

**USO DE PRODUCTOS DE SÍNTESIS QUÍMICA, TIPO AGROQUÍMICOS POR  
CULTIVADORES DE PLÁTANO, QUINDÍO, COLOMBIA**

**Lic. FREDY BECERRA ALVAREZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA  
PEREIRA, RISARALDA  
2019**

**USO DE PRODUCTOS DE SÍNTESIS QUÍMICA, TIPO AGROQUÍMICOS POR  
CULTIVADORES DE PLÁTANO, QUINDÍO, COLOMBIA**

**Lic. Fredy Becerra Alvarez**

**Tesis de Grado presentada como requisito para optar al título de  
Magister en Ecotecnología**

**Director**

**Dr. Alexander Feijoo Martínez PhD.**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA  
PEREIRA, RISARALDA  
2019**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

**FIRMA DEL DIRECTOR**

---

**FIRMA JURADO 1**

---

**FIRMA JURADO 2**

**PEREIRA, SEPTIEMBRE DE 2019**

## AGRADECIMIENTOS

Primero que todo dios y a mis padres José Santos Becerra (Q.E.P.D.) y María Elena Álvarez por su apoyo incondicional y espiritual, a mi hija Angie Vanessa Becerra Medina que es la luz que me guía todos los días.

A mi director Dr. Alexander Feijoo Martínez por el apoyo y la paciencia que tuvo para orientarme y guiarme en este nuevo nivel de formación, además por su ayuda para comprender el camino y por sus inmensos aportes en la formación profesional, personal y en la cimentación del conocimiento, además por la motivación para la realización de este trabajo.

Para todos aquellos agricultores que de una u otra manera aportaron con su conocimiento empírico y teórico, ya que de una u otra forma enriquecen a la ciencia y a la protección de nuestro ambiente local y regional.

A la Dra Ligia Janeth Molina profesora de la Universidad del Quindío y coterránea, por sus experiencias suministradas con su tesis.

A todos los compañeros que participan del grupo Gestión en Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA), ya que con sus conocimientos y aportes engrandecen este proceso.

Para mi compañera de docencia y amiga Jessica Marcela Montoya Aguilar Licenciada en Matemáticas y MSc en Biomatemáticas, por sus conocimientos aportes y disposición para la realización de la estadística en este trabajo.

A mis compañeros y profesores de la Maestría en Ecotecnología de la Universidad Tecnológica de Pereira, que formaron en mi un nuevo carácter como profesional y compartieron muchos espacios desde las diferentes áreas del saber.

## CONTENIDO

	Pag.
GLOSARIO.....	9
RESUMEN.....	12
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	13
2. CAPÍTULO ÚNICO. USO DE PRODUCTOS DE SÍNTESIS QUÍMICA, TIPO AGROQUÍMICOS POR CULTIVADORES DE PLÁTANO, QUINDÍO, COLOMBIA.....	16
2.1 INTRODUCCIÓN.....	16
2.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE ESTUDIO.....	18
3. METODOLOGÍA.....	19
3.1 <i>Descripción del área del estudio</i> .....	19
3.2 <i>Sistema de manejo, intensidad y frecuencia de labores en las fincas</i> .....	21
3.3 <i>Uso de enmiendas y fertilizantes en los cultivares de plátano</i> .....	21
3.4 <i>Agroquímicos aplicados en el control fitosanitario de los cultivos de plátano</i> .....	23
3.5 <i>Análisis de los datos</i> .....	23
3.6 <i>Documentación de las alteraciones y el impacto por el uso frecuente de los agroquímicos</i> .....	24
4. RESULTADOS.....	24
4.1 <i>Características de las fincas en los tres municipios</i> .....	24
4.2 <i>Manejo técnico de los cultivares de plátano</i> .....	28
4.3 <i>Prácticas o técnicas en la fertilización del cultivo de plátano</i> .....	31
4.4 <i>Prácticas o técnicas en la aplicación de agroquímicos (plaguicidas) del cultivo de plátano</i> .....	32
4.5 <i>Procedimientos y técnicas para el tratamiento de plagas y enfermedades del cultivo de plátano</i> .....	37
4.6 <i>Documentación de las alteraciones y el impacto por el uso frecuente de agroquímicos</i> .....	38
4.6.1 <i>Ruta general postaplicación de los agroquímicos en las 32 fincas</i> .....	38

4.6.2 <i>Revisión y documentación sobre toxicidad e impacto de los agroquímicos en la salud humana</i> .....	40
5. DISCUSIÓN.....	41
5.1 <i>Influencia de las características de las fincas en el cultivo de plátano</i> .....	41
5.2 <i>Influencia de las operaciones técnicas en los cultivares de plátano</i> .....	42
5.3 <i>Funciones y efectos de los procedimientos y técnicas en la fertilización del cultivo de plátano</i> .....	43
5.4 <i>Funciones y efectos de los procedimientos de la aplicación de agroquímicos (plaguicidas) del cultivo de plátano</i> .....	43
5.5 <i>Alteraciones y el impacto por el uso frecuente de agroquímicos</i> .....	43
6. CONCLUSIONES.....	44
7. DISCUSIÓN GENERAL.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	58

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación del área de estudio de las 32 fincas en el Departamento del Quindío.....	20
Figura 2. Abonos orgánicos y fertilizantes de síntesis química en los cultivos de plátano de las 32 fincas.....	29
Figura 3. Relación del nivel educativo de los propietarios y/o administradores con la frecuencia (vez/año) de fertilizantes aplicados en las operaciones de los cultivos de plátano en las 32 fincas.....	31
Figura 4. Diferentes agroquímicos aplicados en el control de enfermedades y plagas de los cultivos de plátano en las 32 fincas.....	34
Figura 5. Relación del nivel educativo de los propietarios y/o administradores con el número de Agroquímicos (plaguicidas) aplicados en las operaciones de los cultivos de plátano en las 32 fincas.....	35

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Características por arreglos de las 32 fincas estudiadas en el Quindío en el 2016.....	22
Tabla 2. Datos colectados y distribuidos por arreglo sobre el nivel educativo, procedencia, de permanencia, labores de campo y horas laborales de los habitantes, en las 32 fincas del Quindío.....	26
Tabla 3. Variaciones en el manejo técnico en los sistemas de cultivar plátano para 32 fincas .....	27
Tabla 4. Fertilizantes y abonos aplicados en los cultivos de plátano para las 32 fincas.....	30
Tabla 5. Agroquímicos aplicados en las operaciones reportadas de los cultivos de plátano en las 32 fincas.....	33
Tabla 6. Agroquímicos y procedimientos aplicados para tratar las enfermedades y plagas de los cultivos de plátano en las 32 fincas.....	36
Tabla 7. Agroquímicos empleados en los sistemas de producción de plátano en las 32 fincas con el tipo, su nombre comercial, ingrediente activo, nivel de toxicidad.....	40



## GLOSARIO

Agroecosistema: ecosistema agrícola que se caracteriza como un ecosistema sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos para la producción de alimentos y fibras, abarcando desde el comportamiento de los individuos, tanto de la flora como la fauna, y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía

Agroquímico: sustancia química que se utiliza con el objetivo de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola y suelen utilizarse para luchar contra plagas (fungicidas, herbicidas, bactericidas) que afectan los cultivos y para favorecer un crecimiento más rápido de las plantas (fertilizantes).

Arvense: maleza, mala hierba, yuyo, monte o planta indeseable a cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano como cultivos agrícolas o jardines.

Biocida: sustancia química sintética o de origen natural o microorganismo que está destinado a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo considerado nocivo para el hombre.

Bocashi: abono orgánico sólido, que se obtiene de la materia orgánica fermentada (proceso anaerobio) y se basa fundamentalmente en la activación de las levaduras agregadas y los microorganismos que se encuentran en los materiales empleados en su preparación, lo cual aumenta la biodiversidad microbiológica de los suelos.

Desguasque: técnica consistente en retirar de abajo hacia arriba las calcetas secas o descompuestas, para evitar acumulación de agua en época de lluvias y no favorezca el desarrollo de enfermedades o la propagación de insectos plaga.

Deshije: técnica donde se eliminan los colinos del plátano más débiles que le compiten a la planta por nutrientes, espacio, agua y luz; dejando los más vigorosos y distantes de la base de la planta, para mantener la secuencia madre hijo-nieto.

Deshoje: técnica para eliminar hojas o parte de ellas, que estén enfermas, dobladas o que han cumplido el ciclo de vida (hojas bajas, amarillas o secas) para proteger a los racimos de enfermedades.

Drench: técnica de fertilización que consiste en aplicar sobre la superficie del suelo, la mezcla de fertilizantes tradicionales disueltos en agua, es decir que, los fertilizantes son colocados sobre el suelo, como si nada más se “mojara” el suelo y colocando la misma dosis

Enmienda: aporte de un producto fertilizante o de materiales destinados a mejorar la calidad de los suelos (en términos de estructura y composición, ajustando sus nutrientes, su pH ya sea para su acidez o basicidad).

Etnografía: estudio de manera sistemática a personas y culturas, como método de investigación que consiste en observar las prácticas culturales de los grupos sociales y poder participar en ellos para así poder contrastar lo que la gente dice y lo que hace.

Fitosanitario: término referido a la sustancia destinada a prevenir evitar, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga o enfermedad de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y para la agricultura.

Gallinaza: excremento de gallina que se utiliza como un excelente abono rico en sustancias nitrogenadas animales.

Genotóxico: agentes físicos (temperatura, luz ultravioleta, radiaciones ionizantes, radiaciones electromagnéticas) o productos químicos (agentes alquilantes, acridina, oxidantes, agentes redox, epóxidos alifáticos) capaces de alterar la información genética celular.

Herbicida: producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas. Algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas.

Plaguicida: cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas o alimentos.

Plateo: acción de excavar poco profundo un círculo alrededor del tronco del plátano.

Pollinaza: excreta de las aves de engorda mezclada con material como aserrín de madera.

Cascarilla de arroz o de soya, o lote de maíz molido, etc y que es utilizado como abono.

Porquinaza: heces fecales y orina de los animales, a la que se adiciona el material utilizado como cama en el alojamiento de los cerdos, el cual se procesa y se utiliza como fertilizante orgánico.

Semiestructurada: es aquella en la que el entrevistador despliega una estrategia mixta, alternando preguntas estructuradas y con preguntas espontáneas.

SPE: desinfectante bactericida utilizado para limpieza y desinfección de lo doméstico y en lo agrícola

## **RESUMEN**

El hombre está transformando los ecosistemas en agroecosistemas, introduciendo diversas formas de cultivar para su bienestar, alterando la biodiversidad de los suelos, los ciclos bioquímicos, estructura física y composición química; además el uso de agroquímicos incrementa esta problemática. De ahí que en el Quindío (Colombia), se estudió el uso de productos de síntesis química (agroquímicos) en los cultivares de *Musa sp* de diferentes arreglos del suelo y como están influyendo estos cambios en la calidad productiva, biodiversidad, salud humana y animal. Para el efecto se indagó sobre la extensión, usos del terreno, los arreglos para cultivo, nivel educativo, tiempo de permanencia y laboral, estilos de hacer agricultura, agroquímicos utilizados con cantidades, ingrediente activo y la frecuencia de aplicación; posteriormente se relacionaron con el nivel educativo, horas laborales, y con los arreglos. Por lo tanto se encontró que el manejo de densidades de siembra en los diferentes arreglos incide en la aparición de enfermedades asociadas a ciertos factores; sumado a lo anterior, entre mayor es el nivel académico de los agricultores más se tiende al uso en el número de agroquímicos (fertilizantes inorgánicos y plaguicidas); debido a la oferta del consumismo y al sistema tecnológico de la Revolución Verde y en conjunto con el uso desproporcionado e indiscriminado en la aplicación para el cultivo del plátano; por lo cual se documentaron los efectos que producen y se asociaron con los impactos que generan en la salud humana (genotoxicidad, cánceres, etc).

*Palabras clave:* Agroecosistemas, Agroquímicos, Plaguicidas, Plátano, Toxicidad.

## **ABSTRACT**

Man is transforming ecosystems into agroecosystems, introducing various ways of cultivating for his well-being, altering soil biodiversity, biochemical cycles, physical structure and chemical composition; In addition, the use of agrochemicals increases this problem. Hence, in Quindío (Colombia), the use of chemical synthesis products (agrochemicals) in *Musa sp* cultivars of different soil arrangements was studied and how these changes are influencing the productive quality, biodiversity, human and animal

health. For this purpose, it was inquired about the extension, land uses, arrangements for cultivation, educational level, residence and work time, farming styles, agrochemicals used with quantities, active ingredient and frequency of application; subsequently they related to the educational level, working hours, and the arrangements. Therefore, it was found that the management of planting densities in the different arrangements affects the appearance of diseases associated with certain factors; In addition to the above, the higher the academic level of the farmers, the more tends to be used in the number of agrochemicals (inorganic fertilizers and pesticides); due to the supply of consumerism and the technological system of the Green Revolution and in conjunction with the disproportionate and indiscriminate use in the application for the cultivation of bananas; Therefore, the effects they produce were documented and associated with the impacts they generate on human health (genotoxicity, cancers, etc.).

*Key words:* Agrochemicals, Agroecosystems, Banana, Pesticides, Toxicity.

## **1. INTRODUCCIÓN GENERAL**

Actualmente en el mundo muchos de los ecosistemas están siendo transformados en agroecosistemas, en busca de beneficios para el sustento alimenticio de las poblaciones; lo que está generando alteraciones en la biodiversidad y en la salud de las personas. Tal es el caso presentado con la crisis cafetera en Colombia que se dio entre los años de 1995 y 2004 (Zúñiga *et al.* 2003 y 2004), que conllevó a la degradación de los suelos (Carvajal *et al.*, 2005); por lo tanto los agricultores del Eje Cafetero optaron por cultivos de plátano y banano como alternativa primaria en la producción, dada la amplia familiaridad con los sistemas, el conocimiento técnico relacionado con los tipos de arreglos y el manejo agrícola.

La anterior situación condujo a que en ciertas regiones, en este caso de estudio el departamento del Quindío, pasará a ser el segundo en producción de plátano para Colombia, con la ocupación de 24194 ha, equivalentes al 20% de las tierras cultivadas (Secretaría de Agricultura, 2013). De ahí que en la opción de cultivar la *Musácea*, se presenten diversos arreglos que van desde la siembra de una sola especie con uso

intensivo de productos de síntesis química, o varias especies con prácticas tradicionales como utilizar machete para deshierbar o el específico en la desinfección (Murillo, 2010); variando de acuerdo con la disponibilidad de terreno, capital y los valores relacionados con la satisfacción personal y la tradición familiar de cada productor (Feijoo, Zuñiga, Carvajal y Murillo, 2005).

Consecuentemente con lo expuesto, dependiendo de la práctica y la intensidad con que se utilicen estas y en especial los plaguicidas y fertilizantes, se presentan impactos en los agroecosistemas que afectan la salud de los agricultores y hasta los consumidores (Bedoya et al., 2014); ya que en ciertos casos la falta de conocimiento del potencial nocivo de los plaguicidas, el reporte de bajas tasas de uso de equipo de protección personal durante la mezcla, aplicación o reparación de equipos (Butinof et al., 2017), la falta de reutilización del producto, el diseño deficiente de las instalaciones y el uso inapropiado del agua de lavado, hacen que resulten en una toxicidad máxima en las aguas descargadas (Domínguez et al., 2015), no realizándose correctamente las buenas prácticas agrícolas según lo estipulado en la Resolución 03759/2003 (ICA, 2003).

Según Alavanja et al., 2004; Weiss et al., 2004, los plaguicidas son compuestos químicos utilizados extensivamente en la actividad agrícola, lo que resulta en una exposición continua de la población a partir de diferentes fuentes tales como: alimentos frutales donde hay comprobada alta residualidad de plaguicidas, revelando así su uso desproporcionado en los cultivos de consumo (Avila et al., 2017; Al-Shamari et al., 2016), el agua y el suelo.

De acuerdo con Flores et al., 2002, la entrada de estos plaguicidas al agua procedentes de tierras agrícolas está regulada por factores que controlan su destino en el suelo y pueden verse afectados por otros como la volatilización del compuesto, transformaciones sufridas por procesos químicos, biológicos y/o fotoquímicos. Por lo tanto, entre los plaguicidas más comunes que se han encontrado contenidos en las aguas y el suelo están los organofosforados (OP), los carbamatos (Weiss et al., 2004); los organoclorados (OC) y los piretroides (Kester, 2001).

La residualidad de los plaguicidas encontrada, ha permitido describir la presencia de alteraciones genotóxicas, mutagénicas e inmunitarias, entre otras, que pueden expresarse como asociación con cáncer, déficits neurológicos y neurocognitivos (Alavanja, 2009; Bassil, 2007), disrupción endocrina (Sanborn et al., 2007), malformaciones congénitas, problemas de fertilidad y reproducción (Sanborn et al., 2012); además de la afectación considerable en la actividad catalítica de las enzimas (Castillo-Sosa, 2007), como el causado por el glifosato (Cattani et al, 2017; Kwiatkowska et al., 2014; Menéndez-Helman et al., 2012).

Por todo lo anterior, el tipo de prácticas en el cultivo de la *Musácea* depende del manejo y la intensidad, de ahí que se evaluó el impacto de las perturbaciones en la salud de los agricultores del departamento del Quindío y se convirtieron en opción de investigación importante para determinar cómo se relacionaron con la introducción de arreglos de cultivos y las competencias, habilidades y destrezas de las comunidades existentes en los municipios de Armenia, Calarcá y Circasia.

El cultivo de plátano y banano en la región cafetera, especialmente en el Quindío, se ha ido intensificando y tecnificando en los últimos años, con lo cual se ha generado el uso de sustancias químicas sintéticas en la fertilización y ataque de enfermedades fitosanitarias, sumado al de bolsas con clorpirifos para cubrir los racimos, los cuales están siendo sujetos a voluntad del productor y al compromiso adquirido para la instrumentación (Zuñiga et al., 2013); sin embargo, los niveles de toxicidad de estos agroquímicos, la contaminación con las bolsas y los tiempos de exposición del agricultor a estas sustancias, están posibilitando el incremento de trastornos endocrinos y morbilidad (De Brito, Stoppelli y Crestana, 2005).

Por lo tanto, con este trabajo se indagó acerca del manejo de productos de síntesis química (agroquímicos) que se aplican durante las prácticas de manejo de los cultivos de plátano en los tiempos de preparación del terreno, siembra, mantenimiento hasta la cosecha en 32 fincas y cuatro sistemas de cultivar. Adicionalmente, poco se ha documentado sobre la ruta post-aplicación de los productos usados en los cultivos del

plátano, conociendo el ingrediente activo, categoría toxicológica y los impactos que generan en la salud humana, asociados con el tipo de finca, nivel académico y el arreglo del sistema de cultivar y sus repercusiones con relación a la intensidad del sistema de manejo.

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario e importante que se implementen técnicas amigables con los agroecosistemas del cultivo del plátano para erradicar las enfermedades, ya que de no ser así, la humanidad se verá avocada a incrementar más el uso de estos productos sintéticos y consecuentemente la contaminación del suelo y el agua.

## **2. CAPÍTULO 1. USO DE PRODUCTOS DE SÍNTESIS QUÍMICA, TIPO AGROQUÍMICOS POR CULTIVADORES DE PLÁTANO, QUINDÍO, COLOMBIA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En la agricultura la transformación de los ecosistemas por agroecosistemas, en ciertos casos, ha conducido a la introducción de múltiples formas de cultivar en las que se implantan modos de operar que varían de acuerdo con reglas de decisión que asume el agricultor, ejerciendo un dominio sobre estos e impulsado por la necesidad constante de sobrevivir y permanecer en continuo bienestar; de esta forma, se han evidenciado cambios en el terreno, alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, destrucción y fragmentación de hábitats e introducción de especies (López et al, 2007).

La introducción de coberturas vegetales y usos del terreno genera cambios en la composición y estructura de los ecosistemas con alteraciones de la calidad del suelo (biodiversidad, estructura física, composición química, reciclaje de nutrientes); además, la frecuencia e intensidad en el uso de productos de síntesis química (agroquímicos) son determinantes en la transformación de los cultivos e influyen en los agroecosistemas de las fincas (calidad productiva, biodiversidad, salud humana y animal) (Gómez y López, 2016); de ahí que estos productos son utilizados indiscriminadamente para el control de



plagas y enfermedades, y en muchos casos, se presentan como indispensables para poder cosechar.

En los sistemas de cultivar las prácticas de manejo incluyen las tareas que van desde la preparación del terreno, siembra, mantenimiento hasta la cosecha de los alimentos; por lo tanto, la conservación de los recursos utilizados en la producción y seguridad de las personas involucradas en las labores productivas, están sujetas a voluntad del productor y al compromiso adquirido para la instrumentación (Zuñiga et al., 2013).

Los cultivos son importantes porque son la base productiva y aportan al Producto Interno Bruto (PIB) de muchos países, como por ejemplo el plátano (*Musa sp*) en Colombia, que ocupa el segundo puesto como productor del mundo con una producción de 2.925.000 t.ha<sup>-1</sup>, una participación de 9,2 % y un rendimiento de 7,7 t.ha<sup>-1</sup> (FAO, 2010; Olmos 2015); y que es uno de los productos alimenticios de mayor importancia y presencia en los sistemas de economía campesina (MADR, 2008).

El cultivo de plátano es de gran importancia en la culinaria colombiana, el valor se le atribuye a la gran cantidad de platos típicos que se pueden preparar y a las facilidades de manejo tradicional cultural en el proceso de siembra. Además, desde hace más de 100 años se convirtió en un cultivo alternativo para los cultivadores, prueba de esto es que el departamento del Quindío hoy ocupa los primeros lugares como productor de la musácea, ya que se paso de una productividad de 5.2 t.ha<sup>-1</sup> a principios de la década de los noventas a una producción de 10,2 t.ha<sup>-1</sup> y 7,3% de participación en la producción nacional de Colombia para el año 2014 (MADR, 2015; 2016). Sin embargo, diversos cambios que se introdujeron en los sistemas de cultivar, que van desde el cultivo tradicional hasta el monocultivo, con el amontonamiento de fenotipos en densidades de siembra que oscilan desde 2x2 m, 2x3 hasta 3x3, han hecho que el sistema pierda la resistencia natural a la presencia de plagas y enfermedades (Belalcázar et al, 2003; Moreno, 2005) y por lo tanto, el uso de productos de síntesis química, tipo agroquímicos, se ha incrementado en los últimos años (Londoño, 2016).

Los productos de síntesis química, tipo agroquímicos, son considerados como biocidas, porque su aplicación va orientada a eliminar la presencia de plagas, vegetación indeseable, enfermedades o resolver problemas de fertilidad en el cultivar; hecho que conduce a alterar el ambiente en el que se aplica el producto con graves repercusiones en la biodiversidad (Devine et al., 2008; Gómez y López, 2016), en la calidad de las aguas (Domínguez et al., 2015) y en la salud humana (El-Mhammedi et al., 2010).

En Colombia, los cultivos de plátano se siembran en cuatro tipo de arreglos (Feijoo et al, 2014); y poco se conoce en estos acerca del manejo de productos de síntesis química, tipo agroquímicos, en la preparación del terreno, siembra, mantenimiento hasta la cosecha, lo cual es imprescindible para reconocer los agroquímicos que se aplican en las fincas y/o, las cantidades, frecuencia e intensidad y el seguimiento de la ruta del producto aplicado, de acuerdo con el ingrediente activo, categoría toxicológica y los posibles impactos en la salud humana.

## **2.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE ESTUDIO**

### *Objetivo General*

Indagar acerca del manejo de productos de síntesis química (agroquímicos) en las técnicas y prácticas del cultivo de plátano en 32 fincas del Quindío.

### *Objetivos específicos*

- Identificar los agroquímicos que se aplican en el manejo técnico y prácticas realizadas en los arreglos de los cultivos de plátano de las fincas del Quindío, con las cantidades, frecuencia e intensidad.
- Realizar el seguimiento de la ruta de los productos aplicados, de acuerdo con su nombre comercial, ingrediente activo, nivel de toxicidad, clasificación toxicológica y sus características.
- Documentar la ruta post-aplicación de los productos usados en los cultivos y los impactos negativos que genera el uso de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) en la salud humana de los agricultores.

### *Hipòtesis del investigador*

Los cambios e impactos ambientales generados por los agroquímicos utilizados se asocian con el tipo de finca, nivel académico y el arreglo del sistema de cultivar y las repercusiones serán variables con relación a la intensidad del sistema de manejo.

## **3. METODOLOGÍA**

### *3.1 Descripción del área de estudio*

El área de estudio se encuentra localizada en el centro-occidente de Colombia en los municipios de Armenia, Calarcá y Circasia, del departamento del Quindío, que cubre 250 km<sup>2</sup> (6,28% del área total del departamento) y tiene una densidad de población de 321378 habitantes, con 1285 hab/km<sup>2</sup> (DANE, 2005); se sitúa entre 1000 a 2000 msnm, con precipitación entre 2000 mm a 2200 mm y temperatura media anual de 18 a 24° C y evapotranspiración de 1100 mm a 1200 mm. (IGAG, 2014.). Los suelos en la región van desde profundos, bien drenados, fuertemente ácidos, con baja fertilidad; hasta moderadamente superficiales, limitados por fragmentos de roca, bien drenados, fuertemente ácidos, con fertilidad baja y se sitúan en la Consociación El Roble *Acrudoxic Hapludands*, familia medial mezclada, isoméscica *Typic Hapludands*; la Consociación El Cafetal *Typic Hapludands*, la Consociación Membrillal *Acrudoxic Hapludands* y la Consociación Padilla *Typic Dystrudepts* (IGAC, 2010).

El trabajo se realizó durante 12 meses en los municipios de Armenia, Calarcá y Circasia, por ser los mayores productores de plátano y banano del departamento del Quindío, con ligeras variaciones en los tipos de suelos y clima para el área de trabajo y por incluir todos los arreglos que se seleccionaron en el estudio. De ahí que todas las fincas se ubicaron en un mapa predial, en las cuales se definieron los detalles relacionados con los tipos de arreglo presentes en las zonas baja y alta, luego se seleccionaron al azar 32 fincas, a través de sorteo, con cuatro tipos de arreglo por zona (Figura 1).

En Armenia de las 12129,99 ha que ocupan las coberturas agrícolas, el 69,5% de la superficie está cubierta por los cultivares de plátano y banano, con 25.9% (3144.30 ha) y 1.38 (167.67 ha) respectivamente (IGAC, 2010). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2005) se acogieron las 32 fincas en cuatro sistemas de cultivo de plátano denominados arreglos: (A1) Plátano asociado con árboles, sin distancias ni trazos definidos, ni fertilización y pocas labores agronómicas; (A2) Plátano asociado con café, en barreras con distancias definidas y manejo agronómico significativo; (A3) Plátano monocultivo con manejo agronómico permanente, seis años de siembra, trazo definido y renovación cada 5 a 6 años (A4) Plátano tradicional con fertilización, sin distancias ni trazos definidos, ya que presentan ciertas disposiciones en el tiempo, espacio y poseen estructura interna (vegetación compartida, arquitectura, especies y función al interior del sistema, presencia de sombra) con variaciones en la cantidad y la distribución espacial dentro de las parcelas (cultivos permanentes, cultivo en fajas, lotes multipropósito, huerto familiar, huerto de plantación frutal, entre otros).

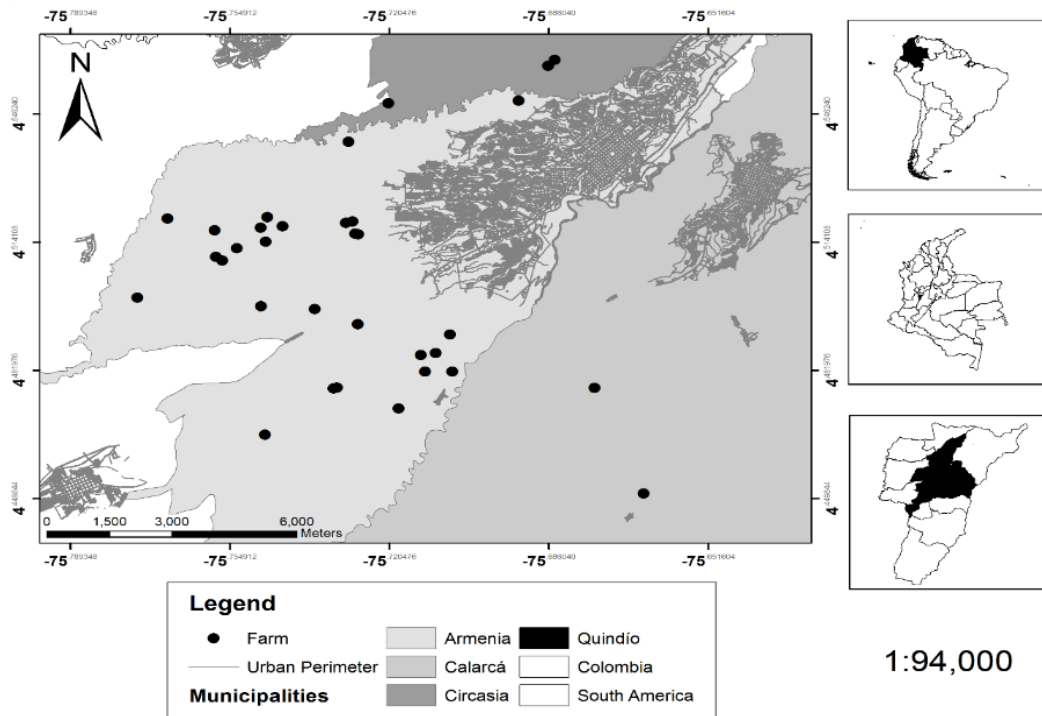


Figura 1. Ubicación del área de estudio de las 32 fincas en el Departamento del Quindío (Fuente GATA, 2017).

### *3.2 Sistema de manejo, intensidad y frecuencia de labores en las fincas*

Para la recolección de información se realizaron visitas por finca cada 15 días, en las que se usaron métodos de la etnografía como la observación participante y la entrevista semi-estructurada (Zúñiga, 2006; et al., 2013). En estas se tuvo en cuenta el municipio donde se ubican, la altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.); además se indagó sobre la extensión en hectáreas (ha), usos del terreno anteriores y actuales por finca (presencia de relictos de selva, huertos habitacionales, pastizales o cultivos) y en la evaluación se identificaron cuatro arreglos de cultivar plátano (Tabla 1) (Gómez y López, 2016). A partir de éstos criterios, la selección quedó conformada de la siguiente manera: cuatro fincas en el A1 (entre 1215 y 1463 m.s.n.m.), 11 en el A2 (entre 1219 y 1479 m.s.n.m.), cinco en el A3 (desde 1228 a 1366 m.s.n.m.) y 12 en el A4 (desde 1203 hasta 1588 m.s.n.m.) (Tabla 1).

Posteriormente, se situaron 32 fincas en las que se indagó acerca del nivel educativo, la procedencia de los agricultores y el tiempo de permanencia de la familia por cada finca, personas y tiempo que laboran (fuerza de trabajo familiar, propietario, administrador o jornalero). En el cultivo de plátano se auscultó por los estilos de hacer agricultura (procedencia y desinfección de colinos, distancia de siembra; y frecuencia de deshoje, deshoje, desguasque y embolsado del racimo con tratamiento de lorsban o clorpirifos al 1%). Las variables nivel educativo y horas laborales, se relacionaron cada una con el número, cantidad (g/p) y la frecuencia de aplicación de los fertilizantes sintéticos, que se utilizan en las diferentes operaciones de los cultivares de plátano.

### *3.3 Uso de enmiendas y fertilizantes en los cultivares de plátano*

En el uso de enmiendas se indagó acerca de las labores realizadas en cada finca para la fertilización del cultivo de plátano y, se determinaron los tipos de fertilizantes químicos inorgánicos que se utilizaron, con sus cantidades, el ingrediente activo y con qué frecuencia de aplicación al año; además, de los abonos o enmiendas orgánicas, se consultó información relacionada con el tipo, su origen, frecuencia de aplicación al año.

Tabla 1. Características por arreglos de las 32 fincas estudiadas en el Quindío en el 2016.

No. finca	Municipio	Altura (m.s.n.m.)	Extensión (ha)	Usos del terreno históricos	Usos del terreno actuales	Arreglos
27	CIRCASIA	1463	23,30	N, F y Ma	P y A	(A1)
29	ARMENIA	1244	3	N, F y Yr	P y M	(A1)
31	ARMENIA	1243	10	P y Yr	P y Yr	(A1)
32	ARMENIA	1215	60	C	P, F y A	(A1)
2	ARMENIA	1277	3,75	C	P y C	(A2)
5	ARMENIA	1276	5	C	P y C	(A2)
6	ARMENIA	1269	10	C	P y C	(A2)
12	ARMENIA	1284	4	C y Ps	P, C y F	(A2)
13	ARMENIA	1350	1,50	C y Ps	P, F y A	(A2)
14	ARMENIA	1339	2,50	C	P, C y T	(A2)
16	ARMENIA	1343	3	C	P y C	(A2)
17	ARMENIA	1373	20	Ps	P, C y A	(A2)
21	ARMENIA	1219	9,10	C	P, C y F	(A2)
23	CIRCASIA	1479	25	C y Ps	P y C	(A2)
25	ARMENIA	1313	6,25	A	P, C y B	(A2)
1	ARMENIA	1269	12	P y C	P y C	(A3)
9	ARMENIA	1320	4,10	C	P y Av	(A3)
15	ARMENIA	1366	1	C	P	(A3)
24	ARMENIA	1266	6	C y Ps	P, B, F, Ma, y Av	(A3)
30	ARMENIA	1228	10	P	P	(A3)
3	ARMENIA	1364	7	C	P, C, F	(A4)
4	ARMENIA	1318	4,10	C	P y A	(A4)
7	CALARCA	1576	5,80	C	P y C	(A4)
8	CALARCA	1588	5,80	C	P, C y F	(A4)
10	ARMENIA	1364	1	C	P, F, H, y Ca	(A4)
11	ARMENIA	1227	3,50	Cñ y Ps	P, C, A y F	(A4)
18	ARMENIA	1203	3	C, Cñ y Y	P y C	(A4)
19	ARMENIA	1281	45	Ps	P, Ma y Y	(A4)
20	CIRCASIA	1325	5	Cñ y Tb	P, C y F	(A4)
22	ARMENIA	1321	2,50	C	P y A	(A4)
26	ARMENIA	1310	8	N, F y Yr	P, C y Y	(A4)
28	ARMENIA	1270	12	N, F y Yr	P	(A4)

P= plátano; C= cafetal; B=banano; F=árboles frutales; A=aguacate; M=macadamia Y=yuca; Ma= maíz; F=Frijol; T=tomate; H=huerta; Yr=yarumo; Ca=cacao; Cñ=caña Ps=pastos; Tb=tabaco; N=nogal; G=guadua; Av=avícola; G=ganado; A1, A2, A3, A4 = arreglos.

En la aplicación de enmiendas durante la etapa de siembra o mantenimiento se especificaron como compuestos de síntesis química o abonamiento (productos orgánicos como gallinaza, pulpa de café, compostaje, materia orgánica, bocashi, pollinaza y porquinaza. Las variables nivel educativo y horas laborales, se relacionaron con el número, cantidad (g/p) y la frecuencia de aplicación de los fertilizantes sintéticos, que se utilizan en las diferentes operaciones de los cultivares de plátano,

#### 3.4 Agroquímicos aplicados en el control fitosanitario de los cultivares de plátano

En las operaciones requeridas para el cultivo de plátano se identificaron los agroquímicos utilizados en la desinfección de los colinos y de hoyos, control de arvenses, plateo y manejo de enfermedades y de plagas. Posteriormente se relacionaron el nivel educativo y las horas laborales con el número de agroquímicos aplicados en las operaciones de los cultivos de plátano en las 32 fincas.

Para el tratamiento de enfermedades como la virosis, bacteriosis, moko (*B.Pseudomona solanacearum*), elefantiasis (hongo *Fusarium oxysporum*), sigatoka (hongo *Mycosphaerellafijiensis*) y plagas como el picudo negro (larva del Coleóptero *Cosmopolites sordidus*), se tuvo en cuenta para las 32 fincas, el compuesto e ingrediente activo, cantidad aplicada y categoría toxicológica de los insumos químicos (I: Extremadamente tóxicos, II: Altamente tóxicos, III: Medianamente tóxicos, IV: Ligeramente tóxicos) (Murillo, 2010; Gómez y López, 2016).

#### 3.5 Análisis de datos

En la recolección, ordenamiento y tabulación de los datos se usaron las hojas de organización de bases de datos de Microsoft Office (Excell), posteriormente, se realizó análisis de estadística descriptiva, organizando la información en tablas y gráficos de barras; y para las relaciones establecidas con horas laborales en agroquímicos y fertilizantes y cantidad en gramos por planta (g/p) aplicados de fertilizantes, se establecieron los intervalos aplicando la regla de *sturges*; en la cual se definieron intervalos con la fórmula  $k = 1 + 3,322 (\log_{10}n)$  y, para establecer la *amplitud* de cada uno, se aplicó la ecuación  $W = R/k$ , donde R = Valor máximo-Valor mínimo (Daniel, 2010).

Posteriormente a las relaciones del nivel educativo y horas laborales con el número, cantidad (g/p) y frecuencia de aplicación (veces/año) de fertilizantes, y a las relaciones del número de agroquímicos con el nivel educativo y horas laborales se les aplicó la técnica de distribución de *Chi-cuadrado*; y para la frecuencia de aplicación (g/p) de fertilizantes y número de agroquímicos por arreglos, se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) según Fisher con un nivel de confianza (n.c.) del 95%, utilizando el programa de Statgraphics centurión XVII.

### *3.6 Documentación de las alteraciones y el impacto por el uso frecuente de agroquímicos*

Se documentó con las bases de datos y con la revisión de la literatura en la internet, la ruta post-aplicación de los productos usados en los cultivos de la *Musácea*, su ingrediente activo y categoría toxicológica de acuerdo con lo establecido por la FAO (A: Altamente tóxico; B: Moderadamente tóxico; C: Ligeramente tóxico; D: Levemente tóxico), OMS (Ia: Sumamente peligroso; Ib: Muy peligroso; II: Moderadamente peligroso; III: Poco peligroso; IV: Que normalmente no ofrece peligro) y EPA (IA: Extremadamente peligroso; IB: Altamente peligroso; II: Moderadamente peligroso; III: Ligeramente peligroso) (Nogara y Ayelen, 2010) y los posibles impactos en la salud humana.

A las variables de interés consideradas dentro del estudio, después de realizarles el análisis estadístico descriptivo, complementado con gráficos y el modelo estadístico de chi cuadrado y ANOVA de Fisher, se les relacionó con las enfermedades o alteraciones que puedan causar estos agroquímicos a los agricultores de las diferentes fincas.

## **4. RESULTADOS**

### *4.1 Características de las fincas en los tres municipios*

En el área de trabajo se encontró que las fincas están situadas en los municipios de Armenia (28), Circasia (2) y Calarcá (2). En el análisis de la altura se encontró que los predios oscilan entre 1203 y 1588 m.s.n.m., con los extremos encontrados en las fincas 18 y ocho respectivamente. En cuanto al uso histórico del terreno, en la mayoría de los predios (21), anteriormente predominaban los cultivos de café, seguido de los pastos



(siete fincas), árboles maderables y frutales (cinco predios), caña de azúcar (tres fincas) y una con tabaco.

En los predios de mayor extensión, como el 32 (60 ha), se destinó el terreno para el cultivo de plátano asociado con árboles frutales y producción de aguacate, y en el 19 (45 ha), se cultiva plátano con maíz y yuca; mientras que los de menor extensión como la finca 10 (1 ha) presentaron cultivares de plátano tradicional, árboles frutales, cacao y huerta, y la 15 (1 ha) predominó el monocultivo del plátano (Tabla 1).

Se evidenció en las 32 fincas que 11 (35%) propietarios y administradores han cursado la primaria, mientras que 10 (28%) poseen bachillerato incompleto, en tanto que tres (9%), finalizaron la educación secundaria y media, y tres (9%) tuvieron formación tecnológica. En cuanto a la formación como profesionales se encontraron solo cinco (19%) y uno solo (3%) reportó hasta postgrado (Tabla 1).

En cuanto a la procedencia, se evidenció que 17 propietarios y/o administradores provienen del Quindío (53%), seguido de Antioquía con cinco (16%), Valle con tres (10%), Caldas y Risaralda con dos (6%), y uno para los departamentos de Cauca, Tolima y Cundinamarca (3% respectivamente) (Tabla 2).

El tiempo de permanencia de los propietarios y/o administradores hasta el año 2016, osciló entre uno y 60 años, de los cuales los de mayor continuidad fueron los propietarios de la finca uno (40 años), 11 (68 años), 28 (45 años), 13 y 22 (50 años); mientras que los de menor permanencia fueron los administradores de las fincas 27 (0,2 años), 24 (1 año), 31 (1,5 años), 15 y 16 (2 años respectivamente), 17 (2,3 años), 30 (2,6 años), y las fincas 9, 23, 29 (3 años respectivamente) (Tabla 2).

En cuanto a los que laboran en un día normal en los cultivos de las fincas, las jornadas oscilan entre tres y 11 horas, dependiendo de las actividades agrícolas a realizar dentro de los cultivares de plátano y otras plantaciones según el caso; encontrándose que en las fincas siete y ocho laboran 10 horas, y en la tres, 11 horas; en tanto que en las de menor

Tabla 2. Datos colectados y distribuidos por arreglo sobre el nivel educativo, procedencia, tiempo de permanencia, labores de campo y horas laborales de los habitantes, en las 32 fincas del Quindío.

No. De finca	Nivel educativo	Procedencia	Tiempo de permanencia en años (2016)	Función	Horas laborables
1	Bachillerato	Caldas	40	PROP, H, TRAB	9
2	Primaría	Quindío	17	ADM, TRAB	8
3	Bachillerato Incompleto	Antioquía	26	PROP	11
4	Bachillerato Incompleto	Valle	16	ADM	8
5	Primaría	Quindío	20	TRAB	8
6	Primaría	Caldas	10	TRAB	8
7	Primaría	Quindío	7	PROP	10
8	Primaría	Risaralda	16	PROP, H, TRAB	10
9	Primaría	Quindío	3	ADM	9
10	Bachillerato Incompleto	C/marca	8	PROP	9
11	Bachillerato Incompleto	Tolima	68	PROP	9
12	Profesional	Antioquía	21	TRAB	4
13	Tecnólogo	Quindío	50	PROP-TRAB	9
14	Bachillerato	Quindío	13	PROP-TRAB	4
15	Tecnólogo	Valle	2	TRAB	8
16	Tecnólogo	Valle	2	PROP, TRAB	8
17	Bachillerato Incompleto	Antioquía	2,3	ADMI, H, TRAB	8
18	Primaría	Risaralda	5	PROP, TRAB	8
19	Bachillerato Incompleto	Quindío	4	ADM-, TRAB	8
20	Postgrado	Quindío	14	TRAB	9
21	Profesional	Quindío	13	TRAB	8
22	Bachillerato Incompleto	Antioquía	50	PROP	5
23	Profesional	Quindío	3	TRAB	8
24	Profesional	Quindío	1	ADM	9
25	Bachillerato Incompleto	Quindío	5	ADM	9
26	Profesional	Quindío	10	ADM, TRAB	9
27	Bachillerato	Quindío	0,2	ADM, TRAB	9
28	Primaría	Antioquía	45	PROP- TRAB	9
29	Primaría	Cauca	3	ADM, TRAB	3
30	Primaría	Quindío	2,6	ADM	8
31	Primaria	Quindío	1,5	ADM	8
32	Bachillerato Incompleto	Quindío	20	ADM	9

PROP=propietario; ADM= administrador; TRAB=trabajador; H=hijo

Tabla 3. Variaciones en el manejo técnico en los sistemas de cultivar plátano para 32 fincas

No. De finca	Origen de los colinos	Desinfección de colinos	Desinfección en el hoyo	Distancia de siembra (m)	Frecuencia deshoje (días)	Frecuencia deshoje (vez/año)	Frecuencia desguasque (vez/año)	Embolsado con Tratamiento
1	P y C	1	1	2X3	30	6	2	1
2	P	1	0	2X3	20	4	3	1
3	P	1	0	2,8X3	30	6	60	0
4	P	1	1	3X3	60	5	4	1
5	P	1	1	2X3	20	4	4	0
6	P	1	1	2,5X2,5	30	6	10	1
7	P	1	1	3X4	90	6	3	0
8	P	1	1	S	30	5	6	0
9	P	1	1	3X3	30	6	7	0
10	P	1	1	S	15	6	6	0
11	P	1	1	SD	60	6	4	1
12	P	1	1	2,5X2,5	15	6	4	1
13	P	1	1	2X2	15	4	5	1
14	P	1	1	2,5X2,5	30	12	12	0
15	P	1	1	2X2	15	6	11	1
16	P	1	1	2X3	15	6	10	1
17	P	1	1	3X3	30	6	6	1
18	P y C	1	1	3X3	60	4	5	1
19	P y C	1	1	2X3	90	4	6	1
20	P y C	1	1	2X2	20	4	4	0
21	P	1	1	2,5X2	15	5	4	1
22	P	1	1	2,5X2,5	15	4	4	0
23	P	1	1	4X4	90	4	4	1
24	P	1	1	2X3	30	6	4	1
25	P	1	1	S	20	4	4	1
26	P	1	1	SD	30	5	4	1
27	P	1	1	2x2	30	5	5	1
28	P	1	0	SD	20	7	6	0
29	P	1	1	2x3	20	5	4	0
30	P	0	0	4X4	20	7	6	0
31	P	1	0	4X4	20	7	6	0
32	P	1	1	3X3	8	1	6	1

P=Propio; C=comprado; 1= si 0=no; SD=sin distancias; S=surcos

tiempo de labor, se encontró en las fincas 29 (tres horas), 12 y 14 (cuatro horas respectivamente) y en la 22 (cinco horas) (Tabla 2).

#### 4.2 Manejo técnico de los cultivares de plátano

En el manejo de los sistemas de cultivar de la *Musácea*, la consecución de los colinos en su gran mayoría se obtuvo en la propia finca, pero en algunas deben comprarse, tal es el caso de las fincas uno, 18, 19 y 20; a pesar de producir sus propios colinos. Por otro lado, estos son desinfectados por los agricultores en la totalidad de los predios y en cuanto a la técnica de desinfección en el hoyo para sembrar, la realizan casi en gran parte los agricultores, menos los de las fincas 2, 3, 28, 30 y 31 (Tabla 3).

De acuerdo con las respuestas de los agricultores la distancia para la siembra de los cultivos del plátano es muy variada para las fincas; en ellas se encontró que las densidades de siembra fluctuaron desde 2x2 (fincas 13, 15, 20 y 27), 2,5x2 (21), 2,5x2,5 (6, 12, 14 y 22), 2x3 (1, 2, 5, 16, 19, 24 y 29), 2,8x3 (predio 3); de 3x3 (predios 4, 9, 17, 18 y 32), 3x4 (7) y hasta 4x4 m (23, 30 y 31). En otros predios se encontraron registros de siembra en surcos (8, 9 y 25) y en tres predios solo se siembra sin distancias (11, 26 y 28) (Tabla 3).

En el mantenimiento del cultivo de plátano, el manejo técnico de deshoje depende del estado de las hojas (si están dobladas, secas o enfermas, se podan). La frecuencia de esta práctica osciló entre ocho y 90 días en las 32 fincas, registrándose como 15 días la mayor frecuencia (predios 10, 12, 13, 15, 16, 21, 22) y la de 30 días (predios 1, 3, 6, 8, 9, 14, 17, 24, 26, 27); y las frecuencias con valores más reducidos fueron las de 8 días (predio 32), 60 (fincas 4, 11, 18) y 90 días (predios 7, 19, 23) (Tabla 3).

En la práctica de la frecuencia del deshoje (vez/año), consistente en la separación de hijos más vigorosos de la planta para renovar el cultivar, se reportaron valores predominantes en las fincas 2, 5, 13, 18, 19, 20, 22, 23, 25 (cuatro veces/año) y en los predios 1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 24 (seis veces/año); en tanto que las de menor frecuencia fueron las fincas 28 (siete veces/año) y 14 (12 veces/año) (Tabla 3).

La frecuencia de desguasque (una vez/año) realizada a las plantaciones de los cultivares de plátano de las 32 fincas, fue un poco variada; donde predominó la frecuencia de cuatro veces/año (12 fincas), seguido de la frecuencia de seis veces/año (cinco predios) y solo de a un predio se reportaron frecuencias de 7, 11, 12, y 60 veces/año; además en dos fincas (6 y 16) se registraron frecuencias de 10 veces/año. Por otro lado, en la técnica de embolsado con tratamiento de lorsban o clorpirifos al 1%, para proteger al plátano contra enfermedades y plagas, la mayor parte de los predios manifestaron realizarlo, mientras que 13 cultivadores no lo realizan con bolsa tratada (fincas 3, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 20, 22, 28, 29, 30, 31) (Tabla 3).

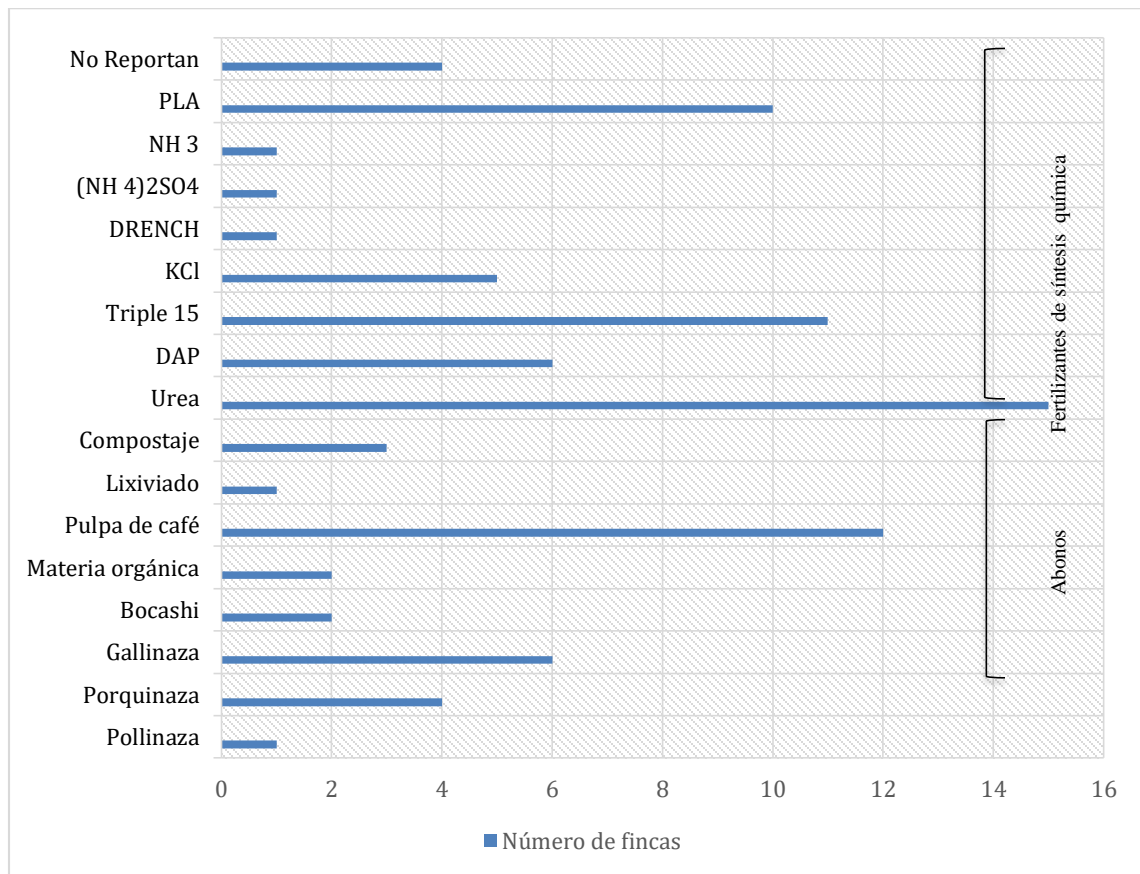


Figura 2. Abonos orgánicos y fertilizantes de síntesis química en los cultivos de plátano de las 32 fincas

Tabla 4. Fertilizantes y abonos aplicados en los cultivos de plátano para las 32 fincas

No. De finca	*Tipos de fertilizante inorgánico (Ingrediente Activo)	Cantidad de fertilizante aplicado (g/p)	Frecuencia de aplicación (Veces/año)	Tipo de abono o enmienda orgánica	**Origen del abono	Frecuencia de aplicación (Veces/año)
1	DAP-PLA	80	3	PORQUINAZA	P	3
2	U	25	3	PORQUINAZA	P	3
3	0	20	3	0	0	0
4	U	100	3	GALLINAZA-BOCASHI	P	1
5	U	125	2	MATERIA ORGÁNICA	P	2
6	U-TRIP	20	4	COMPOSTAJE	P	1
7	0	0	0	PULPA	P	1
8	TRIP	100	3	PULPA	P	1
9	U-KCl	60	2	POLLINAZA	P	1
10	U- TRIP	130	2	LIXIVIADO	P	3
11	PLA- U	100	2	PULPA	P	2
12	TRIP	80	2	COMPOSTAJE	P	4
13	PLA	100	3	PULPA	P	2
14	PLA- KCl	100	2	PULPA- PORQUINAZA	P	4
15	DAP- U- KCl	60	6	PULPA	P	4
16	DAP-U-KCl	60	6	PULPA	P	4
17	DRENCH	200	4	GALLINAZA	C	4
18	U- TRIP	60	3	GALLINAZA	P	4
19	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	120	2	0	0	0
20	NH <sub>3</sub>	30	3	PULPA	P	2
21	PLA-U-TRIP	60	1	PULPA-GALLINAZA	P	2
22	PLA- U- TRIP	120	4	PULPA-PORQUINAZA	P	3
23	PLA-U-TRIP	60	3	PULPA	P	3
24	TRIP	30	2	GALLINAZA	C	3
25	PLA-DAP-TRIP	30	3	0	0	0
26	U- KCl- TRIP	40	4	GALLINAZA- BOCASHI- MATERIA ORGÁNICA	C	3
27	PLA	60	3	0	0	0
28	0	0	0	COMPOSTAJE	P	4
29	DAP-PLA	200	3	PULPA	P	1
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
32	U- DAP	150	4	0	0	0

\*PLA=ácido poliláctico; DAP=fosfato diamónico (18-46-0); U=urea o carbamida (46-0-0); KCl=Cloruro de potasio; TRIP=triple 15 (N nítrico y amoniacal- óxido de fósforo- óxido potásico); DRENCH=mezcla en agua (cloruro de potasio- nitrato- nitromag- urea- sulfato de amonio); (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>= Sulfato de Amonio; NH<sub>3</sub>= Amoniac Anhidro.  
\*\*P=Propio; C=comprado

### 4.3 Prácticas o técnicas en la fertilización del cultivo de plátano

La aplicación de abonos y fertilizantes para recuperar los nutrientes perdidos en el suelo en su mayoría fueron de naturaleza inorgánica. De ahí que entre los más utilizados están la urea, el triple 15, PLA, DAP y KCl; ya en menor proporción y en algunas fincas usaron la tecnología DRENCH,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y el  $\text{NH}_3$  (Figura 2); en cantidades que oscilaron desde los 20 (predios 2, 3 y 6) a 200 gramos por planta (g/p) (fincas 17 y 29) (Tabla 4). Consecuente con esto la frecuencia de aplicación (veces/año) de los fertilizantes inorgánicos, registraron valores desde una a seis veces/año; de los cuales predominó la variable de tres veces/año de aplicación (12 fincas), seguida de la de dos veces/año (siete fincas) y las de menor cantidad fueron los predios que reportaron una vez/año (una finca) y 6 veces/año (dos fincas) (Tabla 4).

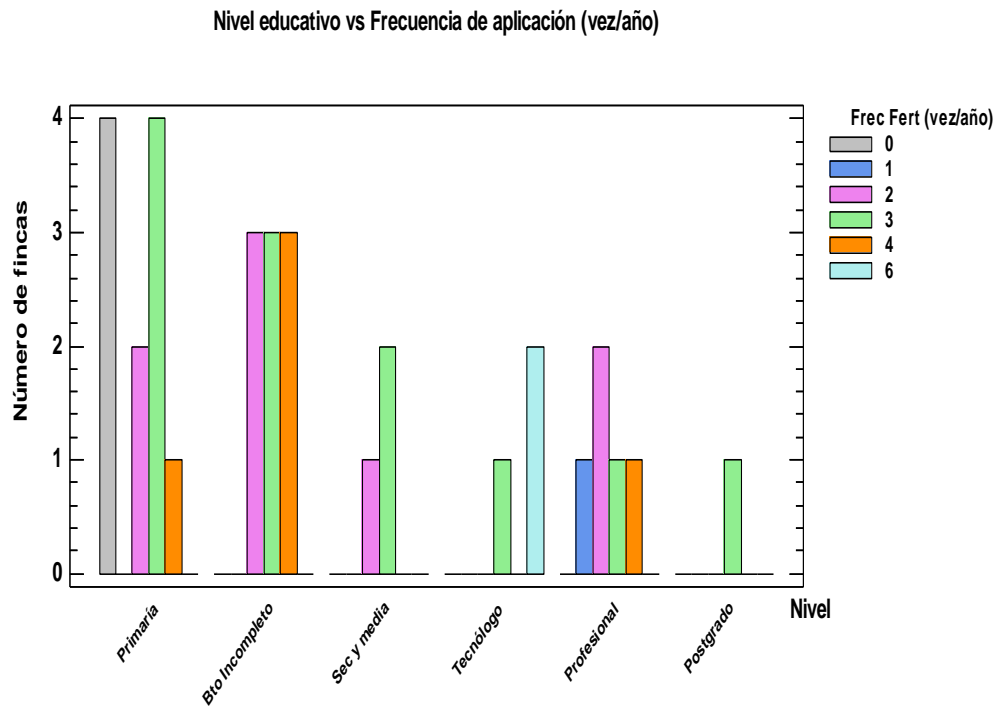


Figura 3. Relación del nivel educativo de los propietarios y/o administradores con la frecuencia (vez/año) de fertilizantes aplicados en las operaciones de los cultivos de plátano en las 32 fincas.

En cuanto a las enmiendas o abonos orgánicos aplicados (individualmente o mezclados) a los suelos para restablecer los nutrientes, lo que más se aprovecharon fueron la pulpa de café (12 fincas), la gallinaza (seis fincas) y porquinaza (cuatro fincas) y en menor cantidad el compostaje (tres fincas), bocashi (dos fincas), materia orgánica (dos predios), pollinaza y el lixiviado de la descomposición de materia orgánica (1 finca respectivamente) (Figura 2). Todos estos son obtenidos y procesados en su mayoría de los mismos predios y en otros son producto de la compra a otras personas o agricultores (predios 17, 24 y 26). En lo que refiere a la frecuencia de aplicación, oscilan entre uno a cuatro veces/año; siendo las mayores frecuencias de aplicación las de tres y cuatro veces/año (siete predios respectivamente), en tanto que seis predios con una vez/año y cinco fincas con dos veces/año (Tabla 4).

El nivel educativo en relación a la frecuencia de aplicación (veces/año) de fertilizantes en las *Musáceas*, la *Chi-Cuadrada* mostró que existe relación entre los dos ( $P < 0,0305$ ). De ahí que, en los niveles de primaria, bachillerato incompleto, secundaria y media hayan más predios con dos y cuatro aplicaciones por año (seis y cuatro fincas respectivamente), en tanto que en los niveles de tecnólogo solo en dos predios se hicieron seis aplicaciones en el año y en uno de ellos un propietario hizo tres aplicaciones. Cabe anotar, que en los niveles profesional y postgrado son muy pocos los predios que tienen una baja frecuencia de aplicación, la cual oscila entre una y cuatro al año (Figura 3).

#### 4.4 *Prácticas o técnicas en la aplicación de agroquímicos (plaguicidas) del cultivo de plátano*

En el control de enfermedades y plagas en los cultivos de plátano, se utilizaron técnicas manuales, control biológico y químicos; donde predominó el uso de agroquímicos (plaguicidas) en la mayoría de los predios, aunque en dos predios (10 y 25) solo lo mezclan simultáneamente con el biológico (con hongos entomopatógenos o insectos como las tijeretas, hormigas, entre otros) y solo en la finca 10 le adicionan la técnica



Tabla 5. Agroquímicos aplicados en las operaciones reportadas de los cultivos de plátano en las 32 fincas.

No. De finca	*Control de enfermedades y plagas	**Tipos de plaguicidas empleados	Nivel de toxicidad	Cantidad aplicada (g/p)	Desinfección del colino	Desinfección del hoyo	*Plateo	*Control de arvenses
1	QUI	FURA-LORS-GLIO-ROUN	IV	---	CAL- LORS	CAL	MNU	G
2	QUI	LORS	IV	80	No	CAL	MNU	G
3	QUI	LORS	IV	30	No	No	MNU	G
4	MNU	FURA	IV	---	FURA	FURA	MNU	AZ- MCH
5	QUI	GLIO- LORS	IV	---	LORS	FURA	MNU	G
6	QUI	GLIO	IV	---	FURA	FURA	MNU	G- AZ
7	QUI	FURA-LORS	IV	100	LORS	FURA	MNU	G- HERB
8	QUI	ROUN	IV	---	FURA	CAL	MNU	MCH- G
9	QUI	FURA	IV	---	HIPOCL	HIPOCL	MNU	MCH
10	QUI- CB- MNU	LORS	IV	100	HIPOCL	Cl	No	MNU
11	QUI	GLIO	IV	---	SPE	CAL	MNU	G
12	QUI	LORS	IV	60	I	HIPOCL- I	MNU	G
13	QUI	ROUN	IV	100	I- LORS	CAL	MNU	MCH- HERB
14	QUI	ROUN- LORS	IV	---	LORS	CAL	MNU	MCH- G
15	QUI	LORS	IV	---	SPE	CAL	MNU	MCH- MNU
16	QUI	LORS	IV	---	SPE	CAL	MNU	MCH- MNU
17	QUI	GLIO	IV	---	FURA	FURA	HERB	G- AZ
18	N	---	---	No	LORS	FURA	MNU	G- MCH
19	QUI	GLIO	IV	150x20 L	HIPOCL- FURA	CAL	MNU	G- HERB
20	QUI	GLIO	IV	100	LORS- I	FURA- I	MNU	G- GLIO
21	QUI	GLIO	IV	---	FURA	FURA	MNU	G
22	QUI	GLIO	IV	---	FOR	CAL	MNU	MCH- G
23	QUI	GLIO	IV	---	FURA	SOLAR	MNU	MCH- G
24	QUI	GLIO	IV	50	CAL	CAL	MNU	G
25	QUI- CB	LORS	IV	---	CAL	CAL	MNU	MCH
26	QUI	GLIO	IV	---	FURA	FURA	MNU	MCH
27	QUI	ROUN	IV	---	FURA- LORS	CAL- LORS	HERB	G
28	N	---	---	No	No	No	MNU	MNU
29	QUI	FURA	IV	40	CAL- FOR	CAL	MNU	AZ
30	N	---	---	No	No	No	MNU	MNU
31	N	---	---	No	No	No	MNU	MNU
32	QUI	ENG	IV	---	ENG	I- LORS	MNU	G

\*QUI=químico; CB=control biológico; MNU>manual; MCH=machete; G=guadaña; AZ=azadón; HERB=herbicida; SOLAR= Solarización; N=no hace nada

\*\*FURA=furadan; LORS=lorsban; GLIO=glifosato; ROUN=roundup; ENG=engeo (Tiametozan); SPE=sustancia polimérica extracelular (amonios cuaternarios); CAL=óxido de calcio HIPOCL=hipoclorito de sodio; I=yodo o específico; Cl=cloro For=formol

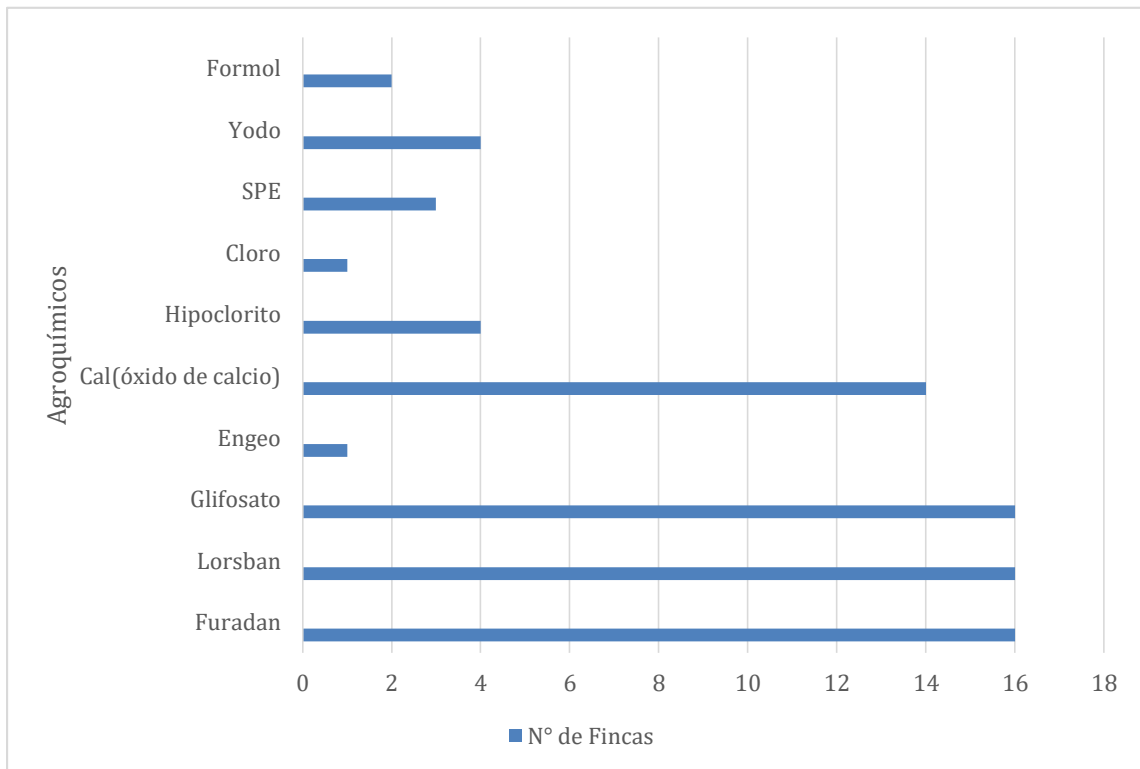


Figura 4. Diferentes agroquímicos aplicados en el control de enfermedades y plagas de los cultivos de plátano en las 32 fincas

manual, que también la aplican en la finca cuatro; por otro lado, hay cuatro predios (18, 28, 30,31) que no reportaron el uso de plaguicidas y el predio 10 combina las tres técnicas (químico, control biológico y el manual) (Tabla 5).

Los plaguicidas de más frecuente uso en las 32 fincas del Quindío, para los cultivares de las *Musáceas*, son el herbicida glifosato (16 predios), insecticidas lorsban (16 predios) y furadan (16 predios) y la cal como desinfectante (14 fincas); ya en menor predominio se reportaron el insecticida Engeo (finca 32) y otros desinfectantes tales como: Hipoclorito y yodo (cuatro fincas respectivamente), SPE (3 fincas), formol (dos predios) y Cloro (una finca) (Tabla 5 y Figura 4).

Las cantidades aplicadas de plaguicidas oscilaron entre 30 y 100 gramos por planta (g/p), siendo el predio siete donde más se aplica y en el de menor cantidad suministrada fue el de la finca tres. Es de anotar que varios de los agricultores no reportaron la dosificación, donde se había registrado el uso de las sustancias sintéticas (plaguicidas) y en otros no se hace aplicación de estos (predios 28, 30, 31) (Tabla 5).

En la etapa de siembra del plátano, la operación de desinfección del colino se realiza preferentemente con técnicas químicas, usando insumos como furadan (9 fincas), lorsban (ocho propiedades), cal (cuatro predios), yodo (tres fincas), hipoclorito de sodio (tres predios), SPE (tres fincas), específico o yodo (tres predios) y Engeo (una finca) (Tabla 5); sin embargo, en cinco fincas (dos, tres, 28, 30, 31), no realizan la desinfección del colino.

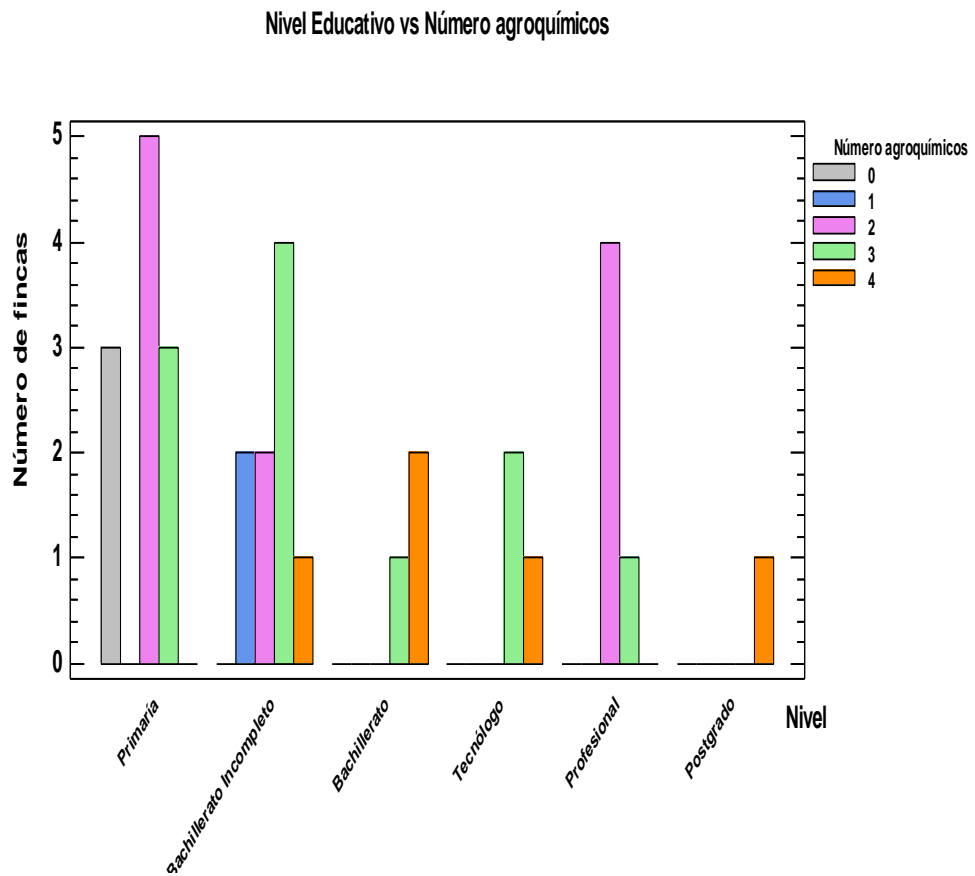


Figura 5. Relación del nivel educativo de los propietarios y/o administradores con el número de Agroquímicos (plaguicidas) aplicados en las operaciones de los cultivos de plátano en las 32 fincas.

Tabla 6. Agroquímicos y procedimientos aplicados para tratar las enfermedades y plagas de los cultivos de plátano en las 32 fincas.

No. De finca	Virosis	Bacteriosis	Moko	Elefantiasis	Sigatoka	Picudo
1	0	0	GLIO	0	0	TRAM
2	HIPOCL	0	0	HIPOCL	DESP	0
3	CAL	CAL	ROUN	CAL	DESP	TRAM
4	CAL	No	CAL- FOR	No	No	FURA
5	0	HIPOCL	0	CAL	0	TRAM
6	ERR	0	GLIO	ERR- CAL	0	TRAM- FURA
7	No	No	No	CAL	No	No
8	CAL	ERR	No	REP- CAL	No	TRAM
9	CAL	0	ROUN	CAL	0	0
10	SPE	No	CEN	No	DESP	TRAM
11	ERR	No	HIPOCL- CAL	No	DESP	TRAM
12	0	HIPOCL	0	CAL	0	TRAM-LORS
13	CAL	0	ROUN	CAL	0	0
14	HIPOCL	CAL	ROUN	0	0	TRAM-FURA
15	No	No	ERR- GLIO	CAL	DESP	TRAM
16	0	0	ERR-ROUN	CAL	DESP	TRAM
17	0	FURA	0	0	DESP	TRAM
18	No	ERR	No	ERR- FURA	No	TRAM
19	No	No	HIPOCL	HIPOCL	DESP	TRAM
20	No	No	FURA	No	DESP	TRAM
21	0	0	0	0	0	0
22	CAL	CAL	No	No	DESH	TRAM
23	0	0	0	0	0	TRAM-FURA
24	No	No	GLIO	No	No	No
25	0	0	CAL	ERRAD	0	LORS
26	No	No	No	No	No	TRAM- FURA
27	0	0	0	0	0	FURA
28	No	No	No	No	No	No
29	0	0	0	0	0	TRAM- FURA
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0

FURA=furadan; LORS=lorsban; GLIO=glifosato; ROUN=roundup; CAL=óxido de calcio; HIPOCL=hipoclorito de sodio; SPE=sustancia polimérica extracelular (amonios cuaternarios); CEN=ceniza; REP=repica; FOR=formol; DESP=despunte; TRAM=trampa; DESH=deshoje; ERR=erradicada; 0=no reporte

Referente a la preparación de los hoyos en su desinfección se emplea cal (14 predios), furadan (nueve fincas), específico (tres predios), lorsban (dos predios), hipoclorito o específico (dos fincas), cloro (un predio); adicionalmente se reportó en la finca 23 el empleo de la práctica de solarización (Tabla 5). Por otro lado, el mayor número de las fincas realizan ploteo manual y el restante que corresponde a dos fincas (17 y 27), usan herbicida para esta práctica y en una sola (finca 10) no lo practican o no lo reportan (Tabla 5).

Con respecto al control de plantas arvenses, se encontró que en solo tres predios (7, 13 y 19) se utilizan herbicidas. Por otro lado, las técnicas más operadas es la guadaña (20 fincas) y el machete (12 predios), seguidas de la manual (seis fincas) y el azadón (cuatro predios) (Tabla 5).

En el nivel educativo de los propietarios y administradores que realizan las actividades de campo y el número de agroquímicos que aplican en las operaciones del cultivo del plátano, se reportó en la *Chi-Cuadrada* que estas variables están relacionadas ( $P < 0,0453$ ). De ahí que en la Figura 5, se observe que a más nivel académico se utilicen más agroquímicos, partiendo desde el bachillerato incompleto donde aparece el uso de cuatro químicos sintéticos (un predio), en cuatro fincas se utilizan de a dos plaguicidas, mientras que en los niveles de secundaria y media, tecnólogo y profesional prevalece la aplicación de tres agroquímicos y en el nivel de postgrado solo en un predio se usan cuatro de estos (Figura 5).

#### 4.5 Procedimientos y técnicas para el tratamiento de plagas y enfermedades del cultivo de plátano.

En los cultivos de *Musa*, de las 32 fincas las enfermedades controladas fueron la virosis (Mosaico del pepino y virus del rayado del banano), bacteriosis (*Erwinia chrysanthemi* p.v. *paradisiaca*), sigatoka originada por el hongo *Mycosphaerella musicola*, elefantiasis (hongo *Fusarium oxysporum*), el moko (*Ralstonia solanacearum*) considerada como una de las enfermedades más agresivas en los cultivos de plátano y el picudo negro (larva del Coleóptero *Cosmopolites sordidus*) (Tabla 6).

La virosis fue tratada en su mayoría con cal (fincas tres, cuatro, ocho, nueve, 13, 22), en otras con hipoclorito (predios 2 y 14) y en la finca 10 solo se emplea la SPE; en cuanto al resto se erradicaron en dos predios (seis y 11) o no reportaron presentarla. En cuanto a la bacteriosis, se utilizaron los mismos agroquímicos menos la SPE, pero si se manejó el furadan en la finca 17 y se erradicaron en los predios ocho y 18.

En el tratamiento del moko predominó el uso del glifosato (ocho fincas), seguido de la cal y el hipoclorito (tres y dos predios respectivamente) y en las fincas 15 y 16 fueron erradicadas, pero usan glifosato para evitar que esta enfermedad vuelva a aparecer; cabe anotar que en el predio 20 utilizan el furadan, además en un predio aplican formol (finca 4) y en el predio 10 hacen uso de la ceniza. Por otra parte, la enfermedad elefantiasis es tratada en la mayoría de predios (10 fincas) con cal y en otras fue erradicada, aunque aplican furadan (predio 18); mientras hubo tres fincas (30, 31, 32) que no reportaron el uso de plaguicidas u otro procedimiento para tratar esta enfermedad (Tabla 6).

Se encontró que del total de las fincas, en nueve aplican la técnica del despunte y en una (predio 22) el deshoje para tratar la sigatoka y el resto de predios no reportan o no utilizan otro procedimiento; mientras que para tratar el picudo se utilizan en su mayor parte las trampas (de gaveta, disco y pastel) (fincas uno, tres, cinco, seis, ocho, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26 y 29) y algunas de estas (seis, 12, 14, 23, 26 y 29) simultáneamente con un agroquímico como el furadan o lorsban; y en otros predios (cuatro y 27) solo acuden al furadan (Tabla 6).

#### *4.6 Documentación de las alteraciones y el impacto por el uso frecuente de agroquímicos*

##### *4.6.1 Ruta general postaplicación de los agroquímicos en las 32 fincas.*

Las rutas o vías que siguen los plaguicidas en cualquiera de las 32 fincas, se establecen por diversas vías para la circulación en el ambiente, en los diferentes organismos (plantas, animales y microorganismos) y el hombre. En los agroecosistemas la naturaleza dispone de ciertos mecanismos para mantener y concentrar los agroquímicos con los

procesos de la absorción y desorción en el suelo. De ahí que se de la presencia de altas concentraciones de fertilizantes que son utilizados en las actividades del cultivo del plátano y otros plantaciones, pueden ser arrasados por el agua de escorrentía a las fuentes acuáticas superficiales y subterráneas, también parte de estos se volatilizan por las reacciones de oxido reducción que se suceden.

Los agroquímicos que son aplicados en las partes aéreas de los cultivos de las *Musáceas*, como en el caso de insecticidas, fungicidas y herbicidas, parte de estos van al suelo; pero si son nematicidas, fungicidas o desinfectantes, estos se aplican directamente en las etapas de siembra y mantenimiento de las plantas, luego por acción de la lluvia son lixiviados hacia las fuentes hídricas. En los cultivos, una vez son aplicados los agroquímicos, se incorporan en los frutos, hojas y raíces, los cuales generan productos o residuos, de modo tal que animales (aves, nemátodos, invertebrados y vertebrados acuáticos y terrestres), además de los agricultores, los absorben o consumen en forma directa o indirecta, incorporándose en sus tejidos a corto, mediano o largo plazo según el tipo de sustancia sintética.

Por otro lado, los agricultores en la manipulación inadecuada y constante contacto con estos agroquímicos, no aplican las buenas prácticas agrícolas como las técnicas adecuadas de desinfección e higiene en su cuerpo; además realizan vertimientos de residuos sólidos y líquidos contaminados al suelo o a las aguas, haciendo que ingresen directa o indirectamente al cuerpo y puedan afectar su salud.

La cinética de la degradación de estos agroquímicos en el suelo se realiza en tres etapas: la de *latencia* que es de duración corta y se mantiene con cierta concentración, la de *disipación* que es ligera y referida a su desaparición, y la de *persistencia* que es medida en términos de duración en el suelo, que puede ser de días, meses o años según el producto aplicado.

#### 4.6.2 Revisión y documentación sobre toxicidad e impacto de los agroquímicos en la salud humana.

En los sistemas de cultivar plátano se encontró que los fertilizantes usados de carácter nitrogenado son la urea, triple 15, DAP,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y el  $\text{NH}_3$ ; y de otra composición como el PLA y el KCl. Por el lado de los insecticidas se utilizan el furadan (carbofuran), lorsban (clorpirifos) y el Engeo (Tiametozan y lambdacirolina); seguido del herbicida glifosato (nombre comercial Roundup) para el control de arvenses y varios desinfectantes como: el límpido (hipoclorito de sodio) (corrosivo), cloro granulado (corrosivo), Formol (Formaldehído) (irritante y genotóxico), yodo (corrosivo), cal (óxido de calcio) (irritante) y el SPE (Polímeros de Amonio Cuaternario) (Tabla 7).

Tabla 7. Agroquímicos empleados en los sistemas de producción de plátano en las 32 fincas con el tipo, su nombre comercial, ingrediente activo, nivel de toxicidad.

Tipo	Nombre Comercial	Ingrediente activo	Nivel de Toxicidad	Clasificación toxicológica según	Característica
Fertilizante	Urea	Carbonildiamida, Ácido Carbamídico ó Amida Alifática	IV	No Clasificada	Ligeramente tóxico
Fertilizante	Triple 15	Nitrógeno nítrico y amoniacal-oxido de fósforo- óxido potásico	IV	No Clasificada	Ligeramente tóxico
Fertilizante	DAP	Fosfato Diamónico	II	No Clasificada	Moderadamente tóxico
Fertilizante	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Sulfato de Amonio	III	No Clasificada	Ligeramente tóxico
Fertilizante	$\text{NH}_3$	Amoniaco anhidro	II	No Clasificada	Altamente tóxico
Fertilizante	PLA	Ácido Poliláctico	IV	No Clasificada	Ligeramente tóxico
Fertilizante	KCl	Cloruro de potasio	IV	No Clasificada	Ligeramente tóxico
Insecticida	Furadan	Carbofuran	IV	OMS : I A FAO: Clase B EPA: Clase II	Ligeramente tóxico
Insecticida	Lorsban	Clorpirifos	IV	OMS: II	Ligeramente tóxico
Insecticida	Engeo	Tiametozan y lambdacirolina	III	OMS: I B	Moderadamente tóxico
Herbicida	Roundup	Glifosato	IV	OMS:II FAO: Clase D EPA: Clase III	Ligeramente tóxico
Desinfectante	Límpido	Hipoclorito de sodio	III	OMS: II	Moderadamente tóxico
Desinfectante	Cloro	Hipoclorito de sodio	III	OMS: II	Moderadamente tóxico
Desinfectante	Formol	Formaldehído	III	OMS: II	Moderadamente tóxico
Desinfectante	Específico	Yodo	IV	OMS: II	Ligeramente tóxico
Desinfectante	Cal	Óxido de calcio	II	OMS: III	Altamente tóxico
Desinfectante	SPE	Sustancia Polimérica Extracelular	III	No Clasificada	Moderadamente tóxico



Se encontró en la documentación realizada que los agroquímicos más peligrosos son el fertilizante Amoniaco Anhidro de clase II; los insecticidas de clase I como el carbofuran (furadan) de amplio uso en varios predios, seguidos de los de clase III, los Clorpirifos (lorsban) y Tiametozan-lambdacirolina (Engeo) y el herbicida glifosato de clase II (nombre comercial Roundup), de gran uso en varias fincas y en distintas etapas de los cultivos de plátano; los cuales los reportaron con un nivel de toxicidad IV (Tabla 7). Además hacen uso de otros agroquímicos (desinfectantes) como el hipoclorito de sodio, el cloro y el yodo (nombre comercial específico); y con menos agresividad la cal o el óxido de calcio, que producen dermatitis e irritación en piel, vías respiratorias y digestivas.

## **5. DISCUSIÓN**

### *5.1 Influencia de las características de las fincas en el cultivo del plátano*

El cambio de los cultivos de café al plátano actualmente en los agroecosistemas y en especial en los predios donde se maneja el monocultivo (A3), hay poca diversificación vegetal, lo que respalda las alteraciones drásticas que sufren los recursos hídricos, el suelo, la biodiversidad, su ambiente y la calidad de vida de los agricultores, además no se encuentran adaptados a las condiciones del uso y la mala disposición en el momento de preparar los agroquímicos o en el manejo tecnificado de las operaciones o técnicas de la siembra, fertilización y mantenimiento (Murillo, 2010).

El nivel educativo bajo (básica primaria o bachillerato incompleto) de los agricultores es uno de los factores que está incidiendo en el momento de las operaciones técnicas del cultivo del plátano, lo que se describe en la condición de solo saber leer y escribir, ya que se utiliza este poco conocimiento adquirido en el manejo de los agroquímicos de cualquier tipo; además estos han crecido en el sistema agrícola y tecnológico de la Revolución Verde, utilizandolos desde niños y con costumbres arraigadas a su uso (Souza y Bocero, 2008) y que han sido transmitidos por padres, familiares, amigos o personal de establecimientos comerciales que ofertan los agroquímicos para el manejo

(Ruíz et al. 2011) en los cultivares de las *Musáceas*, sin conocer a fondo y con certeza sus características.

### *5.2 Influencia de las operaciones técnicas en los cultivares de plátano*

En el manejo de los sistemas de cultivar el plátano, la adquisición de los colinos obtenidos de la propia finca para sembrar (Canchignia y Ramos, 2004), la densidad de siembra para su crecimiento y productividad (Álvarez y Beltrán, 2003; Belalcázar *et al.*, 2003; Langdon *et al.*, 2008), el arreglo espacial, las prácticas de deshije, deshoje, desguasque y su mantenimiento, son favorecidos por condiciones ambientales dentro del cultivo y reguladas por la temperatura, la aireación, formación de rocío, humedad relativa del aire y la radiación solar (Orozco et al, 2008) que inciden en los rendimientos (Guerrero, 2010).

La técnica de embolsar el plátano (con clorpirifos al 1%) en la mayor parte de los predios, está generando un impacto ambiental; ya que no se tiene claridad sobre su uso y estudios en el departamento del Quindío han evidenciado que actualmente se utilizan solo por consumismo; además Rodríguez, Bernal y Castaño (2013) aducen que la alta producción contamina el suelo por infiltración y se incrementa la generación de residuos especiales o peligrosos, siendo un componente creciente en los basureros que representa el 40% de los residuos sólidos (Zang, Fa & Wang, 2006) y su inadecuado manejo provoca efectos adversos a la salud humana (Del Puerto et al., 2014) (Anexo 2).

Todo lo anterior es importante para obtener mejores resultados y para que haya un menor riesgo de propagación de enfermedades (Villalta y Guzmán, 2005; Herrera y Colina, 2011) no endémicas y por consiguiente no alterar una plantación. De ahí que los predios que siembran en surcos y sin distancias, donde el cultivo es tradicional, no se usen varios agroquímicos para las enfermedades y las plagas, además acudan al uso de erradicación manual o con trampas.

### *5.3 Funciones y efectos de los procedimientos y técnicas en la fertilización del cultivo de plátano.*

En la agricultura tecnificada y moderna del cultivo del plátano se usan principalmente fertilizantes inorgánicos que en gran parte fueron reportados e implican riesgos; lo cual es explicado en la relación que se reportó en las variables del nivel educativo con la frecuencia de aplicación (veces/año), permitiendo inferir esto, que a mayor nivel educativo hay la tendencia a ser más frecuente en las aplicaciones y en cantidades mayores, por el concepto moderno del consumismo urbano, sin tener en cuenta que el aplicarlos frecuentemente, promueve por lixiviación e infiltración, el incremento del contenido de compuestos nitrogenados que afectan la fauna edáfica y la salud humana en forma directa e indirecta.

### *5.4 Funciones y efectos de los procedimientos en la aplicación de agroquímicos (plaguicidas) del cultivo de plátano.*

Los agroquímicos (plaguicidas) y algunas otras sustancias de origen sintético (Plenge et al., 2007) mayormente aplicados y reportados en los cultivos del plátano, están revelando una exposición continua de los cultivadores por la comprobada residualidad y el uso desproporcionado (Al-Shamary et al., 2016; Avila et al., 2017), por su entrada en el agua y el suelo (Flores et al 2002); que es regulada y afectada por factores que controlan su destino en los procesos químicos, biológicos y fotoquímicos. De ahí que el control de enfermedades y plagas debe hacerse más con las técnicas manuales y/o biológicas, para jugar un papel decisivo en la cultura tradicional y ser opciones ecotecnológicas amigables en los agroecosistemas, para reducir *per se* el consumo de plaguicidas.

### *5.5 Alteraciones y el impacto por el uso frecuente de agroquímicos.*

En la ruta postaplicación (Anexo 1) que se siguen de los agroquímicos, el exceso de confianza en la labor agrícola de muchos trabajadores cuando los usan en el cultivo del plátano, hace que tengan poca precaución en: el lavado adecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos, residuos descargados y medidas adecuadas de protección personal (Ley 9 y Resolución 2400/1979); además su uso cotidiano contribuye

a que persistan los problemas de contaminación y envenenamiento ambiental, a nivel regional y mundial, donde la pretendida compensación universal ha resultado ser peor que la enfermedad (ONU, 2010), dificultando la preservación de los agroecosistemas y los recursos naturales del departamento del Quindío.

El impacto que genera el uso de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) se sustentó de acuerdo con la revisión de literatura, la que demostró el efecto negativo en las comunidades de humanos (Anexo 2).

## **6. CONCLUSIONES**

Con la introducción de nuevas coberturas vegetales como el cultivo del plátano en el Quindío, los usos dados a los suelos en los arreglos de la asociación con café y monocultivos están generando cambios en los agroecosistemas con alteraciones de la calidad del suelo con poca biodiversidad, estructura física deteriorada, una composición química con retención y reciclaje de sustancias sintéticas (fertilizantes y plaguicidas), que al ser usadas indiscriminadamente, con frecuencia e intensidad, están influyendo negativamente en la salud humana y animal.

Los cambios e impactos encontrados están relacionados entre el nivel educativo de los agricultores con el número de plaguicidas y frecuencia de fertilizantes aplicados, puesto que son variables que están incidiendo en el incremento del uso de estas sustancias sintéticas; ayudado por las supuestas bondades que las fuentes comerciales fomentan con la cultura del consumismo, sin entrar en detalle sobre los efectos adversos a corto, mediano y largo plazo.

Las técnicas manuales en las diferentes operaciones y la aplicación de enmiendas o abonos orgánicos utilizadas en el cultivar tradicional de las *Musas sp*, son muy efectivas y más amigables con los agroecosistemas, para la reducción en el uso de agroquímicos y por ende en la aparición de enfermedades y plagas, lo cual los mejora en su biodiversidad, con menos contaminación y afectación a la salud de los agricultores y las poblaciones que se surten de los productos que en las fincas se producen.

Es importante que en las densidades de siembra del plátano se tengan en cuenta los factores climáticos promedio de las fincas y aspectos como la radicación solar, cantidad de luz que se necesitan en el interior de la plantación, la disposición de los cultivos, la circulación de aire, entre otros; para evitar la proliferación de enfermedades y plagas que reducen los beneficios y generan el incremento en el uso de plaguicidas para tratarlas.

El uso del glifosato se ha correlacionado con cánceres, problemas nerviosos, respiratorios, dermatológicos y abortos; el lorsban produce genotoxicidad, disfunción hepática y alteraciones neurológicas; el furadan irrita ojos y piel, además produce náuseas, vómito, diarrea, entre otras. Los otros agroquímicos como la cal, yodo, cloro, SPE, formol son corrosivos, el SPE puede producir genotoxicidad y el formaldehído cáncer. De ahí que el exceso de confianza en el uso de estos agroquímicos sin las medidas de protección facilita que se puedan adquirir, para lo cual se deben desarrollar políticas y normatividades más actualizadas con el fin de restringirlos y regularlos efectivamente.

## **7. DISCUSIÓN GENERAL**

Dentro de los cuatro arreglos que se aplican en el cultivo del plátano, los que tienen poca diversificación vegetal son los monocultivos, que conllevan a que las transformaciones en estos agroecosistemas sean bruscas y hacen que sean vulnerables a enfermedades, al ataque de plagas y plantas arvenses, por ende reducen la diversidad de especies locales, restringen el ciclaje de nutrientes en el suelo y se fomenta fácilmente la erosión; además limita la seguridad alimentaria de las familias rurales y excluye el conocimiento tradicional de los modos de operar en los cultivos de la *Musácea* (Murillo, 2010) conjugados con otros cultivos. Por lo tanto, estos sistemas requieren un consumo alto de insumos químicos (fertilizantes y plaguicidas), para tratar de mantener la producción en las fincas y a sus familias.

Sumado a lo anterior, el nivel educativo cumple un factor importante, debido a que entre mayor sea este más se apetece el consumo de agroquímicos, debido a la oferta y demanda, por la revolución tecnológica y agrícola de la revolución verde (Souza y Bocero, 2008) que promueven ciertas empresas y distribuidores para la adquisición de los agroquímicos, sin que estos enfatizen mucho sobre los riesgos de su uso inadecuado y del contacto (Salcedo y Melo, 2005) permanente con las plantaciones en las variadas actividades agrícolas que desempeñan en un día laboral y que dan pie a posibles intoxicaciones y al incremento de los daños en la salud por su residualidad y penetración al organismo en forma directa o indirecta.

En cuanto a las operaciones técnicas en el cultivar del plátano es importante tener en cuenta varios aspectos para reducir la propagación de enfermedades, el uso de agroquímicos, la contaminación ambiental y mejorar la calidad en la producción como son: la adquisición de colinos que sean de producción en las propias fincas (Canchignia y Ramos, 2004) para reproducir nuevas plantas (Herrera y Colina, 2011); las bajas densidades de siembra por hectárea donde inciden factores como diferencias de climas, localización del terreno, la temperatura, la aireación, formación de rocío, humedad relativa del aire y la radiación solar (Orozco et al, 2008); el deshierbe, plateo, deshije, deshoje, desguasque o descalcete, la erradicación manual o con trampas.

Se hace necesario replantear el uso de bolsas con clorpirifos (1%), lo cual incrementa el aporte de agroquímicos a las fuentes hídricas y eleva la contaminación ambiental con los residuos de estos plásticos (Rodríguez, Bernal y Castaño, 2013); debido a que no se tiene claridad sobre el uso y se ha comprobado su alta residualidad (Zang, Fa & Wang, 2006).

Los fertilizantes en el cultivo del plátano, al aplicarse deben cumplir con ciertos requerimientos y cantidades adecuadas de nutrientes, dependiendo de la cantidad de hectáreas en el cultivo de plátano que se tenga; pero se vienen aplicando los insumos inorgánico en las cantidades inadecuadas; además la tendencia a ser más frecuentes en las aplicaciones esta dado por el nivel educativo, ya que si este es mayor se maneja la

concepción moderna del consumismo urbano, sin tener en cuenta que con esto se liberan ciertas cantidades de compuestos nitrogenados en el ambiente (Zhongmin et al, 2017) afectando la fauna edáfica y la salud humana directa e indirectamente y con reducidos beneficios económicos netos.

Las enmiendas o abonos de tipo orgánico (compostaje, lixiviados, materia orgánica, bocashi, pollinaza, porquinaza) obtenidos de la producción propia en la mayoría de las fincas son de gran utilidad y evitan el uso de tanto agroquímico sintético; pero el tratamiento de estos desechos orgánicos, debe revestir una mayor atención, dada la dimensión del problema que representan, no solo por el aumento de los volúmenes producidos o por una mayor intensificación de la producción, sino también, por la aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal, y que tienen relación directa con estos (Rodríguez , 2002).

En el control de las enfermedades y plagas se incremento el uso de los plaguicidas, entre los más utilizados fueron el glifosato y lorsban, que se han correlacionado como factores de riesgo y con producción de una amplia variedad de enfermedades como cánceres (Mesnage et al., 2015; Fluegge y Fluegge, 2016; Fortes et al., 2016), alteraciones endocrinas (Deb y Das, 2013), entre otras, por su comprobada residualidad y que revelan el uso desproporcionado en los cultivos de consumo (Al-Shamary et al., 2016; Avila et al., 2017); otros como la cal producen irritaciones, alteran el pH del suelo de las fincas, modifican parte de su fauna edáfica y alteran sus ciclos biogeoquímicos naturales.

Las aplicaciones de todos los plaguicidas usados en las fincas en dosis mayores a 100 g/p, se deben reconsiderar; ya que existe una deficiente información suministrada sobre los riesgos por su manipulación y aplicación en estas concentraciones; y no se están tomando las propias medidas de protección durante las actividades laborales en las diferentes operaciones del cultivo del plátano, debido al exceso de confianza en la labor agrícola de muchos trabajadores. Por otro lado, el número de sustancias sintéticas aplicadas por estos, se incrementan cuando se tiene un mejor nivel educativo, produciendo una

exposición mayor a diferentes plaguicidas y por ende a los riesgos y enfermedades antes mencionados.

Los problemas de contaminación ambiental producidos en la actividad agrícola del cultivo del plátano dificultan la preservación de los agroecosistemas y los recursos naturales, envenenándolos y siendo peor el resultado que la enfermedad (ONU, 2010); además producen impactos negativos y muy significativos a corto, mediano y largo plazo en la salud de los agricultores, sus familias y la de los consumidores urbanos (Anexo 2), afectándolos directa o indirectamente.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alavanja, MC., Hoppin, JA., and Kamel, F., 2004. Health effect of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu. Rev. PublicHealth* 25: 155-197.

Alavanja, MCR., 2009. Pesticides use and exposure extensive worldwide. *Rev Environ Health*; 24:303–9.8.

Al-Shamary, N., et al, 2016. Evaluation of pesticide residues of organochlorine in vegetables and fruits in Qatar: statistical analysis. *Environmental Monitoring and Assessment*. Volume 188, Issue 3, 1 March 2016, Article number 198, Pages 1-14.

Álvarez, J. y Beltrán A., 2003. Tecnología de producción con altas densidades en bananos y plátanos en Cuba y avances hacia una producción orgánica. En: Rivas G, Rosales F.(Eds.) Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos. MUSALAC, INIBAP. Guayaquil, Ecuador. pp. 65-66.



Avila, O. et al, 2017. Residualidad de fitosanitarios en tomate y uchuva cultivados en Quindío (Colombia). Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Volumen 18, 3 Septiembre-Diciembre 2017, Pags 571-582.

Bassil, K., Vakil C, Sanborn M, et al., 2007. Cancer health effects of pesticides. *Can FamPhysician*; 53:1704–11.

Bedoya, P., García, R., Londoño, F., Restrepo, C., 2014. Determinación de residuos de plaguicidas organoclorados en suero sanguíneo de trabajadores de cultivo de Café y plátano en el departamento del quindío por gc-µecd. *Revistacolombiana de química*, Vol. 43 N° 3 (20141001): 11-16.

Belalcázar C., Rosales F. y Espinosa M., 2003. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. In: Rivas G, Rosales F (Eds.) *Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos*. MUSALAC, INIBAP. Guayaquil, Ecuador. Pags: 55-63.

Butinof, M., Fernández A., Lerda, D., Lantieri. MJ., Filippi I., Díaz, MP., 2017. Biomonitorio en exposición a plaguicidas y su aporte en vigilancia epidemiológica en agroaplicadores en Córdoba, Argentina. *Artículo Gaceta-1563*; Pags 6.

Canchignia F. y Ramos L., 2004. Micropropagación de plátano variedad Barragante. Laboratorio de Biotecnología Vegetal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. Pags. 6. En:

Cattani D., Acordi C., Kruger M., Parisotto, E., De Oliveira P., Heinz C., Concli M., Schröder R., Wendt N., Razzera G., Wilhelm D., Zamoner A., 2017. Developmental exposure to glyphosate-based herbicide and depressive-like behavior in adult offspring: implication of glutamate excitotoxicity and oxidative stress. *Toxicology* 387, 67–80.

Carvajal A, Murillo B.E., Feijoo A, Zúñiga MC. 2005. Evaluación de las estrategias productivas de algunos Sistemas productivos en un área del municipio de Alcalá, Valle del Cauca. *Scientia et Technica* 9 (28): 217-222

Castillo-Sosa, Y., 2007. Efecto del Diazinon sobre la proliferación de células mononucleadas de sangre periférica humana. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México.

Daniel W., 2010. Bioestadística: base para el análisis de ciencias de la salud. 4ª edición. México. Editorial Limusa wiley. ISBN: 978-968-18-6164-3. Pags: 18-19.

Deb, N., Das, S., 2013. Chlorpyrifos toxicity in fish: a review. *Curr. World Environ.* 8, Pages 77–84.

De Brito S., Stoppelli I. y Crestana S., 2005. Pesticide exposure and cancer among rural workers from Bariri, São Paulo State, Brazil. *Environment International* 31, (5): Pages 731– 738

Del Puerto A., Suárez S. y Palacio D., 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), Pages 372-387.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE. 2005. Bogota, D.C.

Devine G, Dominique E., Ogusuku E. y Furlog M., 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Per. Med. Exp. SaludPúbl.* 25: 74-100. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2015v9i2.4188>

Domínguez, V., Obrador, J., Adams, R., Zavala, J., Vaquera, H., Guerrero, A., Miranda, E., 2015. Occupational and environmental risks from Mancozeb in aviation facilities in the banana producing area of Teapa, Tabasco, Article. Mexico. Tropical Journal of Pharmaceutical Research Open Access Volume 14, Issue 9, September 2015, Pages; 1703-1712.

El-Mhammedi M. et al, 2010. Accumulation and trace measurement of paraquat at kaolin-modified carbon paste electrode. Mater Sci Eng C. 30(6) Pages:833-838.

FAO, 2010. Panorama General de la Producción y el Comercio Mundial de Banano. Depósitos de documentos de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s04.htm>.

Feijoo A., Zuñiga MC., Carvajal A., Murillo B., 2005. Evaluación de las estrategias productivas de algunos sistemas campesinos en un área del municipio de Alcalá, Valle del Cauca. En: Scientia et Technica Año XI, No. 28.

Feijoo A., Zuñiga MC., Quintero H., Fragoso C. 2011. Diversity and abundance of earthworms in land use systems in central- western Colombia. Pedobiologia 54, S69-S75.

Feijoo, A., Lavelle, P., Zuñiga, MC., Quintero, H., Murillo. B., Molina J., 2014. Servicios Ecosistémicos generados por diversos arreglos del cultivo de plátano en el Eje Cafetero. Ciencias del Medio Ambiente y Hábitat. Universidad Tecnológica de Pereria, Facultad de Ciencias Ambientales. Risaralda.

Flores, F., González, E., Fernández, M., Villafranca, M., Socías, M., Ureña, M., 2002. Organic compounds in the environment. Effects of dissolved organic carbon on Sorption and Mobility of Imidacloprid in soil. *J. Environ. Qual.* 31. Pages: 880-888.

Fluegge, K., Fluegge, K., 2016. Glyphosate use predicts healthcare utilization for ADHD in the healthcare cost and utilization project net (HCUPnet): a two-way fixed-effects analysis. *Pol. J. Environ. Stud.* 25, Pages:1489–1503.

Fortes, C., Mastroeni, S., Segatto, M.M., Hohmann, C., Miligi, L., Bakos, L., Bonamigo, R., 2016. Occupational exposure to pesticides with occupational sun exposure increases the risk for cutaneous melanoma. *J. Occup. Environ. Med.* 58, Pages: 370–375.

Gómez V. y López Y., 2016. Estilos de cultivar plátano en asocio con servicios ecosistémicos de aprovisionamiento del suelo, Armenia, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), Facultad de Ciencias Ambientales. Administración Ambiental. Proyecto de Grado. Pags. 45: 25-38.

Guerrero M., 2010. Guía Técnica del cultivo del plátano. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. Pags 24. En: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>

Herrera M. y Colina L., 2011. Manejo Integrado del cultivo de plátano. Jornada de capacitación UNALM-AGROBANCO. Junin, Perú. 33 p. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2003. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Instituto Colombiano Agropecuario., Resolución No. 03759. (16 Diciembre de 2003). Pags. 23.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2010. Coberturas y usos de la tierra en el departamento del Quindío. Escala 1:10.000.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2014. Estudio semi detallado de suelos y zonificación de tierras del departamento del Quindío.

Kester, J., 2001. Endocrine disrupting chemicals. En: Clinical Environmental Health and toxic exposures. Lippincot William and Wilkins.

Kwiatkowska, M., Nowacka K., Bukowska, B., 2014. The effect of glyphosate, its metabolites and impurities on erythrocyte acetylcholinesterase activity. Environ. Toxicol. Pharmacol. 37, Pages: 1101–1108.

Langdom P., Whiley A., Mayer R., Pegg K., Smith M., 2008. The influence of planting density on the production of 'Goldfinger' (*Musa spp.*, AAAB) in the subtropics. Scientia Horticulturae 115: Pages: 238-243.

Londoño M., 2016. Adopción potencial de alternativas biológicas por cultivadores de plátano del Quindío. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, Tesis Doctorado Agroecología. Palmira, Colombia. Pags. 300.

López B., González J., Díaz S., García M., 2007. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. Ecosistemas, 16 (3): 69-80.

Menéndez R., Ferreyroa G., Dos Santos A., Salibrán A., 2012. Glyphosate as an acetylcholinesterase inhibitor in *Cnesterodon decemmaculatus*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 88, Pages: 6–9.

Mesnager R., Defarge N., Spiroux J., Séralini G., 2015. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. Food Chem. Toxicol. 84, Pages: 133–153.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2005. La cadena de plátano en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Observatorio Agrocadenas Colombia, enero de 2006. pp. 2. Bogotá. En: <http://www.asohofrucol.com.co/archivos/cadenas/platano.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2008. Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) 2015. Producción de plátano en el departamento del Quindío. 1986-2013.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2016. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, AGRONET. Santafé de Bogotá.

Moreno B., Hernández G. y Grisales L., 2005. Productividad del sistema: café intercalado con plátano en barreras. Cenicafé 56(1): Pags: 79-85.

Murillo B., 2010. Disponibilidad de recursos y tipos de sistemas de cultivo de café y plátano en la cuenca del río La Vieja, Colombia. (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. Pags: 93.

Nogara A. y Ayelen B., 2010. Análisis de riesgo de la población rural de la pampa Argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja. Revista de investigación agraria y ambiental, Argentina. 5 N° 2, Julio-Diciembre 2014. ISSN 2145-6097. Pág. 78.

Olmos S., 2015. Cadena Productiva del Plátano. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Casanare, Pags: 23.

ONU, 2010. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Problemática ambiental y la utilización de agroquímicos en la producción de coca. Informe analítico; Octubre 2010 [Internet]. Vienna, Austria: UNODC; 2010 [citado 18 oct 2013]. Disponible en: [http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/InformesAnaliticos/Informe\\_Analitico\\_Agroquimicos.pdf](http://www.unodc.org/documents/peruandecuador//Informes/InformesAnaliticos/Informe_Analitico_Agroquimicos.pdf).

Orozco et al, 2008. Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos. México. Art. En Tropical Plant Pathology 33 (3) May - June 2008.

Plenge F. et al., 2007. Riesgos a la salud humana causados por plaguicidas. Tecnociencia, Chihuahua, México. vol. I, No. 3 • Septiembre-4 Diciembre 2007.

Rodríguez A., Bernal M. y Castaño E., 2013. Evaluación ambiental de la práctica “embolsado” en el plátano (Musa AAB Simmonds). Quindío, Colombia. en:[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tDppU\\_f9kHkJ:www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a08.pdf+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=co](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tDppU_f9kHkJ:www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a08.pdf+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=co)

Rodríguez L., 2002. Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, vol. 2, pp. 1-10. ISSN 1853-8665.

Ruíz N., Ruíz N., Guzmán S., Pérez E., 2011. Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. Rev. Int. Contam. Amb. 2: Pags: 129-137.

Salcedo M., Melo T., 2005. Evaluación del uso de plaguicidas en la actividad agrícola del Departamento de Putumayo. Cienc. Salud.3, Pags:168-185.

Sanborn M, Keer K, Sanin LH., Cole, K.L., Bassil and C. Vakil, 2007. Non-cancer health effects of pesticides. Systematic review and implications for family doctors. *Can Fam Physician; Canadian Family Physician*. October 2007, 53. Pages: 1712–20.

Sanborn M., Bassil K., Vakil C., et al., 2012. Systematic review of pesticide health effects. Ontario: Ontario College of Family Physicians. Toronto. En: [www.ocfp.on.ca/communications/newpublications/lists/ocfp-2012-systematic-review-of-pesticide-health-effects](http://www.ocfp.on.ca/communications/newpublications/lists/ocfp-2012-systematic-review-of-pesticide-health-effects)

Secretaría de Agricultura Departamento del Quindío. 2013. Evaluaciones agropecuarias municipales Informe Agropecuario, Años 2013 y 2014. Armenia-Quindío. Pags: 85

Souza C. y Bocero S., 2008. Agrotóxicos: condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Iberoam. Econ. Ecol.* 9. Pags: 87-101.

Villalta R. y Guzmán M., 2005. Capacidad de esporulación de *Mycosphaerella fijiensis* en tejido foliar de banano depositado en el suelo y efecto antiesporulante de la urea. In: 1er Congreso Científico Técnico Bananero Nacional. Pococí, Limón, Costa Rica. Resumen. p. 14.

Weiss B., Amler S. and Amler R., 2004. Pesticides. *Pediatrics*. 113, Pages: 1030-1036.

Zang L., Fa W. and Wang S., 2006. Novel Photodegradable Low-Density Polyethylene-TiO<sub>2</sub> Nanocomposite Film. *Environmental Science & Technology*, 40(5). Pages: 1681-1685.

Zhongmin et al, 2017. Changes in fertilizer categories significantly altered the estimates of ammonia volatilizations induced from increased synthetic fertilizer application to Chinese rice fields. In *Agriculture, Ecosystems and Environment* 265 (2018), Pags: 112–



122 Available online 13 June 2018 0167-8809/2018 Elsevier B.V. All.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880918302214?via%3Dihub>

Zúñiga M., Quintero A. y Feijoo A., 2003. Trayectoria de los sistemas de cría en un área del piedemonte de Alcalá, Valle del Cauca. *Scientia et Technica*, 9, Pags: 81-86.

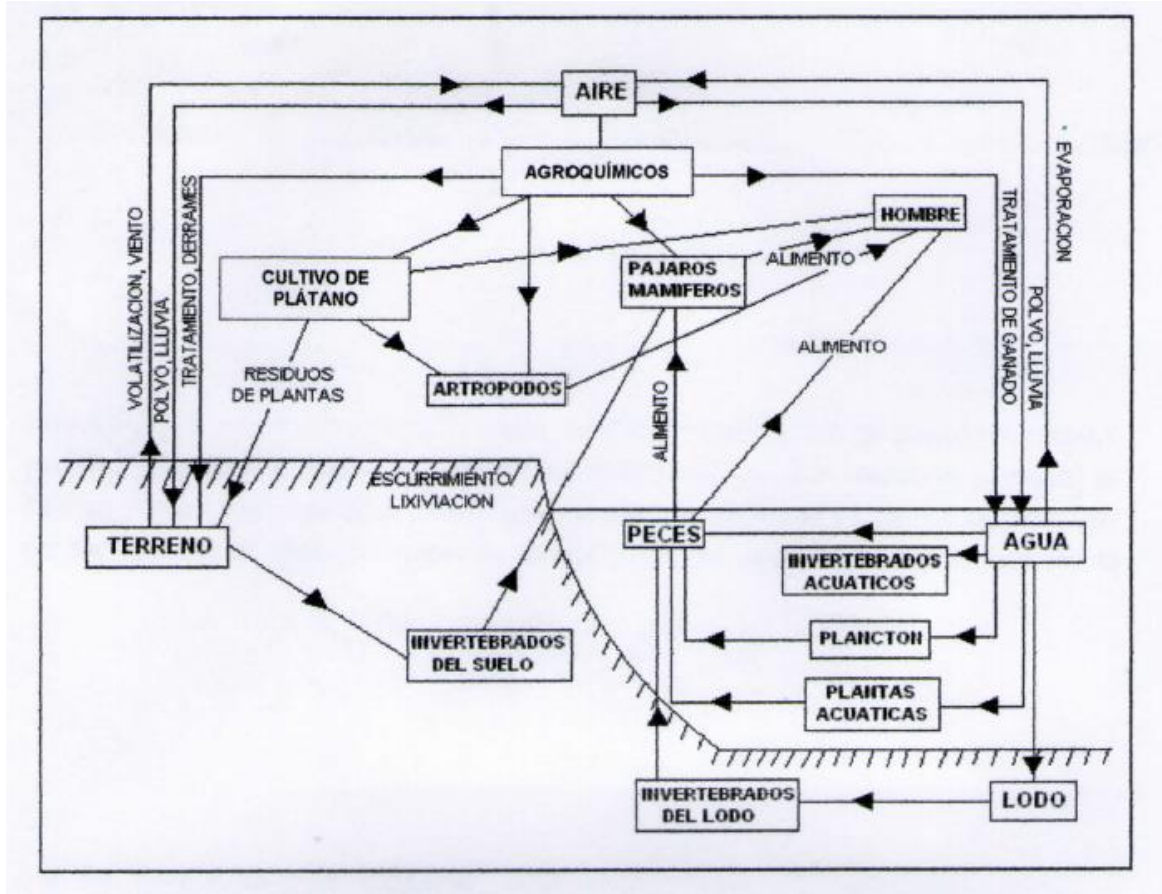
Zúñiga M., Feijoo A. y Quintero H., 2004. Diseño de una propuesta metodológica para interpretar el huerto habitacional en un área del Valle del Cauca. *Scientia et Technica*, 10, Pags: 291-296

Zúñiga M., 2006. Procesos de comunicación en sistemas de producción campesinos, en un área del eje cafetero de Colombia. Tesis Maestría en Comunicación Educativa. Universidad Tecnológica de Pereira.

Zuñiga M., Feijoo A., Quintero H., Aldana N. y Carvajal A., 2013. Farmers' perceptions of earthworms and their role in soil. *Applied Soil Ecology* 69, Pages: 61-68.

## ANEXOS

Anexo 1. Ruta postaplicación y de distribución de los plaguicidas en los agroecosistemas de las fincas



[https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Forma-de-distribucion-de-plaguicidas-en-el-medioambiente-Fuente-Rivero-A\\_fig2\\_316669340](https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Forma-de-distribucion-de-plaguicidas-en-el-medioambiente-Fuente-Rivero-A_fig2_316669340)

Anexo 2. Características de los agroquímicos empleados en los sistemas de producción de plátano en las 32 fincas con su uso, toxicidad y efectos en la salud de la población.

Agroquímico (ingrediente activo)	Impactos en la salud de la población	Referencias Bibliográficas
Compuestos nitrogenados (Urea-Triple 15-Mezcla Drench-Amoníaco Anhidro)	<p>Efectos tanto agudos como retardados causa irritación: a) del tracto respiratorio con síntomas como tos, falta de respiración; b) de piel y ojos con enrojecimiento, prurito y dolor; c) del tracto gastrointestinal produciendo náuseas, vómitos y diarrea.</p> <p>Puede causar dolor de cabeza, confusión y reducción electrolítica y una exposición con altas concentraciones en el aire de urea incide en alteraciones del metabolismo de proteínas, enfisema moderado y pérdida de peso crónica. (GTM, 2017).</p> <p>En bebés (&lt; de cuatro meses) que consuman agua rica en nitratos contraen la enfermedad metahemoglobinemia, con síntomas típicos de cianosis, taquicardia, convulsiones, asfixia, y por último término la muerte (Fewtrell, 2004); y la ingestión prolongada (nitratos y nitritos) podría contribuir al desarrollo de linfomas y cánceres, enfermedades coronarias, infecciones del tracto respiratorio y malformaciones en los recién nacidos. Cáncer gástrico, dilatación y adelgazamiento de los vasos coronarios intramusculares, neoplasias malignas, se han relacionado al incremento de abortos espontáneos, nacimientos prematuros y retardo en el crecimiento intrauterino (Mensinga, 2003; Teixeira y Peres, 2009; Manahan, 2010; Vieira et al, 2012).</p> <p>Efectos adversos por causas indirectas como trastornos fisiológicos (cólera), transmisión de enfermedades por vectores (la malaria)(Townsend et al, 2003; Johnson and Carpenter, 2008) e intoxicación hasta la muerte por ingestión debido a contacto de tipo recreacional (Busse et al, 2006; Stewart et al, 2006).</p>	<p>Busse LB, Venrick EL, Antrobus R, Miller PE, Vigilant V, Silver MW, Mengel C, et al, 2006. Domoic acid in phytoplankton and fish in San Diego, CA, USA. <i>Harmful Algae</i>; 5(1): 91-101.</p> <p>Fewtrell L. 2004. Drinking-Water Nitrate, Methemoglobinemia, and Global Burden of Disease: A Discussion. <i>Environmental Health Perspectives</i>; 112(14): 1371-4.</p> <p>GTM, 2017. Grupo Transmerquim. MASS Medio Ambiente Salud y seguridad. Honduras. Estados Unidos. Hoja de datos de seguridad.</p> <p>Johnson P, Carpenter S., 2008. Influence of eutrophication on disease in aquatic ecosystems: patterns, processes and predictions. En R. Ostfeld, F. Keesing, &amp; V. Eviner, <i>Infectious Disease Ecology: the effects of ecosystems on disease and of disease on ecosystems</i>. New Jersey, USA: Princeton University Press. 71-99p.</p> <p>Manahan S. 2010. <i>Environmental Chemistry</i>. 9a. Ed. London, Great Britain: CRC Press.</p> <p>Mensinga TT, Speijers GJA, Meulenbelt J. 2003. Health Implications of Exposure to Environmental Nitrogenous Compounds. <i>Toxicol Rev</i>. 2003; 22(1): 41-51</p> <p>Stewart I, Webb PM, Schluter PJ, Shaw GR., 2006. Recreational and occupational field exposure to freshwater cyanobacteria – a review of anecdotal and case reports, epidemiological studies and the challenges for epidemiologic assessment. <i>Environmental Health: A Global Access Science Source</i>; 5:6.</p> <p>Teixeira P., Peres F., 2009. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. <i>Cad. Saúde Pública</i>, Rio de Janeiro; 25(8): 1653-66.</p> <p>Townsend AR, Howarth RW, Bazzaz FA, Booth MS, Cleveland CC, et al, 2003. Human health effects of a changing global nitrogen cycle. <i>Front Ecol Environ</i>; 1(5): 240–6.</p> <p>Vieira AM, Dos Santos SA, Do Valle CNT, Da Silva JA. 2012. Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares. <i>Química nova na escola.</i>; 34(2): 51-7.</p>

Carbofuran (Insecticida)	<p>Irritación en la piel y los ojos cuando se tiene contacto; ingerido causa náuseas, vómito, diarrea, sudor frío, ansiedad vértigo, salivación, miosis, bradicardia. Baja el nivel de colinesterasa basal y falla hepática. (Reportado por Murillo, 2010), produce alteración endocrina (Wissem et al., 2011; Gupta et al., 2011), efectos genotóxicos (Pandey et al., 2006) y asociado con trascendencia en Cánceres (leucemias y linfoma) (López et al., 2007) de próstata, recto, pulmón, melanoma (Alavanja et al., 2003, Purdue et al., 2007).</p>	<p>Alavanja, M.C., Samanic, C., Dosemeci, M., Lubin, J., Tarone, R., Lynch, C.F., Knott, T., Hoppin, J.A., Barker, J., Coble, J., Sandler, D.P., Blair, A., 2003. Use of agricultural pesticides and prostate cancer risk in the Agricultural Health Study cohort. <i>Am. J. Epidemiol.</i> 157 (9), 800e814. <a href="http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwg040">http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwg040</a>.</p>
	<p>Se asocia negativamente con la circunferencia de la cabeza de infantes (Barr et al., 2010) llevan a bajo peso al nacer y deterioro en la maduración neuronal (Sturza et al., 2016; Wickerham et al., 2012) graves trastornos reproductivos (Gupta et al., 2011).</p>	<p>Ameno, K., Lee, S., In, S., Yang, J., Yoo, Y., Ameno, S., Kubota, T., Kinoshita, H., Ijiri, I., 2001. Blood carbofuran concentrations in suicidal ingestion cases. <i>Forensic Sci. Int.</i> 116, 59–61. Ameno, K., Lee, S., In, S., Yang, J., Yoo, Y., Ameno, S., Kubota, T., Kinoshita, H., Ijiri, I., 2001. Blood carbofuran concentrations in suicidal ingestion cases. <i>Forensic Sci. Int.</i> 116, 59–61.</p>
	<p>Afecta principalmente el sistema nervioso en sus terminales nerviosas a nivel enzimático (Weiss et al., 2004) y causa efectos neurotóxicos (Costa et al., 2008) y se absorben rápidamente por vías respiratorias y piel o pueden ser ingerido directamente a través del agua (Jeyaratman y Maroni, 1994).</p>	<p>Ascherio, A., Chen, H., Weisskopf, M.G., O'Reilly, E., McCullough, M.L., Calle, E.E., Schwarzschild, M.A., Thun, M.J., 2006. Pesticide exposure and risk for Parkinson's disease. <i>Ann. Neurol.</i> 60 (2), 197e203. <a href="http://dx.doi.org/10.1002/ana.20904">http://dx.doi.org/10.1002/ana.20904</a>.</p>
	<p>Puede llevar a un efecto hormonal de género en la diferencia sexual (Guillette et al., 1995) y atravesar la barrera placentaria produciendo efectos graves en la unidad materno-placentaria-fetal (Gupta, 1994; Barata et al., 2004).</p>	<p>Barata, C., Solayan, A., Porte, C., 2004. Role of B-esterases in assessing toxicity of organophosphorus (chlorpyrifos, malathion) and carbamate (carbofuran) pesticides to <i>Daphnia magna</i>. <i>Aquat. Toxicol.</i> 66, 125–139.</p>
	<p>Asociado a la enfermedad de Parkinson, Aumento del riesgo de diabetes, hiperglicemia e hiperinsulinemia. (Cranmer et al, 2000; Ascherio et al., 2006).</p>	<p>Barr, D.B., Ananth, C.V., Yan, X., Lashley, S., Smulian, J.C., Ledoux, T.A., Hore, P., Robson, M.G., 2010. Pesticide concentrations in maternal and umbilical cord sera and their relation to birth outcomes in a population of pregnant women and newborns in New Jersey. <i>Sci. Total Environ.</i> 408, 790–795.</p>
	<p>Causa inmunosupresión que contribuye a la tumorigénesis, disfunción inmune que conduce a la inflamación crónica, aumenta la susceptibilidad a la inmunotoxicidad. y enfermedades infecciosas (Dhouib et al, 2015).</p>	<p>Costa, L.G., Giordano, G., Guizzetti, M., Vitalone, A., 2008. Neurotoxicity of pesticides: a brief review. <i>Front. Biosci.</i> 13, 1240–1249.</p>
	<p>Una concentración de 0,32 g / ml o más alto en sangre se considera como fatal (Ameno et al., 2001).</p>	<p>Cranmer, M., Louie, S., Kennedy, R.H., Kern, P.A., Fonseca, V.A., 2000. Exposure to 2, 3, 7, 8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) is associated with hyperinsulinemia and insulin resistance. <i>Toxicol. Sci.</i> 56 (2), 431e436. <a href="http://dx.doi.org/10.1093/toxsci/56.2.431">http://dx.doi.org/10.1093/toxsci/56.2.431</a>.</p>
		<p>Dhouib et al, 2015. Carbamates pesticides induced immunotoxicity and carcinogenicity in human: A review Carbamates pesticides induced immunotoxicity and carcinogenicity in human: A review. In: <i>Journal of applied biomedicine</i> 14.85–9086. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.jab.2016.01.001">http://dx.doi.org/10.1016/j.jab.2016.01.001</a>.</p>
		<p>Guillette, L.J., Crain, D.A., Rooney, A.A., Pickford, D.B., 1995. Organization versus activation: the role of endocrine-disrupting contaminants (EDCs) during embryonic development in wildlife. <i>Environ. Health Perspect.</i> 103, 157–164.</p>
		<p>Gupta, R.C., 1994. Carbofuran toxicity. <i>J. Toxicol. Environ. Health</i> 43, 383.</p>
		<p>Gupta, R.C., Malik, J.K., Milatovic, D., 2011. Organophosphate and carbamate pesticides. In: Gupta, R.C. (Ed.), <i>Reproductive and Developmental Toxicology</i>. Elsevier Inc, London, UK.</p>
		<p>Jeyaratman, J, Maroni, M., 1994. Organophosphorus compounds. <i>Toxicology</i>. 91: 15-27.</p>
		<p>Lopez, O., Hernandez, A.F., Rodrigo, L., Gil, F., Pena, G., Serrano, J.L., Parron, T., Villanueva, E., Pla, A., 2007. Changes in antioxidant enzymes in humans with long-term exposure to pesticides. <i>Toxicol. Lett.</i> 171 (3), 146e153. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.05.004">http://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2007.05.004</a>.</p>
		<p>Murillo, B., 2010. Disponibilidad de recursos y tipos de sistemas de cultivo de café y plátano en la cuenca del río La Vieja, Colombia. (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.</p>

Clorpirifos  
(Insecticida  
organofosforado)

La exposición por un día a niveles bajos puede causar mareos, fatiga, secreción nasal, lagrimeo, salivación, náuseas, sudor, molestia intestinal y cambios en el ritmo cardíaco; y de corta duración a niveles más altos parálisis, convulsiones, desmayos y muerte. Otra consecuencia es debilidad muscular, con efectos sobre la transmisión de impulsos nerviosos, receptores e neurotransmisores como acetilcolina y acetilcolinesterasa (Connel y Miller, 1984; LaGrega et al, 1996; University of Hertfordshire, 2017). Causa disfunción hepática, genotoxicidad, alteraciones neuroconductuales y neuroquímicas. a través de múltiples mecanismos de acción, (Deb y Das, 2013;) interrupción endocrina (Wissem et al, 2011), trastornos neurotóxicos: el Síndrome colinérgico, el síndrome intermedio, Polineuropatía (OPIDP) y el Trastorno neuropsiquiátrico (COPIND); síntomas agudos de intoxicación nicotínica y muscarínica periférica (Wissem et al, 2011) como miosis; sudoración, rinorrea, lagrimeo y salivación; calambres abdominales y otros síntomas gastrointestinales; dificultades respiratorias y tos; disnea, sensación de constricción en el tórax, sibilancias, espasmos de los músculos faciales y la lengua, temblores y fasciculaciones; Bradicardia y cambios en el ritmo cardíaco, palidez, y cianosis; Anorexia, micción y defecación, temblores y confusión; ataxia; dolor de cabeza, fatiga y parestesia. Finalmente, convulsiones, pueden producirse contracciones, coma e insuficiencia respiratoria. Si el paciente sobrevive el primer día de envenenamiento, hay cambios de personalidad., cambios de humor, eventos agresivos y episodios psicóticos que incluyen Reacciones esquizoides, delirios paranoicos y exacerbaciones de problemas psiquiátricos preexistentes. El sueño es pobre debido a las pesadillas y alucinaciones; trastornos o deficiencias en la memoria y atención, y también se producen efectos retardados adicionales. La muerte suele ocurrir por causas respiratorias, fallo resultante de una combinación de efectos centrales y periféricos, parálisis de los músculos respiratorios y depresión del cerebro en el centro respiratorio (Karchmar, 2007; IPCS, 1998; Clark, 2002; Eyer, 2003; Marrs y Vale, 2006; Jokanović et al., 2011).

Purdue, M.P., Hoppin, J.A., Blair, A., Dosemeci, M., Alavanja, M.C., 2007. Occupational exposure to organochlorine insecticides and cancer incidence in the Agricultural Health Study. *Int. J. Cancer* 120 (3), 642e649. <http://dx.doi.org/10.1002/ijc.22258>.

Sturza, J., Silver, M.K., Xu, L., Li, M., Mai, X., Xia, Y., Shao, J., Lozoff, B., Meeker, J., 2016. Prenatal exposure to multiple pesticides is associated with auditory brainstem response at 9 months in a cohort study of Chinese infants. *Environ. Int.* 92-93, 478-485.

Weiss, B., Amler, S. and Amler, R.W., 2004. Pesticides. *Pediatrics*. 113: 1030-1036.

Wickerham, E.L., Lozoff, B., Shao, J., Kaciroti, N., Xia, Y., Meeker, J.D., 2012. Reduced birth weight in relation to pesticide mixtures detected in cord blood of full-term infants. *Environ. Int.* 47, 80-85.  
Wissem, M., Aziza, I.H.H., Aicha, B., Aghleb, B., Olivier, T., Benoit, R., 2011. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 8, 2265-2303.

Clark, R.F., 2002. Insecticides: organic phosphorus compounds and carbamates. Goldfrank's Toxicological Emergencies, 7 ed. McGraw-Hill Professional, New York, pp. 1346-1360.

Connel, D. W. and Miller, G. J. 1984. Chemistry and Ecotoxicology of pollution. New York, USA Jhon Wiley and Sons. 489 p.

Deb, N., Das, S., 2013. Chlorpyrifos toxicity in fish: a review. *Curr. World Environ.* 8,77-84.

Eyer, P., 2003. The role of oximes in the management of organophosphorus pesticide poisoning. *Toxicol. Rev.* 22, 165-190.

IPCS, 1998. Organophosphorus Pesticides. International Programme on Chemical Safety Poisons Information Monograph G001, World Health Organization, Geneva, 1989; Updated 1998. Available online at: <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pime001.htm>.

Jokanović, M., 2001. Biotransformation of organophosphorus compounds. *Toxicology* 166, 139-160.

Karchmar, A.G., 2007. Anticholinesterases and war gases. In: Karchmar, A.G. (Ed.), Exploring the Vertebrate Central Cholinergic Nervous System. Springer, pp. 237-310 Chapter 7.

LaGrega, M.D.; Buckingham, P.I., y Evans J.C. 1996. Gestión de residuos tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. Volumen 1. Madrid, España. McGraw-Hill/Interamericana. 634 p.

Marrs, T.C., Vale, J.A., 2006. Management of organophosphorus pesticide poisoning. In: Gupta, R.C. (Ed.), Toxicology of Organophosphorus and Carbamate Compounds. Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 715-733 Chapter 49.

University of Hertfordshire, 2017. PPD-pesticide Properties Database. <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/>. Accessed date: 3 October 2017.

Wissem, M., Aziza, I.H.H., Aicha, B., Aghleb, B., Olivier, T., Benoit, R., 2011. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 8, 2265-2303.

<p>Tiametoxan y Lambdacialotrina (Insecticida)</p>	<p>La ingestión puede producir adormecimiento de los labios y lengua, náuseas, vómitos y diarrea. La toxicidad sistémica puede incluir mareos, cefalea, irritabilidad, contracciones musculares, ataxia y convulsiones. El contacto con la piel puede producir sensaciones cutáneas como picazón, sensación quemante, hormigueo y adormecimiento, los cuales desaparecen, generalmente, en menos de 24 horas y no son indicativos de toxicidad sistémica. Puede provocar tos y estornudos por irritación de la mucosa nasal (Syngenta Crop Protection AG S.A., 2016).</p> <p>Induce a la citotoxicidad (Zhang et al., 2010), produce alteraciones endocrinas interfiriendo con la síntesis, el metabolismo, el transporte y eliminación de la concentración de las hormonas que se producen en forma natural (Akhtar et al., 1996; Cocco, 2002; Leghait et al., 2009; Sugiyama et al., 2005) con riesgos potenciales para la salud y en especial cuando están mezclados con otros pesticidas (Clasen et al., 2017)</p>	<p>Akhtar, N., Kayani, S.A., Ahmad, M.M., Shahab, M., 1996. Insecticide-induced changes in secretory activity of the thyroid gland in rats. <i>J. Appl. Toxicol.</i> 16, 397–400.</p> <p>Clasen et al., 2017. Bioaccumulation and oxidative stress caused by pesticides in <i>Cyprinus carpio</i> reared in a rice-fish system <a href="https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.154">https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.154</a> 0048-9697/© 2018 Elsevier B.V. All rights reserved.</p> <p>Cocco, P., 2002. On the rumors about the silent spring. Review of the scientific evidence linking occupational and environmental pesticide exposure to endocrine disruption health effects. <i>Cad. Saude Publica</i> 18, 379–402.</p> <p>Leghait, J., Gayraud, V., Picard-Hagen, N., Camp, M., Perdu, E., Toutain, P.L., Viguie, C., 2009. Fipronil-induced disruption of thyroid function in rats is mediated by increased total and free thyroxine clearances concomitantly to increased activity of hepatic enzymes. <i>Toxicology</i> 255, 38–44.</p> <p>Syngenta Crop Protection AG S.A., 2016. Insecticida –Hoja de información de seguridad. Formulación mezclada de CS y SC (ZC): 2 29410100- Santiago - Chile.</p> <p>Sugiyama, S., Shimada, N., Miyoshi, H., Yamauchi, K., 2005. Detection of thyroid system-disrupting chemicals using in vitro and in vivo screening assays in <i>Xenopus laevis</i>. <i>Toxicol. Sci.</i> 88, 367–374.</p> <p>Zhang, Q., Wang, C., Sun, L., Li, L., Zhao, M., 2010. Cytotoxicity of lambda-cyhalothrin on the macrophage cell line RAW 264.7. <i>J. Environ. Sci. (China)</i> 22, 428–432.</p>
<p>Glifosato (Herbicida no selectivo)</p>	<p>Según estudios reportados por la exposición es un factor de riesgo que puede afectar el ácido desoxirribonucleico-ADN, a cientos de células (Yoke, 2005) como los leucocitos y disminución de la metilación en el ADN (Kwiatkowska et al., 2017) pueden alterar el equilibrio entre proliferación celular del cáncer y la muerte celular programada (apoptosis). (Hervouet et al., 2013).</p> <p>Puede afectar la actividad de la enzima acetilcolinesterasa a nivel del organismo (Cattani et al., 2017; Kwiatkowska et al., 2014; Menéndez-Helman et al., 2012) y por consiguiente los impulsos nerviosos, causando trastornos neurológicos graves (Čolović et al., 2013).</p> <p>Correlacionado con una amplia variedad de enfermedades humanas, incluyendo varias formas de cáncer, daño del riñón y condiciones mentales como el TDAH, el autismo, el Alzheimer. y la enfermedad de Parkinson (Fluegge y Fluegge, 2016; Fortes et al., 2016; Jayasumana et al., 2014; Mesnage et al., 2015; Swanson et al., 2014). Abortos involuntarios y enfermedades dermatológicas y respiratorias relacionadas con la exposición durante las campañas aéreas de fumigación (Camacho y Mejía, 2017).</p>	<p>Camacho, A., Mejía, D., 2017. The health consequences of aerial spraying illicit crops: the case of Colombia. <i>J. Health Econ.</i> 54, 147–160.</p> <p>Cattani, D., Acordi Cesconetto, P., Kruger Tavares, M., Parisotto, E.B., De Oliveira, P.A., Heinz Rieg, C.E., Conclé Leite, M., Schröder Prediger, R.D., Wendt, N.C., Razzera, G., Wilhelm Filho, D., Zamoner, A., 2017. Developmental exposure to glyphosate-based herbicide and depressive-like behavior in adult offspring: implication of glutamate excitotoxicity and oxidative stress. <i>Toxicology</i> 387, 67–80.</p> <p>Čolović, M.B., Krstić, D.Z., Lazarević-Pašti, T.D., Bondžić, A.M., Vasić, V.M., 2013. Acetylcholinesterase inhibitors: pharmacology and toxicology. <i>Curr. Neuropharmacol.</i> 11, 315–335.</p> <p>Fluegge, K., Fluegge, K., 2016. Glyphosate use predicts healthcare utilization for ADHD in the healthcare cost and utilization project net (HCUPnet): a two-way fixed-effects analysis. <i>Pol. J. Environ. Stud.</i> 25, 1489–1503.</p> <p>Fortes, C., Mastroeni, S., Segatto, M.M., Hohmann, C., Miligi, L., Bakos, L., Bonamigo, R., 2016. Occupational exposure to pesticides with occupational sun exposure increases the risk for cutaneous melanoma. <i>J. Occup. Environ. Med.</i> 58, 370–375.</p> <p>Hervouet, E., Cheray, M., Vелlette, F.M., Cartron, P.-F., 2013. DNA methylation and apoptosis resistance in cancer cells. <i>Cell</i> 2, 545–573.</p> <p>Jayasumana, C., Gunatilake, S., Senanayake, P., 2014. Glyphosate, hard water, and nephrotoxic metals: are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka? <i>Int. J. Environ. Res. Public Health</i> 11, 2125–2147.</p> <p>Kwiatkowska, M., Nowacka-Krukowska, H., Bukowska, B., 2014. The effect of glyphosate, its metabolites and impurities on erythrocyte acetylcholinesterase activity. <i>Environ. Toxicol. Pharmacol.</i> 37, 1101–1108.</p> <p>Kwiatkowska, M., Reszka, E., Woźniak, K., Jabłońska, E., Michałowicz, J., Bukowska, B., 2017. DNA damage and methylation induced by glyphosate in human peripheral blood mononuclear cells</p>

		(in vitro study). <i>Food Toxicol.</i> 105, 93–98.
		Menéndez-Helman, R.J., Ferreyroa, G.V., dos Santos Alfonso, M., Salibrán, A., 2012. Glyphosate as an acetylcholinesterase inhibitor in <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> . <i>Bull. Environ. Contam. Toxicol.</i> 88, 6–9.
		Mesnage, R., Defarge, N., Spiroux de Vendômois, J., Séralini, G.E., 2015. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. <i>Food Chem. Toxicol.</i> 84, 133–153.
		Swanson, N.L., Leu, A., Abrahamson, J., Wallet, B., 2014. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. <i>J. Org. Syst.</i> 9, 6–37.
		Yoke CH, 2005. Inquietantes efectos del Roundup® (Glifosato) en los seres humanos y el ambiente. [Internet].p.7. Disponible en: <a href="http://www.redtercermundo.org">http://www.redtercermundo.org</a> .
Hipoclorito y Cloro	<p>La respiración de pequeñas cantidades durante cortos periodos de tiempo afecta negativamente al ser humano. Los efectos van desde tos y dolor pectoral hasta retención de agua en los pulmones, irrita la piel, los ojos y el sistema respiratorio. No es probable que estos efectos tengan lugar a niveles encontrados normalmente en la naturaleza.(en: <a href="https://www.lenntech.es/">https://www.lenntech.es/</a>,.....).</p> <p>Los efectos asociados con la respiración durante periodos prolongados pueden ser el edema pulmonar (Das y Blanc, 1993) que es una de las secuelas más peligrosas de la exposición en trabajadores con inhalaciones repetidas, en desinfección de productos alimenticios puede traer efectos negativos como diarrea y daño en la flora intestinal si se maneja en forma irresponsable (Albarracin, 2015), insuficiencia respiratoria crónica, daño ocular, pérdida del sentido del olfato y los cambios en la piel (Van et al, 2009). Una concentración alta puede provocar la muerte súbita causada por una insuficiencia respiratoria aguda (Guloglu et al, 2002; Evans, 2004).</p> <p>Produce efectos tóxicos en relación con su concentración en el aire (Winder, 2001):&gt; 1000 ppm - muerte a través de varias inhalaciones; 430 ppm - muerte en aproximadamente 30 minutos; 50 ppm - edema pulmonar y muerte en pocas horas.; 15-30 ppm - tos, sensación de ardor en la garganta, incluso quemaduras respiratorias, 15 ppm - irritación de la garganta; 5 ppm - irritación conjuntival; 1-3 ppm - irritación de las mucosas de nariz y boca.</p>	<p>Albarracin, L.(19 de 05 de 2015). Tipos de cloro y sus usos. (D. Espinoza, Entrevistador). En: <a href="http://dspace.uazuav.edu.ec/bitstream/datos/5358/1/11719.pdf">http://dspace.uazuav.edu.ec/bitstream/datos/5358/1/11719.pdf</a></p> <p>Das R, Blanc PD. 1993 Chlorine gas exposure and the lung. A review. <i>Toxicol Ind Health</i>;9:439–455</p> <p>Evans RB. 2004. Chlorine: state and the art. <i>Lung</i>.;183:151–167.</p> <p>Guloglu C, Kara IH, Erten PG. 2002. Acute accidental exposure to chlorine gas in the southeast of Turkey: a study of 106 cases. <i>Environ Res.</i> 2002;A88:89–93</p> <p><a href="https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cl.htm#ixzz5ZIW9Y6s2">https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cl.htm#ixzz5ZIW9Y6s2</a></p> <p>Van Sickel D, Wenck MA, Belflower A, et al; 2009. Acute health effects after exposure to chlorine gas released after a train derailment. <i>Am J Emerg Med</i>.;27(1):1–7. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2007.12.006">http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2007.12.006</a>.</p> <p>Winder C, 2001. The toxicology of chlorine. <i>Environ Res Sect A</i>.;85:105–114.</p>
Formaldehído	<p>La exposición produce irritación local de mucosas oculares (Mori et al; 2013), nasales y del tracto respiratorio superior (Khalil et al. 2008; Sandvik et al, 2014 ), alergias (Aalto et al; 2008) y crónicamente se ha asociado con mayor riesgo de desarrollar cáncer a nivel de senos paranasales, naso-orofaringe y pulmón (Bono et al, 2010), riesgo de leucemia, especialmente, de tipo mielóide (Schwikl et al, 2010) cánceres linfohematopoyéticos solo asociados a exposiciones &gt;4 ppm (Meyers et al. 2013). Genotoxicidad limitada respecto a patologías neoplásicas de origen hematopoyético, laringe, nasosinusales o de pulmón, evidencia sobre relación con el asma bronquial (Viegas et al, 2010; Bouraoui et al, 2012; ATSDR, 2016) alteraciones citogenéticas (Aberraciones Cromosómicas, aneuploidías, etc.)(Santovito et al, 2011; Costa et al. 2015; Lan et al; 2015).</p> <p>Se tiene riesgo de sufrir mareos relacionado con la exposición al producto (Arif et al. 2012; Lundov et al, 2010), dermatitis por contacto (Pesonen et al., 2015) y afecta sobre todo las manos (Latorre et al, 2011, Malik et al, 2015) y cara (Prodi et al, 2016); afecta la motilidad progresiva y total del espermatozoide (Wang et al, 2015)</p>	<p>Agency for toxic substances and disease registry (ATSDR), 2016. Formaldehyde (HCHO). Medical management guidelines for formaldehyde. Division of Toxicology and Human Health Sciences. Atlanta. Acceso: Noviembre 2016. Disponible en: <a href="https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=216&amp;tid=39">https://www.atsdr.cdc.gov/mmg/mmg.asp?id=216&amp;tid=39</a>.</p> <p>Aalto-Korte K, Kuuliala O, Suuronen K, Alanko K., 2008. Occupational contact allergy to formaldehyde and formaldehyde releasers. <i>Contact Dermatitis</i>: 59: 280–289.</p> <p>Bono R, Romanazzi V, Munia A, Piro S, Allione A, Ricceri F, et al., 2010. Malondialdehyde- Deoxyguanosine Adduct Formation in Workers of Pathology Wards: The Role of Air Formaldehyde Exposure. <i>Chem. Res. Toxicol.</i> 2010; 23: 1342–1348.</p> <p>Bouraoui S, Mougou S, Brahem A, Tabka F, Ben Khelifa H, Harrabi I, et al., 2012. A Combination of Micronucleus Assay and Fluorescence In Situ Hybridization Analysis to Evaluate the Genotoxicity of Formaldehyde. <i>Arch Environ Contam Toxicol.</i> 2013; 64: 337-344.</p> <p>Costa S, Carvalho S, Costa C, Coelho C, Silva S, Santos LS., 2015.</p>

---

Increased levels of chromosomal aberrations and DNA damage in a group of workers exposed to formaldehyde. *Mutagenesis*; 30: 463–473.

Khaliq F, Tripathi P., 2008. Acute effects of formalin on pulmonary functions in gross anatomy laboratory. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2009; 53: 93-96.

Lan Q, Smith MT, Tang X, Guo W, Vermeulen R, Ji Z, et al., 2015. Chromosomewide aneuploidy study of cultured circulating myeloid progenitor cells from workers occupationally exposed to formaldehyde. *Carcinogenesis*. 2015; 36: 160-167.

Lundov MD, Johansen JD, Carlsen BC, Engkilde K, Menné T, Thyssen JP. 2010. Formaldehyde exposure and patterns of concomitant contact allergy to formaldehyde and formaldehyde-releasers. *Contact Dermatitis* 2010; 63: 31–33.

Meyers AR, Pinkerton LE, Hein MJ. 2013. Cohort mortality study of Garment industry workers exposed to formaldehyde: Update and Internal Comparisons. *Am J Ind Med*. 2013; 56: 1027-1039.

Mori M, Hoshiko M, Hara K, Saga T, Yamaki K, Ishitake T., 2013. Changes in subjective symptoms and allergy state among Medical students exposed to low-level formaldehyde 6 months after completion of a gross anatomy dissection course. *Environ Health Prev Med*. 2013; 18: 386-393.

Pesonen M, Jolanki R, Filon FL, Wilkinson M, Krecisz B, Kiec-Swierczynska M, et al., 2015. Patch test results of the European baseline series among patients with occupational contact dermatitis across Europe—analyses of the European Surveillance System on Contact Allergy network, 2002–2010. *Contact Dermatitis*. 2014; 72, 154–163.

Prodi A, Rui F, Fortina AB, Corradin MT, Filon FL., 2016. Sensitization to Formaldehyde in Northeastern Italy, 1996 to 2012. *Dermatitis*; 27: 21-25.

Sandvik A, Klingen TA, Langård S., 2014. Sinusoidal adenoid cystic carcinoma following formaldehyde exposure in the operating theatre. *J Occup Med Toxicol*. 2014; 9: 43 <http://www.occup-med.com/content/9/1/43>.

Santovito A, Schiliro T, Castellano S, Cervella P, Bigatti MP, Gilli G, et al, 2011. Combined analysis of chromosomal aberrations and glutathione S transferase M1 and T1 polymorphisms in pathologists occupationally exposed to formaldehyde. *Arch Toxicol*; 85: 1295-1302.

Schwilk E, Zhang L, Smith MT, Smith AH, Steinmaus C., 2010. Formaldehyde and leukemia: An updated meta-analysis and evaluation of bias. *JOEM*.; 52: 878-886.

Viegas S, Ladeira C, Nunes C, Malta-Vacas J, Gomes M, Brito M, et al., 2010. Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: A study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *J Occup Med Toxicol*; 5:25. <http://www.occup-med.com/content/5/1/25>.

Wang HX, Li HC, Lv MQ, Zhou DX, Bai LZ, Du L, Xue X, et al, 2015. Associations between occupation exposure to Formaldehyde and semen quality, a primary study. *Sci. Rep.*; 5: 15874. doi: 10.1038/srep15874.

---

Yodo

Los vapores irritan severamente y puede quemar las membranas mucosas y vías respiratorias. Llanto excesivo, rinitis, opresión en el pecho, dolor de garganta, dolor de cabeza y edema pulmonar retardado pueden presentarse. La inhalación de vapores concentrados puede ser fatal.

Andersen, S., Guan, H., Teng, W., Laurberg, P., 2009. Speciation of iodine in high iodine groundwater in China associated with goitre and hypothyroidism. *Biol. Trace Elem. Res.* 128, 95e103.

Di Matola, T., D'Ascoli, F., Fenzi, G., Rossi, G., Martino, E., Bogazzi, F., Vitale, M., 2000. Amiodarone induces cytochrome c release and apoptosis through an iodine-independent mechanism. *J.*



---

Puede causar graves quemaduras de la boca, garganta, piel y estómago. Causa dolor abdominal, diarrea, fiebre, vómitos, estupor y shock, produce ampollas, irritación y dolor. Los vapores pueden ser sumamente irritantes para la piel y ojos y causar lesiones permanentes en estos.

La exposición crónica causa insomnio, conjuntivitis, inflamación de la mucosa nasal, bronquitis, temblor, palpitaciones, diarrea y pérdida de peso. Sensibilización alérgica. Agravación de condiciones pre-existentes: Las personas con desórdenes cutáneos ya existentes, problemas oculares, trastornos de la función respiratoria, o enfermedad de la tiroides, los pulmones o los riñones pueden ser más susceptibles a los efectos de la sustancia.

Puede ser tóxica para la sangre, riñones e hígado. La exposición repetida o prolongada puede causar destrucción local de la piel, o dermatitis. La inhalación repetida puede producir diferentes grados de irritación de las vías respiratorias o enfermedad pulmonar. (GTM, 2004; QUIMIPUR, 2012).

Efectos nocivos de la ingesta excesiva de yodo produce hipertiroidismo (bocio) (Andersen et al., 2009; Shen et al., 2011; Li et al., 2012).

Numerosas investigaciones han demostrado que la exposición a yodo alto puede activar la apoptosis (muerte celular) anormal (Di Matola et al., 2000) y que puede contribuir a algunas enfermedades neurodegenerativas, como la enfermedad de Alzheimer (Su et al., 1994), enfermedad de Parkinson (Jenner y Olanow, 1998), esclerosis lateral amiotrófica (Gurney et al., 1994) y enfermedad de Huntington (Kim et al., 1999).

Clin. Endocrinol. Metab. 85, 4323–4330.

GTM, 2004. Grupo Transmerquim. MASS Medio Ambiente Salud y seguridad. Honduras. Estados Unidos. Hoja de datos de seguridad.

Gurney, M.E., Pu, H., Chiu, A.Y., Dal Canto, M.C., Polchow, C.Y., Alexander, D.D., Caliendo, J., Hentati, A., Kwon, Y.W., Deng, H.X., et al., 1994. Motor neuron degeneration in mice that express a human Cu,Zn superoxide dismutase mutation. *Science* 264, 1772–1775.

Jenner, P., Olanow, C.W., 1998. Understanding cell death in Parkinson's disease. *Ann. Neurol.* 44, S72–S84.

Kim, M., Lee, H.S., LaForet, G., McIntyre, C., Martin, E.J., Chang, P., Kim, T.W., Williams, M., Reddy, P.H., Tagle, D., Boyce, F.M., Won, L., Heller, A., Aronin, N., DiFiglia, M., 1999. Mutant huntingtin expression in clonal striatal cells: dissociation of inclusion formation and neuronal survival by caspase inhibition. *J. Neurosci.* 19, 964–973.

Li, W., Dong, B., Li, P., Li, Y., 2012. Benefits and risks from the national strategy for improvement of iodine nutrition: a community-based epidemiologic survey in Chinese schoolchildren. *Nutrition* 28, 1142e1145

QUIMIPUR, S.L.U. 2012. Ficha de seguridad. Madrid España. Pags:10.

Shen, H., Liu, S., Sun, D., Zhang, S., Su, X., Shen, Y., Han, H., 2011. Geographical distribution of drinking-water with high iodine level and association between high iodine level in drinking-water and goitre: a Chinese national investigation. *Br. J. Nutr.* 106, 243e247.

Su, J.H., Anderson, A.J., Cummings, B.J., Cotman, C.W., 1994. Immunohistochemical evidence for apoptosis in Alzheimer's disease. *Neuroreport* 5, 2529–2533.

---

#### Óxido de calcio

Puede irritar a corto plazo nariz, vías respiratorias (Torres, 2016) y piel, los pulmones al inhalarlo, provocan tos, flema y falta de aire causando bronquitis. A niveles mayores puede causar una acumulación de líquidos en pulmones provocando edema pulmonar.

Si la exposición es a largo plazo puede irritar la nariz y causar una perforación en el hueso (tabique nasal), uñas quebradizas y piel gruesa y agrietada, ya que es considerada una sustancia corrosiva (Department of health and senior services, 2003). El polvo de cal que ocasiona dificultad en la visión con riesgo de daño ocular grave (Torres, 2016) e insuficiencia respiratoria (Aguirre y Mantilla, 2017).

Relación directa con la incidencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y neurológicas y psicológicas (Tellez, 2008). Riesgo relacionado con la producción de polvo, generador de enfermedades respiratorias agudas y crónicas como la bronquitis y enfisema pulmonar (Osindky y Mager; Sf).

Aguirre G. y Mantilla P. 2017. El ecodiseño, la toxicidad y la concienciación en el trabajo de impresión. Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil-UTEG. Pág: 5 Disponible en: <file:///D:/Usuario/Downloads/135-410-1-PB.pdf>

Department of health and senior services. 2003. Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. New Jersey. Pags, 6. PO Box 368, Trenton, NJ 08625-0368 (609) 984- 2202.

Osindky, D. y Mager, J. (Sf). Dir. del capítulo. Productos Químicos:Minerales y Productos Químicos Para la Agricultura. OIT Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, tomo 2 # 62. En página Web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. España. En: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/62.pdf>

Tellez, J. (2008). Aspectos Toxicológicos de la Exposición Ocupacional y Ambiental a Monóxido de Carbono. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, departamento de Toxicología. Bogotá.

Torres v, 2016. Enfermedad periodontal asociado al consumo habitual de la hoja de coca y la cal en personas de 40 a 70 años huánuco 2015. Tesis.

Universidad de Huánuco. Facultad de ciencias de la salud. Perú. Pags: 87: 35. Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/137;jsessionid=0A8BA9417F26C3BE3227D38AEE354E03>.

---

---

Sustancia  
Polimérica  
Extracelular

Pueden causar irritación cutánea (<https://www.amazon.es/Castalia-Jab%C3%B3n-Pot%C3%A1sico...>) y efectos secundarios como náuseas, vómitos y estreñimiento (Hermankova E. et al, 2017)

Hermankova E. et al, 2017. Polymeric bile acid sequestrants: Review of design, in vitro binding activities, and hypocholesterolemic effects. Review article. En Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.12.015> 0223-5234/© 2017

<https://www.amazon.es/Castalia-Jab%C3%B3n-Pot%C3%A1sico-Soluci%C3%B3n-Pot%C3%A1sico/dp/B01AO9CA18?SubscriptionId=AKIAIHPMOHEQEVJSJWYA&tag=pluginweb-21&linkCode=alb&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=B01AO9CA18>

---