxicos y personas normales, no expuestas a estos componentes.

La población objeto de estudio se localizó geográficamente en el municipio de Belén, Boyacá en edades comprendidas entre los 20-40 años, expuestos a plaguicidas. Personas del mismo grupo etario que no que se encuentren expuestos a este tipo de componentes.

La muestra seleccionada para la investigación se estimó con una potencia de 80% y un error tipo I de 5%, basada en dos estudios anteriores<sup>36-37</sup>, calculada según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\left[ z_{1-\alpha/2} \sqrt{2p(1-p)} + z_{1-\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)} \right]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

Obteniendo 20 casos y 20 controles.

Los participantes del grupo expuesto fueron 20 trabajadores del agro, que cumplieran con los criterios de inclusión adoptados para el estudio, seleccionados de fincas que empleen Plaguicidas en sus cultivos. Los participantes del grupo no expuesto fueron 25 personas. El número de participantes fue: 20 trabajadores del agro que emplearan plaguicidas y 25 personas no expuestas a estos.

Dentro de los criterios de inclusión para el grupo expuesto fue: 20-40 años de edad, trabajadores del agro que cultivaran en el municipio de Belén, Boyacá y que tuvieran contacto directo con Plaguicidas durante al menos 1 año; los criterios de exclusión para ambos grupos fueron: Quienes refirieron tener alteración o hubieran sido diagnosticados anteriormente con alteraciones en la motilidad ocular, respuesta pupilar y/o deficiencias neuroconductuales, al igual que enfermedades sistémicas,

enfermedades maculares y opacidades en córnea y/o cristalino; otro de los criterios excluyentes para el grupo no expuesto fue: la convivencia con alguna persona que trabajara o estuviera expuesta a Plaguicidas. Los criterios de inclusión para el grupo no expuesto fueron: 20-40 años de edad, personas que nunca hubieran trabajado o estado expuestas por periodos prolongados a algún pesticida.

Para la presente investigación, se realizó el respectivo procedimiento ético basados en Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) -Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos- y la resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. En este proceso se le explicó al sujeto a que se iba a someter, los riesgos y beneficios que podría tener y se le informo que contaba con la posibilidad de desistimiento, posteriormente, los consentimientos informados fueron firmados por todos y cada uno de los sujetos participantes de este estudio, una vez se les indico los procedimientos a los que serían sometidos asegurando su anonimato y confidencialidad de la información (Ver anexo C).

## **2.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Se empleó, el cuestionario modificado Q16, al igual que la historia clínica (HC) optométrica que contemplaba aspectos como: datos del paciente, agudeza visual, examen externo, fondo de ojo, refracción, prescripción final, valoración pupilar y motilidad ocular (Ver Anexo A).

Todas las funciones visuales fueron evaluadas binocularmente, en condiciones estandarizadas y por el mismo examinador. A los sujetos primero se les realizó un tamizaje visual, que abarcó una anamnesis exhaustiva, agudeza visual de lejos (Cartilla ETDRS de Good Lite a escala Logarítmica) y cerca (Cartilla de Inopto), biomicroscopía (con lámpara de hendidura Ezer), oftalmoscopía directa, retinoscopía (Estuche diagnóstico Welch Allyn) y subjetivo; a los sujetos que requerían corrección refractiva se les corrigió en su momento, con una montura de



pruebas, para la toma de los diferentes tests y posteriormente se les entregó la prescripción óptica a cada uno.

Se realizó el diligenciamiento del cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16, versión modificada utilizando escala de Likert, con el objetivo de controlar los efectos iniciales de la exposición a neurotóxicos, ya que como se ha mencionado, se han evidenciado diversas alteraciones y toxicidad en los sujetos que se encuentran expuestos a plaguicidas, al igual que interrupción de la integridad de la membrana celular y su función, disfunción mitocondrial, aumento en los niveles de radicales libres de oxígeno, disminución de los niveles de fosfatos de alta energía en el hipocampo y alteración en las características morfológicas del cerebro<sup>38</sup>.

Del mismo modo, se evaluó la respuesta pupilar con el Autorefractor Keratometer Huvitz HRK -7000 y el estado de motilidad ocular con el test de DEM. Las pruebas se llevaron a cabo después de realizársele a cada participante el tamizaje visual.

## **2.2. Cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16 versión modificada utilizando escala de Likert**

Se utiliza comúnmente para controlar los efectos iniciales de la exposición a neurotóxicos en las poblaciones trabajadoras.

Contiene 16 preguntas cortas sobre los síntomas comúnmente descritos por los trabajadores expuestos a solventes, como: “Tengo una memoria corta”, “A veces tengo sensación de hormigueo doloroso en alguna parte de mi cuerpo”, o “Siento que tengo menos sensibilidad o una pérdida completa de sensibilidad en algunas partes de los brazos o las piernas”. Estas preguntas son evaluadas de acuerdo con la escala de Likert. Considerando los puntajes: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (neutro), 4 (de acuerdo), 5 (totalmente de acuerdo).

Posteriormente, una vez el sujeto diligenció el cuestionario, se realizó la suma total de los valores, con el fin de categorizarlos dentro de los niveles de Neurotoxicidad, a saber: Bajo (16-32), Medio bajo (33-48), Medio alto (49-64) y Alto (65-80).

Cabe resaltar, que este cuestionario se encuentra validado en Colombia<sup>39</sup> y ha sido empleado en varios estudios Nacionales e Internacionales.

### **2.3 AUTOREFRACTOR KERATOMETER HUVITZ HRK -7000**

El Autorefractor Keratometer Huvitz HRK -7000 es un equipo, el cuál trae diversas herramientas que brindan diferentes medidas valiosas, entre ellas, la medida del diámetro pupilar; a partir de una imagen, en donde conteniendo una pupila ocular circular, se puede ubicar eficientemente la posición de está y medir su diámetro en milímetros.

Para la toma del diámetro pupilar, se le pidió al sujeto, una vez estuviese ubicado en el equipo, que observara el globo y la carretera que se veía al fondo, sin intentar aclarar la imagen, sino que estuviera completamente relajado y se procedió a realizar 3 tomas en cada ojo, con el fin de sacar el promedio de éstas, para obtener el dato final del tamaño pupilar de cada ojo; cabe resaltar que este procedimiento se realizó tanto en condiciones mesopicas, como escotopicas.

De igual manera, bajo está misma herramienta (tamaño pupilar), se llevó a cabo la toma correspondiente al tiempo de reacción pupilar, en dónde al paciente que estaba ubicado de la misma manera y con el mismo punto de fijación, se le hizo incidir un haz de luz, mientras el equipo, a través de la pantalla mostraba la contracción que sufría la pupila y la posterior dilatación para la recuperación de su tamaño habitual; este proceso se realizó 3 veces en cada ojo y fue grabado junto con la imagen de un cronometro que iba tomando el tiempo en milisegundos. Se hace importante señalar, que una vez obtenido el vídeo, se procedió a realizar la visualización del mismo con una aplicación, que permite hacerlo más lento, con el fin de evaluar los tiempos (desde la incidencia de la luz- hasta el punto de máxima contracción pupilar) y así poder sacar los tres valores, para promediarlos y obtener el valor final de cada ojo.

Cabe resaltar, que las pruebas mencionadas anteriormente, se les realizaron a todos los participantes en ambos ojos, posterior a esto se eligió el ojo, de cada uno de ellos, que menor tiempo de reacción y tamaño pupilar reportaba y este fue el dato que se tomó en cuenta para el resto de la investigación, ya que, se evidenció, que no había diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de ambos ojos.

Así mismo, se hace importante señalar, que para llevar a cabo las dos pruebas anteriormente descritas, previamente se realizó una prueba piloto, con el fin de evaluar el nivel de concordancia de éstas y así confirmar que fueran válidas, así pues, el resultado del coeficiente Kappa de Cohen en ambos casos fue de Kappa = 1, con un alfa de 0,05, lo que confirmó que los evaluadores estaban completamente de acuerdo y las pruebas eran repetibles.

#### **2.4 Developmental Eye Movement (DEM)<sup>40</sup>**

Para la aplicación del test se siguieron las instrucciones dadas por sus autores, primero se aplicó el pre-test, que permite indicar la forma adecuada de contestar el test; posteriormente se les presentaron los test A y B, los cuales presentan números en forma vertical para minimizar los requerimientos del ojo en forma horizontal y por último, se aplicó el test C, que presenta los números dispuestos horizontalmente para evaluar los movimientos sacádicos. Los datos se consignaron en el formato de historia clínica

La prueba fue de forma individual, en un lugar libre de distracciones, con buena iluminación. El sujeto estaba sentado cómodamente frente a una mesa, con los brazos sobre ella, en posición erecta y sin permitirle el movimiento de cabeza o cuerpo. Primero se le explicó el pre-test a cada sujeto, indicándole que: “lea los números claramente y en voz alta y lo más rápido que pueda, sin mover la cabeza, ni guiarse con el dedo”. Si el paciente no podía realizar el pre-test satisfactoriamente, el DEM no se aplicaba. Luego se aplicaron los sub-test A y B, se le pidió al paciente que leyera cuidadosamente los números hacia abajo, en las dos columnas, lo más rápido que pudiera, se le mostró el orden de la lectura colocando el dedo al principio de la primera columna y se desplazó hacia abajo, se

repitió lo mismo para la columna de la derecha. Se le pidió que no utilizara los dedos para la lectura y que no moviera la cabeza. Para la aplicación del test C se le pidió que leyera cuidadosamente los números de cada fila, se solicitó que leyera lo más rápido sin utilizar su dedo y sin mover la cabeza, se le colocó el dedo en el primer número y se desplazó de izquierda a derecha sobre el primer renglón, para indicar la dirección de la lectura.

Una vez el sujeto empezaba con la lectura de los números, se activaba el cronómetro, al terminar la lectura de cada sub-test se desactiva; se anotó el tiempo empleado en la hoja de evaluación, en la columna correspondiente para cada sub-test. Para el test C se tuvieron en cuenta los errores cometidos por cada sujeto.

Puntajes:

- ✓ Tiempo vertical: Es la suma de los test A y B. Este determina la automaticidad de la habilidad para nombrar números, requiere un nivel de control oculomotor que implica la utilización de la memoria a corto plazo, la atención, y la memorización. En la lectura que se realiza en forma vertical tienen poca intervención los M.O.M.
- ✓ Tiempo horizontal: Es el tiempo empleado en el test C, se debe tener en cuenta el número de errores. Se calcula mediante la siguiente fórmula:  $\text{Tiempo horizontal} = \text{tiempo test C} \left( \frac{80}{80 - o + a} \right)$ . C= Test C o= Omisión a= Adición Este evalúa la habilidad para nombrar números en sentido espacial horizontal, en donde los M.O.M. intervienen de manera importante.
- ✓ Radio: Se determina al dividir el tiempo horizontal sobre el tiempo vertical. Representa una conveniencia métrica para evaluar el tiempo horizontal y el vertical simultáneamente.
- ✓ Total errores: Es igual a (s+o+a+t errores). S: Sustitución. O: Omisión. A: Adición. T: Trasposición.

En la metodología anterior, se detalla cómo se eligieron los participantes del estudio, se explica de manera precisa, el desarrollo de las pruebas clínicas y los equipos

empleados para cada una de ellas; de igual manera, se describe el proceso de recolección de los datos obtenidos en los dos grupos de participantes.

En el siguiente capítulo se podrán encontrar los datos obtenidos en cada una de las pruebas realizadas, los análisis de los mismos y la correlación entre las diferentes variables.

### 3. RESULTADOS

La muestra obtenida del grupo control fue: 25 sujetos (11 mujeres y 14 hombres), cuya edad media fue de 27 años y con una desviación estándar (SD) de  $\pm 7,05$ .

En el grupo con exposición a Plaguicidas los 20 sujetos fueron hombres y la edad media fue 31 (SD  $\pm 5,68$ ).

Como se mencionó anteriormente, cada uno de los participantes diligenció el cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16 versión modificada utilizando escala de Likert, validado en Colombia<sup>39</sup> y empleado en varios estudios Nacionales e Internacionales (Ver anexo B).

En este cuestionario, cada sujeto respondió, 16 preguntas cortas sobre los síntomas comúnmente descritos por los trabajadores expuestos a solventes, como: “Tengo una memoria corta”, “A veces tengo sensación de hormigueo doloroso en alguna parte de mi cuerpo”, o “Siento que tengo menos sensibilidad o una pérdida completa de sensibilidad en algunas partes de los brazos o las piernas”. Estas preguntas fueron evaluadas de acuerdo con la escala de Likert. Considerando los puntajes: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (neutro), 4 (de acuerdo), 5 (totalmente de acuerdo).

A continuación, se presentan los valores promedio de los participantes de los dos grupos:

El promedio del puntaje total del cuestionario para el grupo control fue de 25,64 (SD $\pm 8,58$ ). Categorizándolos dentro del grupo de nivel de neurotoxicidad bajo. (Ver Figura 1 A). Mientras que el grupo expuesto obtuvo un promedio de 49,85 (SD $\pm 8,94$ ), es decir poseen un nivel de neurotoxicidad medio alto. (Ver Figura 1 B)

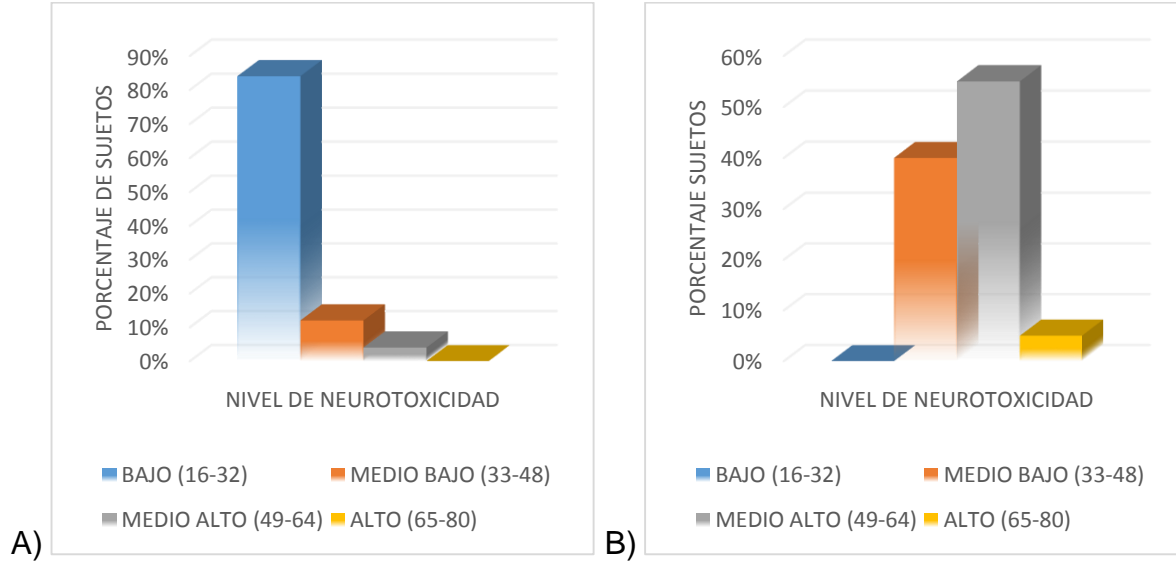


Figura 1. Comparación de los niveles de Neurotoxicidad A) Grupo control B) Grupo expuesto

Por otro lado, el promedio de años de exposición de los trabajadores del agro en contacto con plaguicidas fue de 12,6 años (SD  $\pm 5,10$ ), evidenciándose que el periodo de exposición en el que se encuentran el mayor número de trabajadores es el comprendido entre 6 a 15 años (Ver figura 2).

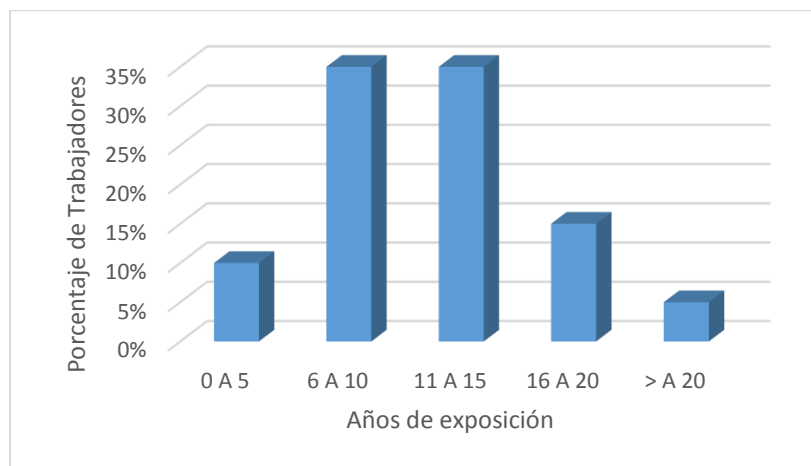


Figura 2. Años de exposición de los trabajadores expuestos a plaguicidas

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, arrojando valores de significación desde 0,063 hasta 0,978, que evidencia normalidad en los datos de tamaño pupilar, tiempo de reacción pupilar y neurotoxicidad.

Se realizó una prueba T-Student para muestras independientes, encontrándose diferencia clínica y estadísticamente significativa en los valores de tamaño pupilar, tanto en condición mesopica como escotopica, del grupo control con respecto a los del grupo expuesto (Ver tabla 3), de igual manera que el tiempo de reacción pupilar (t:-3,21; Sig. (bilateral) ,003; diferencia de medias: -,27).

Tabla 3. Valores de las diferencias estadísticamente significativas del tamaño pupilar con T-Student.

<b>Condición</b>	<b>t</b>	<b>Sig.(bilateral)</b>	<b>Diferencia de medias</b>
Mesopica	2,85	,007	,51
Escotopica	4,24	,000	,90

El promedio de tamaño pupilar en condiciones mesopicas fue de 5,00mm (SD±0,70), para el grupo control; mientras que para el grupo expuesto fue de 4,17mm (SD±0,45). Bajo condiciones escotopicas, el grupo control contó con un promedio de tamaño pupilar de 6,09mm (SD±0,42); mientras que en el grupo expuesto fue de 5,32mm (SD±0,64) (ver figura 3). Por otro lado, el promedio del tiempo de reacción pupilar en el grupo control fue de 1,32 segundos (SD±0,23); mientras para el grupo expuesto fue de 1,59 segundos (SD±0,31) (ver figura 4).



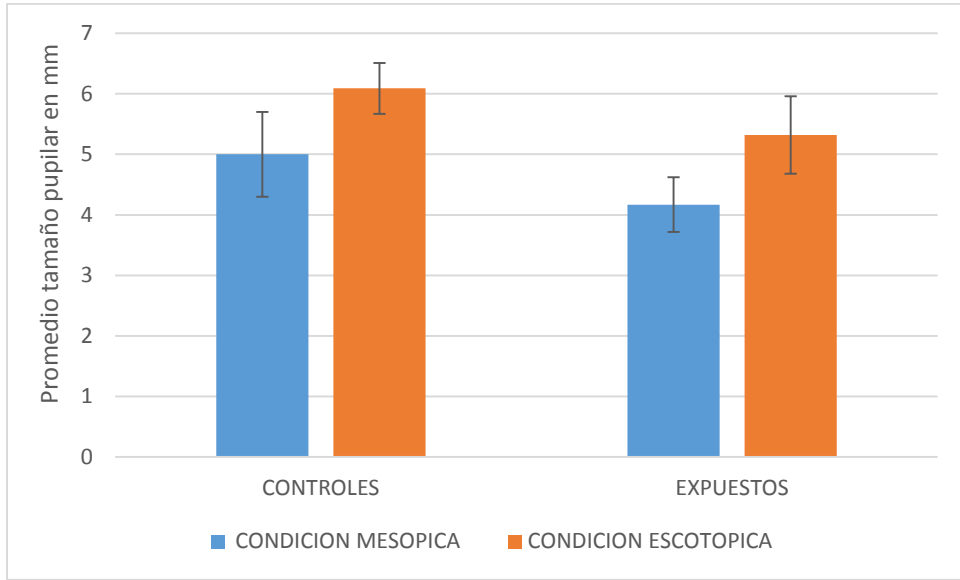


Figura 3. Comparación del tamaño pupilar entre el grupo control y el grupo expuesto

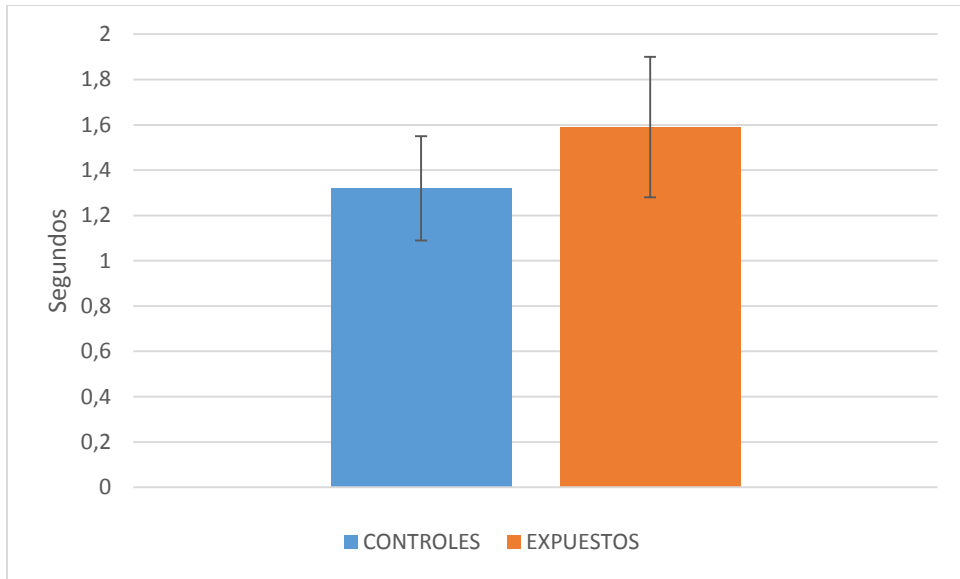


Figura 4. Comparación del tiempo de reacción pupilar entre el grupo control y el grupo expuesto

En cuanto a los valores del DEM, dado que no se encontró una distribución normal con la prueba de Shapiro-Wilk, se llevó a cabo la prueba de U de Mann Whitney, donde a través de ella, se pudo evidenciar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de tiempo vertical, tiempo horizontal ajustado y errores totales, del grupo control comparado con los valores del grupo expuesto (Ver tabla 4).

Tabla 4. Valores de las diferencias estadísticamente significativas para el test de DEM con U de Mann Whitney.

<b>Valor</b>	<b>Z</b>	<b>Sig.(bilateral)</b>	<b>U de Mann Whitney</b>
Tiempo vertical	-5,43	,000	12,000
Tiempo horizontal ajustado	-5,12	,000	25,500
Errores totales	-3,77	,000	95,500

En el test de DEM el grupo expuesto, presentó un promedio de 36,48 segundos (SD±7,71) en el puntaje vertical, 39,37 segundos (SD±6,74) en el tiempo horizontal ajustado, 1,09 (SD± 0,11) para Radio, 1,75 (SD±1,61) errores totales. Mientras que en el grupo control, presentó los siguientes promedios, de 27,05 segundos (SD±2,25) en el puntaje vertical, 29,09 segundos (SD±3,08) en el tiempo horizontal ajustado, 1,08 (SD± 0,10) para Radio, 0,56 (SD±0,65) errores totales. (Ver figura 5)

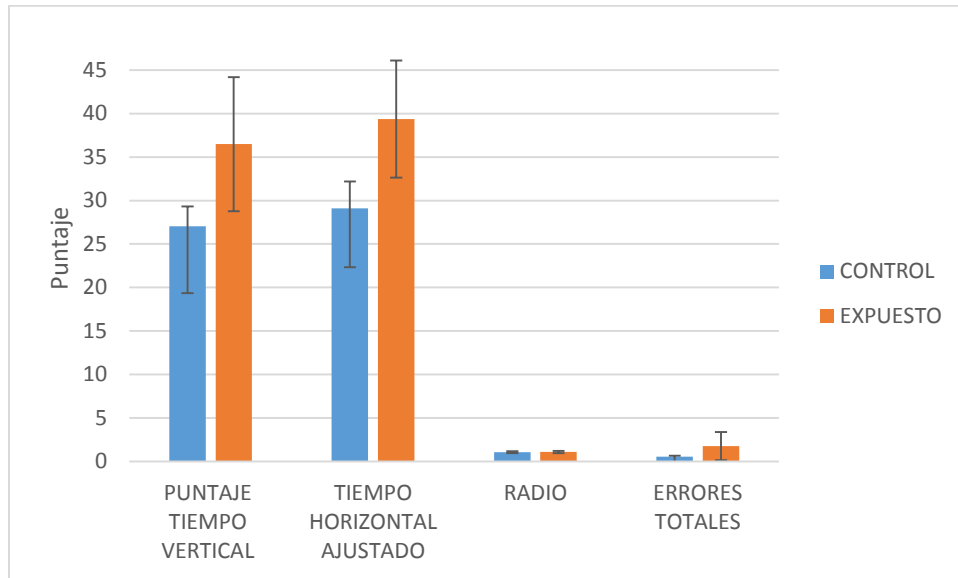


Figura 5. Comparación de los resultados del DEM entre el grupo control y el grupo expuesto

Se realizaron correlaciones bivariadas de datos con el coeficiente de Pearson, arrojando la siguiente información, para las variables que mostraron correlaciones significativas en el grupo expuesto:

Existe una correlación lineal negativa moderada significativa  $r=-0.477$  ( $p=.034$ ), para el valor de años de exposición con respecto al valor del tamaño pupilar en condición mesopica.

En cuanto a la correlación de los años de exposición con los datos del DEM y el tiempo de reacción pupilar, no se evidenció ninguna correlación significativa.

De igual manera, también se llevó a cabo el coeficiente de correlación de Spearman, para el análisis de los niveles de Neurotoxicidad, con las demás variables, obteniendo:

En lo referente a los valores del DEM, la correlación es significativa en el nivel de 0,01 (bilateral) con el puntaje de tiempo vertical, el tiempo horizontal ajustado y los errores totales.

Con relación al tiempo de reacción pupilar y tamaño pupilar, la correlación también resultó ser significativa en el nivel de 0,05 (bilateral) y en el nivel de 0,01, respectivamente.

Por el contrario, en cuanto a los años de exposición no se encontró ninguna correlación.

El apartado anterior, refleja de manera organizada todos los datos obtenidos durante el desarrollo de la investigación, para brindarle al lector información completa sobre los parámetros abordados en este estudio. Al igual que logra ubicarlo dentro de un contexto estadístico por medio del análisis y correlación de variables.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos confrontados con lo planteado por otros autores en diferentes investigaciones. Se plasmaran las coincidencias y diferencias de los mismos, buscando explicación a cada uno de los hallazgos del presente estudio.

#### 4. DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, la muestra obtenida del grupo control fue: 25 sujetos (11 mujeres y 14 hombres), mientras en el grupo con exposición a Plaguicidas los 20 sujetos fueron hombres. Sin embargo, este aspecto, no genera ningún tipo de alteración y/o factor de confusión en los resultados, si nos basamos, en el estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos de Cárdenas O., et ál. donde observaron con relación al sexo, que tanto hombres como mujeres poseen el mismo riesgo de exposición<sup>5</sup>.

Así pues, el promedio de años de exposición de los trabajadores del agro en contacto con plaguicidas fue de 12,6 años (SD  $\pm 5,10$ ), variable que obtuvo una correlación lineal negativa, moderada significativa con relación al tamaño pupilar en condiciones mesopicas; estos resultados, se respaldan con las principales manifestaciones de intoxicaciones agudas por exposición a Organofosforados, que se habían descrito anteriormente, consecuencia directa de la inhibición de la actividad de la AChE ejercida por estos compuestos<sup>3-6</sup>.

De igual manera, se encontró una diferencia clínica y estadísticamente significativa en los valores de tamaño pupilar, sin importar las condiciones de luminosidad, haciéndose evidente un tamaño pupilar menor, en los trabajadores del agro expuestos a plaguicidas, que en la muestra control; esto se puede sustentar con las alteraciones que se llegan a presentar a nivel muscarínico y del SNC, por la acumulación de la acetilcolina en los receptores<sup>13</sup>, así mismo, recordemos, que dentro de los signos del síndrome muscarínico, en plaguicidas, se ha reportado constricción del esfínter del iris y músculo ciliar, que cursa con miosis y parálisis de la acomodación<sup>18-22</sup>.

Basados en lo anterior, podemos sustentar y respaldar otro de los hallazgos, el que el tiempo de reacción pupilar en el grupo control fuera menor que en el grupo expuesto; sin embargo, los valores para juntos grupos, concuerdan con lo establecido para el período de latencia de la reacción a la luz, el cual es relativamente prolongado; con una luz muy brillante, como la que se hizo incidir en los sujetos, el período de latencia puede ser de aproximadamente 0,2 segundos y a medida que se reduce el estímulo, dicho período se prolonga y puede aproximarse a 0,5 segundos<sup>41</sup>, como se evidenció en la toma y en los resultados del estudio.

Por otro lado, los hallazgos del cuestionario modificado Q16, mostraron una correlación significativa con el tamaño y tiempo de reacción pupilar, al igual que los valores del DEM (puntaje vertical, tiempo horizontal ajustado y errores totales); estos resultados no se han informado anteriormente; sin embargo, estos resultados se pueden deber a que el primer efecto bioquímico asociado con la toxicidad de los plaguicidas es la inhibición de la AChE, independientemente de la gravedad de los efectos anticolinesterásicos, después de cierto tiempo pueden aparecer signos y síntomas de neurotoxicidad retardada<sup>42</sup>.

De igual manera, los receptores de AChE son de dos tipos: nicotínicos y muscarínicos, como se mencionó anteriormente, la estimulación continuada de los receptores muscarínicos por la inhibición de la enzima AChE, produce síntomas o signos de envenenamiento colinérgico, dentro del que se encuentra la constricción de pupilas; mientras la estimulación de receptores nicotínicos (en las uniones neuromusculares) causa debilidad muscular<sup>43-44</sup>, lo que respaldaría y sustentaría dichos hallazgos.

Se hace importante señalar, que la puntuación de este cuestionario, fue mayor en los trabajadores del agro (49,85), que en los controles (25,64), categorizando al grupo expuesto en el nivel de neurotoxicidad medio alto, lo que sugiere que la exposición a los plaguicidas está asociada positivamente con los síntomas neurotóxicos; recordemos que Cárdenas, O, et ál<sup>5</sup> los describió como compuestos de amplio espectro que, al igual que en otros países, son introducidos a la agricultura y en los lugares de trabajo causando enfermedades entre los

trabajadores que los manipulan, mezclan y aplican, ya que son fácilmente absorbidos por la piel y por vía respiratoria, siendo principales rutas de exposición; así mismo, Baro J, et ál<sup>6</sup> explicó que la toxicidad de estos compuestos también puede ser directa, es decir, sobre tejido; por inhibición de colinesterasas; neurotoxicidad retardada por inhibición de la esterasa neurotóxica.

En lo que refiere, al test de DEM, como se mencionó anteriormente, evalúa la motilidad ocular, principalmente la calidad de los movimientos sacádicos de pequeña amplitud, además de poder observar si hay dificultades en el procesamiento de decodificación fonológica o procesamiento automático.

Por lo anterior, es importante recordar, que dentro de los movimientos para el desplazamiento de la mirada, encontramos los sacádicos, los cuales son cambios bruscos o repentinos de fijación. Para ser conscientes de este tipo de movimiento ocular, se debe mantener fija la cabeza y marcar la atención sobre un punto del espacio situado lateralmente<sup>45</sup>. La mayoría de los movimientos sacádicos, se realizan para desplazar la mirada desde un punto de interés a otro punto situado fuera del campo de visión central. Antes de ejecutar la sacada, el estímulo presente en el punto periférico no es percibido con detalle<sup>46</sup>.

Así pues, la información espacial y la atención son fundamentales para orientar la sacada, y funciones cognitivas que se integran en el cortex parietal posterior (área 7)<sup>47</sup>. Por ende, cuando la fijación se encuentre establecida en el nuevo punto, los mecanismos de la visión central en la corteza estriada y las áreas asociativas visuales occipitotemporales empiezan a trabajar para realizar el análisis visual detallado (forma, color, etc.) del objeto allí presente<sup>46</sup>.

Basados en esto, podemos explicar otro de los hallazgos del presente estudio, que evidencia una diferencia clínica y estadísticamente significativa de los valores del test de DEM, en el grupo control comparado con los del grupo expuesto. Donde los trabajadores del agro, reportaron un tiempo mucho más largo y/o demorado tanto en el puntaje vertical, como en el tiempo horizontal ajustado y presentaron un número mayor de errores totales.

Por consiguiente, se puede pensar que dicho resultado, se deba a lo citado anteriormente, pues bien, recordemos que dentro de las alteraciones que se han reportado debido a la exposición a plaguicidas, está la disminución de los niveles de fosfatos de alta energía en el hipocampo y alteración en las características morfológicas del cerebro<sup>38</sup>, sumado a esto, el estudio publicado por la Universidad de Dakota del Norte en el 2006, concluye que los plaguicidas pueden dañar las mismas áreas del cerebro que las afectadas en el caso de la epilepsia, de la enfermedad de Parkinson y del Alzheimer<sup>48</sup>. Recordemos que en estas tres condiciones, las personas que las padecen, tienden a cursar con una alteración motora, en unas más marcadas que en otras, pero al final, sufriendo una afectación en el funcionamiento de este sistema<sup>49-51</sup>.



## 5. CONCLUSIONES

Como resultado de las pruebas realizadas en este estudio, se pudo establecer que existe una diferencia clínica y estadísticamente significativa, en el grupo de trabajadores del agro expuestos a plaguicidas con relación al grupo control, en cuanto al tamaño pupilar, tanto en condiciones mesopicas como escotopicas y en el tiempo de reacción pupilar. De igual manera, con los valores del DEM (tiempo vertical, tiempo horizontal ajustado y en los errores totales), donde se evidenció diferencia estadísticamente significativa en del grupo expuesto con relación a los no expuestos. Por otra parte, se halló una correlación lineal negativa moderada significativa, entre los años de exposición de los trabajadores expuestos a plaguicidas con respecto al tamaño pupilar, sin embargo, no se observó una relación directa con los valores del test de DEM, el tiempo de reacción pupilar, ni los niveles de neurotoxicidad; por lo que se podría indicar que los años de exposición no influyen para todas las variables contempladas en la investigación. Por último, en cuanto al análisis de los niveles de Neurotoxicidad, con las demás variables, se evidenció correlación significativa en el nivel de 0,01, en lo referente a los valores del DEM y tamaño pupilar y en el nivel de 0,05, con relación al tiempo de reacción pupilar. Sumado a esto, el Cuestionario Modificado Q16 permitió establecer que los trabajadores del agro presentan un nivel de neurotoxicidad medio alto.

## 6. RECOMENDACIONES

Se sugiere, en los próximos estudios, tomar una muestra mucho más amplia, que permita reflejar de una mejor manera las correlaciones y las diferencias significativas entre las variables. Así mismo, sería interesante cruzar los hallazgos de la presente investigación, con los obtenidos en el gran estudio de cognición visual y evaluación de las funciones ejecutivas (Evaluación de los riesgos en la salud humana, animal y ambiental en los sistemas de producción agropecuaria por el uso de agroquímicos), con el fin de correlacionar los resultados y realizar un mejor análisis de los mismos. De igual manera, se hace indispensable realizar investigaciones futuras que permitan obtener mayores resultados y ampliar el conocimiento sobre el tema, para adoptar políticas y acciones que protejan a los trabajadores del agro en el ejercicio de sus funciones y a la población en general con respecto a la exposición a Plaguicidas. Por último, se recomienda desde el campo de las Ciencias de la Salud y la salud ocupacional, realizar campañas de promoción y prevención, que eduquen e instruyan a los trabajadores del agro, sobre los cuidados e importancia del uso de elementos de protección personal, con el fin de mitigar los efectos que generan los plaguicidas sobre su estado de salud.

## 7. REFERENCIAS

1. Varona M., Castro R., Páez M., Carvajal N, Barbosa E., et ál. Impacto En La Salud Y El Medio Ambiente Por Exposición A Plaguicidas E Implementación De Buenas Prácticas Agrícolas En El Cultivo De Tomate, Colombia, 2011. *Rev Chil Salud Pública*. 2012; 16 (2): 96 -106
2. Leotau R., Pacheco M., Tavera C. Intoxicación por organofosforados con necesidad de altas dosis de atropina y administración tardía de oximas. Caso Clínico, *Med UNAB*. 2010.
3. Fernández A., Mancipe L., Fernández D. Intoxicación por Organofosforados. *Revista Med*. 2010; 18 (1):84-92.
4. Karami-Mohajeri S, Abdollahi M. Toxic influence of organophosphate, carbamate, and organochlorine pesticides on cellular metabolism of lipids, proteins, and carbohydrates: a systematic review. *Hum Exp Toxicol* 2011;30(9):1119-40.
5. Cárdenas, O, Silva, E, Morales, L, Ortiz, J. Estudio epidemiológico de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en siete departamentos colombianos, 1998-2001. *Biomédica* [Internet]. 2005;25(2):170-180. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84325203>
6. Baro J., Omar C., Puiguriquer J., Coll I., Barceló B., Castanyer T. Revisión de las intoxicaciones graves por insecticidas organofosforados atendidas en un período de 11 años (1996-2006). *Emergencia* 2008, 20:207-11.
7. Eddleston M, Buckley N, Dawson A. Management of acute organphosphorus pesticide poisoning. *Lancet* 2008; 371: 597-607.

8. OPS. Situación Epidemiológica de las Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas en el Istmo Centroamericano, 1992-2000. Boletín Epidemiológico 2002;23(3).
9. Combariza D, Varona M, Vélez M, Arque A. Guía de atención integral en salud ocupacional basada en la evidencia para trabajadores expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (organofosforados y carbamatos). (Gatiso-PIC). 2007; P13
10. González Vides Guillermo. INTOXICACION POR PLAGUICIDAS: CASUÍSTICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL CARIBE Y DE LA CLINICA UNIVERSITARIA SAN JUAN DE DIOS DE CARTAGENA. 2009–2010. BOGOTA D.C. 2011; p.85
11. Instituto Nacional de Salud Colombia- Subdirección de Vigilancia y Control. Intoxicación Aguda por Plaguicidas. Primer Semestre de 2007. <http://www.ins.gov.co/index.php?idcategoria=1470>
12. Ospina J, Manrique-Abril F, Arizaq N. Intervención educativa sobre los conocimientos y prácticas referidas a los riesgos laborales en cultivadores de papa en Boyacá Colombia. Revista de Salud Pública 2009; 11(2)
13. Samaniego Parra Carlos. Determinación de los niveles de colinesterasa eritocitaria en trabajadores de la finca florícola flor de Azama expuestos a pesticidas organofosforados. Universidad Nacional de Chimborazo. Ecuador, 2011; p.32.
14. Obiols Quinto Jordi. Plaguicidas organofosforados (II): toxicodinamia y control biológico. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España.1999
15. Doherty, J. D. Screening pesticides for neurophatogenicity. Journal of Biomedicine and biotechnology, 2006. 10, 1-13.

16. Ruíz A., Nieto F., Aznar S., Colomina, M., Sánchez F. Cognitive and histological disturbances after chlorpyrifos exposure and chronic AB(1-42) infusions in Wistar rats. *Neurotoxicology*, 2011. 32, 836-844.
17. Rueda García Patricia. Neurotoxicidad de los organofosforados y su interacción con enfermedades degenerativas. Universidad de Almería. 2013. Obtenido de: <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2524/Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. A Ferrer. Intoxicación por plaguicidas. *ANALES Sis San Navarra* 2003; 26 (Supl. 1): 155-171.
19. Huerta A., Delgado P. Plaguicidas: Neurotoxicidad y vigilancia de la salud. Centro Nacional de Medios de Protección. Sevilla-INSHT 2000; 8: p. 4 -14.
20. Fernández I, Roma FJ. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do Municipio de Patydo Alferes, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica* 2004;20(1):180-186.
21. Strong LL, Thompson B, Coronado GD, Griffith WC, Vigoren EM, Islas I. Health symptoms and exposure to organophosphate pesticides in farm workers. *Am J Ind Med* 2004;46:599-606.
22. Palacios-Nava ME. Aplicación de un instrumento para evaluar exposición a plaguicidas organofosforados, efectos agudos y subagudos en la salud de trabajadores agrícolas. *Rev Fac Med UNAM* 2003; 46:22-27.
23. Kern, J.; J. Mustajbegovic; E. Schachter; E. Zuskin; M. Vrcic y Z. Ebling. "Respiratory Findings in Farmworkers", *J. Occup Environl Med.* 2000 43 (10): 905-913.

24. Pilkington, A.; D. Buchanan; A. Jamal; R. Gilham; S. Hamsen y M. Kidd. "An Epidemiological Study of the Relations Between Exposure to Organophosphate Pesticide and Indices of Chronic Peripheral Neuropathy and Neuropsychological Abnormalities in Sheep Farmers and Dippers", *Occ Environ Med.* 2001. 58 (11): 702- 714.
25. Gutiérrez Beltrán, M. La Pupila. Anatomía-Fisiología-Patología. Universidad Nacional.1989.1ª. Edición. Bogotá.
26. Belen-boyaca.gov [internet]. Colombia. Sitio oficial de Belén en Boyacá [actualizado el 10 de Febrero 2014; citado 4 abril 2018] Disponible en: [http://www.belen-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.belen-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)
27. Datos.gov [internet] Colombia. Cadena Productiva Papa - Area, Producción Y Rendimiento [citado 4 abril 2018] Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Cadena-Productiva-Papa-Area-Produccion-y-Rendimiento/pnsj-t3kh/data>
28. Espinal CF, Martínez CH, Pinzón RN, Barrios UC. La Cadena de la papa en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. 2006. Doc trabajo No. 100
29. IFPRI (El instituto internacional de investigación sobre Políticas Alimentarias). Visión 2020. Raíces y tubérculos para el siglo XXI: tendencias, proyecciones y opciones
30. IICA. La Competitividad de las Cadenas Agroproductivas en Colombia: análisis de su estructura y dinámica. Biblioteca Venezuela. 2004.
31. Espinal CF, Martínez H. La Cadena de papa en Cundinamarca frente a las negociaciones comerciales hemisféricas. Corporación Latinoamericana Misión Rural, Gobernación de Cundinamarca. 2003. Bogotá

32. Martínez L. El recurso hídrico en el cultivo de papa: implicaciones socioculturales y ambientales. *Revista Trabajo Social*. 2014; (16) 205-219
33. Ramírez MF, Fournier LM, Ruepert C, Hidalgo AC. Uso de agroquímicos en el cultivo de papa en Pacayas, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 2014. 25(2), 339-345.
34. Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Enfermedades profesionales de los agricultores. Grupo de trabajo "Sector Agrario", Octubre 2008.
35. Aristizabal Juan Carlos. Riesgos Laborales y el agro Colombiano. *Revista Fasecolda*. Diciembre, 2015. Disponible en: <http://www.fasecolda.com/files/1814/4909/2479/Aristizabal.2012.RiesgosLaboralesyelagrocolombiano.pdf>
36. Jiménez Barbosa I, et ál. Efecto de la neurotoxicidad en la función visual de trabajadores de lavado en seco. *Ciencia & Tecnología Para La Salud Visual Y Ocular*. 2012; 10(1).
37. Donoghue, A. Michael MB et ál. Contrast Sensitivity in Organic-Solvent-Induced Chronic Toxic Encephalopathy. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*. December 1995; 37(12).
38. Divya M., Shashi K., Swati A., Vinod P., Rajnish K. Prenatal Carbofuran Exposure Inhibits Hippocampal Neurogenesis and Causes Learning and Memory Deficits in Offspring. *Toxicological Sciences*. 2012; 127(1): 84–100
39. Jiménez Barbosa, Ingrid Astrid; KHUU, Sieu; YING BOON, Mei. Modificación del cuestionario de síntomas neurotóxicos (Q16). *Ciencia & Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, [S.I.], v. 9, n. 1, p. 19-37, July 2011

40. Murillo González Katia Lorena. Verificación de estándares de normalidad de los movimientos sacádicos mediante el test de DEM en una muestra de niños de 7 a 9 años de edad emétopes, sin estrabismo en la ciudad de Bogotá. Universidad de La Salle, 2007.
41. Gutiérrez Beltrán Miguel S. La pupila. Universidad Nacional. 1989, 1ª Edición.
42. Menéndez Díez Faustino. Higiene Industrial. Lex Nova, 2009; 9 ed. Tema 10: 453-502.
43. Hurtado Clavijo Carlos M., Gutiérrez de Salazar Myriam. Enfoque del paciente con intoxicación aguda por plaguicidas organofosforados. rev.fac.med. 2005 vol.53 no.4
44. Virú Loza Manuel André. Manejo actual de las intoxicaciones agudas por inhibidores de la colinesterasa: conceptos erróneos y necesidad de guías peruanas actualizadas. An Fac med. 2015;76(4):431-7
45. Pons Moreno Álvaro M., Martínez Verdú Francisco M. Fundamentos de Visión Binocular. Universidad de Valencia. 2004.
46. Gila L., Villanueva A., Cabeza R.. Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2009 [citado 2018 Jun 15] ; 32( Suppl 3 ): 9-26. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000600002&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600002&lng=es)
47. Pierrot-Deseilligny C. Circuits oculomoteurs centraux. Rev Neurol 1985; 141: 349-370.
48. Carreño P. T., Alarcón R.R., Mullor M.M., Ventura A. Neurotoxicidad por exposición crónica a plaguicidas: Parkinson y Alzheimer. ORP 2008.



49. Pérez Romero A., González Garrido S. La importancia de los síntomas psicológicos y conductuales (SPCD) en la enfermedad de Alzheimer. Sociedad Española de Neurología. 2016.
50. Olmos H. Adriana, et ál. La Epilepsia como un problema de discapacidad. Investigación de discapacidad. 2013, Vol. 2, Núm. 3 pp 122-130.
51. Parra, N. Fernández, J. Martínez, O. Consecuencias de la enfermedad de Parkinson en la calidad de vida. Revista Chilena de Neuropsicología. 2014, Vol. 9, Núm.1-2, pp. 30-35.

## ANEXO A

HISTORIA CLINICA DE OPTOMETRIA						
APLICACIÓN EN EL TRABAJO DE GRADO						
Efectos de los Plagucidas en la respuesta pupilar y motilidad ocular en trabajadores del agro						
		FECHA		HORA		
				CODIGO		
EDAD		FECHA DE NACIMIENTO		SEXO	OCUPACION	
DIR.			ESTADO CIVIL		TELEFONO	
TIPO ASEGURAMIENTO			ENTIDAD:		FECHA ULTIMO CONTROL	
AÑOS DE EXPOSICION			PLAGUICIDA QUE EMPLEABA		FECHA SUSPENSIÓN	
REEMPLAZO			TIEMPO DE USO		CADA CUÁNTO FUMIGA	
ANTECEDENTES						
AGUDEZA VISUAL				PH	RX USA:	
SC VL OD	VP	CC VL OD	VP	OD	OD	
OI	VP	OI	VP	OI	OI	
OBSERVACIONES						
EXAMEN EXTERNO				FONDO DE OJO		
OD	NORMAL	ANORMAL		OD	NORMAL	ANORMAL
OBSERVACIONES				OBSERVACIONES		
OI	NORMAL	ANORMAL		OI	NORMAL	ANORMAL
OBSERVACIONES				OBSERVACIONES		
MOTILIDAD OCULAR	CVT	VL			PPC	
		VP				
AUTOREFRACCION		AV		SUBJETIVO		AVCC
OD				OD		
OI				OI		
PRESCRIPCION FINAL					AV VL	AV VP
OD						DNP
OI						
PUPILA						
	Tamaño			MESOPICA	ESCOTOPICA	
		OD				
		OI				
	Tiempo reacción pupilar			TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3
		OD				
		OI				
<small>OD: ojo derecho, OI: ojo izquierdo, AV: Agudeza Visual, SC: sin corrección, CC: con corrección, VL: visión lejana, VP: visión proxima.            CVT: Cover Test, PPC: Punto Proximo de Convergencia, DNP: Distancia Naso- Pupilar</small>						

**ANEXO B**  
**CUESTIONARIO Q16 MODIFICADO**

N°	AFIRMACIÓN	ESCALA				
		Fuertemente en desacuerdo	Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Fuertemente de acuerdo
1	Tengo memoria a corto plazo					
2	Mis familiares y/o amigos me han dicho que soy olvidadizo					
3	Olvido las actividades que considero importantes					
4	Generalmente es difícil comprender las noticias, programas, o series de ficción que veo en TV o escucho en la radio					
5	Tengo problemas para concentrarme					
6	A menudo me siento irritado sin razón					
7	A menudo me siento deprimido o triste sin una razón particular					
8	Tengo problemas para decidir hacer las cosas que sé que debo hacer					
9	Me siento anormalmente cansado					
10	Algunas veces siento presión sobre mi pecho					
11	He sentido que me caigo de repente mientras estaba sentado o caminando					
12	A menudo siento hormigueo doloroso en alguna parte de mi cuerpo					
13	Tengo problemas abotonando y desabotonando mis prendas de vestir					
14	Siento que he perdido fuerza en mis brazos y piernas					
15	Siento que tengo menos sensibilidad o he perdido completamente sensibilidad en algunas partes de mis brazos o piernas					
16	A menudo me despierto y luego tengo problemas para conciliar el sueño nuevamente					

## ANEXO C

Universidad De La Salle

Centro de Investigación en Salud y Visión CISVI

Consentimiento informado para participar en la investigación sobre:

### EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA RESPUESTA PUPILAR Y MOTILIDAD OCULAR EN TRABAJADORES DEL AGRO

#### Introducción

El propósito del presente documento es informarme sobre los aspectos más importantes del estudio al que estoy siendo invitado(a) a participar y busca aclarar las dudas que puedan surgir. Los investigadores estarán atentos para resolver cualquier inquietud.

Es importante leer este documento de forma completa, detallada y comprensiva.

Se me entregará una copia firmada de este documento y la copia de la carta de derechos como sujeto de investigación.

#### Propósito y contexto

La investigadora principal es Daniela Grajales Herrera Optómetra. Celular: 3044612109, Correo electrónico: dgrajales02@unisalle.edu.co.

El lugar de realización del estudio es: Región Cundiboyacense

El presente estudio es respaldado por Universidad de La Salle y cuenta con el aval del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de La Universidad de La Salle. El proyecto es financiado por Universidad de La Salle.

**El propósito** de esta investigación es: Determinar los cambios en la respuesta pupilar y movimientos oculares en un grupo de trabajadores del agro expuestos a los Plaguicidas y su relación con síntomas neurotóxicos

Estoy siendo convocado(a) a participar en este estudio:

Como controles porque: soy hombre o mujer entre 20-40 años de edad y no he tenido ningún tipo de contacto con organofosforados y/o plaguicidas, ni convivo o tengo algún tipo de relación con alguna persona que trabaje o está expuesta a los plaguicidas.

Como caso porque: Trabajo en actividades del agro fumigando con Plaguicidas u Organofosforados hace más de un año, soy hombre o mujer entre 20-40 años de edad.

### **Participación voluntaria y derecho a negarse o retirarse**

Mi participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Puedo elegir participar o no en ella. Puedo cambiar de idea y dejar de participar en esta, aun cuando haya aceptado antes. De ser así, informaré oportunamente a los investigadores quienes destruirán la información o muestras que hayan obtenido de mí.

### **Procedimientos y protocolo**

Si acepto ser participante de la investigación mi colaboración consistirá en lo siguiente:

- Responder el cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16 modificado: El cual consta de 16 preguntas cerradas.
- Examen completo de optometría que consta de: una serie de preguntas acerca de signos, síntomas, antecedentes personales y/o familiares, toma de visión de lejos y cerca, valoración de las estructuras externas e internas de mi ojo, cálculo para saber si requiero o no gafas.
- Prueba de la respuesta y medición pupilar con el Autorefractor Keratometer Huvitz HRK - 7000: En el cual mi ojo será iluminado, para ver cómo reacciona mi pupila ante los diferentes cambios de luminosidad, yo sólo debo mirar al frente un punto de fijación, durante algunos segundos.
- Prueba del estado de motilidad ocular con el ReadAlyzer System: En donde me pondrán un tipo de gafas, las cuales controlan los movimientos de mis ojos y toman unas medidas como tiempo, duración y velocidad, mientras yo leo una serie de textos impresos en papel. Después de la medición, me realizarán una serie de preguntas de comprensión.

Todos los exámenes y valoraciones serán realizados por personal capacitado.

### **Resultado de las Pruebas**

Deseo conocer los resultados de las pruebas que me serán practicadas Si\_\_\_No\_\_

## **Riesgos e incomodidades**

Cuestionarios: es posible que algunas preguntas de los cuestionarios puedan hacerme sentir incómodo(a). Si esto ocurre, soy libre de no responder alguna de ellas o no seguir resolviendo el cuestionario.

Prueba de Respuesta pupilar y motilidad ocular: Es posible que pueda sentirme un poco cansado después de la realización de estas pruebas.

## **Duración**

El tiempo en el que me van a realizar los exámenes y valoraciones visuales será de 1 hora, y solamente me los realizarán una vez.

## **Datos personales y confidencialidad**

La participación en la investigación implica el conocimiento de mis datos personales por parte del investigador principal. Los datos obtenidos del estudio se mantendrán con la mayor confidencialidad. Las identidades individuales no serán utilizadas en reportes o publicaciones que resulten del estudio. La información obtenida será identificada con códigos, los archivos se conservarán con la seguridad requerida en todo momento y se destruirán al concluir la investigación.

El diseño y protocolo de recolección de la información buscará generar experiencias que resulten amigables y motivadoras para mí como participante.

## **Beneficios**

Mi colaboración en este proyecto, redundará en la obtención de conocimiento sobre el impacto y los efectos de los Plaguicidas en la respuesta pupilar y motilidad ocular y su relación con síntomas neurotóxicos.

## **Preguntas**

Se me ha permitido formular preguntas sobre esta investigación y la investigadora principal Dra Daniela Grajales Herrera ha resuelto mis inquietudes. Si tengo preguntas adicionales puedo contactarla al móvil 3044612109 o escribiendo al correo electrónico [dgrajales02@unisalle.edu.co](mailto:dgrajales02@unisalle.edu.co).

## Consentimiento

Se me ha dado una copia del consentimiento informado y de la carta de derechos de los sujetos de investigación.

MI PARTICIPACION EN LA INVESTIGACION ES VOLUNTARIA, LIBRE DE PRESIONES DE CUALQUIER TIPO. MI DECISION DE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO LA HE TOMADO EN TOTAL USO DE MIS FACULTADES MENTALES Y SIN EL EFECTO DE MEDICAMENTOS, DROGAS O BEBIDAS ALCOHOLICAS. Soy libre de declinar mi participación en este estudio o retirarme de él en cualquier momento aun cuando haya aceptado participar inicialmente. Si así fuere, notificaré a la investigadora mi intención.

Mi firma abajo indica que acepto participar en el estudio.

Nombre:

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Móvil: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

### Testigo 1

Nombre:

Firma: \_\_\_\_\_

C.C: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Móvil: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

### Testigo 2

Nombre:

Firma: \_\_\_\_\_

C.C: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Móvil: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

### Investigadora Principal:

\_\_\_\_\_

Daniela Grajales Herrera

1 032 456 937 Bogotá

Fecha: \_\_\_\_\_

## **EFFECTOS DE LOS PLAGUICIDAS EN LA RESPUESTA PUPILAR Y MOTILIDAD OCULAR EN TRABAJADORES DEL AGRO**

### **Carta de Derechos de los Sujetos de Investigación<sup>1</sup>**

1. Ser informado sobre la naturaleza y propósito de la investigación.
2. Recibir explicación sobre los procedimientos que se seguirán en la investigación.
3. Recibir explicación sobre los posibles riesgos o incomodidades que se espera podrían producirse durante la investigación.
4. Recibir información sobre los beneficios que se espera puedan surgir de la investigación en caso de que aplique.
5. En caso de ser una investigación experimental, recibir información sobre cualquier procedimiento alternativo, medicación o dispositivos que pudieran ser ventajosos para el sujeto y los riesgos o beneficios alternativos de cada uno de ellos.
6. En caso de ser una investigación experimental, ser informado con respecto al curso del tratamiento, de existir alguno, posterior al experimento y de las complicaciones que puedan surgir a partir de él.
7. Tener la oportunidad de hacer cualquier pregunta sobre la investigación o los procedimientos que se realizarán.
8. Ser informado sobre la posibilidad de retirarse de la investigación en cualquier momento.
9. Tener una copia del consentimiento firmado con fecha.
10. Tener la oportunidad de decidir consentir o no participar en la investigación sin que en esta decisión haya incidido la fuerza, la dominación, el chantaje, el engaño, la imposición o cualquier otra influencia indebida.

---

<sup>1</sup> Elaborada a partir de Experimental Bill of Rights. Disponible desde:  
[http://oag.ca.gov/sites/all/files/agweb/pdfs/research/bill\\_of\\_rights.pdf](http://oag.ca.gov/sites/all/files/agweb/pdfs/research/bill_of_rights.pdf). Fecha de Consulta: Diciembre 15 de 2014.



