



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO PROFESIONAL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y
CARBAMATOS EN TRABAJADORES EXPUESTOS DE UNA COMUNIDAD
AGRARIA DE LA COLONIA TOVAR, ESTADO ARAGUA, 2013**

Autores

Luisana Graterol

Emely Herrera

Fernando Herrera

Tutora

Prof. Soraya González

Co-tutor

Prof. Sharim Marrero

Asesor(a)

Prof. Aura Palencia

Naguanagua, Diciembre 2013

CONSTANCIA DE CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.

Yo, Soraya González, por medio de la presente certifico que he tenido conocimiento del trabajo de investigación que lleva por título: **“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN TRABAJADORES EXPUESTOS DE UNA COMUNIDAD AGRARIA DE LA COLONIA TOVAR, ESTADO ARAGUA, 2013”**, desde su inicio hasta su culminación. El mismo fue realizado por los bachilleres: Luisana Graterol, Emely Herrera y Fernando Herrera. Considero que el presente estudio reúne los requisitos suficientes para ser sometido a evaluación.

Firma del Tutor.

Soraya Gonzalez

C.I: 7.150.210



ACTA DE EVALUACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por la Coordinación de la Asignatura Trabajo de Investigación, para evaluar el trabajo titulado: **“Evaluación de la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores expuestos de una comunidad agraria de la Colonia Tovar, Estado Aragua 2013”**, realizado por los estudiantes: **Luisana Graterol, Emely Herrera y Fernando Herrera**, titulares de la Cédula de Identidad No. V-19.759.462, V- 19.481.835 y V- 20.293.290, respectivamente; y tutorado por las Profesoras: **Soraya González y Sharim Marrero**, titular de la Cédula de Identidad No. V- 7.150.210 y V- 12.146.444. Hacemos de su conocimiento que hemos actuado como jurado evaluador del informe escrito, presentación y defensa del citado trabajo. Consideramos que reúne los requisitos de mérito para su **APROBACIÓN**.

En fe de lo cual se levanta esta Acta, en Valencia a los tres días del mes de diciembre del año dos mil trece.


Prof. Maritza Rodríguez
C.I: 4.912.487
Jurado Principal


Prof. Gabriela Romero
C.I: 9.860.726
Jurado Principal




Prof. Aura Palencia
C.I: 11.147.392
Jurado Principal

DEDICATORIA

Al ser más especial que existe; quien a pesar de no verle, sabemos que existe y está a nuestro lado a cada instante: **A TI MI DIOS**; tu, que nos has dado la gracia de venir a este mundo, que desde que nos formaste, día a día pones a nuestro camino oportunidades y seres especiales para convertirnos en ejemplos de vida. Quien oye nuestras suplicas, a quien nos aferramos en momentos de angustia, desesperación y alegría, y en cuyas manos colocamos cada una de nuestras metas.

Especialmente, a lo más grande en nuestras vidas, quienes nos dieron el ser, inculcándonos el deseo de superación; de forma incansable y sin pedir nada a cambio, por confiar una vez más en nosotros; quienes ríen y lloran si nosotros lo hacemos; esos que nos hacen incansables al repetir siempre: “tú puedes hijo, tú lo lograras, eres nuestro orgullo, cuentas con nosotros”, a Uds. nuestros **PADRES**, todos nuestros logros.

A nuestras parejas, por sus horas de desvelo, por siempre tener el tiempo para nosotros y de quien nunca escuchamos la palabra “no puedo”.

A los trabajadores Agrícolas de Capachal, pilares fundamentales de esta investigación, ejemplo de trabajo colectivo, sin la participación de ustedes esta investigación no hubiese sido posible.

A todos los que confían en nosotros.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, fuente de iluminación y sabiduría, quien nos sostuvo en nuestros momentos más difíciles, quien nos guió en esta etapa tan importante en nuestra vida, por proveernos de salud y sabiduría.

A nuestras Tutoras, Soraya González y Sharim Marrero, por brindarnos su ayuda y constancia en la realización de este trabajo, asesorándonos con sus conocimientos y confianza a toda prueba para lograr alcanzar la meta.

A la comunidad Capachal, que permitieron que los trabajadores participaran en el estudio, brindándonos acceso a sus instalaciones.

A nuestra familia, y personas más cercanas, quienes compartieron junto a nosotros los inconvenientes que a diario se nos presentaron, buscándole soluciones y brindándonos el cariño que muy pocos saben dar.

A nuestro gran colega Asdrubal Estévez, por ayudarnos y apoyarnos en la realización de este trabajo.

A souvenir, por su aporte informático, por ayudarnos durante el avance y desarrollo de este trabajo.

A Alejandro Nadales, por apoyarnos y ofrecer su ayuda en momentos en los que parecía no haber solución.

A la Universidad de Carabobo, por ser fuente y base para el desarrollo de nuestra profesión, por permitirnos crecer como personas y profesionales dentro de sus instalaciones, a esta gran casa que siempre llevaremos en nuestros corazones.

¡GRACIAS!

ÍNDICE

	Página
Índice de Tablas	vi
Resumen	vii
Introducción	1
Sujetos y Métodos	6
Resultados y Discusión	9
Conclusión	22
Referencias Bibliográficas	25

INDICE DE TABLAS

Número de Tabla	Descripción	Página
1	Nivel de instrucción en trabajadores expuestos a plaguicidas y del grupo control	9
2	Actividad de la colinesterasa en el grupo expuesto a plaguicidas y grupo control	10
3	Actividades agrícolas de los trabajadores expuestos	13
4	Tipos de insecticidas que usan los trabajadores expuestos a plaguicidas	14
5	Signos y síntomas referidos por los trabajadores expuestos a plaguicidas y por el grupo control	16
6	Hábitos psicosociales de los trabajadores expuestos a plaguicidas y del grupo control	17
7	Medidas de higiene usadas por los trabajadores expuestos a plaguicidas	17
8	Parámetros bioquímicos de ambos grupos en estudio	19

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A ORGANOFOSFORADOS Y CARBAMATOS EN TRABAJADORES EXPUESTOS DE UNA COMUNIDAD AGRARIA DE LA COLONIA TOVAR ESTADO ARAGUA, 2013

Autores: Luisana Graterol, Emely Herrera y Fernando Herrera.

Tutores: Prof. Soraya González y Sharim Marrero.

Asesor: Prof. Aura Palencia

Realizado en: La Unidad de Investigación en Toxicología Molecular (UTM) Escuela de Bioanálisis (sede Carabobo) y Financiado por CDCH.

El sector agroindustrial en Venezuela con la utilización de organofosforados y carbamatos ha contribuido a la aparición de intoxicaciones agudas y crónicas en la población, transformándose esto en un problema de Salud Pública. Por tal motivo, se realizó un estudio descriptivo-correlacional en trabajadores expuestos a plaguicidas de una comunidad agraria de la Colonia Tovar. El Grupo Expuesto (GE) estuvo conformado por 17 trabajadores (58,8% masculino y 41,2% femenino), con una edad promedio de 37 años y un Grupo Control (GC) conformado por 13 trabajadores del personal administrativo de la Universidad de Carabobo (53,8% masculino y 46,2% femenino), con edad promedio 39 años. Se realizó una entrevista estructurada y se determinaron niveles de colinesterasa sérica, parámetros hematimétricos y bioquímicos. Para el GE se observó un valor promedio de la actividad de la colinesterasa de 6.7465 U/L y para el GC un valor promedio de 8.6546 U/L. Las medias de la actividad de la colinesterasa sérica se encontraron dentro de los parámetros considerados normales 4.970-13.977 U/L para ambos grupos. El 11,7% de los valores de colinesterasa obtenidos en el GE se ubican por debajo del rango de normalidad, adicionalmente, existe diferencia estadísticamente significativa ($p=0,0001$) entre las medias para el biomarcador de efecto en estudio. Los parámetros hematológicos, hepáticos y renales, se encontraron dentro de los rangos de referencias normales. Entre otros resultados obtenidos, se tomó en cuenta la referencia de síntomas por parte del GE asociados a manifestaciones clínicas debido a la exposición a organofosforados y carbamatos.

Palabras clave: Plaguicidas Organofosforados, Carbamatos, Colinesterasa, Salud Ocupacional, Intoxicación.

INTRODUCCIÓN

Los plaguicidas son compuestos químicos cuya finalidad está destinada a controlar, prevenir y eliminar plagas que provoquen dificultades o enfermedades a diversos organismos que interactúan con el ser humano, animales y vegetales, así como también objetos inanimados y se clasifican como insecticidas, acaricidas, bacteriostáticos, fungicidas y herbicidas¹.

Los Organofosforados son plaguicidas definidos como sustancias biodegradables en la naturaleza cuyas estructuras químicas derivan de la sustitución por restos orgánicos en el fósforo pentavalente (responsable de su toxicidad), los cuales no tienen tendencia a acumularse en las grasas del organismo, pero poseen gran actividad neurotóxica que va a producir intoxicaciones agudas de gravedad². Otro grupo de importancia son los carbamatos los cuales derivan del ácido carbámico. Estos se pueden clasificar como N-alquilcarbamatos como insecticidas generalmente, y los N-arilcarbamatos con función herbicida³. Estos presentan una actividad toxica menos grave que la de los organofosforados.

Es importante señalar que la toxicocinética, liposolubilidad y elevada tensión de vapor a temperaturas ordinarias de los organofosforados permiten una penetración rápida por todas las vías como lo son: digestiva, cutánea y respiratoria⁴, generando o produciendo en caso de intoxicaciones agudas, la presencia de cefaleas, mareos, náuseas, vómitos, constricción pupilar, entre otros; en situaciones más graves han manifestado cambios en la frecuencia cardíaca y broncoespasmo progresando a convulsiones y coma¹.

La toxicodinamia de los organofosforados (OF) y carbamatos, expresa su mecanismo tóxico más importante a través de la inhibición de la acetilcolinesterasa que da lugar a la acumulación de acetilcolina en tejidos³. La acetilcolina es el mediador químico responsable de la transmisión fisiológica del impulso nervioso de las neuronas pre-ganglionares a las post-ganglionares en los sistemas parasimpáticos y simpáticos; también de las fibras post-ganglionares parasimpáticas a los órganos efectores y de las fibras post-ganglionares simpáticas a las glándulas sudoríparas, de los nervios motores al músculo esquelético y finalmente de algunas terminaciones nerviosas en el SNC⁴. La acumulación del neurotransmisor en los receptores muscarínicos y nicotínicos, conlleva a la hiperestimulación del sistema parasimpático, dando como resultado un síndrome colinérgico³.

Es por esto que se hace necesario identificar dos tipos de inhibidores de colinesterasas, los organofosforados que inhiben la enzima irreversiblemente y los carbamatos que lo hacen de forma reversible, reactivándose la enzima espontáneamente en el caso de los carbamatos a las 24-48 horas. Para comprobar el daño producido por dichos plaguicidas, se utiliza la medición en el laboratorio de la actividad de la colinesterasa; siendo ésta un biomarcador de efecto que permite detectar el tiempo que la persona ha estado expuesta a ellos. En este sentido a nivel mundial se ha monitorizado la actividad de esta enzima como indicador de la exposición a organofosforados y carbamatos como es el caso de Colombia, donde en el año 2006 Varona y col.⁵, establecieron mediante el estudio de los factores de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos que en esta región en un promedio de exposición de nueve años, la actividad de la enzima acetilcolinesterasa presentaba inhibición en un 17,6% de la población, manifestando que el 75,2% empleaba plaguicidas extremadamente tóxicos y el 13,0% altamente tóxicos.

Particularmente en Venezuela, García⁶ en el 2006 caracterizó la exposición a plaguicidas y los efectos a la salud en 432 trabajadores agrícolas de Siquisique, observando que la actividad de la colinesterasa sérica estuvo disminuida en el 10,8% de los casos estudiados.

Se ha demostrado científicamente que exposiciones masivas a plaguicidas en cortos períodos de tiempo pueden ocasionar intoxicaciones agudas graves, que requieren de atención inmediata y que pueden provocar letalidad. Mientras que exposiciones de menor intensidad, pero prolongadas en el tiempo, promueven mayores dosis acumulativas asociadas a una cantidad de afecciones subletales, con largos períodos de latencia. Existen publicaciones que dan cuenta de una asociación entre la exposición a plaguicidas y patologías como cáncer, malformaciones congénitas, trastornos inmunes, afecciones neurotóxicas y disrupción endocrina⁷.

A nivel mundial se han realizado una serie de estudios sobre los factores que influyen en la exposición a organofosforados y carbamatos, los cuales a su vez influyen en los niveles de la colinesterasa e inhibición de su actividad. Estos factores incluyen: tiempo de exposición, uso de equipo de protección adecuado, lugar de residencia, entre otros; por ejemplo en Australia, Edwards y col 2009⁹, señalan que en trabajadores debidamente protegidos se observa poca inhibición de la actividad de la colinesterasa y concentraciones insignificantes de organofosforados.

Por otro lado, Lantieri 2009⁸ en Argentina asocia la distancia del lugar de cultivo a los hogares de los trabajadores agrícola con la exposición a plaguicidas, donde demostró que el 30% de los trabajadores vive a menos de 100 m del cultivo más cercano y más de la mitad aplican anualmente hasta 5000 hectáreas; el 60% no

utilizaba protección. En Ecuador, Vera 2010¹⁰ demostró en trabajadores agrícolas molestias de tipo neurológico tales como parestesias, calambres y debilidad muscular en determinadas partes del cuerpo con especial predominio de las extremidades inferiores, acompañándose en ciertas ocasiones de cefaleas, astenia, prurito, faringitis y pérdida de peso como síntomas más frecuentes. Finalmente, Gómez y Cáceres (2010)¹¹, en Venezuela refieren que a mayor cantidad de años de labor, mayor es la intensidad de signos y síntomas llegando a producir enfermedades.

Por esta razón se evaluó la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores expuestos de una comunidad agraria de La Colonia Tovar, Estado Aragua 2013, a través de la medición de la actividad de la colinesterasa, determinación de parámetros hematimétricos y hepáticos, así como su asociación con las variables socio-epidemiológicas de dichos individuos.

Objetivos

General

Evaluar la exposición a organofosforados y carbamatos en trabajadores expuestos de una comunidad agraria de La Colonia Tovar, Estado Aragua 2013.

Específicos

- Caracterizar a la población en estudio según datos socio-epidemiológicos.
- Determinar los niveles de colinesterasa sérica en trabajadores expuestos y no expuestos.
- Determinar parámetros hematimétricos, funcionalismo hepático y renal.
- Comparar los niveles de colinesterasa en los grupos en estudio.
- Asociar los valores de colinesterasa sérica con las variables socio-epidemiológicas en los grupos en estudio.
- Relacionar los niveles de colinesterasa con los parámetros hematimétricos y Bioquímicos

SUJETOS Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo-correlacional para identificar la prevalencia de sintomatología persistente asociada con exposición a plaguicidas organofosforados y su relación con los niveles de colinesterasa sanguínea. El estudio se hizo entre los meses de junio y octubre de 2013 en la Colonia Tovar estado Aragua. Se incluyó a todos los trabajadores que participan en cualquier etapa del proceso de aplicación de plaguicidas organofosforados o bien, que entraban en contacto con dichas sustancias durante el desempeño de su jornada laboral.

La muestra estuvo representada por un total de 17 trabajadores; mientras que el grupo control estuvo constituido por 13 sujetos del personal administrativo que labora en la escuela de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo sede Valencia. En los dos casos se trabajó con personas de ambos sexos, con edades comprendidas entre 35 y 40 años que aceptaron participar en el estudio. El criterio de inclusión para la selección de la muestra establecido por los investigadores fue: ser trabajador agrícola expuesto por un período no menor de seis meses y respecto al grupo control se tomó en cuenta la zona residencial del sujeto, es decir; lugar alejado de contacto con plaguicidas y entrar en el rango de edad trabajado en el grupo expuesto, y con una condición de salud favorable, sin antecedentes de patología.

Para llevar a cabo el estudio se aplicaron las normas éticas correspondientes, incluyéndose la carta de consentimiento informado en el que cada sujeto debió plasmar su firma, de acuerdo con lo establecido en los Principios éticos para la investigación médica en seres humanos de la declaración de Helsinki¹² tomando en cuenta las características de la población. Se estableció que todo trabajador que

mínimo durante los últimos tres meses presentara cualquier síntoma relacionado con alteración de los niveles de colinesterasa, representaría un caso de sintomatología persistente. La selección de signos y síntomas se basó en lo señalado por los trabajadores mediante comunicaciones interpersonales.

El instrumento aplicado tanto a los trabajadores expuestos como al grupo control fue una entrevista; dicho instrumento se elaboró considerando lo referido por la literatura internacional y las observaciones empíricas puesto que no existen instrumentos estandarizados para diagnosticar una sintomatología persistente en trabajadores expuestos.

Las determinaciones realizadas fueron: niveles de colinesterasa plasmática medidos en U/L por el método automatizado, haciendo uso del equipo Vitros por química seca y los valores de referencia considerados fueron 4.970-13.977 U/L; parámetros hematimétricos a través del equipo automatizado MINDRAY por impedancia eléctrica, cuyos valores de referencia de Hemoglobina para Hombres: 13-18 g/dl y para las Mujeres:12-16 g/dl; actividad enzimática de las transaminasas por el método colorimétrico mediante el equipo Daytona y sus valores de referencia para TGO 0-40,0 U/L y para TGP 0,0-38,0 U/L, ácido úrico y creatinina, determinados también por el equipo Daytona, con valores de referencia para el ácido úrico 2,5-7,7mg/dl y para la creatinina 0,5-1,4mg/dl.

Se consideró como variable independiente la exposición, tomando como indicadores el área de trabajo, antigüedad laboral, jornada laboral, tiempo extra, uso del equipo de protección y exposiciones previas a plaguicidas. Las variables dependientes evaluadas fueron la evaluación de los efectos en la salud a partir de la

sintomatología y los niveles de colinesterasa plasmática. Se incluyeron síntomas como diarrea, cefalea, náusea, mareo o vértigo, visión borrosa, dolor estomacal o epigástrico, contractura o dolor muscular, temblor de manos y/o cuerpo, nerviosismo, salivación, sudoración profusa, dificultad para respirar, anorexia, irritación de conjuntivas, agrietamiento de la piel y signos como miosis y secreción bronquial.

Todos los datos se analizaron a través del programa estadístico (SPSS) de Windows, la muestra tuvo una distribución normal, para la cual se calcularon las medidas de tendencia central como la media aritmética, medidas de dispersión como la desviación estándar, medidas de asociación como el coeficiente de correlación de Pearson y se realizó la Prueba T de Student para comparar dos muestras independientes (expuesto y control). La diferencia entre los grupos se consideró significativa a un nivel de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, fueron evaluados 30 individuos adultos de ambos sexos, aparentemente sanos, conformando dos Grupos, uno Expuesto (GE) y uno Control (GC); el GE estuvo conformado por trabajadores domiciliados en el sector Capachal de la Colonia Tovar del Estado Aragua (58,8% del sexo masculino y 41,2% femenino); y el GC por el personal administrativo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo (53,8% del sexo masculino y 46,2% femenino), sin antecedentes de exposición a plaguicidas y aparentemente sanos.

El GE estuvo integrado por 17 trabajadores dedicados a las actividades agrícolas, con una edad promedio de 37,06 +/- 15,66 años de edad (19 y 68 años) y un GC, conformado por 13 trabajadores, personal administrativo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo, de ambos sexos, con edad promedio 39,77 +/- 13,23 años, rango de edad 20 a 59 años y sin antecedentes de exposición a plaguicidas. Del total de trabajadores expuestos a plaguicidas 43,4 % labora en dicha actividad desde hace más de 10 años, 28,1% ubicado entre 10-20 años, 19,5% entre 20-30 años, un 6,6% desde 30-50 años y solo un 2,2% labora desde hace solo 6 meses; situación similar a la presentada por García y col en el 2006⁶ ya que 40,2% de la población refería una antigüedad laboral ≥ 10 años. El grupo expuesto era similar al estudiado por García en el 2006⁶, en cuanto a la edad promedio y la antigüedad laboral.

En la Tabla 1, se observa que el grupo control tiene un mayor grado de instrucción académica que el grupo expuesto, con fácil acceso a una educación académica a nivel universitario. Al comparar con García, quien reporto en su estudio

45,1% de primaria incompleta, 23,2% primaria completa y 22% secundaria incompleta y sin ningún grado de instrucción 6,1%; nuestro grupo en estudio 47,1% solo presenta primaria incompleta, mientras que un 23,5% realizo estudios universitarios, reflejando así que nuestro grupo en estudio el grado de instrucción fue más alto que el grupo estudiado por dicho investigador.

TABLA 1. NIVEL DE INSTRUCCIÓN EN TRABAJADORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS Y DEL GRUPO CONTROL

GRADO DE INSTRUCCIÓN	Expuestas (n=17)	%	Control (n= 13)	%
Primaria incompleta	8	47,1	--	--
Primaria completa	2	11,8	1	7,7
Secundaria incompleta	1	5,9	1	7,7
Secundaria Completa	2	11,8	5	38,5
Universitario	4	23,5	6	46,2
TOTAL	17	100	13	100

n= frecuencia %= porcentaje Fuente: Entrevista realizada

En la tabla 2, se observan los promedios y desviación estándar de la actividad de la colinesterasa de los grupos evaluados. La actividad de la colinesterasa sérica se encuentra dentro de los parámetros considerados normales (4.970-13.977 U/L) para ambos grupos según la técnica aplicada. Cuando se analizo el valor de la colinesterasa en el grupo expuesto, dos de los diecisiete trabajadores presentaron valores disminuidos de colinesterasa, lo que equivale al 11,7% de la muestra, indicando esto que la exposición a plaguicidas si afecta los niveles de colinesterasa sérica en los agricultores expuestos a plaguicidas. La mayoría de los plaguicidas a

base de organofosforados reducen la colinesterasa tanto en el plasma como en los eritrocitos, en el caso de los carbamatos, la reactivación de esta enzima es rápida y a veces, cuando llega el momento de analizar los resultados éstos ya se encuentran dentro de valores normales. Cuando se comparan las medias del valor de colinesterasa en el grupo expuesto según el sexo, no existe diferencia estadísticamente significativa.

TABLA 2. ACTIVIDAD DE LA COLINESTERASA EN EL GRUPO EXPUESTO A PLAGUICIDAS Y GRUPO CONTROL

COLINESTERASA (4.970-13.977 U/L)	N	X	DS ±	Min	Max	p
Grupo Expuesto	17	6.746,5	1.031,4	4,16	8,17	
Grupo Control	13	8.654,6	1.601,4	6,62	11,49	0,0001

n= frecuencia X= media DS±=desviación estándar p=t de student Fuente: Entrevista realizada

En el estudio realizado por Varona y col en el 2006⁵ establecieron que solo el 17,6% de la población presentaba inhibición de la acetilcolinesterasa; por el contrario Amaya y col en el 2008¹³ demostraron que el 100% de la población estudiada presentaba inhibición de la actividad de la colinesterasa, como consecuencia del uso incorrecto del equipo de protección.

En el 2009¹⁴, Zamora realizó un estudio en 25 productores hortícolas que utilizaban plaguicidas organofosforados cuyos resultados reflejaron alteraciones en los niveles de colinesterasa de las muestras analizadas, inclusive algunos con niveles

muy críticos, lo cual constituye un riesgo para su salud debido a los problemas que están asociados con concentraciones elevadas de plaguicidas en la sangre.

En cuanto a las medidas de protección empleadas por los trabajadores expuestos solo un 41,2% las utiliza. El equipo de protección más usado por los trabajadores son las botas de goma (64,7%), seguido de los guantes y casco protector (11,8%) y solo (5,9%) usa lentes. Edwards y col. en el 2007⁹ sugieren que la absorción de los insecticidas organofosforados por parte de los trabajadores es insignificante cuando usan el equipo adecuadamente; por otra parte, Lantieri y col en el 2008⁷, demuestra que el 60% del grupo expuesto no usaba protección.

Cuando se asocian el uso de medidas de protección con el grado de instrucción de los trabajadores, 41,2% no posee educación completa y además no usan las medidas de protección adecuadas durante las jornadas de trabajo. Al igual que Gonzalez¹⁵, quien reflejó en su estudio que 83% de los trabajadores no usan mascarillas ni lentes de protección, el 50% no usa botas de seguridad o guantes a la hora de fumigar; en nuestro grupo de trabajadores 88,2% no usa guantes ni casco, 94,1% no usa lentes, 64,7% no usa sombrero, y un 35,3% no usa botas de goma; lo que indica falta de conciencia o desconocimiento de la importancia de usar estos implementos para prevenir intoxicación, o alguna patología que afecte su salud.

De igual forma, al asociar los niveles de colinesterasa con el uso de medidas de protección, se evidencia que 5,8% de los trabajadores que presentan niveles de colinesterasa inhibida no usan medidas de protección, 5,8% con los mismos niveles de la enzima si usa medidas de protección, y 23,5% si usan medidas de protección y presentan valores de colinesterasa normales, sin embargo, es posible que aun cuando

los demás trabajadores refieran el uso de medidas de protección, no sea suficiente protección ya que constantemente están expuestos a plaguicidas.

Es importante resaltar que los 17 trabajadores expuestos manipulan directamente los plaguicidas, 21,8% lo hace durante 8-12 horas diarias, 64,8% laboran aproximadamente 1-6 horas, y un 11,8% solo durante 30 minutos. En el caso del estudio realizado por Varona y col en el 2006⁵, se observó que estos laboraban 7,3 horas al día; en nuestro estudio la mayor parte de los trabajadores laboran aproximadamente 6 horas diarias, lo que conlleva a una exposición prolongada de plaguicidas y así mismo a una inhibición permanente de la colinesterasa.

De igual forma, cuando se asocian los valores de colinesterasa con la antigüedad laboral, se denota que 11,7% de los trabajadores con los niveles de colinesterasa inhibidos tienen de 6 a 26 años de antigüedad, esto indica un factor de cronicidad para la inhibición de la colinesterasa. García en el 2006⁶, refiere que el 40,2% de los trabajadores están expuestos a plaguicidas desde hace 10 años; esto confirma que la antigüedad es un factor crucial en la inhibición de la colinesterasa.

La tabla 3 refleja que la actividad más practicada por los trabajadores expuestos son la fumigación y mezcla, por lo que se puede notar el alto grado de exposición a plaguicidas en el que se encuentran el grupo en estudio.

**TABLA 3. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS DE LOS TRABAJADORES
EXPUESTOS**

ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	N	%
Mezclador	6	35,3
Fumigador	6	35,3
Mezclador-expendedor	1	5,9
Mezclador-fumigador	3	17,6
Mezclador-fumigador-expendedor	1	5,9
TOTAL	17	100

n= frecuencia %= porcentaje Fuente: Entrevista realizada

En el estudio realizado por García en el 2006⁶, 82,9% de los trabajadores eran fumigadores y 64,6% eran mezcladores. En nuestro estudio, solo un 35,3% son fumigadores o mezcladores, sin embargo, todos los trabajadores están directamente expuestos y cabe destacar que varios realizan diversas actividades en el uso, preparación y fumigación de plaguicidas.

Por otra parte, según la información suministrada por el grupo estudiado el 76,5% conoce los efectos nocivos para la salud causada por los plaguicidas organofosforados y carbamatos. Del total del GE 58,8% de los trabajadores recibió instrucciones para el manejo de los plaguicidas, 76,5% conoce el significado del rotulo de los envases en los que se expende el plaguicida y 52,9% usa plaguicidas en su hogar. Respecto a quien suministró la información sobre el uso de plaguicidas, la mayoría refirió que fue suministrada por los compañeros de labores (59,2%), (17,3%) por agrotécnico, (11,8%) por expendedor del producto y (5,9%) a través de lectura del folleto. Esto implica que los trabajadores solo se quedan con la

información suministrada por sus compañeros de labores y no buscan información certera de medios fiables; y aunque la mayoría sabe de los efectos nocivos de salud por parte de los plaguicidas, lo más probable, es que esa información se la suministroo así mismo sus compañero de labores, por lo que dicha información no es de fuente fidedigna.

TABLA 4. TIPOS DE INSECTICIDAS QUE USAN LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS

INSECTICIDA	Número de trabajadores con respuesta afirmativa	%
Amidor	4	23,5
Difos	14	82,4
Curacron	5	29,4
Cedial	0	0
Tambo	0	0
Vydate	1	5,9
Torpedo	0	0
Metacide	1	5,9
Tamaron	0	0
Manzate	11	64,7
Dithane	5	29,4
Zineb	1	5,9
Podan	1	5,9

n= frecuencia %= porcentaje Fuente: Entrevista realizada

En la tabla 4, se observa que los plaguicidas más aplicados por los trabajadores expuestos son el Difos que es un organofosforado, seguido del Manzate perteneciente al grupo de los carbamatos. A pesar de que el resto de los compuestos se encuentran en menor porcentaje se destaca el hecho de que todos los plaguicidas mostrados en la tabla, pertenecen al grupo de sustancias químicas mencionadas en nuestro estudio. En el año 2009 Müller y col¹⁶ en su estudio demostraron que los agricultores hacían uso de plaguicidas principalmente de tipo organofosforados.

En cuanto a las manifestaciones clínicas, los signos y síntomas referidos por los trabajadores expuestos fueron: 64,7% presentó fatiga, 52,9% refirieron mareos y dificultad para caminar; 47,1% cefalea y tos; 41,2% picazón, cólicos abdominales e irritabilidad; 35,3% sudoración, alergias, debilidad, sabor amargo y dificultad para dormir; 29,4% visión borrosa, incontinencia urinaria, lagrimeo excesivo y fotofobia; 23,5% temblores musculares, confusión mental y ansiedad; 11,8% miosis; 17,6% presentaron náuseas, salivación, secreción bronquial, dificultad para caminar y dificultad respiratoria y finalmente 5,9% refirió convulsiones. Mientras que el trabajo realizado por García en el 2006⁶ arrojó que la mayoría presentaba cefalea, afecciones oculares y dermatitis (65,9%). En nuestro estudio, se demuestra la presencia del síndrome colinérgico en la mayoría de los trabajadores expuestos.

Los síntomas referidos por los trabajadores expuestos están asociados a manifestaciones clínicas debido a la exposición a organofosforados y carbamatos. Tal como se muestra en la Tabla 5.

TABLA 5. SIGNOS Y SINTOMAS REFERIDOS POR LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A PLAGUICIDAS

SIGNOS Y SÍNTOMAS	Expuestas (n= 17) SI REFIEREN	%
Mareos	9	52,9
Nauseas	3	17,6
Vómitos	0	0
Visión Borrosa	5	29,4
Sudoración	6	35,3
Salivación	3	17,6
Secreción Bronquial	3	17,6
Alergias	6	35,3
Picazón	7	41,2
Dificultad para caminar	3	17,6
Debilidad	6	35,3
Miosis	2	11,8
Convulsiones	1	5,9
Temblores musculares	4	23,5
Confusión mental	4	23,5
Cefalea	8	47,1
Tos	8	47,1
Cólicos abdominales	7	41,2
Dificultad Respiratoria	3	17,6
Incontinencia urinaria	5	29,4
Ansiedad/Agitación	4	23,5
Fatiga	11	64,7
Dificultad para concentrarse	9	52,9
Irritabilidad	7	41,2
Lagrimeo Excesivo	5	29,4
Sabor amargo	6	35,3
Fotofobia	5	29,4
Dificultad para dormir	6	35,3

n= frecuencia %= porcentaje Fuente: Entrevista realizada

Por otra parte, en el GE se observó que sólo un 5,9% presenta hábito tabáquico, mientras que un 23,1% el GC tiene los mismos hábitos. Por otra parte, un 58,9% de los trabajadores expuestos ingiere bebidas alcohólicas; mientras que en el GC solo 53,8%. Estos resultados se demuestran en la Tabla 6.

**TABLA 6. HABITOS PSICOSOCIALES DE LOS TRABAJADORES
EXPUESTOS A PLAGUICIDAS Y DEL GRUPO CONTROL**

HABITO	Expuestas (n= 17)	%	Control(n= 13)	%
TABAQUICO	1	5,9	3	23,1
ALCOHOLICO	10	58,9	7	53,8

n= frecuencia %= porcentaje Fuente: Entrevista realizada

Por el contrario, en la investigación de García en el año 2006⁶ el grupo expuesto evita fumar y consumir bebidas alcohólicas. No así nuestro grupo en estudio, cuya muestra denota un compromiso hepático debido al consumo de bebidas alcohólicas, aunado a esto, la exposición prolongada a plaguicidas, lo que resulta en un doble compromiso hepático.

**TABLA 7. MEDIDAS DE HIGIENE USADAS POR LOS TRABAJADORES
EXPUESTOS A PLAGUICIDAS**

MEDIDAS DE HIGIENE	n	%
Se baña inmediatamente después de fumigar	11	64,7
Se lava las manos inmediatamente después de la jornada	17	100
Se cambia la ropa después de la jornada	15	88,2
Usa el uniforme lavado	13	76,5
Lava la ropa de trabajo aparte de la ropa normal	16	94,1
Lava los equipos de protección después de la jornada	12	70,6
Ingiere alimentos después de la fumigación	0	0
Toma agua durante la jornada	11	64,7

n= frecuencia %= porcentaje Fuente: Entrevista realizada

La tabla anterior muestra que el 100% de la muestra se lava las manos después de la jornada, 94,1% lava la ropa de trabajo aparte de la ropa normal, 88,2% se cambia después de la jornada, 76,5% usa el uniforme lavado, 70,6% lava los equipos de protección luego de la jornada y 64,7% se baña después de la jornada y 64,7% toma agua durante la jornada de trabajo. García el 2006⁶ refleja en su trabajo que la mayoría de los expuestos evitaba consumir agua durante la fumigación; resultados opuestos se obtuvieron al demostrar que 64,7% toma agua durante la fumigación, exponiéndose así al consumo directo, por vía digestiva, de plaguicidas ya que lo más probable es que esa agua que se encuentra en su área de trabajo también se encuentra expuesta.

,

Así mismo, se determinó que la mayoría de los trabajadores guarda los plaguicidas en un depósito aislado (88,2%) y acumula los envases en un vertedero de basura (58,8%), cabe resaltar que al contrario de García y col en el 2006⁶ refiere que la mayoría del grupo expuesto almacena correctamente los plaguicidas, 59,8% incineran los envases vacíos, 6,1% lo reutilizaban y 3,7% lo enterraban; el 23,5% reúsa los envases vacíos y aunque la mayoría almacena y acumula en depósitos aislados, no se puede presumir que tan alejado se encuentra de sus hogares estos depósitos ya que la cercanía de estos también afecta a la exposición prolongada de plaguicidas.

TABLA 8. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DE AMBOS GRUPOS EN ESTUDIO

PARÁMETROS BIOQUÍMICOS	Grupo expuesto			Grupo control			p
	n	X	DS ±	n	X	DS ±	
Ácido úrico (mg/dL)	17	5,1	1,1	13	4,4	1,0	0,09
Urea (mg/dl)	17	28,7	6,0	13	27,9	5,4	0,67
Creatinina (mg/dL)	17	0,8	0,1	13	0,9	0,2	0,01
TGO/AST (U/l)	17	21,5	5,9	13	32,3	5,4	0,06
TGP/ALT (U/l)	17	16,6	8,8	13	20,9	13,7	0,30
Glicemia (mg/dl)	17	97,1	13,9	13	85,1	9,1	0,01

n= frecuencia X= media DS±=desviación estándar p=t de student Fuente: Entrevista realizada

En la tabla 8, se observan los promedios y desviación estándar de los valores del perfil hepático y renal que se realizó a los grupos evaluados. Al evaluar los parámetros hematimétricos del grupo expuesto y compararlos con hombres del grupo control y mujeres del mismo, las diferencias significativas de los valores de hemáties, CHCM y RDW pueden justificarse por la diferencia de altura con respecto al lugar de residencia tanto del grupo expuesto como del grupo control; en cuanto a la creatinina, esta puede variar según el índice de masa muscular, por lo que se puede explicar la diferencia entre ambos grupos.

Cabe resaltar la correlación entre la colinesterasa y la glicemia, cuyo valor significativo fue $p=0,012$. La glicemia se puede alterar por muchos factores, entre los cuales se puede incluir el ayuno, la dieta de cada individuo; además de la influencia de factores hormonales. Según Quinto 1999¹⁷, en formuladores de insecticidas expuestos a organoclorados, organofosforados y carbamatos, se han hallado niveles de adrenalina significativamente más altos (alrededor de un 35 %), que favorecen la glucogenólisis hepática y los consiguientes niveles de glicemia más elevados (con ligera tendencia a la hiperglicemia), otros estudios así mismo han confirmado la

presencia de hiperglicemia tras la intoxicación por organofosforados (Rivera y Rivera 1990)¹⁸.

Más recientemente, Ruiz (1997)¹⁹ encontró una elevación de glicemia basal, del colesterol, transaminasas hepáticas y fosfatasa alcalina relacionadas con la exposición a plaguicidas en agricultores de invernaderos que los manejaban de forma regular. En nuestros resultados observamos una elevación de la glicemia por parte del grupo expuesto en comparación con el grupo control, los valores están dentro de los parámetros normales, es decir, el grupo expuesto no presenta hiperglicemia, sin embargo, sus valores más altos de glicemia sugieren la intoxicación por plaguicidas, tal como otros autores lo han demostrado en sus estudios.

CONCLUSIONES

La determinación del nivel de colinesterasa es el indicador biológico más utilizado en la evaluación de efectos en la salud de trabajadores agrícolas e industriales expuestos a plaguicidas organofosforados y carbamatos. Cabe destacar que 11,7% de los trabajadores expuestos presentan inhibición de la colinesterasa sérica.

Se obtuvo que 47,1% del grupo expuesto ocupacionalmente presenta primaria incompleta y el 52,9% culminó sus estudios de educación primaria, reflejándose en la mayoría de las encuestas que el grupo expuesto tiene conocimientos generales sobre el daño que puede causar al organismo; así como también, la importancia que tiene el uso del equipo de protección durante la jornada de trabajo, sin embargo, aunque cuentan con el conocimiento no aplican el hábito con frecuencia.

En cuanto a los aspectos personales destacó los buenos hábitos higiénicos al culminar la jornada de trabajo, a pesar de esto, llamó la atención el consumo de agua durante la actividad laboral, la cual está expuesta a contaminación por los compuestos tóxicos empleados.

De igual forma, al asociar los niveles de colinesterasa con el uso de medidas de protección, el 5,8% de los trabajadores que presentan niveles de colinesterasa inhibida no usan medidas de protección, esto confirma la falta de conocimiento sobre el correcto uso de estas medidas. Cabe destacar que la mayor parte de los trabajadores laboran aproximadamente 6 horas diarias, lo que conlleva a una exposición

prolongada de plaguicidas y así mismo a una inhibición permanente de la colinesterasa.

Se denota que el 11,7% de los trabajadores con los niveles de colinesterasa inhibidos tienen de 6 a 26 años de antigüedad, esto confirma la inhibición crónica de la colinesterasa, ocasionada por plaguicidas de tipos carbamatos y organofosforados en su mayoría según datos obtenidos; aunado a esto, la falta de medidas de protección y la exposición diaria prolongada lo cual contribuye en gran medida a tal alteración de la actividad enzimática

Por otra parte, según la información suministrada por el grupo estudiado el 76,5% conoce los efectos nocivos para la salud causada por los plaguicidas organofosforados y carbamatos; sin embargo, esta información ha sido suministrada por otros compañeros de labores, lo que sugiere que este suministro de información ha sido dada durante mucho tiempo por trabajadores agrícolas precedentes a los de hoy en día, es decir, los trabajadores se pasan la información de generación a generación seguramente de experiencias vividas y no por información de una fuente confiable y fiable.

Se demuestra la presencia del síndrome colinérgico en la mayoría de los trabajadores expuestos, pese a que no todos presentan valores inhibidos de colinesterasa, sin embargo, la sintomatología sugiere la inhibición enzimática. Valores obtenidos de glicemia, que para el grupo expuesto es mucho mayor que en el grupo control, causado por niveles elevados de adrenalina, demuestran intoxicación prolongada por plaguicidas.

Se observó además que la mayoría de los trabajadores tenían actividades múltiples relacionadas al manejo de dichos compuestos.

Según la forma de eliminación del material ya usado la mayoría de los trabajadores acumula los envases empleando depósitos aislados, sin embargo, el aislamiento no disminuye la exposición a los plaguicidas ya que se encuentran en un diámetro cercano a sus hogares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Muñoz M. Aspectos bioéticos en el control y aplicación de plaguicidas en Chile. Acta Bioeth [Revista en internet]. 2011[citado 30 Marzo 2013]; 17 (1): 95-104. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2011000100011&lng=es. doi: 10.4067/S1726-569X2011000100011.
2. Tripathi k. Farmacología en Odontología. Buenos Aires; editorial Panamericana; 2008: 76.
3. Castaño P. Intoxicación por inhibidores de colinesterasas. Peña L, Zuluaga A. Universidad de Antioquia: Protocolos de manejo del paciente intoxicado. 2012. Disponible en <http://dssa.media.vcb.com.co/dssa.gov.co/documentos/ProtocolosManejodeIntoxicadosVersionabreviada2011.pdf#page=52>
4. Córdoba D. Toxicología. 5° ed. Bogotá: Editorial Manual Moderno; 2006. 139-157.
5. Varona M, Henao G, Lancheros A, Murcia Á, Díaz S, Morato R y col. Factores de exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos en el departamento del Putumayo. Biomédica. 2007 Septiembre [citado 10 Octubre 2013]; 27(3): 400-409. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572007000300009&lng=en
6. García Y. Exposición a plaguicidas y efectos a la salud en trabajadores agrícolas de Siquisique Municipio Urdaneta Estado Lara. [Tesis Doctoral]. Estado Lara. 2006. Disponible en: http://bibmed.ucla.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Descriptor_T=PLAGUICIDAS++toxicidad&Nombrebd=bmucla&TipoDoc=T.
7. Aiassa D, Mañas F, Bosch B, Peralta L, Gentile N, Bevilacqua S y col. Los plaguicidas su relación con la salud humana y ambiental en la provincia de Córdoba.

Reduas. [Revista de Internet] 2011; [citado 23 de Octubre 2013] 27 (2): 1163-1167. Disponible en: <http://www.reduas.fcm.unc.edu.ar/los-plaguicidas-su-relacion-con-la-salud-humana-y-ambiental-en-la-provincia-de-cordoba/>

8. Lantieri M, Meyer R, Butinof M, Fernandez R, Stimolo L, Díaz M. Exposición a plaguicidas en agroaplicadores terrestres de la provincia de Córdoba, Argentina: factores condicionantes. Agriscientia, Córdoba; 2009, [citado 23 octubre 2012] 26 (2). Disponible en <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2009000200002&lng=es&nrm=iso>.

9. Edwards J, Lee S, Heath L, Pisaniello D. Chemical glove performance: a case study on malathion use in Mediterranean fruit fly control. Journal of Occupational Health and Safety - Australia and New Zealand. 2009; 25(2), 129-135.

10. Vera L. Rol de los pesticidas órgano fosforados en la presencia de patologías neuro-psico-vegetativas crónicas en el personal que realiza el proceso de enfunde del banano en la hacienda oasis de la empresa reybanpac de enero a diciembre del año 2010 [Tesis Doctoral]. Ecuador, 2010

11. Gómez M, Cáceres J. Toxicidad por insecticidas organofosforados en fumigadores de Campaña contra el Dengue, estado Aragua, Venezuela 2008. Bol. Mal. Salud Amb. [Revista en Internet] 2010 enero-julio [citado 06 noviembre 2013]; 1. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/pdf/bmsa/v50n1/art12.pdf>

12. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki. 2011. Disponible en: www.wma.net/e/policy/b3.htm. Fecha de acceso: 26 de noviembre de 2013.

13. Amaya E, Roa A, Camacho J, Meneses S. Valoración de factores de riesgo asociados a los hábitos de manejo y exposición a organofosforados y carbamatos en

- habitantes y trabajadores de la vereda de Bateas del municipio de Tibacuy, Cundinamarca, Colombia. NOVA publ. cient. 2008 6(10):147-155. Documentos de Trabajo.
14. Zamora F, Torres D, Rodríguez N, Zamora F. Impacto del uso de plaguicidas sobre los niveles de colinesterasa total en sangre en productores agrícolas del asentamiento campesino Santa Teresa, Municipio Miranda del estado Falcón, Venezuela. Saber [Revista en Internet] 2009 [citado 23 Octubre 2013]; 35 (2): 136. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/136
 15. González S. Impacto de Agroquímico Gramoxone en la salud de los trabajadores agrícolas, San Félix, Edo. Bolívar. [Tesis Doctoral]. Disponible en: http://www.cidar.uneg.edu.ve/DB/bcuneg/EDOCS/TESIS/TESIS_POSTGRADO/ESPECIALIZACIONES/SALUD_OCUPACIONAL/TGERG65S672007GonzalezSoramilys.pdf
 16. Muller N, Rodriguez J, Facchini L. Intoxicaciones por plaguicidas en los agricultores de la fruticultura, Bento Gonçalves, el sur de Brasil. Rev. Salud Pública. [Revista en Internet] 2009 [citado 23 Octubre 2013]. 43(2): 335-444. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19225687>
 17. Quinto O. Plaguicidas organofosforados (II): toxicodinamia y control biológico. Notas Técnicas de Prevención. [Revista en Internet] 1999 [citado 11 Diciembre 2013]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_513.pdf
 18. Rivera JA, Rivera M. Intoxicación por Organofosforados. Bol Asoc Med P R. 1990. 82:419-422

19. Ruiz A. toxicidad crónica por plaguicidas en trabajadores de invernaderos de la zona básica de salud de Nijar (Almería). [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada, 1997. Disponible en: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/14897>