

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE COLINESTERASA SÉRICA EN
CAFICULTORES DE UNA POBLACIÓN RURAL DEL MUNICIPIO DE
RISARALDA, CALDAS Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DEMOGRÁFICOS
Y OCUPACIONALES

ROCIO DEL PILAR TOVAR OYOLA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA

MANIZALES

2018

DETERMINACIÓN DE NIVELES DE COLINESTERASA SÉRICA EN
CAFICULTORES DE UNA POBLACIÓN RURAL DEL MUNICIPIO DE
RISARALDA, CALDAS Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES DEMOGRÁFICOS
Y OCUPACIONALES

ROCIO DEL PILAR TOVAR OYOLA

Trabajo de grado para optar al Título de
Bacteriólogo (a)

Director (a)
BIBIANA MARÍA TORO OSORIO
Bacterióloga, Magíster Internacional en Toxicología

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA

MANIZALES

2018

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Manizales, mayo de 2018

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Durante un largo trayecto he vivido lecciones inolvidables dando como resultado múltiples experiencias personales y profesionales, encontrando personas a lo largo del camino que de una u otra manera se convierten en nuestra guía para orientarnos en las diferentes etapas de la vida, éste trabajo es dedicado directamente a Dios quien con su omnipotencia y sabiduría permite que encontremos éste tipo de personas y con su infinito amor me ayudó para no desfallecer a pesar de mil circunstancias que se presentan en la vida.

Expreso mis agradecimientos a:

Mis padres quienes día a día con sus consejos me guían de forma permanente para lograr el éxito, su incondicional amor y afecto se ven reflejados en cada paso que doy en la vida.

A BIBIANA TORO OSORIO, docente y directora de éste proyecto, quien colocó su confianza en mí para realizar éste trabajo, gracias a su carisma vocacional, conocimiento y constante ayuda me permitieron cumplir a cabalidad con las metas propuestas.

A DORIS HINCAPIÉ RAMÍREZ, Coordinadora de la Unidad de Gestión Social UCM, quien lideró incondicionalmente cada etapa del proyecto, gracias a su dedicación y perseverancia ayudaron para la culminación de éste proyecto.

A La COOPERATIVA DE CAFICULTORES de Anserma, Caldas correspondiente al municipio de Risaralda a quien se evidencia el gran servicio que prestan a los agricultores asociados, su respeto y amabilidad con los participantes; su confianza en nosotros como estudiantes fue incondicional, los beneficios y aprendizaje adquiridos fueron de calidad para todos los que hicimos parte de ésta investigación.

Gracias a la UNIVERSIDAD CATOLICA DE MANIZALES, por brindarnos éstos espacios de aprendizaje tan incondicionales en nuestro proceso de formación, por entregar a los estudiantes formadores excelentes en cada área, sus conocimientos, entendimientos y constancia en su labor.

A todas las personas que intervinieron de alguna manera para la realización de éste trabajo, de ante mano agradezco su apoyo, paciencia, tolerancia, lealtad y carisma y dedicación en todo el proceso. Dios los colme de infinitas bendiciones.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo General.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. REFERENTE TEORICO.....	14
3.1 ANTECEDENTES.....	14
3.1.1 Marco Nacional.....	14
3.1.2 Marco Internacional.....	15
3.2 MARCO TEÓRICO.....	17
3.2.1 Definición de Plaguicida o Pesticida.....	17
3.2.2 Reglamentación Nacional.....	17
3.2.3 Principales componentes de un Plaguicida.....	18
3.2.4 Clasificación de los Plaguicidas.....	19
3.2.5 Clasificación Toxicológica de los plaguicidas.....	19
3.2.6 Clasificación según su Función.....	20
3.2.7 Características de los Plaguicidas inhibidores de la colinesterasa....	21
3.2.8 Organofosforados (OF).....	22
3.2.9 Carbamatos (CB).....	23
3.3 TOXICOCINÉTICA Y TOXICODINÁMICA.....	24
3.3.1 Vías de absorción, procesos de biotransformación y de eliminación.....	24
3.3.2 Mecanismo de Acción.....	24
3.3.3 Manifestaciones clínicas.....	29
3.3.4 Tipos de Síndrome.....	29
3.3.6 Determinación de Actividad Colinesterásica.....	29
3.3.6 Diagnóstico Diferencial.....	29
3.3.7 Tratamiento.....	30
4. METODOLOGÍA.....	31
4.1 Tipo de Estudio.....	31
4.2 Población, Muestra y Condiciones de Operación.....	32
4.2.1 Población.....	32
4.3 Variables.....	34
4.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS.....	34
4.4.1 Recolección de la información.....	34
4.4.2 Información para trabajadores agrícolas.....	34
4.4.3 Consentimiento Informado.....	34
4.4.4 Encuesta Ocupacional.....	35
4.4.5 Técnica de Recolección de Datos.....	35
4.4.6 Toma de muestra, Almacenamiento y Transporte.....	36
4.4.7 Método Analítico.....	37

4.4.8 Proceso de Elaboración Cartilla Educativa Acerca del Uso y Manejo Seguro de Plaguicidas.....	38
4.5 Procesamiento de los Datos.....	40
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
6. CONCLUSIONES.....	64
7. RECOMENDACIONES.....	65
8. BIBLIOGRAFÍA.....	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Mecanismo de acción tóxica de los insecticidas OF sobre las sinapsis colinérgicas.....	5
Figura 2: Transmisión del impulso nervioso en la sinapsis colinérgica.....	6
Figura 3. Mapa ubicación toma de muestra, Risaralda, Caldas.....	8
Figura 4. Validación del material educativo.....	12
Figura 5. Cartilla Uso y manejo seguro de Plaguicidas ISBNN	13
Figura 6. Porcentaje de agricultores según sexo.....	14
Figura 7. Porcentaje de caficultores según rango de edad.....	15
Figura 8. Porcentaje de agricultores según escolaridad.....	16
Figura 9. Porcentaje de agricultores según estado civil.....	17
Figura 10. Porcentaje de agricultores según afiliación a SGSSS y ARL.....	18
Figura 11: Porcentaje de agricultores según estrato de vivienda.....	19
Figura 12. Porcentaje de agricultores que se desempeñan como aplicador de plaguicidas.....	20
Figura 13. Porcentaje de agricultores según años de antigüedad aplicando plaguicidas.....	22
Figura 14: Tipo de plaguicida utilizado con mayor frecuencia.....	23
Figura 15. Medidas de seguridad utilizadas con respecto al uso de plaguicidas.....	25
Figura 16. Frecuencia de aplicación de plaguicida en el cultivo.....	26
Figura 17. Equipo más utilizado por agricultores para aplicación de plaguicidas.....	26

Figura 18. Almacenamiento de plaguicidas.....	23
Figura 19. Forma de almacenamiento de plaguicidas.....	23
Figura 20. Porcentaje de agricultores que usan Equipo de Protección Personal (EPP) durante la aplicación.....	24
Figura 21. Porcentaje agricultores que consumen alimentos (Durante aplicación y manipulación de plaguicidas).....	25
Figura 22. Porcentaje de agricultores que fuma durante la jornada de fumigación.....	26
Figura 23. Porcentaje de agricultores evacúa zona de cultivo posterior a la fumigación	27
Figura 24. Porcentaje de agricultores tiempo de reingreso a la zona de cultivo.....	28
Figura 25. Porcentaje de agricultores que se baña y cambia de ropa después de la fumigación.....	29
Figura 26. Signos y síntomas de sobreexposición.....	30
Figura 27. Conocimientos básicos sobre el uso y manejo seguro de plaguicidas.....	31
Figura 28. Conocimientos básicos sobre el uso y manejo seguro de plaguicidas	33
Figura 29. Antecedentes de intoxicación.....	34
Figura 30. Porcentaje nivel sérico de colinesterasa de agricultores.....	35
Figura 31. Antecedentes de salud.....	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según plaga que controlan.....	19
Tabla 2. Categoría Toxicológica de los plaguicidas.....	20
Tabla 3. Clasificación de los plaguicidas según su función.....	21
Tabla 4. Organofosforados de mayor uso en Colombia.....	23
Tabla 5. Principales plaguicidas Carbamatos de uso frecuente en Colombia.....	23
Tabla 6: Manifestaciones clínicas de intoxicación por plaguicidas.....	28

1. INTRODUCCION

Los plaguicidas son contaminantes ubicuos del medio ambiente, se han encontrado en aire, suelo, agua, plantas y en muestras de tejido humano y animal en todo el mundo. El uso continuo e inapropiado de los plaguicidas puede generar efectos biológicos adversos y eventos de “sobreexposición” en personas que se encuentran en contacto directo o indirecto con los agroquímicos. Estos efectos pueden ser causados, no sólo por el ingrediente activo y las impurezas asociadas, sino también por los solventes, emulsificadores y otros constituyentes de los productos formulados. El amplio rango de compuestos usados en el control de plagas incluye insecticidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas y molusquicidas, entre otros; los más usados a nivel mundial son los insecticidas y, entre éstos, los organoclorados, organofosforados y carbamatos. (1)

En el panorama mundial, las intoxicaciones por sustancias químicas son causa de morbilidad y discapacidad, la Organización Mundial de la Salud, estima que cada año en el mundo se presentan tres millones de casos, derivados de exposiciones ocupacionales o accidentales (2). Colombia en la semana epidemiológica 52 de 2016, se notificaron a Sivigila 684 casos de intoxicaciones por sustancias químicas, 528 de esta semana y 156 notificados de manera tardía; en la misma semana de 2015 se notificaron 735 casos. A la fecha, han ingresado al Sivigila 34 869 Casos confirmados, Hasta la semana epidemiológica 52 de 2016, se han notificado 247 muertes, esta semana epidemiológica se notificaron seis muertes, tres por plaguicidas, con tipo de exposición intencional suicida. En la semana 21 del año 2017 se presentaron 88 casos de intoxicación por plaguicidas donde Risaralda, Caldas presentó un caso teniendo en cuenta que el lugar de exposición fue su hogar (3). El panorama de la problemática nacional con respecto a los plaguicidas es claro, existe un marco legal consolidado que coexiste con el irrespeto por parte de las empresas nacionales e internacionales en el uso de plaguicidas. El mayor problema consiste en el uso masivo de plaguicidas en agricultura, sobre todo en la plantación bananera, el café y la piña entre otros. (4)

Los organofosforados (OF) son plaguicidas clasificados junto con los carbamatos (CB) como inhibidores de la enzima colinesterasa. Son ésteres del ácido fosfórico y sus homólogos; son biodegradables, se hidrolizan fácilmente en medio húmedo y pH alcalino. Se absorben por todas las vías: oral, dérmica, conjuntival, parenteral, rectal e inhalatoria. Inhiben las colinesterasa y otras enzimas como la fosfatasa ácida, lipasa, tripsina y quimotripsina. Su principal acción es sobre la acetilcolinesterasa (colinesterasa eritrocítica) y la colinesterasa plasmática (butirilcolinesterasa). (5). Estos plaguicidas pueden penetrar al organismo por inhalación, ingestión y a través de la piel intacta. Una vez absorbidos, se distribuyen en el organismo y sufren varias reacciones metabólicas de activación, detoxicación y conjugación, siendo eliminados relativamente rápido por vía renal. Debido a que

inhiben la colinesterasa, son neurotóxicos y su mecanismo de acción tóxica es la unión e inhibición de enzimas esterásicas en forma estable (6)

En Colombia, los plaguicidas inhibidores de colinesterasa (organofosforados y carbamatos) constituyen el grupo de insecticidas más frecuentemente utilizado en el control de plagas en los cultivos, en el programa de erradicación de vectores de importancia en salud pública y en el control de plagas a nivel domiciliario; la exposición ocupacional, con alto riesgo de intoxicación aguda, es la que ocurre en agricultores, peones, obreros y exterminadores de plagas (7). También se utilizan otros grupos de plaguicidas como piretroides, fungicidas, herbicidas bupiridilos y fenoxiacéticos e inclusive organoclorados (actualmente prohibidos). Según el Sistema de Vigilancia en Salud Pública de Colombia (Sivigila) en 2013 se reportaron al Sistema 8245 intoxicaciones por plaguicidas, seguido por 9214 casos en 2014 y 8732 casos para el 2015, siendo los principales agentes reportados como causantes de intoxicaciones los plaguicidas organofosforados y carbamatos (8).

El departamento de Caldas tiene 38.758 caficultores, con 87.127 hectáreas sembradas en café en 50.598 fincas, que producen anualmente 9 millones de arrobas de café. De los 27 municipios de Caldas, 25 se dedican a la producción de café y el sector representa el 59% del Producto Interno Bruto agropecuario en Caldas, por lo cual es el departamento en el cual la caficultura tiene mayor peso en la economía. Los resultados a septiembre de 2008 de las siembras de maíz y frijol promovidos por el Comité de Caldas indican que durante el primer semestre de 2008 se sembraron 1.236 hectáreas de maíz y 832 de frijol ocupando éstos el segundo y tercer puesto en la agricultura Caldense; los cuales requieren la utilización de diversos y agresivos productos químicos como estrategia para el control de plagas y cuyo empleo en el ámbito laboral conlleva peligros y riesgos para la salud derivados del uso incorrecto de estos, no se pueden admitir comportamientos permisivos durante la manipulación de plaguicidas; al tratarse de productos químicos, existen riesgos tanto para personas y animales como para el ambiente. Para el desarrollo y bienestar de la comunidad rural del departamento de Caldas, se ejecutan además de proyectos productivos, proyectos educativos, de infraestructura, medio ambiente y seguridad social. (9)

Para una correcta evaluación e interpretación de los resultados de laboratorio, es conveniente precisar condiciones especiales que modifican los niveles de la colinesterasa plasmática, principalmente. Se encuentra reducción en la actividad de la enzima durante el embarazo y la menstruación, y en anemias, quemaduras, desnutrición o cáncer; se incrementa en condiciones de alcoholismo, diabetes, artritis, hiperlipidemia y obesidad, entre otras. La información obtenida es digitada por cada entidad territorial de salud en un formato previamente diseñado por el Instituto Nacional de Salud. Los formatos son enviados en medio magnético o por correo electrónico al Laboratorio Nacional de Referencia, Grupo de Salud Ambiental

del Instituto Nacional de Salud, responsable de la parte complementaria del programa, la cual comprende, además del análisis de la información y divulgación de los resultados, las actividades correspondientes a la supervisión del programa, la realización de capacitaciones y visitas técnicas, y el desarrollo del Programa Interlaboratorios de Control de Calidad. (1)

Uno de los principales objetivos de éste proyecto es concientizar a los caficultores de Risaralda, Caldas los riesgos que se tienen por el uso y manejo inadecuado de plaguicidas mediante la determinación de los niveles de colinesterasa sérica. La Universidad Católica de Manizales, a través de la Unidad de proyección Social, da respuesta a las necesidades de la población de Risaralda, Caldas por lo tanto se formuló el proyecto de familias cafeteras de una forma integral con esta unidad de gestión social, con el objeto de establecer la exposición a plaguicidas en una población agricultora asociada a la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas durante el año 2016, correspondiente al municipio de Risaralda, Caldas .mediante la determinación de los niveles de colinesterasa sérica y su asociación con factores demográficos y ocupacionales, con la finalidad de realizar a futuro intervenciones en la comunidad y así minimizar los riesgos por el empleo de estas sustancias para proteger la salud individual y familiar de ésta población. De ésta manera se da lugar a la realización de una cartilla educativa, donde se menciona el adecuado proceso a seguir al momento de utilizar plaguicidas en sus cultivos cafeteros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar niveles de Colinesterasa sérica en caficultores del municipio de Risaralda, Caldas y su asociación con factores demográficos y ocupacionales.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer características demográficas, ocupacionales y clínicas de la población estudio.
- Medir niveles de colinesterasa plasmática (Colinesterasa Sérica) (ChE).
- Establecer la relación entre los niveles de actividad de colinesterasa sérica y antecedentes laborales de la población estudiada.
- Identificar los plaguicidas más utilizados en el área estudiada.

3. REFERENTE TEORICO

3.1 ANTECEDENTES.

3.1.1 Marco Nacional y Regional

Según Marcela Varona y colaboradores en el año 2005 en la Sabana Bogotá los principales plaguicidas que se utilizan son los ditiocarbamatos y ésta es la principal fuente de intoxicación en esta región, mientras que en Caldas los principales plaguicidas utilizados son los Organofosforados y Carbamatos, así se evidencia en las encuestas que se realizaron en la región de Risaralda, Caldas. Las evidencias experimentales y epidemiológicas indican que ciertos químicos industriales y ambientales ubicuos, tanto en el ambiente ocupacional como en el general, pueden causar efectos adversos en los humanos. (10).

Hasta la semana epidemiológica 52 de 2016, se han notificado 247 muertes, esta semana epidemiológica se notificaron seis muertes, tres por plaguicidas, con tipo de exposición intencional suicida, se notificó una muerte por medicamentos y una muerte por otras sustancias, ambas presentaron un tipo de exposición intencional psicoactivo, la última muerte corresponde a sustancias psicoactivas la cual presentó un tipo de exposición accidental. De acuerdo con la reincidencia hasta la semana epidemiológica 52 de 2016, se han notificado 480 personas que presentan reincidencias de intoxicación por sustancias químicas; de estas dos son reincidentes en seis oportunidades, seis son reincidentes en cuatro oportunidades, 38 son reincidentes en tres oportunidades y 434 son reincidentes en una oportunidad, el principal tipo de exposición de dichas reincidencias fue intencional psicoactivo, seguido por el intencional suicida. (3).

En otro estudio descriptivo realizado por Varona *et al* (6), en 1982, el Instituto Nacional de Salud (INS), a través del Laboratorio de Salud Ambiental creó el Programa de Vigilancia Epidemiológica de plaguicidas organofosforados y carbamatos (VEO), empleando el método Lovibond para la determinación de la acetilcolinesterasa (ACHE) como indicador, con el fin de detectar precozmente los casos de absorción elevada de plaguicidas. A partir de 1993, se cuenta con información de 17 departamentos del país, se efectuó un estudio en el que participaron los trabajadores expuestos ocupacionalmente a los plaguicidas inhibidores de la colinesterasa en los siguientes departamentos del país: Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cesar, Córdoba, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Santander, Sucre, Tolima, Valle y la Secretaría de Salud de Bogotá. La totalidad de las personas que participó en el estudio de 1993 a 1995 fueron 41.899, las cuales tenían antecedentes de exposición a plaguicidas organofosforados o carbamatos. Los datos obtenidos permitieron establecer el panorama epidemiológico de la intoxicación por plaguicidas inhibidores de

colinesterasa, determinando la población de mayor riesgo, lo que conllevará a plantear nuevos estudios de investigación en esta población.

Desde el año 2003, Colombia cuenta con un sistema de vigilancia epidemiológica para las intoxicaciones por sustancias químicas, el cual fue reglamentado en el año 2006 mediante la creación del Sistema de Vigilancia de Eventos en Salud Pública-Sivigila, definiendo claramente la vigilancia rutinaria de intoxicaciones agudas por plaguicidas. Durante los años 2010, 2011, 2012 y 2013 se notificaron al Sivigila 23.844, 27.126, 27.242 y 28.266 respectivamente casos de intoxicaciones por sustancias químicas (plaguicidas, medicamentos, metanol, metales pesados, solventes, gases y otras sustancias químicas), respectivamente. Para el 2014, se notificaron 32.814 el mayor porcentaje de intoxicaciones por sustancias químicas correspondieron a intoxicaciones por medicamentos (31,18%) seguidos de intoxicaciones por plaguicidas (28,67%) e intoxicaciones por sustancias psicoactivas (19,92%); concentrando el mayor número de eventos en las entidades territoriales de Bogotá, Antioquia, Valle, Nariño y Huila. De forma comparativa en los últimos cinco años, se ha ido incrementando la notificación del número total de eventos de intoxicación por sustancias químicas debido al fortalecimiento del sistema de vigilancia por parte de las entidades territoriales de salud. Respecto a las defunciones notificadas por intoxicaciones por sustancias químicas durante los años 2011 – 2014, solo corresponden al 1% del total de eventos, en su mayor proporción están asociados principalmente a intoxicaciones de tipo intencional suicida por plaguicidas y por otras sustancias químicas. (23).

La población estudiada en el municipio de Risaralda, Caldas afirmaban ser todos agricultores y estar en contacto directo con los plaguicidas, los cuales no tenían las suficientes precauciones para evitar una intoxicación, aun así, en los resultados clínicos se demostró que ningún agricultor presentaba niveles bajos de la enzima acetilcolinesterasa.

3.1.2 Marco internacional.

Un estudio realizado por Gonzales et al (11) realizaron un estudio estadístico descriptivo retrospectivo acerca de la mortalidad por intoxicaciones agudas producidas por plaguicidas en Cuba el comportamiento por sexo se observó que el masculino acaparó el 62 % con 391 casos para una tasa de 1,4 defunciones por 100 000 habitantes, mientras que al sexo femenino le correspondió el 38 % con 238 casos, para una tasa de 0,9 defunciones por 100 000 habitantes, la diferencia estadística fue altamente significativa.

Un estudio realizado por Hurtado et al (5). Un estudio realizado en Centroamérica, estimó que el 3% de los trabajadores agrícolas expuestos sufren cada año una intoxicación aguda por plaguicidas (IAP). Más del 50% de las intoxicaciones agudas por estas sustancias se presenta en los países menos desarrollados. En Japón, la

intoxicación por plaguicidas es frecuente, se estima que anualmente fallecen alrededor de 1.300 personas, casi todas por ingestión suicida, Colombia es el tercer país, después de Brasil y México, en el consumo de plaguicidas en América Latina. En Colombia la agricultura ocupa el 40% de la fuerza laboral y representa el 50% de las divisas.

El código internacional de conducta para el manejo de plaguicidas está relacionado con el manejo de plaguicidas para todas las entidades públicas y privadas comprometidas o asociadas con la producción, la regulación y el manejo de plaguicidas. El nuevo Código fue aprobado por la Conferencia de la FAO en junio de 2013, éste código se ha hecho con el fin de estipular diferentes estándares de uso y manejo adecuado de plaguicidas para los agricultores y evitar intoxicaciones. A nivel internacional, la FAO participa en las actividades del Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos (SAICM) y es una organización participante en el Programa Interinstitucional de Gestión Racional de los Productos Químicos (IOMC). (12)

Según la escuela de Relaciones Internacionales y Diplomacia, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, mencionan que el uso de sustancias químicas sintéticas cuenta con un número muy elevado a nivel mundial y los trabajadores expuestos muestran efectos nocivos como los dermatológicos, neurológicos, respiratorios, carcinogénicos y esterilidad. A pesar del intento de denunciar los hechos a las entidades legales nacionales, los trabajadores afectados en grupo no lograron ningún tipo de compensación. En este momento, el proceso está en manos de las entidades legales extranjeras. La contaminación del agua y suelos por los productos químicos con graves secuelas en el ecosistema, es una de las consecuencias del uso y manejo inadecuado de estos productos químicos. Debe buscarse un nuevo modelo de desarrollo con el fin de preservar el ambiente y los medios para la promover un desarrollo económico ambiental sostenible. (4)

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Definición de Plaguicida o Pesticida

El término plaguicida comprende diferentes productos que tienen como fin específico destruir o controlar plagas y enfermedades, de acuerdo a su función se clasifican en herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas. Los agroquímicos son sustancias orgánicas o inorgánicas utilizadas en las actividades agrícolas para favorecer y mejorar los cultivos e incrementar la producción, empleo que se incrementó debido a la demanda mundial por alimentos (granos y cereales principalmente), situación que se ha traducido en el uso indiscriminado de estos productos. (13)

Según la definición dada por la FAO, plaguicida es “una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedad humana o animal, especies indeseadas de plantas o animales capaces de causar daños o interferir de cualquier otra forma con la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte o mercado de los alimentos, otros productos agrícolas, madera y sus derivados o alimentos animales, o que pueden ser administrados a los animales para el control de insectos, arácnidos u otras plagas en sus organismos. Los ésteres de ácido fosfórico y sus homólogos, se denominan pesticidas tipo organofosforado (OF); estos ésteres producen inhibición de la enzima colinesterasa, actuando principalmente en la colinesterasa eritrocítica y plasmática. Este efecto produce un acumulo de acetilcolina que producen clínicamente tres grandes síndromes clínicos: muscarínico, nicotínico y neurológico. (5)

3.2.2 Reglamentación Nacional

El Ministerio de Salud En Colombia a través del Decreto número 1843 de 1991, estipula la reglamentan parcialmente los títulos III, V, VI, VII y XI de la ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas. Y en su artículo 170: De la vigilancia epidemiológica, referente a desarrollar un programa específico de vigilancia epidemiológica de plaguicidas y será de notificación obligatoria todo caso de intoxicación o accidente presentados a causa de estos productos conforme a las Normas del Ministerio de Salud. El Ministerio de Salud coordinará los planes de vigilancia para que sean ejecutados armónicamente por las entidades responsables: Direcciones Seccionales de Salud, Instituto Colombiano Agropecuario, Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, y demás organismos del Estado que intervengan en la vigilancia epidemiológica y control sanitario de plaguicidas, o cuya participación se requiera como apoyo para el efectivo cumplimiento del presente Decreto. Los demás

organismos del Estado deberán participar en forma activa, dar respaldo y prestar apoyo permanente al tenor de lo establecido en esta norma, para el cumplimiento de la misma y disposiciones complementarias. (24)

3.2.3 Principales componentes de un plaguicida

Materia activa o ingrediente activo técnico (A)

Es la parte del producto que, de una forma directa, actúa contra las plagas, enfermedades y malas hierbas que constituyen el enemigo natural a combatir. Las materias activas pueden ser productos orgánicos o inorgánicos, bien naturales o bien de síntesis, que ejercen su acción contra el enemigo natural sobre el que queremos actuar. Se debe tener en cuenta que la materia activa puede presentarse en la etiqueta de un producto de tres formas diferentes:

- Con su nombre común: el más empleado y que aparece con el fin de simplificar el nombre químico y que todo el mundo acepta y conoce. Por ejemplo: Etefon.
- Con su nombre técnico o químico: nombre con el que se conoce la materia activa químicamente, su nombre químico. Por ejemplo: Acido 2-cloroetil-fosfónico.
- Con su nombre comercial: el que asigna el fabricante al producto ya elaborado.

Materias o ingredientes inertes (B)

Son productos que se añaden al fitosanitario y que no tienen ninguna acción contra la plaga o enfermedad. Su función principal es facilitar su dosificación y aplicación, así como mejorar el reparto de la sustancia activa y disminuir su acción tóxica para el usuario al quedar ésta diluida. Un ejemplo de los mismos lo constituyen los disolventes. Pueden ser productos sólidos o líquidos.

Aditivos ©

Son sustancias que no tienen efecto sobre la eficacia de los fitosanitarios, pero que se utilizan en su elaboración para dotar a los productos de características, como color y olor, de forma que sean reconocibles para personas y animales y, de este modo, evitar accidentes. Su adicción al producto es un requisito legal. Un ejemplo de aditivos lo constituyen los colorantes.

Coadyuvantes (D)

Estas sustancias se añaden al resto de los componentes de los fitosanitarios con el fin de modificar positivamente alguna de sus características físicas y químicas (14).

3.2.4 Clasificación de los Plaguicidas

Debido a la amplia cantidad de sustancias y combinaciones de compuestos los plaguicidas se han clasificado, por su uso, en: insecticidas, acaricidas, herbicidas, Nematicida, Fungicidas, Molusquicida y Rodenticida. La manera más frecuente de clasificarlos es con base en su estructura química, identificándose cuatro grupos principales: Organoclorados: Son compuestos estables, demasiado persistentes en el ambiente y tienden a acumularse en el tejido graso. Su uso principal es en la erradicación de los vectores de enfermedades como paludismo, malaria y dengue. Organofosforados: Son ésteres derivados del ácido fosfórico. En el hombre actúan sobre el sistema nervioso central, inhibiendo la acetilcolinesterasa, enzima que modula la cantidad y los niveles del neurotransmisor acetilcolina. Carbamatos: Son ésteres derivados de los ácidos N-metil o dimetil carbámico se emplean como insecticidas, herbicidas, fungicidas y nematicidas. Piretroides: Tienen su origen en insecticidas naturales derivados del extracto de piretro obtenido de las flores del crisantemo, conocidos como piretrinas. (15)

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según plaga que controlan

CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS SEGÚN PLAGA QUE CONTROLAN	
PLAGUICIDA	PLAGA QUE CONTROLA
Insecticida	Insectos
Nematicida	Nematodos
Fungicida	Hongos
Bactericida	Bacterias
Herbicida	Malezas

Fuente: <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/colombia1/publicaciones-colombia/cartilla-plaguicidas-definitiva.pdf>

3.2.5 Clasificación Toxicológica de los Plaguicidas

La Organización Mundial de la Salud, OMS, clasifica los plaguicidas principalmente en base a su toxicidad aguda en estudios con animales. Los plaguicidas se clasifican en Clases: extremadamente peligrosos (Ia), altamente peligrosos (Ib), moderadamente peligrosos (II), poco peligrosos (III), normalmente no ofrecen peligro bajo uso normal (IV, a veces no clasificados). Algunos plaguicidas son tan tóxicos que la ingestión de solo 5 ml (una cucharada de té) puede ser suficiente para matar a una persona adulta. Los pequeños productores de las zonas rurales de climas cálidos (entre los trópicos) pueden llegar a usar grandes, cantidades de

plaguicidas de los que pertenecen a las Clases Ia, Ib y II. El riesgo se ve aumentado debido a que muchas veces los pequeños productores rurales de países en desarrollo no utilizan los elementos de protección personal. Aun si estuvieran disponibles, las condiciones de clima cálidohacen que los trajes de protección, generalmente diseñados para ser utilizados en climas menos calurosos, sean poco confortables y si son usados por largos períodos, pueden llevar a descompensaciones por calor. Por este motivo, debido a que no se diseñan elementos de protección para ser usados en climas cálidos y con precios más accesibles, estos no están a disposición de los aplicadores de los países en desarrollo. (16)

Tabla 2. Categoría Toxicológica de los plaguicidas

Banda de color de las etiquetas según la categoría toxicológica		
Color de la banda	Clasificación de la OMS según los riesgos	Clasificación del Peligro
Rojo (PMS 199 C)	I a- Producto Sumamente Peligroso	Muy Tóxico
Rojo (PMS 199 C)	I b- Producto Muy Peligroso	Tóxico
Amarillo (PMS Amarillo C)	II- Producto Moderadamente Peligroso	Nocivo
Azul (PMS 293 C)	Producto Poco Peligroso	Cuidado
Verde (PMS 347 C)	IV – Producto que Normalmente no Ofrece peligro	Cuidado

Fuente:<http://publicaciones.ops.org.ar/publicaciones/publicaciones%20virtuales/proyectoPlaguicidas/pdfs/anexoB.pdf>

3.2.6 Clasificación Según su Función

A continuación vamos a encontrar una tabla con algunos de los claros ejemplos de los plaguicidas y la familia química. (17)

Tabla 3. Clasificación de los plaguicidas según su función

INSECTICIDAS	
FAMILIA QUÍMICA	EJEMPLOS
Organoclorados	Endrín, Aldrín, DDT, Lindano, Toxafeno
Organofosforados	Paratión, Clorpyrifos, Diazinon, Diclorvos, Malation, Dimetoato
Carbamatos	Aldicarb, Carbofuran, Propoxur, Carbaril.

Tiocarbamatos	Ditiocarbamato. Mancozeb. Maneb
Piretroides	Resmetrina, Bioresmetrina, Aletrina, Decametrina, Permetrina.
Derivados Bipiridilos	Cloromequat. Diquat. Paraquat
Compuestos de Origen Botánico	Rotenona. Nicotina. Aceite de Canota
FUNGICIDAS	
Sales de cobre	Oxicloruro de Cobre y Sulfato de Cobre
Derivados de la ftalimida	Captafol
Dinitrofenoles	Dinitro-Orto-Creso
Dithiocarbamatos	Maneb, Zineb, Mancozeb
HERBICIDAS	
Bipiridilos	Paraquat, Diquat
Glifosato	
RODENTICIDAS	
Inorgánicos	Sulfato de Talio, Anhídrido Arsenioso, Fosforo de Aluminio, Fosforo de Zinc.
Orgánicos	Anticoagulantes: Cumarinas (Warfarina).

Fuente: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562010000100009

3.2.7 Características de los Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa.

Los compuestos organofosforados y carbamatos comprenden un vasto grupo de compuestos químicos de complejidad estructural variable, los cuales se usan como fumigantes a nivel veterinario y domiciliario. Dichos plaguicidas pueden penetrar al organismo a través de la piel intacta. Una vez absorbidos, en el organismo sufren varias reacciones, detoxicación y absorción. Su mecanismo de acción toxica es la inhibición de enzimas esteéricas en forma estable, y son eliminados relativamente por vía renal. (7)

La colinesterasa plasmática es inhibida más rápidamente que la eritrocítica y sus niveles normales se restablecen dentro de los 60 días posteriores a la exposición, siendo un indicador de intoxicación aguda por organofosforados. La actividad de la acetilcolinesterasa eritrocítica se deprime más lentamente y toma varias semanas y hasta meses para retornar a niveles normales; por lo tanto, es la medida de elección y de importancia en los sistemas de vigilancia para evaluar la exposición crónica a plaguicidas anticolinesterásicos. (1)

Los organofosforados (OF) son plaguicidas clasificados junto con los Carbamatos como inhibidores de la enzima colinesterasa. Son ésteres del ácido fosfórico y sus homólogos; son biodegradables, se hidrolizan fácilmente en medio húmedo y pH alcalino. Se absorben por todas las vías: oral, dérmica, conjuntival, parenteral, rectal

e inhalatoria. Inhiben las colinesterasas y otras enzimas como la fosfatasa ácida, lipasa, tripsina, quimotripsina, etc. Su principal acción es sobre la acetilcolinesterasa (colinesterasa eritrocítica) y la colinesterasa plasmática (butirilcolinesterasa). Producen una unión muy estable “irreversible”, por fosforilación enzimática, produciendo inhibición de acetilcolinesterasa. Los carbamatos, plaguicidas derivados del ácido carbámico, son sustancias biodegradables y no acumulables. Son inhibidores de la colinesterasa en forma reversible por carbamitación enzimática. La sintomatología por intoxicación con carbamatos es corta y menos severa que con compuestos organofosforados (OF) excepto en casos de carbofuran y aldicarb los cuales se comportan de manera muy severa (5)

3.2.8 Organofosforados (OF)

Los compuestos organofosforados son ésteres del ácido fosfórico y de sus derivados, que comparten como característica farmacológica la acción de inhibir enzimas con actividad esterásica, más específicamente de la acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas, lo que genera una acumulación de acetilcolina y como consecuencia se altera el funcionamiento del impulso nervioso. Estos compuestos son liposolubles y volátiles, características que facilitan su absorción; su toxicidad es variable (I, II, III), y los efectos farmacológicos varían de acuerdo al grado de toxicidad y vía de entrada en el organismo. El cuadro de intoxicación por organofosforados genera un espectro de signos y síntomas característico, conocido como síndrome colinérgico que se presenta como consecuencia de la excesiva estimulación de los receptores de acetilcolina, y que se caracteriza principalmente por cambios en el estado de conciencia, debilidad muscular y excesiva actividad secretora. El manejo oportuno de este síndrome es clave para evitar complicaciones graves secundarias a la intoxicación e incluso el compromiso de la vida del paciente. (7)

Tabla 4. Organofosforados de mayor uso en Colombia

Categoría Toxicológica	Nombre genérico	Nombre Comercial
I	Diclorvos	Diclorvos, Vapona
I	Mevinphos	Mevinfos
I	Monocrotofos	Monocrotofos 600 SL
I	Metilparation	Metilparation, Folidol
I	Paration	Parawet, Folidol
I	Metamidofos	Tamarón, Monitor
II	Coumafos	Asuntoi, Coral
II	Diazinon	Basidon
II	Fenthion	Lebaycid 500 SC
II	Profenofos	Curacron, Tambo
III	Clorpirifos	Arriero 2.5, Lorsban
III	Malathion	Malathion, Aduafin

Fuente: <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>

3.2.9 Carbamatos (CB)

Los carbamatos forman parte de un gran grupo de plaguicidas que han sido desarrollados, producidos y usados en gran escala en los últimos 40 años. Son derivados del ácido carbámico por un parte, constituyendo los Carbamatos propiamente dichos y de los ácidos tiocarbámicos y ditiocarbámicos por otra, integrando el grupo de los tio y ditiocarbamatos. Se utilizan como insecticidas, herbicidas y fungicidas y son inhibidores reversibles de la colinesterasa. (6) Son menos persistentes que los organoclorados y los organofosforados y de igual manera que estos últimos inhiben a la acetilcolinesterasa. Sin embargo, en el caso de los carbamatos la acción es rápida y la cinética de bloqueo es a través de la carbamitación de la enzima mediante la unión covalente de los grupos electrofílicos carbamoil en los sitios estéricos de la enzima. (15)

Tabla 5. Principales plaguicidas Carbamatos de uso frecuente en Colombia

CARBAMATOS		
CATEGORÍA TOXICOLÓGICA	NOMBRE GENÉRICO	NOMBRE COMERCIAL
I	Aldicarb	Temik
I	Carbofuran	Furadan, Curater
I	Metomil	Methavin 90SP, Lannate SL
II	Methiocarb	MesuroI
III	Propoxur	Baygón, Unden, Okocebo
III	Carbaril	Kevin 80 WP

Fuente: <http://www.colombianadesalud.org.co/SALUD%20OCUPACIONAL/GUIAS/2-gatiso%20plaguicidas%20inhibidores%20de%20la%20colinesterasa.pdf>.

3.3 TOXICOCINÉTICA Y TOXICODINÁMICA

3.3.1 Vías de absorción, procesos de biotransformación y de eliminación

Los organofosforados ingresan al organismo por las vías cutánea, respiratoria y digestiva. Las dos primeras constituyen las rutas más comunes de penetración en intoxicaciones laborales y la última es más frecuente en intoxicaciones de otro origen. Las propiedades liposolubles de estas sustancias y el tipo de disolvente que se emplea con el ingrediente activo (parte biológicamente activa del plaguicida), unidos a las frecuentes lesiones cutáneas que suele presentar el individuo que las manipula, facilitan su penetración por esa vía. Por inhalación se absorben cuando se trabaja durante su formulación, mezcla, aplicación o almacenamiento, o cuando se presentan incendios o derrames. El ingreso por vía oral ocurre mediante ingestión voluntaria o accidental, o por alimentos que hayan sido excesivamente

expuestos a estos plaguicidas. La vida media de los compuestos organofosforados y de sus productos de biotransformación, es decir, de conversión metabólica, es relativamente corta. Dicho proceso de transformación se lleva a cabo mediante la presencia de enzimas oxidasas, hidrolasas y transferasas, principalmente hepáticas y puede dar como resultado metabolitos más tóxicos. La eliminación de los organofosforados es rápida y tiene lugar por la orina y, en menor cantidad, por heces y aire expirado. Su máxima excreción se alcanza a los dos días; luego disminuye rápidamente. (21)

3.3.2 Mecanismo de Acción

El mecanismo por el cual, los organofosforados (OF) y los carbamatos, inducen cardiotoxicidad es incierto. Se han descrito tres fases fisiopatológicas de cardiotoxicidad, después de intoxicación aguda por organofosforados (OF): un período breve, de aumento en el tono simpático; un período de actividad del sistema parasimpático y un período de alteración electrocardiográfica con prolongación de Q-T, seguido por “torsade del pointes”, taquicardia ventricular y fibrilación ventricular. La mayoría ocurre durante las primeras horas después de la exposición. La hipoxemia, la acidosis y la descompensación electrolítica son los mayores factores predisponentes para el desarrollo de éstas complicaciones. Una vez esta condición se reconoce, el paciente debe ser inmediatamente transferido a un cuidado intensivo o coronario, para monitoreo y vigilancia permanente. (5)

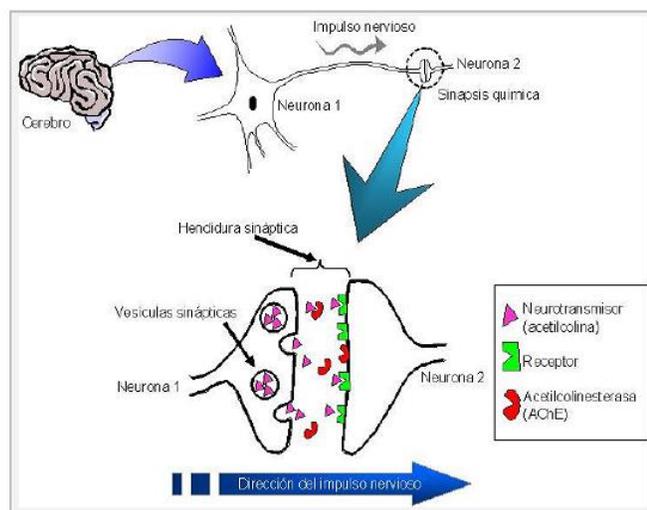


Figura 1. Mecanismo de acción tóxica de los insecticidas OF sobre las sinapsis colinérgicas.

Fuente: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v53n4/v53n4a06.pdf>

Los organofosforados desarrollan su toxicidad a través de la fosforilación de la enzima acetilcolinesterasa en las terminaciones nerviosas. Los pesticidas organofosforados reaccionan con la zona esterásica de la enzima colinesterasa formando una unión estable que, si no se rompe mediante el tratamiento, se hace irreversible, quedando la enzima inhabilitada para su función normal. La pérdida de la función enzimática permite la acumulación de acetilcolina en las uniones colinérgicas neuroefectoras (efectos muscarínicos), en las uniones mioneurales del esqueleto y los ganglios autónomos (efectos nicotínicos) y en el sistema nervioso central (17)

En el citoplasma de la terminal axónica de las neuronas presinápticas del tipo colinérgico, que utilizan la acetilcolina como neurotransmisor, existen unas vesículas especiales que contienen acetilcolina. El impulso nervioso causa la liberación de este neurotransmisor al espacio sináptico; la acetilcolina se difunde en el espacio sináptico hasta ponerse en contacto con un receptor colinérgico específico, situado en la membrana postsináptica. Este receptor es de naturaleza proteínica con alta afinidad por la acetilcolina. Por acción de esta última, se modifica la conformación del receptor, provocando cambios en la permeabilidad de la membrana a los cationes de sodio y potasio o ambos, lo que altera el potencial de membrana de la neurona post-sináptica, haciéndola partícipe de la transmisión del impulso nervioso. Se conocen dos tipos de sinapsis colinérgicas: las muscarínicas y las nicotínicas, que se diferencian entre sí por el tipo de receptor, su localización y su función fisiológica. La acetilcolinesterasa produce la inactivación de la acetilcolina, con la consiguiente disminución de la transmisión del impulso nervioso. La acción de la acetilcolina es muy rápida: se estima que es capaz de hidrolizar una molécula de acetilcolina en ácido acético y colina en un milisegundo. (21) La reacción química producida en este proceso es:

Paso 1: Acetilcolina + enzima (Acetilcolinesterasa) ----> Colina + Acetilcolinesterasa acetilada

Paso 2: Acetilcolinesterasa acetilada + H₂O ----> Acetilcolinesterasa + ácido acético.

Las colinesterasas, es decir, las enzimas que producen la hidrólisis de la acetilcolina pueden ser de dos tipos, a saber:

- La colinesterasa verdadera, acetilcolinesterasa, colinesterasa eritrocitaria, específica o de tipo e, se encuentra unida a las membranas de las neuronas, en las sinapsis ganglionares de la estructura neuromuscular del organismo y en los eritrocitos.
- La pseudocolinesterasa o colinesterasa inespecífica, también denominada butirilcolinesterasa, colinesterasa plasmática o de tipo s, está presente

generalmente en forma soluble en casi todos los tejidos (principalmente hígado) y en el plasma, pero en poca concentración en el sistema nervioso central y periférico. Dicha enzima también es inhibida por los plaguicidas organofosforados y carbamatos, pero sin manifestación de síntomas clínicos.

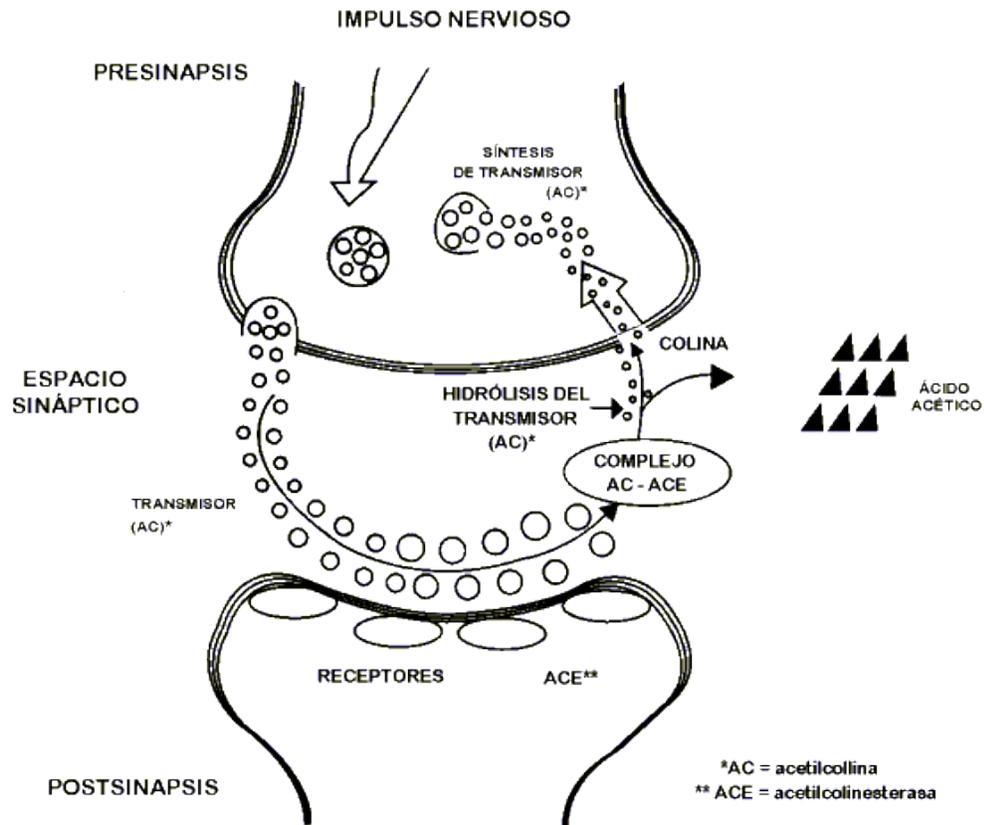


Figura 2: Transmisión del impulso nervioso en la sinapsis colinérgica

Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/tutorial2/e/unidad2/index.html>

Estos compuestos reaccionan con la enzima de manera similar a la acetilcolina:

Paso 1: $AB + \text{acetilcolinesterasa} \rightarrow B + \text{acetilcolinesterasa modificada (A)}$

Paso 2: $\text{Acetilcolinesterasa modificada (A)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow A + \text{Acetilcolinesterasa}$

AB representa la molécula del organofosforado o carbamato. En el primer paso, la parte ácida (A) del plaguicida se incorpora covalentemente en el sitio activo de la enzima, mientras que se libera su fracción alcohólica (B).

En el segundo paso, una molécula de agua libera la parte ácida (A) del plaguicida, dejando la enzima libre y, por lo tanto, reactivada. Este proceso de reactivación dura

menos tiempo con los carbamatos, mientras que con los organofosforados puede ser mucho más prolongado e incluso llegar a ser irreversible. De ahí que, clínicamente hablando, los carbamatos se consideran inhibidores reversibles porque en poco tiempo dejan la enzima libre, mientras que a los organofosforados se les llama inhibidores irreversibles porque el proceso de reactivación tarda mucho más tiempo, lo que hace que la enzima pierda sus propiedades catalizadoras. (21)

3.3.3 Manifestaciones clínicas

Las intoxicaciones con compuestos organofosforados pueden generar tres cuadros clínicos: la intoxicación aguda, el síndrome intermedio y una neurotoxicidad tardía. El cuadro de intoxicación aguda genera un conjunto de signos y síntomas denominados síndrome colinérgico el cual se presenta como consecuencia de la excesiva estimulación de los receptores de acetilcolina, y que se caracteriza principalmente por cambios en el estado de conciencia, debilidad muscular y excesiva actividad secretora. La aparición de este cuadro varía entre pocos minutos hasta doce horas posterior al contacto con el tóxico, dependiendo de la edad del paciente, la cantidad ingerida y la toxicidad intrínseca del organofosforado; en los niños los efectos nicotínicos se observan con mayor frecuencia que en los adultos (17)

Tabla 6: manifestaciones clínicas de intoxicación por plaguicidas.

Efectos Muscarínicos	Efectos Nicotínicos	Efectos SNC
Visión borrosa, Miosis, hiperemia, conjuntival, rinorrea, broncorrea, Sialorrea, 27roncoespasmo, Cianosis. Diaforesis, náuseas. Vómito, diarrea, Cólico Abdominal. Incontinencia de esfínteres. Bradicardia	Vasoconstricción, Periférica, calambres, mialgias, Fasciculaciones. Debilidades. Parálisis flácida Hiperglicemia	Cefalea. Ansiedad. Confusión, Irritabilidad Alteración del estado de conciencia. Ataxia. Depresión respiratoria, convulsiones

Fuente: rev.fac.med vol.18 no.1 Bogotá Jan./June 2010

3.3.4 Tipos de Síndrome

Síndrome colinérgico

Es el síndrome clínico que resulta de la excesiva estimulación de los receptores de acetilcolina. Se caracteriza por cambios en el estado de conciencia, debilidad muscular y excesiva actividad secretora. El síndrome colinérgico se manifiesta con efectos muscarínicos, nicotínicos y en el sistema nervioso central.

Síndrome intermedio

El término “síndrome intermedio” se aplica al cuadro caracterizado por recaída clínica, con gran debilidad muscular que aparece 24 a 96 horas después de la exposición. Este síndrome aparece generalmente, luego de 4-5 días de iniciado el episodio agudo tóxico; se caracteriza por parálisis respiratoria aguda, debilidad de músculos flexores de la nuca, lengua y faringe, músculos proximales de las extremidades y músculos del tórax, con compromiso de la función respiratoria, ausencia o disminución de los reflejos osteotendinosos, debilidad en el territorio de nervios craneales motores principalmente el sexto (oftalmoparesia externa), asociado a síntomas nicotínicos el tratamiento con atropina y oximas no influencia el curso clínico del síndrome intermedio.

Síndrome neurotóxico tardío

Algunos pacientes, presentan una neurotoxicidad tardía, que se presenta entre la primera y tercera semana de evolución de la infección aguda por organofosforados, producida a través de la inhibición de la actividad de una proteína de la célula nerviosa a la que se ha dado el nombre de esterasa neurotóxica o esterasa diana de neurotoxicidad (NET), lo cual lleva a degeneración axonal en grandes neuronas distales. El cuadro clínico se caracteriza por parestesias en pies y manos, dolor en las pantorrillas, debilidad progresiva y ascendente. (5)

3.3.5 Determinación de Actividad Colinesterásica

El diagnóstico inicial se realiza con la historia clínica, mediante la sospecha o certeza de la exposición al tóxico, la vía de absorción y un cuadro clínico compatible. La confirmación diagnóstica debe realizarse idealmente mediante la medición de la actividad de la colinesterasa. Los niveles de colinesterasa varían de un individuo a otro, por tal razón se recomienda medir los niveles de esta enzima a las personas que van a estar en contacto con los compuestos organofosforados, antes de que se inicie la exposición a estas sustancias (17).

El método que se utilizó para la determinación de la enzima acetil colinesterasa, fue el Método Ellman. Este se empleó con el fin de estudiar y evaluar cómo se encontraban los caficultores con respecto a esta enzima.

3.3.6 Diagnóstico Diferencial

Debido a que existen algunas patologías o situaciones que pueden ser semejantes al cuadro presentado por los intoxicados con inhibidores de las colinesterasas, es necesario conocerlas, para establecer en el menor tiempo posible, el diagnóstico

diferencial que asegure una conducta terapéutica acertada. Podemos mencionar, como las más relevantes, las siguientes:

- Síndrome convulsivo
- Estado de coma hipo e hiperglicémico
- Estados de coma provocados por otras causas
- Intoxicaciones con otros tóxicos, tales como fluoracetato de sodio, hidrocarburos clorados, depresores del sistema nervioso central (como los alcoholes etílico y metílico, los opiáceos).
- Intoxicación paralítica por mariscos (marea roja)
- Cuadros neuropsiquiátricos, como neurosis conversiva
- Enfermedad diarreica aguda
- Edema pulmonar agudo asociado a otras etiologías
- Insuficiencia cardíaca congestiva
- Hiperreactividad bronquial
- Micetismo (intoxicación por hongos) (21)

3.3.7 Tratamiento

El tratamiento de la intoxicación aguda depende de la severidad de la misma. En los casos de intoxicación leve se recomienda descontaminación, la administración de atropina en dosis bajas, y evitar exposiciones adicionales. Cuando se trata de una intoxicación severa se requiere estabilizar al paciente por medio de oxigenoterapia, descontaminación, administración de atropina y de antídotos, específicamente, la pralidoxima. La recuperación de la actividad de la acetilcolinesterasa ocurre por la síntesis de nueva enzima, por defosforilación lenta y espontánea de esta (en intoxicación con carbamatos) y como resultado del tratamiento con oximas. La rapidez y cantidad de este proceso va a depender de las características físico-químicas del plaguicida, así como del tratamiento administrado. Es importante tener en cuenta que durante la fase aguda de la intoxicación se presenta el mayor riesgo de mortalidad a causa de paro cardiorrespiratorio. (17)

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio

Descriptivo.

Ubicación

La toma de muestras se realizó en el Comité de Cafeteros de la Cooperativa de Caficultores Anserma, Caldas correspondiente al municipio de Risaralda.

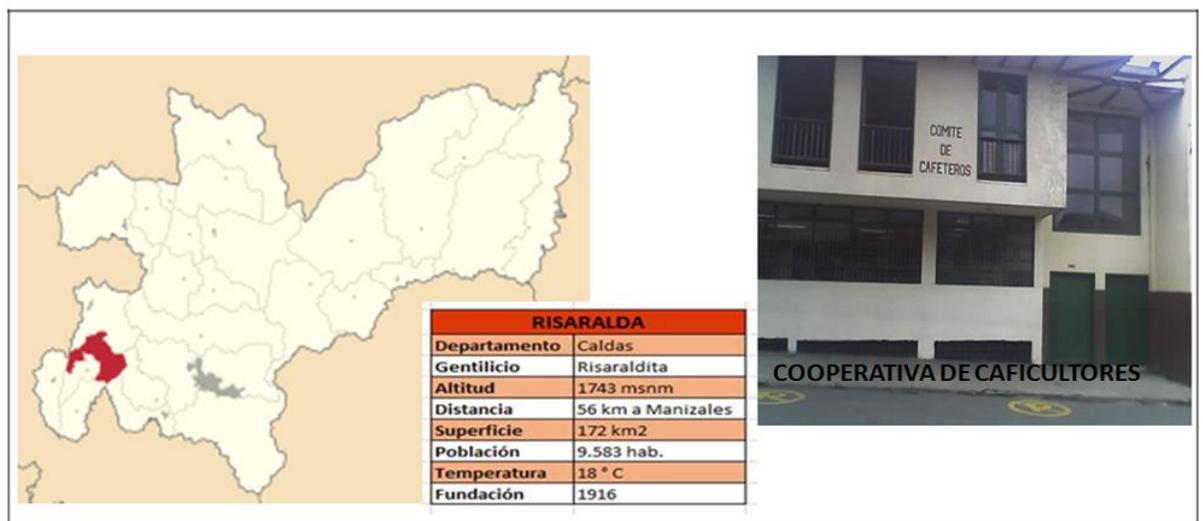


Figura 3. Mapa ubicación toma de muestra, Risaralda, Caldas.

VEREDAS / VECINDARIO

El municipio se distribuye administrativamente en una cabecera municipal con jurisdicción territorial sobre 31 veredas que son: Písamo, Sarcirí, Guamito, La Esperanza, Soria, Quiebra de Varillas, Guacaica, La trinidad, La Bohemia, La Pielroja, Mediacuesta, Betania, El Tablazo, Los Muros, Santana, La Cancana, Surrumbí, Banderas, Changüí, La Miranda, La Romelia, El Brillante, El Cairo, El Guaico, La Libertad, La Esmeralda, Quiebra de Santa Bárbara, Cambia, La patria, Alto de Arauca y Montecristo

4.2. Población, muestra y condiciones de operación

4.2.1. Población

Este proyecto hace parte de un macro-proyecto de Acompañamiento Integral de las Familias Cafeteras donde la población objeto fue de 30 familias asociadas a la Cooperativa de Caficultores. Para este proyecto se obtuvo la participación de un integrante de la familia quien fue directamente el agricultor.

La Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas correspondiente al municipio de Risaralda en asocio con la Universidad Católica de Manizales, han unido esfuerzos para realizar el abordaje metodológico a través de la ejecución de tres sub-proyectos dirigidos a los tres grupos de interés: agricultores, cónyuges e hijos. Las acciones de cada sub-proyecto fueron lideradas por un equipo interdisciplinario de docentes de la Universidad Católica de Manizales adscritos a las diferentes facultades, unidades académicas y administrativas

Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión de la población estudio fueron determinados para los caficultores que estuvieron expuestos al empleo de plaguicidas organofosforados o carbamatos y que aceptaron participar en el estudio.

4.3. Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLE	DEFINICION	TIPO	NATURALEZA	UNIDAD DE MEDIDA	CATEGORIAS	NIVEL DE MEDICION
Edad	Tiempo entre el nacimiento y el día de la encuesta.	Cuantitativa	Independiente	Años		Razón
Sexo	Características sexuales externas	Cuantitativa	Independiente		Masculino – Femenino	Nominal
Escolaridad	Nivel de educación formal alcanzado	Cualitativa	Independiente		Primaria Secundaria Técnico Tecnólogo	Ordinal
ARL-EPS	Régimen de vinculación al sistema de salud	Cualitativa	Independiente		Si- No - Sabe	Nominal
Trabajo Agrícola	Tiempo de vinculación en el sector agrícola	Cuantitativa	Independiente	Años		Razón
Hábitos En El Trabajo						
Oficio						
Tiempo En El Oficio	Tiempo de dedicación al último oficio	Cuantitativa	Independiente	Años	Si- No	Razón
Protección Personal	Uso de Elementos de Protección Personal – EPP	Cualitativa	Independiente		Si- No	Nominal

Medidas De Higiene Y Seguridad Industrial	Práctica de medidas de seguridad en el trabajo.	Cualitativa	Independiente		Si- No	Nominal
Exposiciones Extra laborales	Otro contacto con sustancias tóxicas fuera del campo del oficio habitual en la caficultora.	Cualitativa	Independiente		Si- No	Nominal
Exposición A Otros Tóxicos Ambientales	Otro contacto con sustancias tóxicas aplicadas en áreas diferentes al cultivo del café					
Clínica Relacionada	Signos y síntomas compatibles con intoxicación por plaguicidas organofosforados y carbamatos.	Cualitativa	Independiente		Signo – Síntoma	Nominal
Tabaquismo	Condición de fumador	Cualitativa	Independiente		Si- No	Nominal
Exposición al Alcohol	Condición de bebedor de bebidas alcohólica.	Cualitativa	Independiente		Si- No	Nominal
Enfermedades Recientes	Auto reporte de enfermedades incidentes o prevalentes en los últimos dos años.	Cualitativa	Independiente		Nombre De La Condición Mórbida	Nominal
Hábito alimentario durante la jornada	Consumo de alimentos durante la jornada de fumigación.	Cualitativa	Independiente		Alimentos Consumidos	Nominal
Nivel sérico de colinesterasa (PCHE)	Reporte nivel de la enzima en el suero del examinado	Cuantitativa	Dependiente	U/L		Razón

Características del trabajador agrícola

Características del Trabajador	
SOCIO-DEMOGRAFICAS	Edad, sexo, escolaridad, afiliación al Sistema General de Salud y Seguridad Social (SGSSS)
OCUPACIONALES	Tiempo de trabajo en el sector agrícola, hábitos y prácticas en el trabajo, tipo de oficio, tiempo de exposición en el oficio, protección personal, medidas de higiene y seguridad industrial, exposiciones extra-laborales, exposición a otros tóxicos ambientales y conocimientos
CLÍNICAS	Signos y síntomas compatibles con intoxicación por plaguicidas organofosforados y carbamatos.
TOXICOLÓGICAS	Condición de fumador y consumo de alcohol.
PATOLÓGICAS	Enfermedades recientes
HÁBITOS EN EL TRABAJO	Durante la jornada de fumigación.

4.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

4.4.1. Recolección de la información

Encuestas

4.4.2. Información para trabajadores agrícolas

La información suministrada a los agricultores se estableció por medio de reuniones convocadas por Universidad Católica de Manizales, a través de la Unidad de proyección Social, quien en comunicación directa con la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas Correspondiente al municipio de Risaralda; dándole a conocer el objetivo del estudio y beneficios a recibir, la recolección de la información se realizó posterior a la información suministrada.



4.4.3. Consentimiento informado

Luego de la información entregada a los agricultores se inició con la lectura del consentimiento informado de forma personalizada, manifestando la confidencialidad de los datos, el derecho a la intimidad y privacidad, posteriormente se inicia diligenciamiento de formatos. Teniendo en cuenta que la firma del agricultor se realizó de forma voluntaria.



4.4.4. Encuesta ocupacional

La encuesta que se realizó a los agricultores permitió recolectar información de tipo demográfico, toxicológico y clínico, obteniendo también el resultado de la prueba de colinesterasa sérica.



Anexos 1. Charlas motivacionales de uso y manejo adecuado de plaguicidas a los agricultores.

4.4.5. Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección estuvo a cargo por la investigadora principal, dos asistentes de investigación del programa de Bacteriología y una colaboradora asignada por la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas correspondiente al municipio de Risaralda, anterior al diligenciamiento de las encuestas se realizó la respectiva inducción, posteriormente se realiza la encuesta de forma individual a cada agricultor.



4.4.6. Toma de Muestra, Almacenamiento y Transporte

Para realizar procedimientos clínicos, es necesario contar con adecuadas prácticas de bioseguridad; por tal motivo los encargados de realizar éste proceso aplicaron las normas de bioseguridad para manejo de fluidos corporales y de material cortopunzante. Durante el proceso de toma de muestras el agricultor no requirió

condiciones específicas de ayuno, extrayendo 5mL de sangre por punción venosa de miembros superiores utilizando adaptador tipo Vacutainert para agujas multiextracción (38 mm x 21G) al vacío en tubo venojet SST -gel sin anticoagulante (tubo amarillo) de la región cubital del brazo. El proceso de recolección, rotulado, conservación y análisis de la totalidad de las muestras estuvo a cargo de la investigadora principal y sus dos asistentes de investigación. Todas las muestras se identificaron según el consecutivo de la encuesta ocupacional y el nombre del agricultor con el fin de minimizar el sesgo del analista. El proceso de coagulación de la muestra se dejó entre 20 a 30 minutos aproximadamente a temperatura ambiente, posteriormente se centrifugaron las muestras entre 3000 a 5000 rpm durante 10 minutos con el fin de separar el suero, inmediatamente se procede a extraer el suero obtenido y se adiciona a los tubos eppendorf con capacidad de 1.5 mL para su almacenamiento y posterior análisis. Las muestras fueron transportadas con cadena de frío (2°C a 6°C / promedio 4°C) desde su recolección hasta su respectiva conservación por medio de la refrigeración en el Laboratorio de Investigación en clínica Humana del programa de Bacteriología de la Universidad Católica de Manizales.



4.4.7. Método Analítico.

Para la determinación analítica se empleó un analizador químico clínico compacto automatizado HUMASTAR 80. Para la determinación cuantitativa de Colinesterasa plasmática in vitro se realizó usando kit comercial método cinético Butiriltiocolina, método de *Ellman* (Spinreact, Referencia 1001100): El kit comercial mide la actividad plasmática de la colinesterasa, manteniendo una temperatura de incubación de 37°C. La lectura de absorbancia de los patrones y muestras se hizo a una longitud de onda de 405 nanómetros.

Principio del Método: La colinesterasa hidroliza la butiriltiocolina a tiocolina y butirato. La tiocolina reacciona con el ácido 5.5'-ditiobis-2-nitrobenzoico (DTNB) y forma ácido 5-mercapto-2-nitrobenzoico (5-MNBA), La velocidad de formación de 5-

MNBA, determinado fotométricamente, es proporcional a la actividad enzimática de colinesterasa en la muestra ensayada. Se expresa en unidades por litro (U/L).

Interpretación de los resultados

Para la interpretación de resultados se tuvo en cuenta los rangos manejados por el respectivo inserto de la casa comercial utilizada los reportes de normalidad se encuentran entre (4659 - 14443 U/L a 37°C). Se considera anormal la existencia de una reducción mayor del 25% de la enzima con respecto al límite inferior del rango de normalidad.

Entrega de resultados y recomendaciones

Los resultados de la prueba fueron entregados a la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas correspondientes al municipio de Risaralda, quienes entregaron a cada agricultor su resultado con el fin de continuar el proceso a seguir en caso de hallarse algún tipo de alteración; teniendo en cuenta que ninguno de los asociados participantes se encontró con niveles de colinesterasa fuera de los parámetros.

4.4.8. Proceso de Elaboración Cartilla Educativa Acerca del Uso y Manejo Seguro de Plaguicidas

Los caficultores asociados recibieron una cartilla educativa donde se implementaron temas acerca del uso y manejo seguro de plaguicidas: donde los mismos agricultores se unificaron los temas de interés y se realizó la construcción de la cartilla; validando el material educativo. Los temas que se trataron en el respectivo material educativo fueron ¿que son las plagas?, ¿qué es un plaguicida? clasificación de plaguicidas de uso agrícola, etiqueta del envase, clasificación toxicológica OMS, pictogramas para el almacenamiento y manipulación del plaguicida, vías de entrada de los plaguicidas al cuerpo, síntomas de intoxicación por plaguicidas, elementos de protección personal (EPP), medidas de prevención, primeros auxilios frente a intoxicación. Plaguicidas vs Medio Ambiente: ¿qué está pasando con el medio ambiente?, ¿cómo afectan los plaguicidas el medio ambiente?, efectos en el componente biótico y abiótico, efectos de los plaguicidas en el medio ambiente finalmente se encuentran algunas recomendaciones generales.



Figura 4. Validación del material educativo
Grupo participante de Caficultores asociados.



Figura 5. Cartilla Uso y manejo seguro de Plaguicidas ISBNN

4.5. Procesamiento de los datos

El número de participantes hace parte de un macro-proyecto de Acompañamiento Integral de las Familias Cafeteras donde la población objeto fue de 30 familias asociadas a la Cooperativa de Caficultores. Para éste proyecto se obtuvo la participación de un subgrupo de 29 caficultores asociados; la información para su análisis fue sistematizada en una base de datos en el programa de Excel.

5. RESULTADOS

5.1. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS:

5.1.1. SEXO

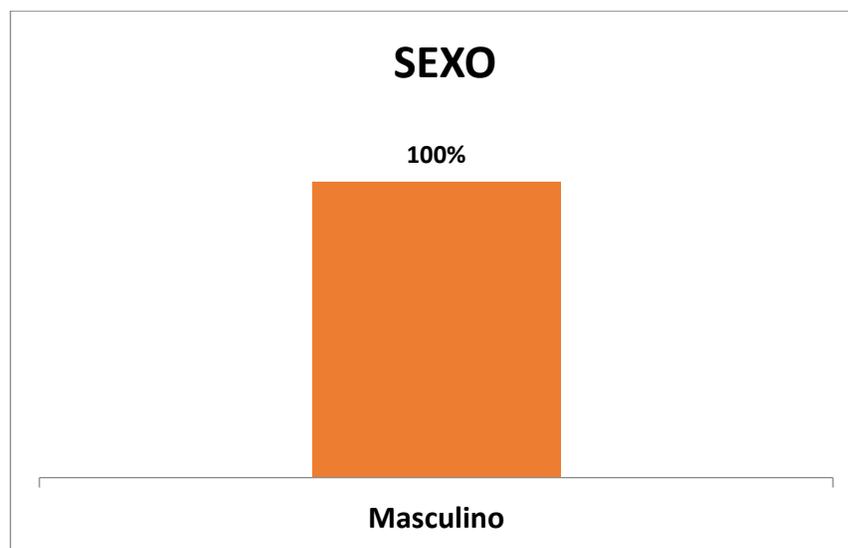


Figura 6. Porcentaje de agricultores según sexo

El total de los agricultores encuestados fue 100 % sexo masculino (Figura 6).

5.1.2. EDAD

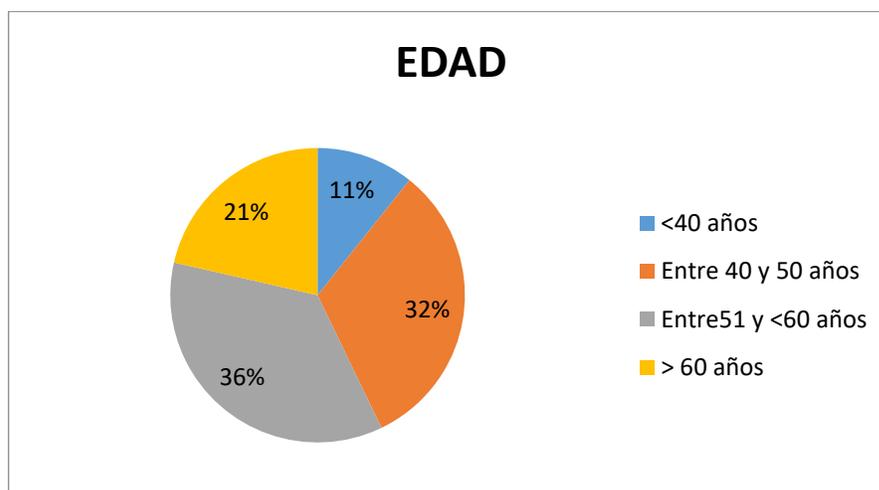


Figura 7. Porcentaje de caficultores según rango de edad.

La edad de los agricultores que participaron en el proyecto, osciló entre los 31 y 76 años; con predominio de <40 años (11%), 40 y 50 años (32%), 51 y 60 (36%) y >60 (21%). Se evidencia bajo porcentaje menores de <40 años y edad superior a 60 años (Figura 7). El mayor porcentaje entre 51 y 60 años, la edad productiva entre 40 y 50 años es la generación que reemplaza a los mayores de 60 años.

5.1.3. ESCOLARIDAD

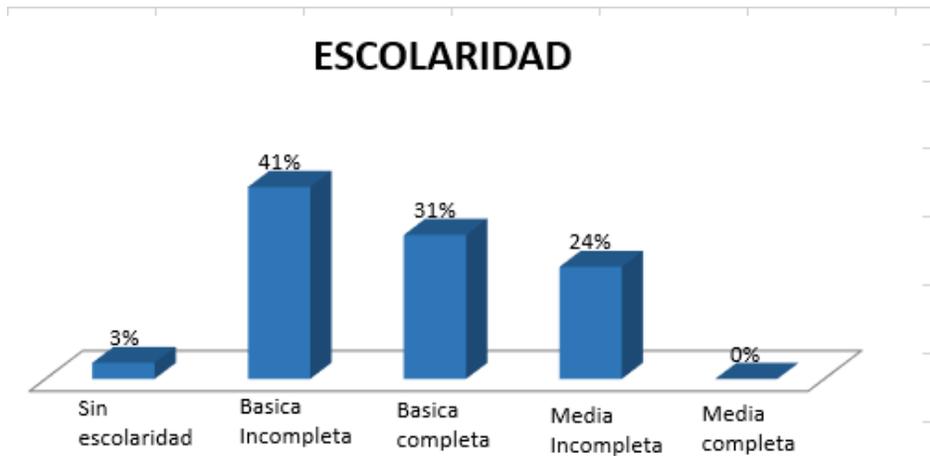


Figura 8. Porcentaje de agricultores según escolaridad.

Con respecto al nivel educativo, la mayoría de agricultores realizó estudios de primaria completa e incompleta, correspondiente al 62%. Se reporta un 3% sin escolaridad, relacionado al nivel socioeconómico de la población Bajo (Estrato 2) y Medio-Bajo (Estrato 3) (Figura 8).

5.1.4. ESTADO CIVIL

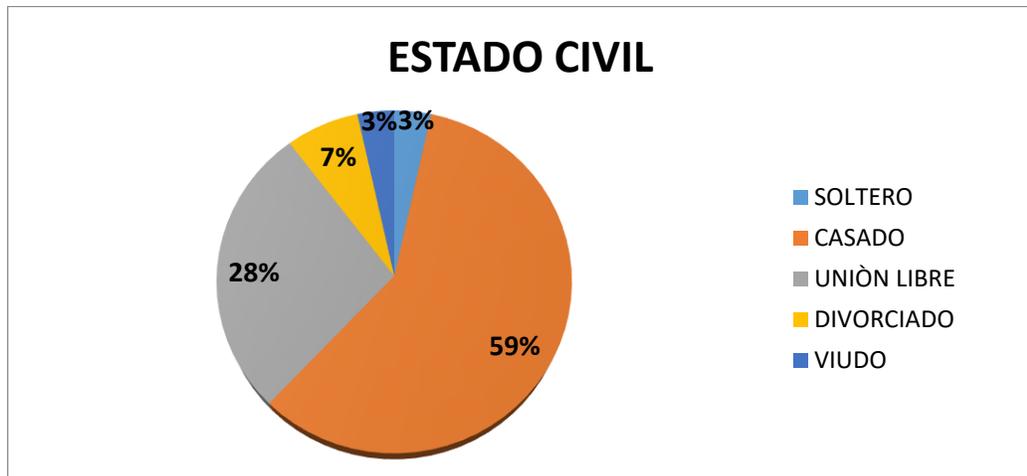


Figura 9. Porcentaje de agricultores según estado civil.

Con respecto al estado civil, la mayoría de agricultores se encuentra casados (59%) y en unión libre (28%), lo que representa modificación de las formas tradicionales de conyugalidad en las familias cafeteras (Figura 9); también existe relación con la edad de los participantes. Se presenta un bajo porcentaje de divorcio e individuos solteros. Los agricultores manifiestan convivencia con su esposa y un promedio de 3 hijos por familia oscilando entre 1 a 6 hijos, es evidente la convivencia con diferentes familiares dentro de su núcleo familiar. También se referencia una familia ampliada en la que conviven con una o varias personas emparentadas como hermanos, nietos, cuñados y suegros. El 7% de los participantes referencia un núcleo familiar unipersonal (sólo consta de una persona).

5.1.5. Sistema de Afiliación al Sistema General de Salud y Seguridad Social (SGSSS)

5.1.6. AFILIACIÓN EPS Y ARL

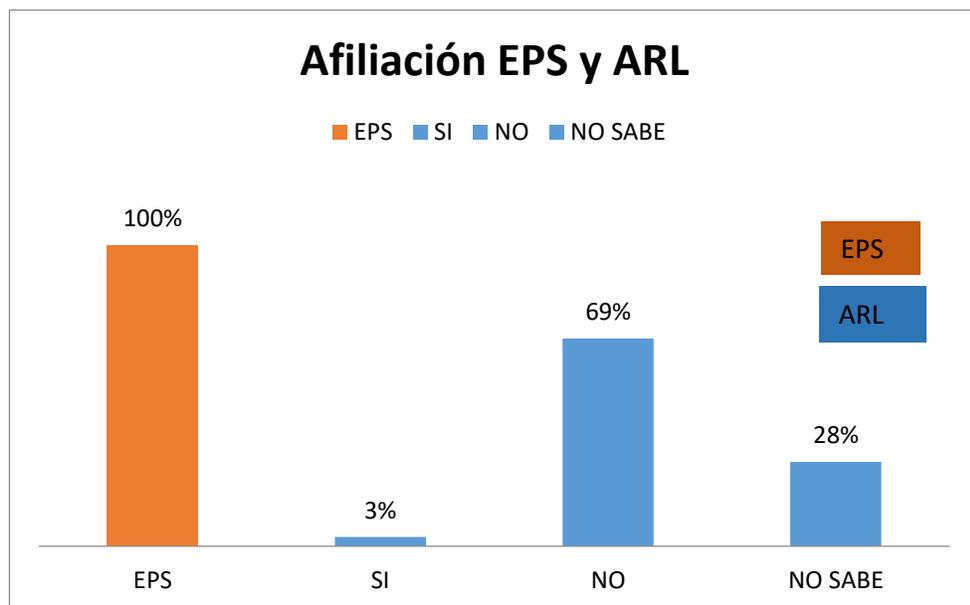


Figura 10. Porcentaje de agricultores según afiliación a SGSSS y ARL

El 100% de agricultores asociados a la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas tiene acceso a seguridad social en Salud (EPS) mediante vínculo laboral formal; entre las EPS que se encuentran afiliados encontramos Asmet Salud EPS, Cafesalud EPS, Coomeva EPS S.A, Mallamas EPS Indígena, Nueva EPS, Pasbosalud, Sisbén. El 97% no tienen conocimiento acerca de la existencia o

significado de una afiliación al Sistema General de Riesgos Laborales (ARL). Sólo un 3% conoce y se encuentra afiliado a una ARL (Figura 10)

5.1.7. VIVIENDA

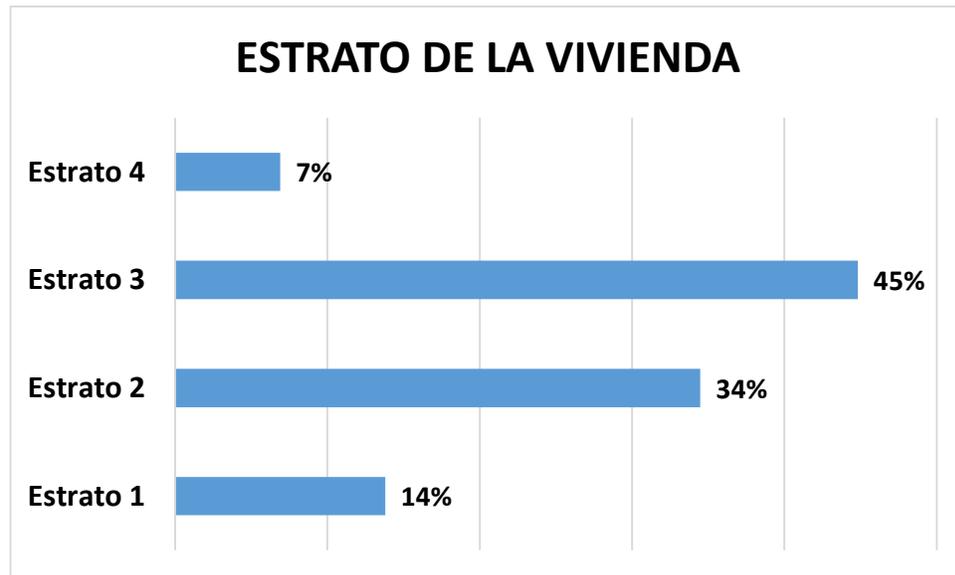


Figura 11: Porcentaje de agricultores según estrato de vivienda

Según la estratificación socio-económica la clasificación de las viviendas y/o predios se encuentran entre Bajo-bajo (Estrato 1) 14%, Bajo (Estrato 2) 45%, Medio-Bajo (Estrato 3) 45% y el 7% medio Estrato 4 (Figura 11).

El 100% de los participantes referencia vivir en casa propia, no cambiar de vivienda frecuentemente; el 93% vive con su núcleo familiar formada por la pareja e hijos los cuáles oscilan en número entre 1 a 6 hijos (promedio de 3 hijos). También se referencia una familia ampliada en la que conviven con una o varias personas emparentadas como hermanos, nietos, cuñados y suegros.

5.1.8 Características Ocupacionales (Antecedentes Laborales)

5.1.9 Trabajo Agrícola

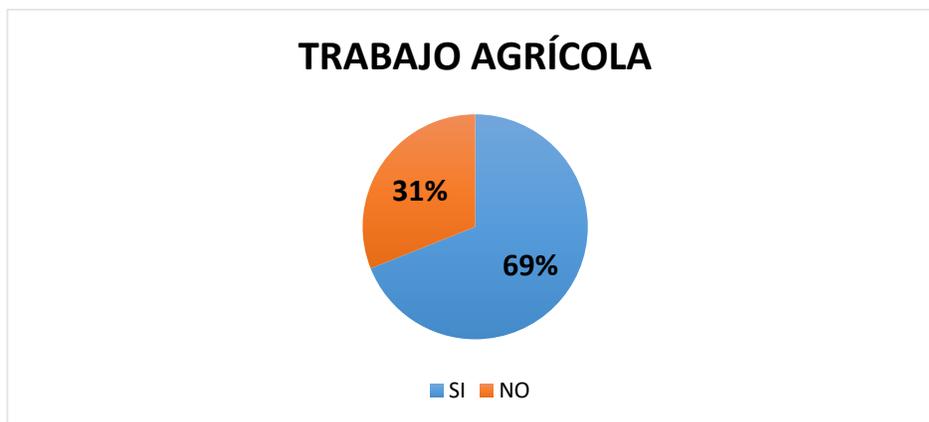


Figura 12. Porcentaje de agricultores que se desempeñan como aplicador de plaguicidas.

El 69% refirió exposición directa y ocupacional como actual aplicador de plaguicidas (Figura 12). A partir de este porcentaje de agricultores se relacionan las variables ocupacionales que a continuación se relacionan, así:

5.2 Tiempo de exposición en el oficio

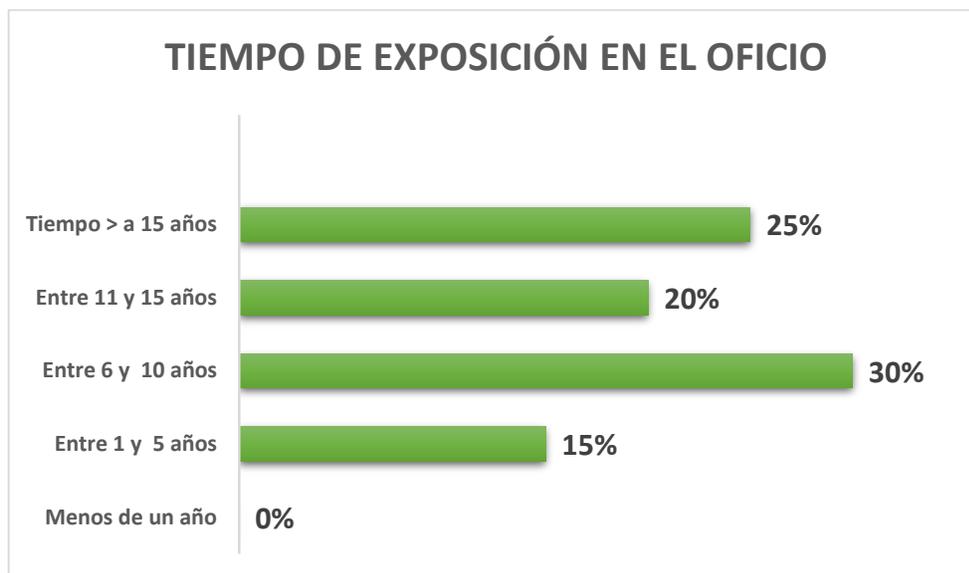


Figura 13. Porcentaje de agricultores según años de antigüedad aplicando plaguicidas

Según información reportada por los agricultores el 30% referencia un tiempo de exposición a los plaguicidas entre 6 y 10 años; entre 1 y 5 años el 15%, entre 11 y 15 años un 20% y mayor a 15 años un 25% (Figura 13). No se reporta menos de un año. Los cultivos que habitualmente fumigan el 90% son los cafetales y un 10% frutas y hortalizas (Aguacate y Plátano).

5.2.1 Uso de plaguicidas

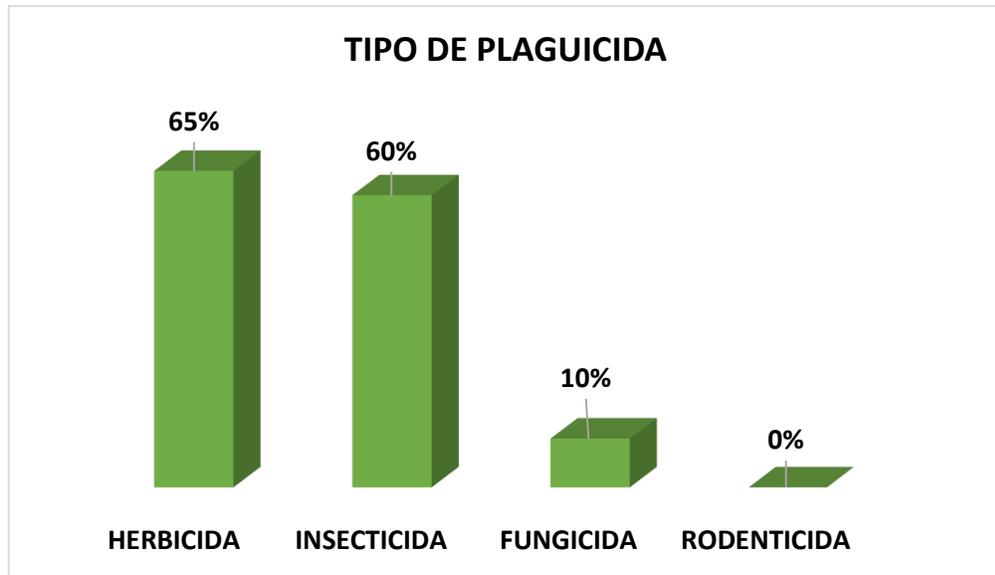


Figura 14: Tipo de plaguicida utilizado con mayor frecuencia.

Los plaguicidas que se reportaron como los más frecuentemente usados en actividades laborales en relación con el tipo de organismo a controlar, se obtuvo que el 65% eran herbicidas, 60% insecticidas y un 10% fungicidas. No se reportó el uso de rodenticidas (Figura 14).

Como grupo de herbicidas agrícolas empleados se identifican por nombre comercial Glicocafé, Glifosol, Roundup (ingrediente activo: glifosato - categoría toxicológica IV).

5.2.2 Insecticidas más utilizados

En relación al uso de plaguicidas tipo insecticida se encontró que el de mayor uso es de tipo Organofosforado. Comercialmente se reportan los siguientes productos categoría toxicológica III (medianamente tóxico): Lorsban, Clorpiricol, Pyrinex, Latigo (ingrediente activo: clorpirifos) y Malathion (Ingrediente activo: malathion). Como insecticidas piretroides de amplio espectro se encuentran la Cipermetrina y Karate.

Como productos prohibidos se encontró el reporte de Thionil (ingrediente activo: endosulfán), insecticida y acaricida organoclorado categoría toxicológica I (extremadamente tóxico).

Dentro de los productos permitidos de uso agrícola se reporta el plaguicida biológico Brocaril; insecticida biológico estandarizado del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* para el control de la broca en café.

Entre los plaguicidas frecuentemente usados en actividades laborales con relación al tipo de organismo a controlar, se evidencio que el agroquímico más utilizado son los herbicidas con un 65%, ya que el poder que este ejerce es para el control de la maleza, identificados generalmente con el nombre comercial de Glicocafé, Glifosol, Roundup (ingrediente activo: glifosato - categoría toxicológica IV), insecticida con un 60%, identificados generalmente como organofosforado, donde se encuentran comercialmente según categoría toxicológica III (medianamente tóxico) Lorsban, Clorpiricol, Pyrinex, Latigo(ingrediente activo: clorpirifos) y Malathion. Como insecticidas piretroides de amplio espectro se encuentran la Cipermetrina y Karate. Como productos prohibidos se encontró el reporte de Thionil (ingrediente activo: endosulfán), insecticida y acaricida organoclorado categoría toxicológica I (extremadamente tóxico). Actualmente se encuentran algunos productos permitidos de uso agrícola como es el caso de biológico Brocaril; insecticida biológico estandarizado del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana para el control de la broca en café el cual es el cultivo que mayor porcentaje tiene a nivel agrícola, y fungicida con un menor porcentaje representado por un 10%. No hubo reporte de rodenticidas. (Figura 16).

5.2.3 Medidas de seguridad utilizadas con respecto al uso de plaguicidas

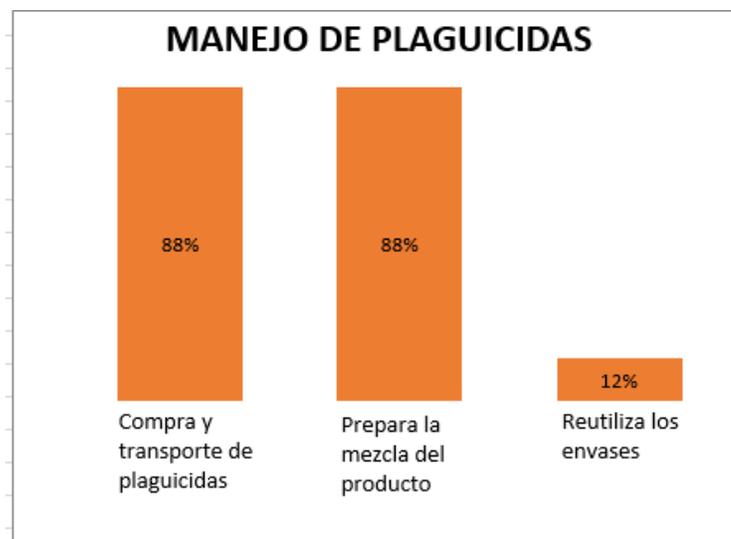


Figura 15. Medidas de seguridad utilizadas con respecto al uso de plaguicidas

Dentro de los agricultores estudiados el 88% afirmaron comprar, transportar y preparar la mezcla del producto. El 12% acostumbra a reutilizar los envases vacíos de los plaguicidas (Figura 15). Con relación al destino final de los envases y empaques de plaguicidas, algunos trabajadores agrícolas los botan a la basura y otros los utilizan para envasar materiales u otros artículos caseros, lo que demuestra

el desconocimiento sobre los riesgos debidos a estas prácticas. Es de resaltar que la Cooperativa de Caficultores de Anserma, realiza jornadas de recolección de estos envases vacíos de agroquímicos, el cual la mayoría de sus asociados lo utilizan; pero otros los dejan acumular por largos periodos.

5.2.4 FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL PLAGUICIDA EN EL CULTIVO

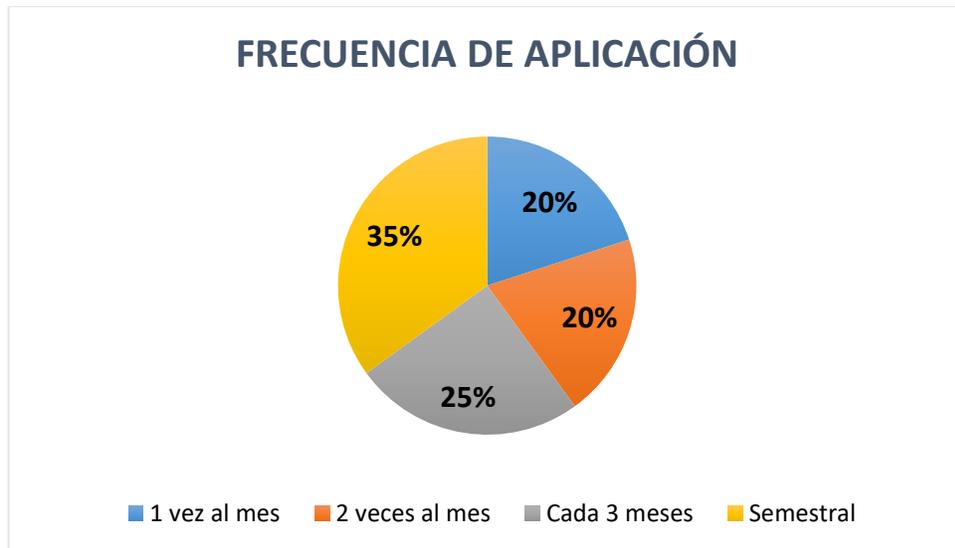


Figura 16. Frecuencia de aplicación de plaguicida en el cultivo.

La frecuencia de aplicación de plaguicidas en el cultivo, suele realizarse semestral (35%), cada tres meses (25%), 1 y 2 veces al mes (20%), convirtiéndose en un factor de riesgo ante una posible intoxicación. (Figura 16).

5.2.5 Equipos o maquinaria para la aplicación

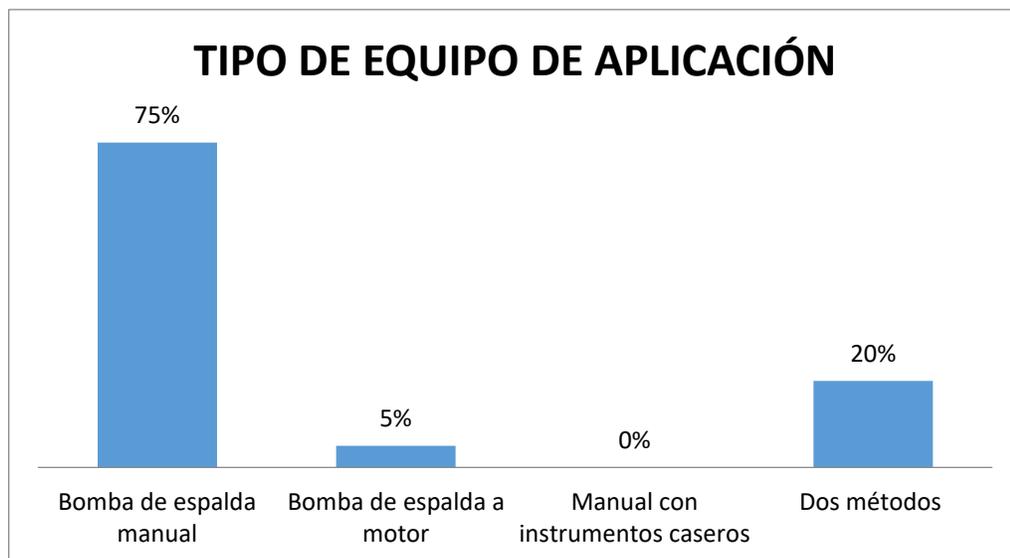


Figura 17. Equipo más utilizado por agricultores para aplicación de plaguicidas.

El equipo más utilizado para la aplicación de plaguicidas fue la bomba de espalda manual (75%); teniendo en cuenta que el 90% afirmó que el equipo se encontraba en buen estado (Figura 17). Los agricultores referenciaron emplear más de dos métodos alternos como bomba de espalda manual con bomba de espalda a motor o bomba de espalda manual con instrumentos caseros (20%).

5.2.6 ALMACENAMIENTO DE PLAGUICIDAS.

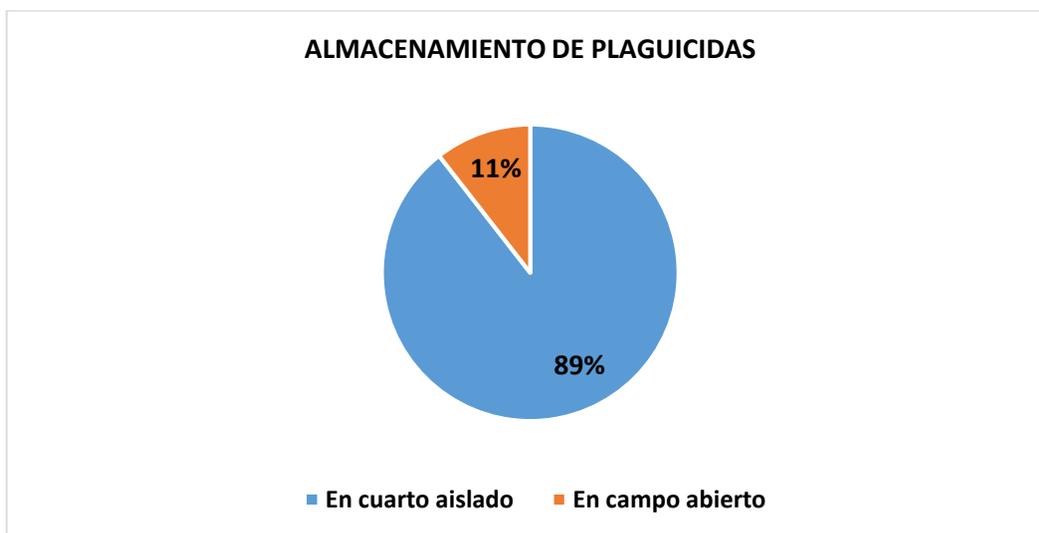


Figura 18. Almacenamiento de plaguicidas.

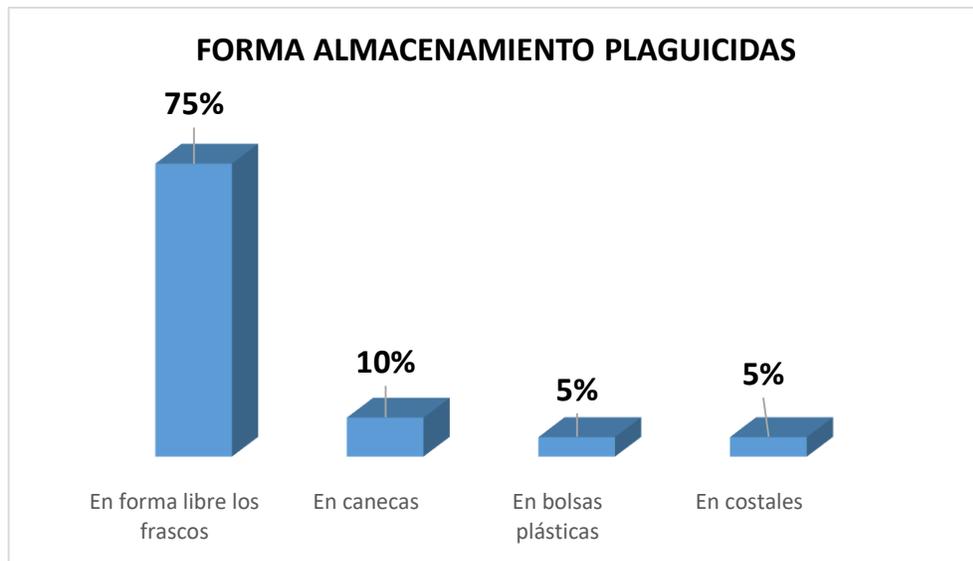


Figura 19. Forma de almacenamiento de plaguicidas.

El 89% de los agricultores almacenan los plaguicidas en un cuarto aislado y el 11% en campo abierto (Figura 20); el 75% ubica los frascos en forma libre en estanterías o en gabinete metálico, el 10% los almacenan en canecas y un 5% en bolsas plásticas y en costales (Figura 19); también se emplea gabinetes de madera, canasta-frutera o nevera adaptada para tal fin. En general, el cuarto aparte destinado para el almacenamiento de los plaguicidas también se destina como bodega para guardar herramientas u otros productos agrícolas en general.

5.2.7 ELEMENTOS DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) DURANTE LA APLICACIÓN

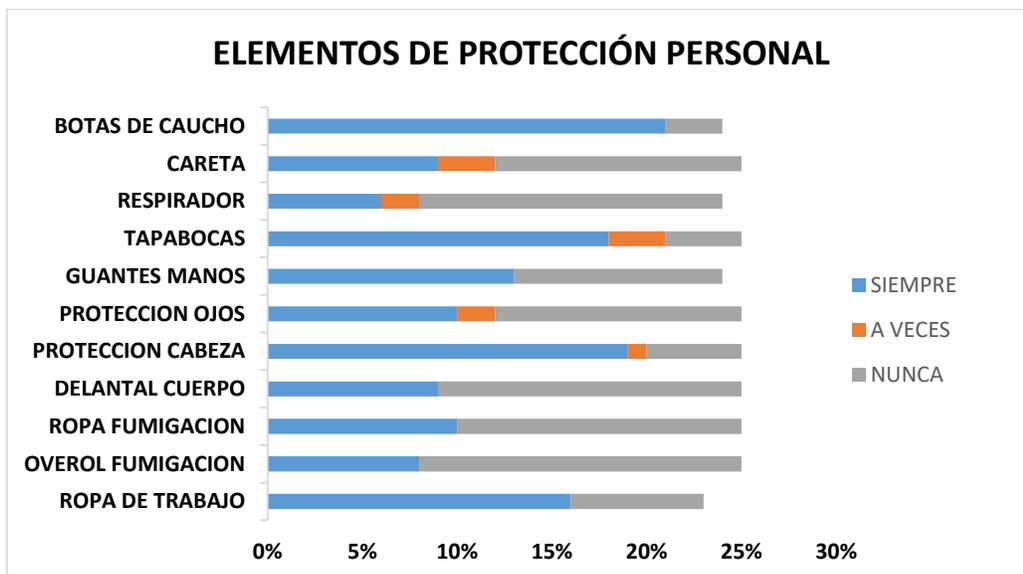


Figura 20. Porcentaje de agricultores que usan Equipo de Protección Personal (EPP) durante la aplicación.

En cuanto al uso de los elementos de protección personal los resultados evidenciaron un alto riesgo de exposición a plaguicidas al momento de aplicarlos ya que un 63% de encuestados referenciaron nunca usar elementos de protección como overol o ropa para fumigación, el 60% no utilizan elementos que protejan su cuerpo (delantal), el 34% no protegen la vía respiratoria, el 49% no utilizan protección ocular ni careta y en porcentajes más bajo se encontró que no protegen sus cabezas 12 %, y un 12% no usa botas de caucho. Al agrupar los EPP más utilizados por los agricultores se encontró que la protección para el cuerpo fue más frecuente, seguido por la protección de miembros inferiores (85%). Los trabajadores usan como elementos de protección para la cabeza trapos, gorra o sombrero; para el cuerpo overol, pantalón largo y camisa manga larga y para los pies bota caña alta. Sin embargo, elementos como la careta (40%) no es utilizado con frecuencia, lo que es preocupante; además emplean tapabocas no idóneo en protección. Se debe estimular en el empleo del equipo de protección personal completo para el manejo seguro de agroquímicos a sus asociados.

5.2.8 HÁBITOS Y PRÁCTICAS DE TRABAJO:

HÁBITO ALIMENTARIO DURANTE LA JORNADA DE FUMIGACIÓN

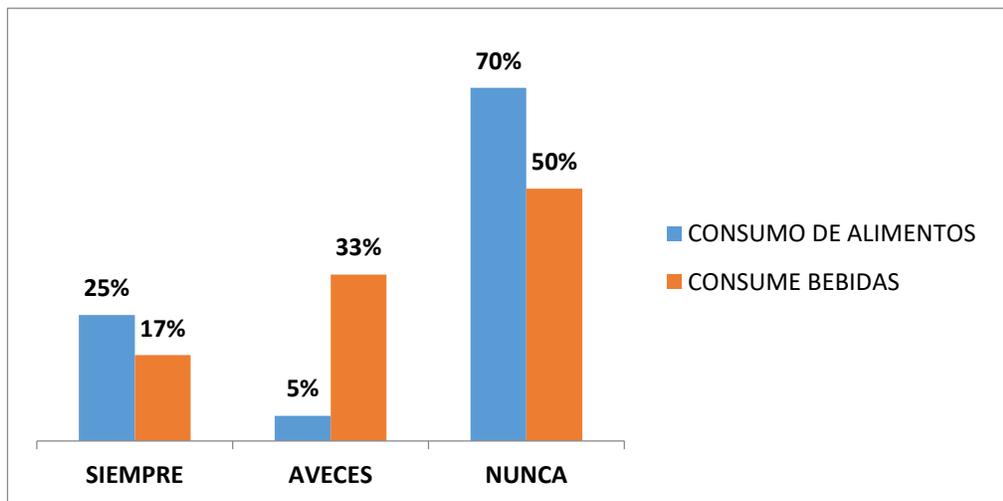


Figura 21. Porcentaje agricultores que consumen alimentos (Durante aplicación y manipulación de plaguicidas).

Dentro de los hábitos alimentarios durante la jornada de aplicación del plaguicida el 25% de los agricultores siempre consume alimentos sólidos, el 5% a veces los consume y el 70% refiere nunca consumirlos. El 17% de los agricultores siempre

consume alimentos líquidos durante la fumigación, el 33% a veces los consume y el 50% nunca los consume (Figura 21). Como costumbre de los agricultores fue lavarse las manos en la pausa de las comidas, durante la jornada de trabajo y al final de la jornada.

5.2.9 Condiciones y actos inseguros de los agricultores en la aplicación

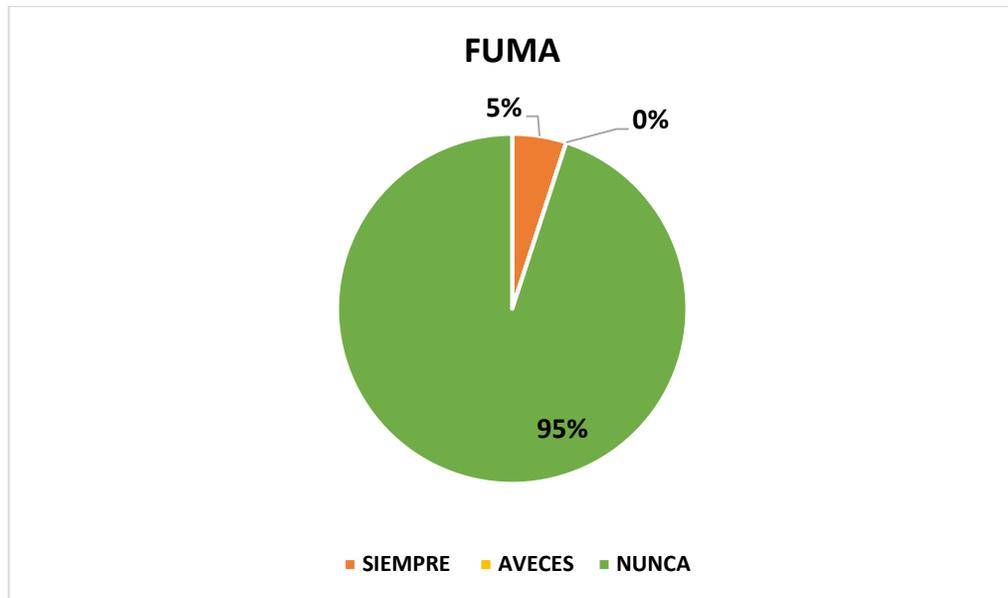


Figura 22. Porcentaje de agricultores que fuma durante la jornada de fumigación.

Como acto inseguro de los agricultores en la aplicación de plaguicidas, el 5% siempre tiene éste hábito, mientras que el 95% no tiene el hábito de fumar durante la jornada de fumigación. Se evidencia los buenos hábitos de seguridad que manejan los agricultores en el momento de aplicar los plaguicidas en cuanto al consumo de cigarrillo. (Figura 22).

5.3 TIEMPO DE REINGRESO A LA ZONA DE CULTIVO

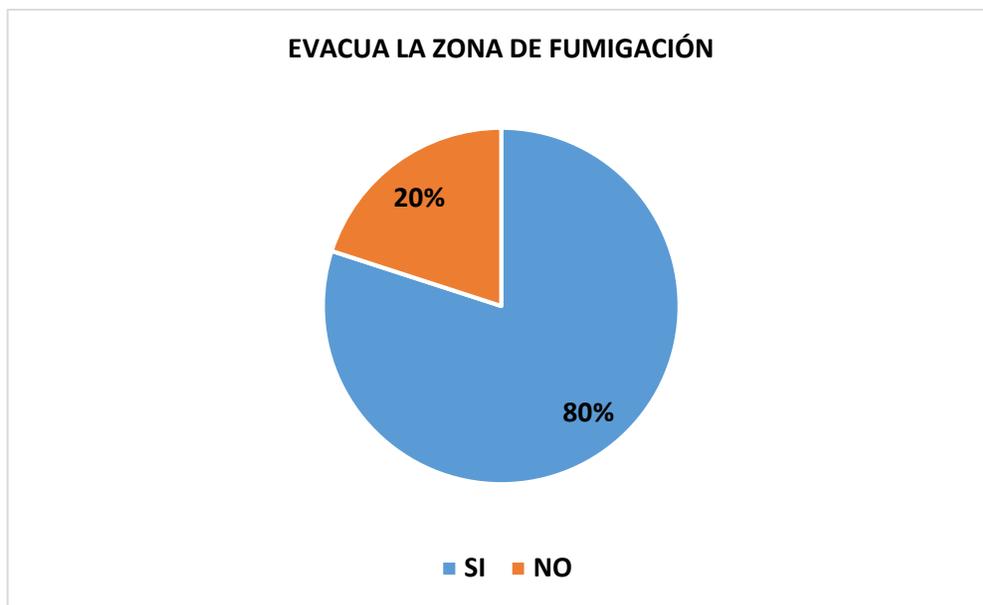


Figura 23. Porcentaje de agricultores evacúa zona de cultivo posterior a la fumigación

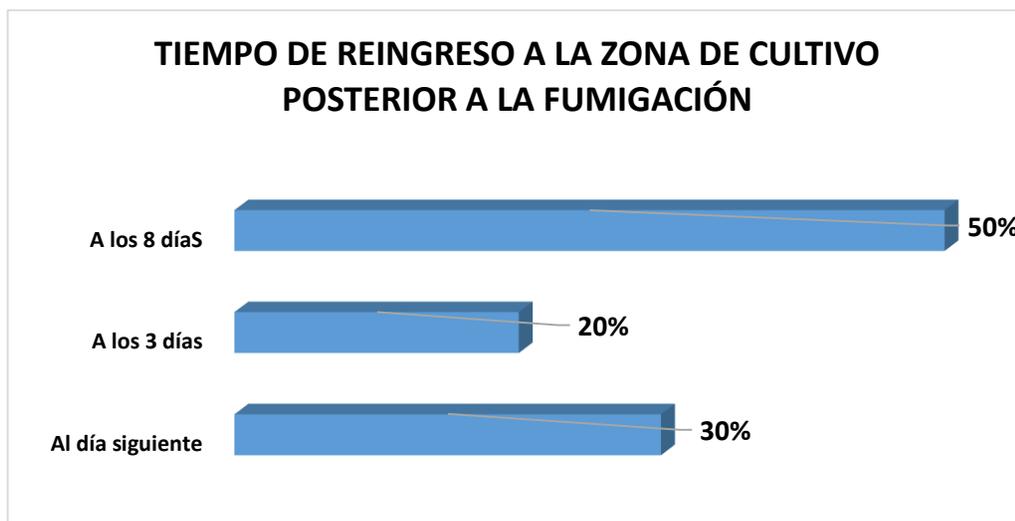


Figura 24. Porcentaje de agricultores tiempo de reingreso a la zona de cultivo.

El 20% de los agricultores permanece en la zona de cultivo después de la fumigación y el 80% se retira del área de fumigación, se observa que la mayoría de los agricultores manejan tiempos adecuados para la evacuación (Figura 25). El 30% de los agricultores reingresa a la zona de cultivo al día siguiente posterior a la fumigación, el 20% a los tres días y el 50% a los ocho días (Figura 24).

5.3.1 HÁBITOS DE HIGIENE PERSONAL

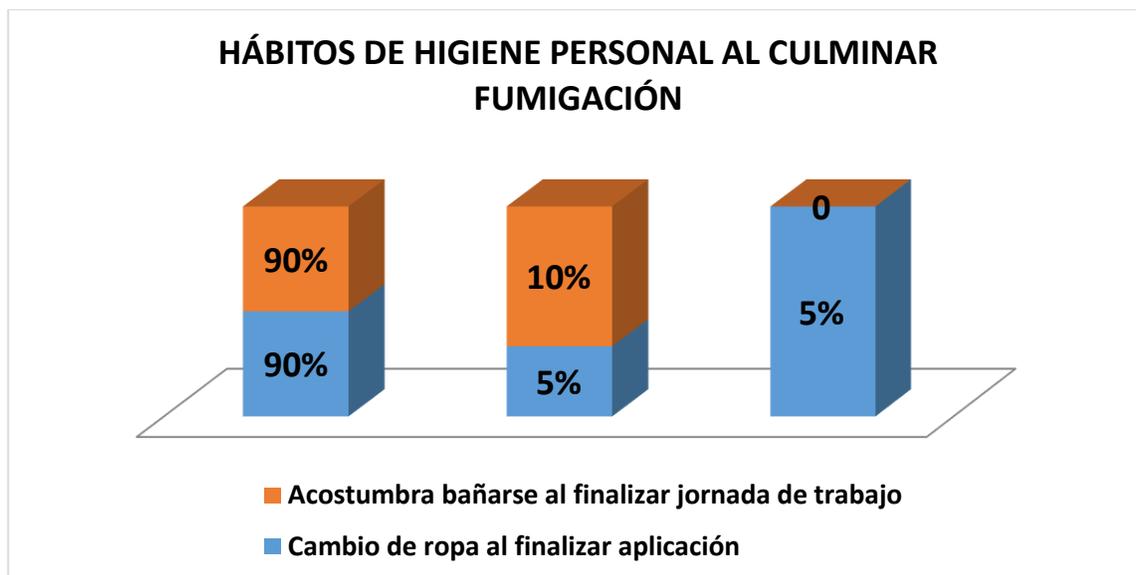


Figura 25. Porcentaje de agricultores que se baña y cambia de ropa después de la fumigación

Referente a los hábitos de higiene personal de los agricultores el 90% siempre acostumbra a ducharse luego de la labor de aplicación de los plaguicidas, y el 90% afirmó el cambio de ropa empleada al finalizar la fumigación. (Figura 25). Evidenciando buenos hábitos de higiene personal en cuanto a la prevención de posible intoxicación aguda.

5.3.2 SÍNTOMAS PRESENTADOS DURANTE EL MOMENTO DE APLICACIÓN

Tabla 4 Síntomas presentados durante la aplicación de plaguicidas

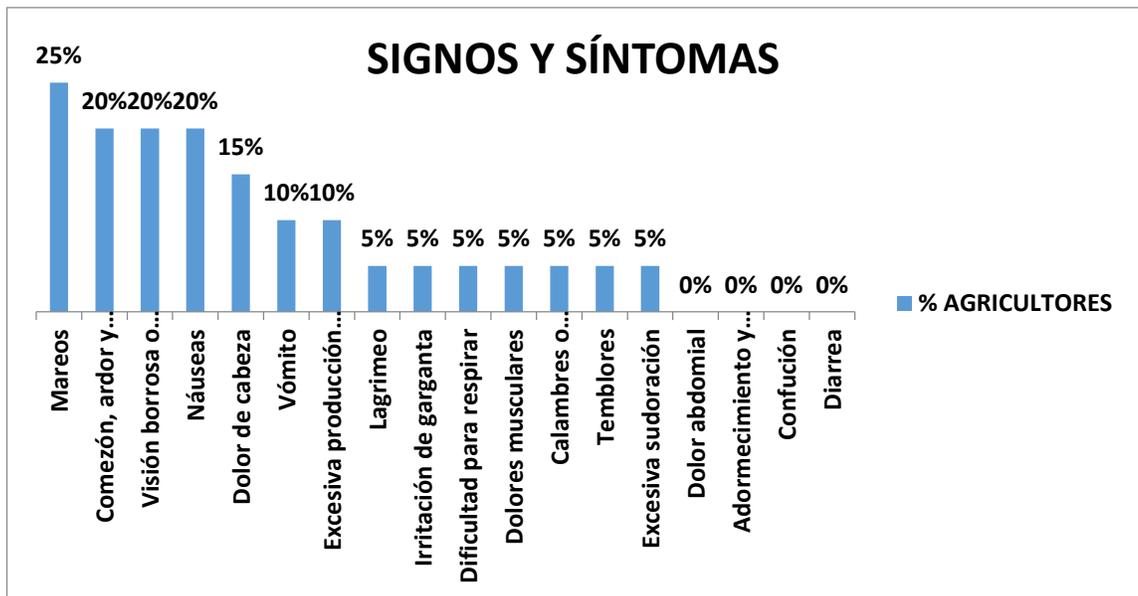


Figura 26. Signos y síntomas de sobreexposición

Los síntomas presentados durante la aplicación de plaguicidas, en un 25% presentó síntomas de mareos, el 20% presenta visión borrosa o nublada, comezón ardor y enrojecimiento en los ojos, un 20% presenta náuseas, un 15% presenta dolor de cabeza, un 10%; referenció haber presentado vómito, excesiva producción de saliva, y un 5% presentó lagrimeo, irritación de garganta, dificultad para respirar, dolores musculares, calambres o espasmos, temblores y excesiva sudoración (Figura 26). Es notable el inapropiado uso de todos los elementos de protección personal en el momento de realizar prácticas de fumigación, siendo necesarios para prevenir éste tipo de sintomatología.

5.3.3 CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE EL USO Y MANEJO SEGURO DE PLAGUICIDAS

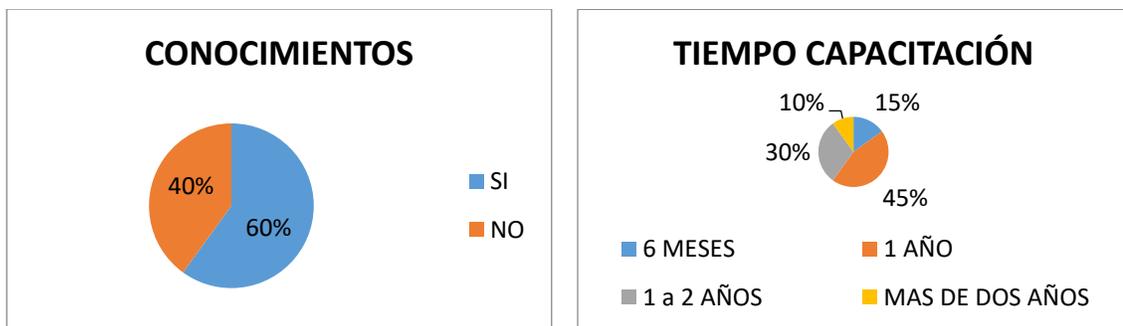


Figura 27. Conocimientos básicos sobre el uso y manejo seguro de plaguicidas

Se evidenció que el 40% de los agricultores no ha recibido ningún tipo de capacitación o asesoría en cuanto al manejo seguro de agroquímicos. Con respecto al tiempo de la capacitación el 10% de los agricultores la recibió hace más de dos años, el 30% entre uno y dos años, el 45% hace un año y el 15% hace seis meses (Figura 27).

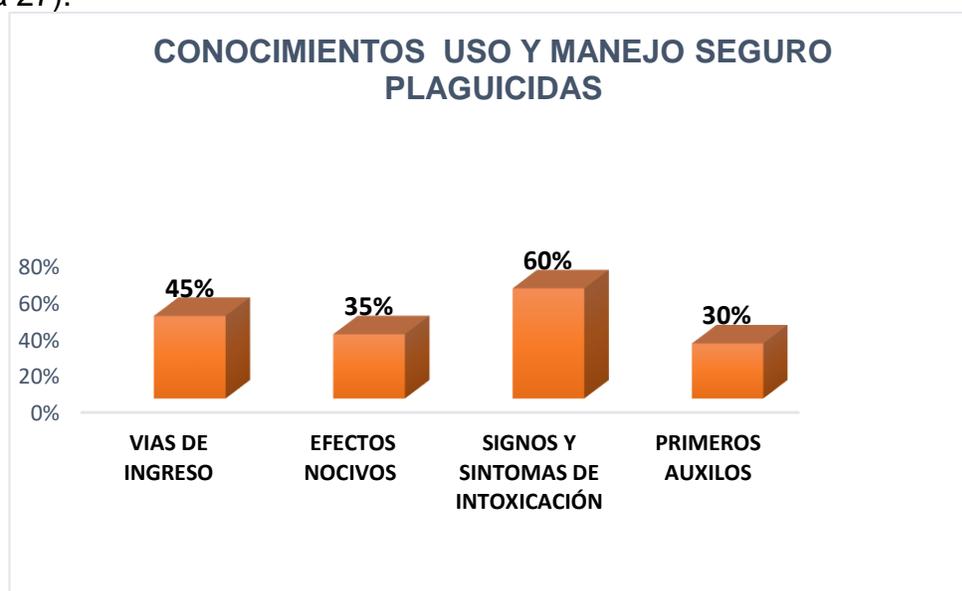


Figura 28. Conocimientos básicos sobre el uso y manejo seguro de plaguicidas

Del 60% de los agricultores que han recibido algún tipo de capacitación, sólo el 45% de la población reconocen las vías de ingreso de los plaguicidas, el 35% conocen los efectos nocivos que producen los plaguicidas, el 60% reconocen los signos y síntomas de una persona intoxicada y el 30% sabe cómo auxiliar a un intoxicado antes de su traslado a un centro asistencial (Figura 28). Como respuestas no válidas al conocimiento sobre uso y manejo seguro de plaguicidas, se identificaron algunos mitos como “darle leche, panela, tomar mucho líquido”, entre otros.

5.3.4 ANTECEDENTES DE INTOXICACIÓN

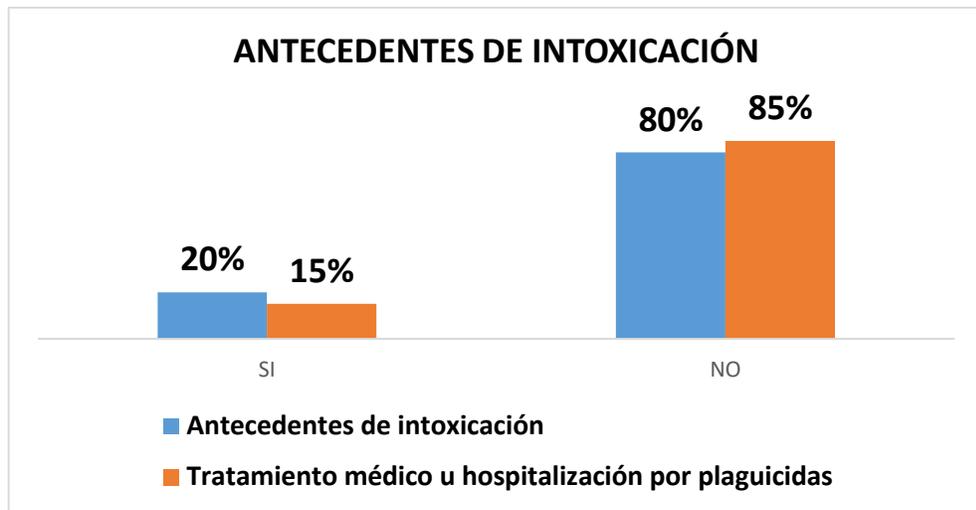


Figura 29. Antecedentes de intoxicación

El 80% de la población referenció no haber presentado antecedentes de intoxicación relacionado con el uso de plaguicidas. Sólo el 20% han sufrido algún tipo de intoxicación por plaguicidas en su vida laboral, recibiendo el tratamiento médico para la misma (Figura 29). La mayoría de las intoxicaciones sufridas por los agricultores ha sido por el insecticida - nematicida, grupo de los carbamatos **Furadan** (ingrediente activo Carbofuran - Banda Toxicológica: Rojo PMS 199 C – Calavera con Tibias. Leyenda: Muy Tóxico).

5.3.5 NIVELES SÉRICOS DE COLINESTERASA

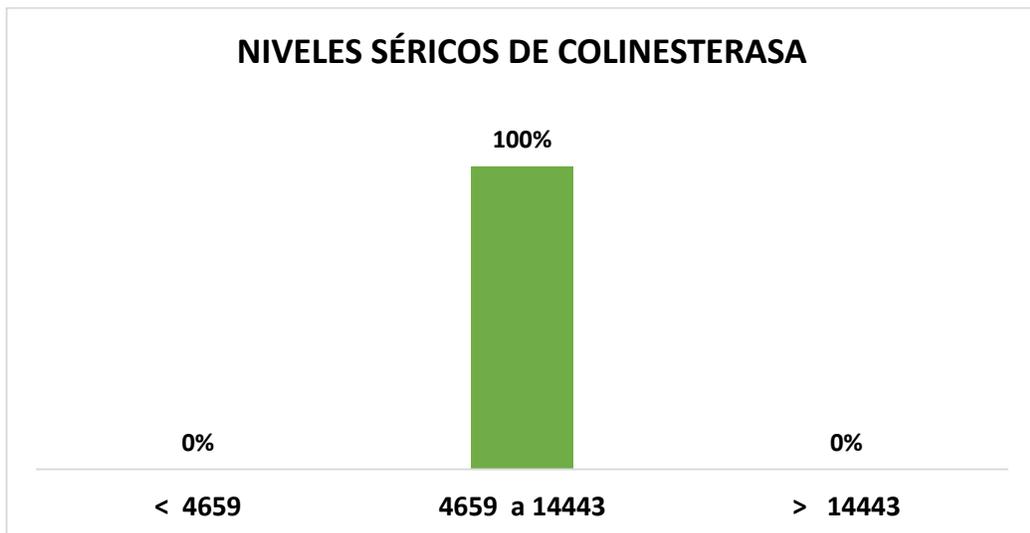


Figura 30. Porcentaje nivel sérico de colinesterasa de agricultores

Se realizó la determinación de colinesterasa sérica a los agricultores, aplicando la técnica Spinreact REF: 1001100 a 37°C. Los valores de referencia manejados en este estudio fueron de 4.659 a 14.443 U/L. La mediana del valor de colinesterasa fue de 9.0119U/L, la mínima 7.067.35 U/L y la máxima 12.919 U/L). Los niveles de medición de esta enzima, se recodificaron en una nueva variable de tres valores, a saber: grupo 1 (<4.659 U/l) patológicos, grupo 2 (entre 4.659 – 14.443U/L) normales y el grupo 3 (14.443U/L) alto (Figura 30).

5.3.6 ANTECEDENTES DE SALUD GENERAL

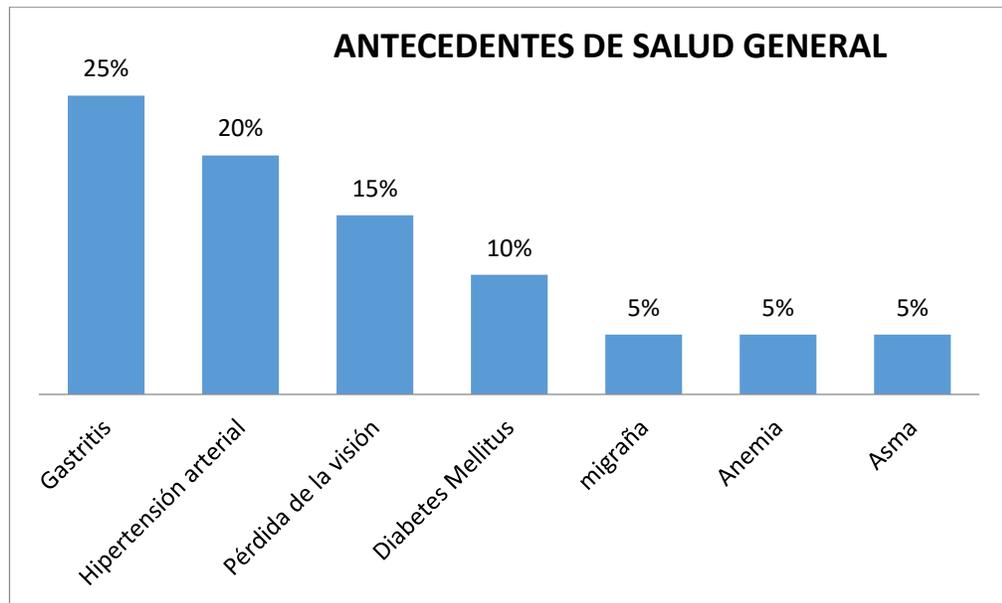


Figura 31. Antecedentes de salud

Los antecedentes de salud nos muestra el estado de salud en el que se encuentran los agricultores, demostrando que el 24% de la población en estudio presenta síntomas de gastritis, el 20% presenta síntomas de hipertensión arterial, el 15% pérdida de la visión, el 10% diabetes mellitus, el 5% migraña, anemia y asma, Se puede visualizar que éstos antecedentes no se correlacionan con el uso y manejo de plaguicidas, éstos pueden ser consecuencia de la inadecuada alimentación, exposición a factores diferentes al uso y manejo de plaguicidas que afecten su integridad visual, auditiva y respiratoria, también se correlaciona con la edad de los agricultores. (Figura 31).

5.3.7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Este estudio se realizó con agricultores asociados a la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas durante el año 2016, correspondiente al municipio de Risaralda, en el cual participaron 29 agricultores. Analizando la caracterización sociodemográfica se evidencia que el 100% de los caficultores fue de sexo masculino, afirmando que el trabajo agrícola se presenta con mayor frecuencia en hombres. Estos resultados son similares a los encontrados por Varona *et al* (1)

La edad de los agricultores osciló entre los 31 y 76 años, Se evidencia bajo porcentaje en <40 años, el mayor porcentaje entre 51 y 60 años, la edad productiva se encuentra entre 40 y 50 años, es la generación que reemplaza a los mayores de 60 años. Es preocupante la situación que se vive en el área rural, se evidencia el envejecimiento de los agricultores actuales y el relevo generacional que debe darse de manera natural no está del todo consolidado. Considerando éstos resultados comparados con los de Gonzáles *et al*, ellos relacionan el comportamiento por edades dependiendo del mayor riesgo en los adultos y mencionan que los grupos de de 35 a 39 y de 55 a 59 años, tienen una tasa de 1,8; seguido de las edades de 45 a 54 años con tasa de 1,7 y en tercer lugar los de 20 a 24 y los mayores de 60 años con tasas de 1,5; Éste porcentaje con edad entre 55 y 59 años ellos consideran que se encuentran en mayor riesgo, mientras que en nuestro estudio éstas edades son las que se encuentran en mayor proporción. Se correlacionan entre sí debido a que al existir mayor cantidad de trabajadores e ésta edad se encontrarían en mayor riesgo de una posible intoxicación. (11)

La mayoría de los agricultores representado por un 59% son casados y un 28% manifiestan vivir en unión libre, se evidencia que los agricultores conservan un hogar estable teniendo en cuenta la tradición generacional. La escolaridad de los agricultores se encuentra en un nivel educativo muy bajo tan sólo un 31% realizó una básica completa, el 41% una básica incompleta y el 3% sin escolaridad, es de gran preocupación el nivel educativo de los agricultores debido a que la falta de escolaridad puede permitir que se expongan con facilidad a los diferentes plaguicidas sin medir las consecuencias futuras, de ésta manera se analiza la Afiliación al Sistema General de Salud y Seguridad Social, el 100% de los agricultores cuentan con una afiliación a una Entidad Prestadora de Salud (EPS) del régimen subsidiado, en cuanto a la afiliación al Sistema General de Riesgos Laborales (ARL) el 28% desconocen éste sistema y el 97% no se encuentra afiliado, es probable que sin una afiliación a riesgos laborales el agricultor se en cuenta desprotegido en caso de presentar algún tipo de accidente o enfermedad laboral. Relacionando los resultados obtenidos en éste estudio se evidencia que existe una gran correlación con los resultados encontrados en el estudio realizado por Díaz *et*

a/. Evidenciando que el nivel de escolaridad con mayor proporción es la primaria incompleta con un 44.8 %, primaria completa 27,2% son resultados que son muy similares a los reportados en nuestro estudio; en cuanto a la afiliación al SGSSS, se evidencia que en su gran mayoría con un 90% de agricultores se encuentra afiliado a éste sistema similar a nuestros resultados obtenidos. (8)

Teniendo en cuenta los antecedentes laborales de los agricultores el 69% refirió exposición directa y ocupacional como aplicador actual de plaguicidas, donde el 30% de ellos tuvo un tiempo de exposición entre 6 y 10 años y el 25% más de 15 años, se evidencia una alta probabilidad de posibles intoxicaciones o efectos adversos debido al alto porcentaje de exposición directa y tiempo prolongado en la aplicación de éstos agroquímicos. Con relación a los resultados encontrados en nuestro estudio se evidencia que en el estudio realizado por Sonja Liliana Lozano, describe el tiempo de exposición y los niveles de colinesterasa sérica por grupos etarios, evidenciando que entre la edad de 45 y 55 años el tiempo de exposición fue de 156 meses equivalentes a 13 años, se evidencia una gran similitud entre los resultados obtenidos. (7).

Según el estudio realizado por Guzmán *et al*, establecen que los herbicidas son usados con mayor frecuencia y de superior grado de toxicidad, destacan al glifosato como su ingrediente activo al igual que el presente estudio realizado; los plaguicidas que se reportaron con mayor frecuencia en actividades laborales con relación al organismo a controlar, se obtuvo que el 65% eran herbicidas, 60% insecticidas y un 10% fungicidas; como grupo de herbicidas agrícolas empleados se identifican por nombre comercial Glicocafé, Glifosol, Roundup (ingrediente activo: glifosato - categoría toxicológica IV). (13).

En el estudio realizado por Díaz *et al*, mencionan en su artículo que el equipo más utilizado para realizar ésta práctica de fumigación es bomba de espalda representada por un 94.6%, relacionado con nuestro estudio se asimilan entre sí debido a que en su gran mayoría el equipo más utilizado para la aplicación de plaguicidas fue la bomba de espalda manual con un 75%; teniendo en cuenta que el 90% afirmó que el equipo se encontraba en buen estado, el 89% almacena los plaguicidas en cuartos aislados, al igual que en el artículo correlacionado el 38.4% lo hacen de ésta misma manera. Como acto inseguro de los agricultores en la aplicación de plaguicidas, el 5% siempre tiene el hábito de fumar, mientras que el 95% no tiene éste hábito durante la jornada de fumigación. Se evidencia los buenos hábitos de seguridad que manejan los agricultores en el momento de aplicar los plaguicidas en cuanto al consumo de cigarrillo. En el artículo mencionado anteriormente los agricultores manifiestan que el 35.2% fuman durante la aplicación de plaguicidas, mientras que el 64.6% no lo hacen. (8).

Referente a la sintomatología presentada por los agricultores, se evidencia que durante la aplicación de plaguicidas un 25% presentó síntomas de mareos, el 20%

presenta visión borrosa o nublada, comezón ardor y enrojecimiento en los ojos, un 20% presenta náuseas, un 15% presenta dolor de cabeza, un 10%; referenció haber presentado vómito, excesiva producción de saliva, y un 5% presentó lagrimeo, irritación de garganta, dificultad para respirar, dolores musculares, calambres o espasmos, temblores y excesiva sudoración. Es notable el inapropiado uso de todos los elementos de protección personal en el momento de realizar prácticas de fumigación, siendo necesarios para prevenir éste tipo de sintomatología. Ésta sintomatología está relacionada con los datos aportados en la Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores Expuestos a plaguicidas inhibidores de la colinesterasa (Organofosforados y Carbamatos), donde correlacionan los niveles de inhibición con las características clínicas donde mencionan unos niveles de intoxicación de la siguiente manera: nivel de intoxicación medio, inhibición del 50-60%; síntomas clínicos: debilidad, cefalea, mareo, náuseas, salivación, lagrimeo, miosis, broncoespasmo moderado. Nivel de intoxicación moderado, inhibición del 60-90%; síntomas clínicos: Debilidad abrupta, alteraciones visuales, salivación, sudoración, vómito, diarrea, bradicardia, hipertonía, temblores, miosis, dolor torácico, cianosis. Nivel de intoxicación severo, inhibición del 60-90%; síntomas clínicos: Temblor súbito, convulsiones, alteraciones psíquicas, edema pulmonar, coma. (22).

De acuerdo a los conocimientos básicos sobre el uso y manejo seguro de plaguicidas según Guzmán *et al*, manifiestan que el 93% de los agricultores menciona que el conocimiento sobre manejo de estos productos ha sido adquirido a través de la experiencia en campo el 3% menciona que ha recibido capacitación y asesoría. No obstante 65% de ellos reconocen los riesgos que conlleva el uso de químicos, argumentando que se pueden intoxicar; riesgo que se incrementa por la falta de equipo especializado, ya que 48% de los jornales no utilizan equipo para su protección, 41% afirma que utilizan materiales plásticos (bolsas) para cubrir la espalda como protección, en el mejor de los casos utilizan botas de hule, guantes y un pañuelo o cubre boca para protección de las vías respiratorias mientras que en nuestro estudio el 40% de los agricultores no ha recibido ningún tipo de capacitación o asesoría en cuanto al manejo seguro de agroquímicos. Con respecto al tiempo de la capacitación el 10% de los caficultores la recibió hace más de dos años, el 30% entre uno y dos años, el 45% hace un año y el 15% hace seis meses, es necesario que los agricultores se capaciten de forma adecuada acerca de éstos temas de interés antes de continuar con la aplicación de éstos agroquímicos, por tal motivo y al evidenciar la necesidad de educar éstos caficultores la Universidad Católica de Manizales, a través de la Unidad de proyección Social, da respuesta a las necesidades de la población de Risaralda, Caldas por lo tanto se formuló el proyecto de familias cafeteras de una forma integral con esta unidad de gestión social, con el objeto de establecer la exposición a plaguicidas en una población agricultora asociada a la Cooperativa de Caficultores de Anserma, Caldas durante el año 2016,

correspondiente al municipio de Risaralda, Caldas .mediante la determinación de los niveles de colinesterasa sérica y su asociación con factores demográficos y ocupacionales, con la finalidad de realizar a futuro intervenciones en la comunidad y así minimizar los riesgos por el empleo de estas sustancias para proteger la salud individual y familiar de ésta población. De Ésta manera se da lugar a la realización de una cartilla educativa, donde se menciona el adecuado proceso a seguir al momento de utilizar plaguicidas en sus cultivos cafeteros. (13).

Dentro de los antecedentes de intoxicación el 80% de la población referenció no haber presentado antecedentes relacionado con el uso de plaguicidas. Sólo el 20% han sufrido algún tipo de intoxicación por plaguicidas en su vida laboral, recibiendo el tratamiento médico para la misma. La mayoría de las intoxicaciones sufridas por los agricultores ha sido por el insecticida - nematicida, grupo de los carbamatos Furadan (ingrediente activo Carbofuran).

En cuanto a los niveles de acetilcolinesterasa según Cárdenas *et al*, sólo el 16,6% de los trabajadores que presentaron niveles anormales de acetilcolinesterasa mientras que los resultados en los indicadores de exposición en nuestro estudio no se obtuvo ningún agricultor con nivel de colinesterasa sérica por fuera del límite establecido; “Determinación cuantitativa de colinesterasa (CHE) IVD / Colinesterasa Butiriltiocolina-Cinética. Spinreact, Referencia 1001100” cuyo valor de referencia a 37°C es 4659 U/L a 14443 U/L. Demostrando que, a pesar de la exposición a éstos plaguicidas, hasta el momento los agricultores sólo han presentado sintomatología leve, en el que no se evidencia presencia de intoxicación aguda en ninguno de los agricultores hasta el momento de la encuesta realizada. (1).

Según Varona *et al*, las evidencias experimentales y epidemiológicas indican que ciertos químicos industriales y ambientales ubicuos, tanto en el ambiente ocupacional como en el general, pueden causar efectos adversos en los humanos. Entre estos químicos, los plaguicidas poseen especial importancia debido a su frecuente uso, el gran número, su amplia distribución medioambiental con vasta exposición humana y sus características toxicológicas. Las intoxicaciones por plaguicidas son un importante problema en salud pública a nivel mundial debido a la morbilidad y la mortalidad que producen. Los plaguicidas son sustancias que se han empleado para prevenir, destruir, repeler o mitigar plagas, tanto en la agricultura como en la lucha contra los vectores. Su uso ha traído beneficios, pero también ha producido riesgos para el hombre, los animales y el ambiente. (10)

El uso de estos productos es una práctica común en las labores agrícolas, el uso excesivo los ha convertido en una problemática mundial dada su toxicidad para aquellas personas que los manejan, por encontrarse expuestos continuamente al componente y/o ingrediente activo de dichas sustancias, llegando a causar intoxicaciones que generan signos y síntomas puntuales, hasta dar lugar a secuelas o efectos crónicos. (13) Al ser Colombia un país con una importante producción

agrícola e industrial el uso de sustancias químicas en las diferentes áreas de la producción, también es alto. En el país podemos encontrar sustancias que causan un número importante de intoxicaciones agudas como los plaguicidas. (19).

6 CONCLUSIONES

Los agricultores manifestaron que cuentan con afiliación al sistema de seguridad social en salud y en su gran mayoría indican no tener conocimiento acerca de la afiliación a riesgos laborales (ARL) el cual implica un riesgo significativo para los agricultores debido a que se encontrarían desprotegidos en caso de presentar algún tipo de enfermedad o accidente laboral.

Se evidencia la falta de escolaridad de los agricultores teniendo en cuenta su nivel educativo el cual no sobre pasa de una básica o media incompleta, lo cual induce a realizar aplicación de éstos plaguicidas y realizar procesos agrícolas sin la utilización adecuada de los elementos de protección personal (EPP) a exposición de posibles consecuencias futuras que puedan presentar.

Es posible que realizando capacitación constante a los agricultores acerca del uso y manejo seguro de plaguicidas se minimice la sintomatología que presentaron algunos de los agricultores por realizar aplicación insegura de los diferentes plaguicidas.

De acuerdo a los niveles de colinesterasa que arrojaron las muestras tomadas a los agricultores en Anserma, Caldas correspondiente al municipio de Risaralda, los resultados muestran que ningún agricultor presentó niveles de colinesterasa por fuera de los límites establecidos, hallando una variedad de sintomatología leve en algunos de los asociados. De ésta manera es posible que los agricultores durante el tiempo en que se tomó la muestra no se encontraban expuestos a plaguicidas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cárdenas Omayda, Silva Elizabeth, Ortiz Jaime Eduardo. Uso de plaguicidas inhibidores de acetilcolinesterasa en once entidades territoriales de salud en Colombia, 2002-2005. *Biomédica* [Internet]. 2010 Jan [Consultado 2017 Nov 08]; 30(1): 95-106. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572010000100012&lng=en
2. María Nathalia Muñoz Guerrero, Sonia Mireya Diaz Criollo, Mancel Enrique Martinez Duran. Perfil epidemiológico de las intoxicaciones por sustancias químicas en Colombia, 2008-2015 [Internet]. Consultado 2017 Nov 2017. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/iqen/IQUEN/IQEN%20vol%2022%202017%20num%202.pdf>
3. Instituto Nacional de Salud. Boletín Epidemiológico Semanal Semana Epidemiológica Número 52 de 2016 25 diciembre- 31Diciembre [Internet]. [Consultado 2017 Oct 12]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2016%20Bolet%C3%ADn%20epidemiol%C3%B3gico%20semana%2052%20.pdf#search=semana%20epidemiologica%2052%20de%202017>
4. Aj Chapagain K, Regulación internacional del uso de pesticidas: la experiencia de Costa Rica. *Rev Costarr Salud Pública* [Internet]. 2011 jul-Dic. [Consultado 2017 Nov 08]; 2(20): 124-129. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v20n2/art9v20n2.pdf>
5. Hurtado Clavijo Carlos Mauricio, Gutiérrez de Salazar Myriam. Enfoque del paciente con intoxicación aguda por plaguicidas organos fosforados. *rev.fac.med.* [Internet]. 2005 Oct [Consultado 2017 Nov 08]; 53(4): 244-258. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112005000400006&lng=en.
6. Varona Marcela, Morales Ligia, Ortiz Jaime, Sánchez José F, Cárdenas Omayda, De La Hoz Fernando et al. Panorama epidemiológico de exposición a plaguicidas inhibidores de colinesterasa en 17 departamentos del país. *Biomédica.* [Internet]. 1998 enero [Consultado 2017 Nov 08]; 18(1): 22-29. Disponible en: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/967>
7. Lozano-Socarrás SL. Determinación del nivel de colinesterasa sérica en una población ocupacionalmente expuesta a plaguicidas en el municipio Zona

- Bananera, Magdalena (Colombia), 2012. Curare. 2015:2(1):23-28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.16925/cu.v2i1.1309>
8. Díaz Sonia M., Sánchez Francisco, Varona Marcela, Eljach Victoria, Muñoz G Ma. Nathalia. Niveles de colinesterasa en cultivadores de papa expuestos ocupacionalmente a plaguicidas, Totoró, Cauca. Rev. Univ. Ind. Santander. Salud [Internet]. 2017 Mar [Consultado 2017 Oct 27]; 49(1): 85-92. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072017000100085&lng=en. <http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v49n1-2017008>.
 9. Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. Informe Comités De Cafeteros 2008 [Internet]. [Consultado 2017 Sep 29]. Disponible en: <https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Caldas4.pdf>
 10. Varona Marcela E, Tolosa Jorge E, Cárdenas Omayda, Torres Carlos H, Pardo Darío, Carrasquilla Gabriel et al. Descripción del uso y manejo de plaguicidas en las empresas de flores afiliadas a Asocolflores. Biomédica [Internet]. 2005 Sep [Consultado 2017 Nov 08]; 25(3): 377-389. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572005000300013&lng=en
 11. González Valiente María Luisa, Conill Díaz Tomasa Paula. Mortalidad por intoxicaciones agudas producidas por plaguicidas: Cuba, 1990-1994. Rev cubana Hig Epidemiol [Internet]. 1999 Ago [Consultado 2017 Nov 08]; 37(2): 76-81. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30031999000200005&lng=es.
 12. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. Código internacional de conducta para el manejo de plaguicidas [Internet]. [Consultado 2017 Ago 13]. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/pests/code/es/>
 13. Paulina Guzmán-Plazola, Rubén Darío Guevara-Gutiérrez, José Luis Olguín-López, Oscar Raúl Mancilla-Villa. Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. Idesia. [Internet]. 2016 Jun [Consultado 2017 Nov 08]; 34(43): 67-78 Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000300009&lng=en.

14. Tecniagrícola. Los Componentes De Un Plaguicida O Fitosanitario [Internet]. [Consultado 2017 Ago 29]. Disponible en: <http://www.tecnicoagricola.es/los-componentes-de-un-plaguicida-o-fitosanitario/>
15. MARTÍNEZ-VALENZUELA Carmen, GÓMEZ-ARROYO Sandra. Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. Rev. Int. Contam. Ambient [revista en la Internet]. 2007 Dic [Consultado 2017 Nov 08]; 23(4): 185-200. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992007000400004&lng=es
16. Organización Panamericana de la Salud. Clasificación Toxicológica de los Plaguicidas [Internet]. [Consultado 2017 Nov 08]. Disponibles en: <http://publicaciones.ops.org.ar/publicaciones/publicaciones%20virtuales/proyectoPlaguicidas/pdfs/anexoB.pdf>
17. Fernández A. Daniel G, Mancipe G. Liliana C., Fernández A. Diana C. Intoxicación Por Organofosforados [Internet]. [Consultado 2017 Dic 17]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/med/v18n1/v18n1a09.pdf>
18. F. Tecles, S. Martínez Subiela, J.J. Cerón. Influencia de Diversas Condiciones Analíticas en la determinación de Colinesterasa en Sangre Entera Mediante el Método de Ellman. [Internet]. 2001 [Consultado 2017 Nov 08]; 17: 67-80 (2001). Disponibles en: <http://revistas.um.es/analesvet/article/viewFile/16431/15851>
19. Alejandra del Pilar Díaz Gómez, Intoxicaciones Por Sustancias Químicas Informe Del Evento Intoxicaciones Por Sustancias Químicas, Hasta El Periodo Epidemiológico Xi Colombia, 2 017 [Internet]. [Consultado 2017 Nov 09]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/Intoxicaciones%20PE%20XI%202017.pdf>
20. Chaparro-Narvéez Pablo, Castañeda-Orjuela Carlos. Mortalidad debida a intoxicación por plaguicidas en Colombia entre 1998 y 20. Biomédica [Internet]. 2015 Aug [Consultado 2017 Nov 08];90-102. Available Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572015000500010&lng=en <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2472>.
21. Curso de Auto Instrucción en Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de Intoxicaciones Agudas Causadas por Plaguicidas. Plaguicidas De Tipo Organofosforados Y Carbamatos [Internet]. [Consultado 2017 Oct 15]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/tutorial2/e/unidad2/index.html>
22. Ministerio de la Protección Social. Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Trabajadores expuestos a

Plaguicidas Inhibidores de la Colinesterasa (Organofosforados y Carbamatos) (GATISO-PIC) [Internet]. [Consultado 2017 Dic 13]. Disponible en:

<http://www.colombianadesalud.org.co/SALUD%20OCUPACIONAL/GUIAS/2-gatiso%20plaguicidas%20inhibidores%20de%20la%20colinesterasa.pdf>

23. Equipo de Intoxicaciones por Sustancias Químicas, Grupo Factores de Riesgo Ambiental, Subdirección de Prevención, Vigilancia y Control en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud. Protocolo de Vigilancia en Salud pública Intoxicaciones Por Sustancias Químicas código: 365 [Internet]. [Consultado 2017 Oct 28]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/buscador-eventos/ZIKA%20Lineamientos/Intoxicaciones%20PROTOCOLO.pdf#search=protocolo%20intoxicaciones%20por%20sustancias%20qu%C3%ADmicas>
24. Andi. Decreto número 1843 de 1991 [Internet]. [Consultado 2017 Sep 14]. Disponible en: http://www.andi.com.co/es/PC/SobProANDI/Documentos%20Sobre%20Pro-cultivos%20ANDI/Decreto1843_1991_plaguicidas.pdf
25. Requisitos de Uniformidad Para Manuscritos Presentados a Revistas Biomédicas. Normas de Vancouver [Internet]. [Consultado 2017 Jun 16]. Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ID8endjldekJ:https://es.slideshare.net/soniajackeline3/manual-del-estilo-vancouver+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co>