

**Formulación de una guía ambiental de biopreparados como aprovechamiento de residuos
vegetales generados en empresas frutícolas del municipio de Toro, Valle del Cauca**

Edward Gallego Restrepo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Tecnología en Saneamiento Ambiental
Toro, Valle del Cauca
Febrero 2022

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Edward Gallego Restrepo

Director:

Kevin Alberto Berthi Mantilla

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Toro, Valle del Cauca

Febrero 2022

Nota

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Fecha: junio 2023

Dedicatoria

Este trabajo es la culminación de un maravilloso proceso de aprendizaje y etapa de mi vida llena de muchas experiencias fáciles y difíciles que se pudieron superar con la ayuda de Dios y es por eso que quiero dedicar este trabajo a la vida, al Dios interior, a mis padres y al servicio por el cuidado de este planeta a través de este importante estudio del medio ambiente, que significa nuestro hogar.

Agradecimientos

Gracias a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por su oferta académica en el programa tecnológico que quise estudiar y que ojalá más adelante pueda homologar hacia la ingeniería ambiental. A los compañeros de estudio con los que tuve la oportunidad de compartir ideas y tiempo, y con los que en muchas oportunidades juntos hicimos muchos trabajos académicos.

Agradezco a Carlos Mario Duque, que en el momento de mis estudios fue tutor y director del programa ECAPMA, con quien compartí muchas salidas de campo, clases y disfruté mucho de su forma de enseñar.

Un especial agradecimiento al tutor Kevin Alberto Mantilla por su tiempo dedicado y gran apoyo en las asesorías del trabajo de grado que tuve, para hacer realidad este trabajo final.

También al ingeniero agrónomo Marino, de mi municipio, por todos los consejos que me dio para la realización de este trabajo de grado.

Resumen

El objetivo del proyecto es cambiar la forma de cultivar de los agricultores del municipio de Toro, Valle del Cauca, formulando una guía ambiental de biopreparados para el aprovechamiento de residuos vegetales en las empresas frutícolas del municipio.

El proyecto se inició con un trabajo de campo, recolectando la información más relevante y representativa del mismo por medio de una encuesta. En este caso se aplicó un muestreo aleatorio simple sobre el 10% de las 394 fincas frutícolas que se encuentran en la zona plana del municipio, es decir 39,4 fincas según el comité de cafeteros del municipio. En total se logró encuestar una muestra de 22 empresas del sector frutícola equivalente al 55.83% de las fincas que están en la zona del proyecto.

Por medio de la matriz DOFA, matriz Vester y árbol de problemas se diagnosticó que los residuos vegetales muy poco aprovechados son las hojas y fruta entera de los cultivos, donde la mayor problemática ambiental que se presenta es el control de las plagas (91%) que afecta enormemente al sector agrícola del municipio debido también a las condiciones climáticas del mismo. Con estos resultados se diseñó una guía técnica ambiental específicamente para el aprovechamiento de esos residuos y su aplicación a las plagas que afectan al área del proyecto.

Palabras claves: Biopreparados, plaguicidas, frutas, residuos, agroquímicos.

Abstract

The objective of the project is to change the way of cultivating farmers in the municipality of Toro, Valle del Cauca, formulating an environmental guide for biopreparations for the use of vegetable residues in the fruit companies of the municipality.

The project began with field work, collecting the most relevant and representative information from it through a survey. In this case, a simple random sampling was applied to 10% of the 394 fruit farms that are located in the flat area of the municipality, that is, 39.4 farms according to the municipality's coffee growers committee. In total, it was possible to survey a sample of 22 companies in the fruit sector, equivalent to 55.83% of the farms that are in the project area.

Through the DOFA matrix, Vester matrix and problem tree, it was diagnosed that the plant residues that are not used very much are the leaves and whole fruit of the crops, where the greatest environmental problem that arises is pest control (91%). which greatly affects the agricultural sector of the municipality also due to its climatic conditions. With these results, an environmental technical guide was designed specifically for the use of these residues and its application to pests that affect the project area.

Keywords: Biopreparations, pesticides, fruits, residues, agrochemicals.

Tabla de contenido

Resumen	6
Abstract	7
Lista de tablas	10
Lista de figuras	11
Introducción	13
Problema.....	15
Descripción del Problema	15
Planteamiento del Problema.....	16
Marco Contextual	18
Toro, Valle del Cauca.....	18
Localización	18
Relieve Fisiográfico	18
Agroecología	18
Aspectos productivos	18
Contaminación por uso de sustancias tóxicas	19
Justificación.....	21
Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos.....	23
Marco teórico	24
Suelos agrícolas.....	24
Los procesos metabólicos y el ciclaje de nutrientes en el suelo.....	25
Propiedades de los suelos agrícolas	26
Físicas.....	26
Químicas.....	26
Biológicas.....	27
Tipos de suelo.....	28
Suelos Arcillosos.....	28
Suelos Calizos o Albarizas.....	28
Suelos Limosos	28
Suelos Arenosos	29
Suelos Francos.....	29
Agroquímicos	29
Clasificación de los agroquímicos.....	32
Panorama mundial en el uso de agroquímicos	32

Degradación y recuperación del suelo agrícola.....	33
Erosión	34
Compactación.....	35
Salinización y Acidificación	35
Pérdida de materia orgánica (MO)	35
Recuperación de suelos agrícolas.....	36
Fitorremediación	36
Compostaje.....	37
Biorremediación	37
Micorrizas.....	37
La agricultura orgánica.....	37
Eficiencia en el uso de los recursos en la agricultura orgánica	38
Los biopreparados	39
Ventajas	40
Desventajas.....	41
Clasificación de los biopreparados.....	41
Manejo de plagas.....	43
Métodos más comunes	43
Normatividad asociada al manejo y recuperación de suelos agrícolas	46
Metodología (Materiales y métodos)	48
Delimitación espacial del proyecto	48
Recolección de información.....	49
Evaluación.....	49
Formulación de guía ambiental de biopreparados como aprovechamiento de residuos vegetales	50
Resultados	51
Diagnóstico del estado actual del uso de biopreparados	51
Residuos vegetales muy pocos aprovechados	65
Análisis de la información.....	65
Matriz DOFA	65
Matriz Vester.....	67
Guía ambiental de biopreparados como aprovechamiento de residuos vegetales en cultivos de uva, guayaba, maíz y papaya.....	72
Bibliografía.....	73
Conclusiones	76
Recomendaciones.....	77

Lista de tablas

Tabla 1. Uso actual del suelo	19
Tabla 2. Matriz de relación entre los hábitos de manejo de agroquímicos y las posibles consecuencias al ambiente	31
Tabla 3. Clasificación de la erosión, según tipo, grado y clase.....	34
Tabla 4. Clasificación de los plaguicidas	44
Tabla 5. Productos biológicos más utilizados	45
Tabla 6. Normatividad asociada al manejo y recuperación de suelos agrícolas	46
Tabla 7. Matriz DOFA	66
Tabla 8. Matriz Vester.....	68
Tabla 9. Puntuación de problemas	69

Lista de figuras

Figura 1. El flujo de la materia orgánica en el suelo.....	24
Figura 2. La mineralización y solubilización como procesos metabólicos que aseguran el ciclaje y disponibilidad de nutrientes en el suelo	25
Figura 3. pH del suelo	27
Figura 4. Uso de agroquímicos en el mundo.....	33
Figura 5. Procesos de degradación de suelos.	36
Figura 6. Biopreparados	42
Figura 7. Utilización de microorganismos como control biológico.....	45
Figura 8. Localización del proyecto.....	48
Figura 9. Tiempo en funcionamiento	51
Figura 10. Volumen destinado a la exportación.....	52
Figura 11. Cantidad de empleados	53
Figura 12. Frutas cultivadas por cada finca.....	54
Figura 13. Frecuencia de cosecha	55
Figura 14. Consideración de utilización de agroquímicos	56
Figura 15. Problemática ambiental más enfrentada	57
Figura 16. Residuo vegetal producido.....	58
Figura 17. Residuos vegetales generados.....	59
Figura 18. Aprovechamiento de residuos vegetales.....	60
Figura 19. Conocimiento de biopreparados	61
Figura 20. Utilización de biopreparados	62
Figura 21. Preferencia en forma o modelo de agricultura para los procesos productivos	62
Figura 22. Justificación de respuesta anterior	63
Figura 23. Decisión sobre aprovechar residuos vegetales.....	64
Figura 24. Graficación matriz de Vester	70
Figura 25. Árbol de problemas.....	71

Lista de Anexos

Anexo A. Encuesta.....	78
Anexo B Link de Guía técnica ambiental	85

Introducción

Según afirma FAO (2002) la agricultura ocupa el 37% del uso de tierras de labranza por el hombre solo en los pastos y cultivos desde 1999, junto con casi dos terceras partes del agua utilizada para esta actividad.

En muchos países, la mayor fuente de contaminación del agua es la agricultura, en vez las ciudades y las industrias como se pensaba, mientras que la mayor fuente de contaminación química a nivel mundial de los acuíferos subterráneos, son los nitratos procedentes de la actividad agrícola (FAO, 2018).

Las empresas transgénicas trasnacionales Bayer-Monsanto, Dow-Dupont, Syngenta-ChemChina aglutinan el 65 por ciento de las ventas mundiales de agroquímicos y el 61 por ciento del mercado de semillas y que según la investigación ejercen un extraordinario poder sobre la agenda regulatoria, las iniciativas legislativas y la investigación agroquímica a nivel mundial (Foro Ambiental, 2017).

La agricultura orgánica en el mundo ha tenido grandes avances siendo cada vez más los países en adoptar este modelo, llegando a existir 37 millones de hectáreas certificadas como tierras agrícolas orgánicas distribuidas en 160 países alrededor del mundo (Gobierno de Chile, 2013).

Según el informe de la ONU publicado en Foro Ambiental (2017), indica que no es necesario usar agroquímicos y transgénicos para combatir el hambre en el mundo y añade además que se pueden producir alimentos más saludables con muy buenos rendimientos sin contaminar el medio ambiente.

Debido a la necesidad de tener cultivos sanos y que no contaminen al medio ambiente, en la actualidad se habla de la agricultura sostenible por medio de los biopreparados que según A. Mamani de Marchese (2018), Brasil siendo uno de los principales países consumidores de

agroquímicos, ha aumentado considerablemente el uso bioinsumos de producción nacional que en entre los años 2011 al 2013 el número de biopesticidas registrados aumentó 92,6%.

Colombia ha sido el país que más agroquímicos ha usado a nivel mundial en el pasado, ya que, según Uribe Pérez, (2013) En el país se aplicaron 499,4 kg de fertilizantes de síntesis química por cada hectárea cultivada, mientras que el promedio en América Latina fue de 106,9 kg en el año 2009.

El municipio de Toro, Valle del Cauca, es uno de los mayores productores de uva de la región, con un gran potencial económico que como lo indica el periódico El Tiempo (2003) desde el año 2003 pertenece a un programa de producción limpia beneficiado por la Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC. Dentro del proceso de producción limpia de la uva se está utilizando un acondicionador orgánico mineral conocido como Orbiagro, basado en guineo, banano, tierra, maleza, miel de purga y levadura y los insecticidas se hacen a través de extractos de plantas como el ají y el ajo (El Tiempo, 2003).

El señor José Arlen Loaiza fue el primer productor de uva orgánica en el Valle del Cauca, que inició en el programa en el municipio de La Unión y quien según El Tiempo (2003) en su primera cosecha obtuvo una disminución de hasta un 60% en costos de insumos y una fruta de excelente calidad cosechada 15 días antes de lo normal.

Por las siguientes razones, este trabajo de grado hace un aporte a la búsqueda de una solución en la disminución del uso de agroquímicos en los cultivos, proponiendo el uso de los biopreparados a través del diseño de una guía ambiental que oriente a los agricultores.

Problema

Descripción del Problema

En muchos países, la mayor fuente de contaminación del agua es la agricultura, y no las ciudades o la industria, mientras que a nivel mundial es la actividad agrícola por los residuos de nitratos generados, que contaminan los acuíferos subterráneos. Además, la agricultura moderna es responsable del vertido de grandes cantidades de agroquímicos, materia orgánica, sedimentos y sales en los cuerpos de agua (FAO, 2018).

Después de la segunda guerra mundial hubo un auge en la agricultura por el uso de las sustancias químicas usadas como armas y que según FAO (2018) “Desde 1960, el uso de fertilizantes minerales se ha multiplicado por diez, mientras que desde 1970 las ventas mundiales de plaguicidas pasaron de cerca de 1.000 millones de dólares EE UU anuales, a 35.000 millones de dólares al año”

El uso de este tipo de insumos agroquímicos tóxicos para el medio ambiente es una práctica insostenible para la salud alimentaria humana, los ecosistemas, los recursos naturales de agua y que además alteran las propiedades naturales del suelo.

Los agroquímicos en la agricultura poseen sustancias pesticidas de gran interés toxicológico como, por ejemplo; organoclorados, organofosforados, glifosato, carbamatos, florofosfatos, fosforilcolinas, ya que algunas sustancias no son fáciles de degradar y son bioacumulables, con potenciales efectos cancerígenos (Toxicologia.net, s.f.).

El almacenamiento y manejo de estos productos tóxicos implica riesgos para las personas, por la manipulación o accidentes graves que estos puedan producir, por lo que estos requieren unos cuidados de almacenamiento especiales y cuidados en su manipulación.

La falta de un compromiso político-ambiental y la cultura acogida durante años sobre el manejo de los cultivos, subestiman los efectos negativos de estos agroquímicos perpetuando de manera irresponsable esta inadecuada práctica agrícola que es innecesaria, nada amigable con el planeta y que deja una gran huella ambiental.

El desarrollo de la agricultura, específicamente hablando del sector frutícola del municipio de Toro, Valle del Cauca, es una actividad de gran demanda y oferta en este sector del país, en el que se realiza el cultivo de los alimentos con la utilización de los agroquímicos como herbicidas, plaguicidas y fungicidas, que tienen un gran impacto ambiental para los acuíferos y cuerpos de agua superficiales por la gran cantidad de aguas residuales que genera esta actividad agrícola.

Los plaguicidas causan múltiples problemas en los agrosistemas, la biodiversidad, la economía del municipio y salud de la población, ya que ha habido casos de intoxicación por exposición ocupacional, voluntaria y accidental de estas sustancias (Lopez Piedrahita, 2001).

Planteamiento del Problema

En el municipio de Toro, Valle del Cauca existen actualmente **394** fincas de cultivos comprendidos en un 90% por fincas cafeteras en las montañas y un 10% por cultivos de caña, guayaba, uva y cítricos en la zona plana. En estos últimos el 30% de fruta es para exportación (Comite de cafeteros, 2021).

Una de las problemáticas más relevantes, son causadas por las aguas de escorrentía de residuos del procesamiento del café como son las aguas mieles y pulpa de café que contaminan las quebradas y cuerpos de agua de la zona rural. Estos residuos podrían ser reciclados para la elaboración de biopreparados (Comite de cafeteros, 2021).

En la zona plana del municipio se encuentra la empresa frutícola “Semillas del pacifico”, que cultiva una gran variedad de frutas para enviar a centros de acopio en Cali y otro restante para

exportar. En esta empresa se generan residuos vegetales debido al control de calidad que se hace para la selección de las frutas tipo exportación. Las frutas u hortalizas que no cumplen con las condiciones de calidad son desechadas al río Cauca (Comite de cafeteros, 2021).

Además, en el casco urbano del municipio se encuentran micro y pequeñas empresas que cultivan gran variedad de frutas como uva, guayaba, maracuyá, pimentón, ají, maíz dulce, cacao, papaya, entre otros, de forma convencional con el uso de agroquímicos y que de igual forma generan residuos vegetales y aguas de escorrentía con los contaminantes agroquímicos que degradan la calidad del suelo, del agua y salud humana (Comite de cafeteros, 2021).

De acuerdo a la descripción del problema se planteó la siguiente pregunta:

¿Porque se usa actualmente los agroquímicos en el municipio, si son tan perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente?

Marco Contextual

Toro, Valle del Cauca

Localización

La ubicación del municipio de Toro corresponde a la Latitud Norte 4° 36 '30'' y longitud Oeste meridiano de Greenwich 76° 04'30''. Se localiza al norte del departamento del Valle del Cauca en la margen izquierda aguas abajo del río Cauca, en la vertiente oriental de la cordillera occidental. Presenta una extensión de 175.000 Ha, de ellas el 38.5% al piso térmico cálido, el 59% corresponde a los pisos térmicos medio y el 2.4% al frío. Limita con los municipios de Obando, la Unión, Versalles, Argelia, Anserma y Cartago (Lopez Piedrahita, 2001).

Relieve Fisiográfico

De acuerdo con la ubicación del municipio de Toro, en la vertiente Oriental de la Cordillera Occidental y el valle del río Cauca, presenta un relieve característico de zona plana del Valle Geográfico y zona de ladera con fases de fuertes pendientes (Lopez Piedrahita, 2001).

Agroecología

Desde 1800 hasta 1600 metros sobre el nivel del mar. Presenta precipitaciones mayores de 1300 m.m/año y temperaturas promedio de 18°C. En esta zona predominan los cultivos de café, pan coger y frutales de clima frío. Se localizan terrenos afectados por amenaza geológica en suelos con pendientes mayores del 40% y afectados por erosión moderada. Corresponde a la unidad climática Medio Húmedo (Lopez Piedrahita, 2001).

Aspectos productivos

En el municipio predominan las actividades agropecuarias, favorecidas por las condiciones climáticas y el relieve que presenta alturas que varían desde 930 metros hasta 2100 metros sobre

el nivel del mar. En estas condiciones se presentan cultivos de café con frutales de clima frío y pan coger. La ganadería cubre el 53.27% del territorio municipal. En la parte plana del municipio se localiza la agricultura tecnificada de cultivos semestrales, caña para azúcar y frutales. En la zona urbana se localizan actividades comerciales (Lopez Piedrahita, 2001).

En cuanto a los usos actuales de la tierra se presentan:

Tabla 1

Uso actual del suelo

USO	SIMBOLO	AREA (Ha)	PORCENTAJE
PASTOS NATURALES	PN	9264.93	53.27
CAFE-PLATANO	CC-PL	3292.38	18.93
CULTIVOS SEMESTRALES	SM	2132.07	11.67
BOSQUE NATURAL	BN	1151.38	6.62
Rastrojo	RA	191.32	1.10
FRUTALES	UV-AF-MA	751.35	4.29
CAÑA DE AZÚCAR	CN	290.45	1.67
Pastos y caña panelera	PC	293.93	1.69
ZONAS URBANAS	ZU	132.18	0.76
		17500.0	100.0

Nota. Se muestra el uso agrícola del suelo del municipio de Toro, Valle del Cauca.

Fuente: Adaptado de Esquema de Ordenamiento Territorial. Municipio de Toro, departamento del Valle del Cauca (Lopez Piedrahita, 2001).

La agricultura intensiva practicada con tractores y que se limita a tres o cuatro cultivos en extensas áreas homogéneas, está haciendo uso creciente de la mecanización, de los plaguicidas, de los fertilizantes y de la irrigación; muchos cultivadores prefieren explotar al máximo los suelos con el uso de agroquímicos sin importar las consecuencias ambientales (Lopez Piedrahita, 2001).

Contaminación por uso de sustancias tóxicas

En el municipio se tiene una agricultura tecnificada que requiere de insumos químicos para el control de otros vegetales u organismos que compiten con la planta sembrada, en las

actividades, así como el uso de productos químicos o Plaguicidas que se utilizan para controlar organismos no deseados y aumentar el rendimiento de las cosechas, combatir vectores de enfermedades transmitidas, madurantes para la caña de azúcar que inciden en la morbilidad y la mortalidad, conocidos como Furdán, Thiodán, Baygón Methonin, Cupex, Racumin, Lorsban, Malathión, Neguvón, Round up (Glifosato), Gramazone entre otros (Lopez Piedrahita, 2001).

Justificación

La agricultura orgánica ofrece oportunidades para los productores por los costos de producción más bajos, por el uso reducido o nulo de insumos importados y un mercado más estable frente a los mercados volátiles convencionales, que los consumidores están dispuestos a pagar por la calidad de los productos (FAO.org, 2003)

Los biopreparados también llamados bioinsumos, ayudaran a mejorar las condiciones sanitarias de los ecosistemas involucrados en este sector agrícola donde participan las empresas frutícolas, los agricultores urbanos e intraurbanos, ya que son una excelente forma de reciclar y reutilizar los residuos de desechos orgánicos en la agricultura, para aumentar el rendimiento y calidad de las cosechas o como plaguicidas orgánicos, y así evitar el uso de fertilizantes o plaguicidas industriales con componentes perjudiciales para el campo. Los biopreparados son una mejor alternativa para el manejo de los cultivos, ya que fomentan el cuidado por el planeta, una forma más natural, ordenada y eficiente de relacionarse con el medio ambiente y bajos costos económicos en su fabricación. Los biopreparados son fáciles de fabricar y tienen bajo impacto ambiental.

Este proyecto busca por medio de la creación de una guía ambiental de biopreparados, que las empresas frutícolas y agricultores urbanos e intraurbanos se interesen y opten por usar esta alternativa más integral o agroecológica del manejo de los cultivos y así desarrollen una agricultura sostenible, donde el impacto ambiental es mínimo, los recursos naturales son mejor utilizados, la economía de los agricultores es beneficiada, ya que los materiales o insumos para la elaboración de los biopreparados son sencillos, económicos y de fácil adquisición.

El uso de los biopreparados supone un menor riesgo de contaminación para el medio ambiente ya que los principios activos de estos son biodegradables, de baja o nula toxicidad. El tiempo en el que estamos viviendo, donde el ritmo de vida y el crecimiento demográfico

acelerado ponen en riesgo la seguridad y salud alimentaria, hacen que sea necesario el corregir y cambiar las técnicas, metodologías y tecnologías usadas usualmente en la agricultura, para conservar la fertilidad de los suelos, asegurar la inocuidad de los alimentos, proteger los acuíferos y cuerpos de agua superficiales y evolucionar la agricultura convencional por una agricultura sostenible orgánica que permita el sano desarrollo de la sociedad humana viviendo en armonía con el planeta, con una mayor rentabilidad económica reflejada en un futuro más sano para todos.

Una guía técnica o metodología sobre la fabricación de biopreparados, mostrara a las empresas y agricultores que es posible incrementar la producción y cosechas en una forma eficiente, sostenible y segura.

La misma naturaleza enseña en muchos ejemplos, que la forma más eficiente de hacer las cosas, son las más simples y naturales. La misma biología de las plantas tienen las herramientas químicas orgánicas para defenderse de las plagas.

Objetivos

Objetivo general

Formular una guía ambiental de biopreparados para aprovechamiento de residuos vegetales en empresas frutícolas del municipio de Toro, Valle del Cauca.

Objetivos específicos

Conocer el estado actual de la elaboración de biopreparados en las empresas frutícolas más representativas del municipio de Toro, Valle del cauca.

Determinar los residuos orgánicos que no son aprovechados en las empresas frutícolas encontradas y sus problemáticas.

Proponer una guía técnica o una metodología para la formulación de biopreparados como una alternativa para el aprovechamiento de los residuos vegetales.

Marco teórico

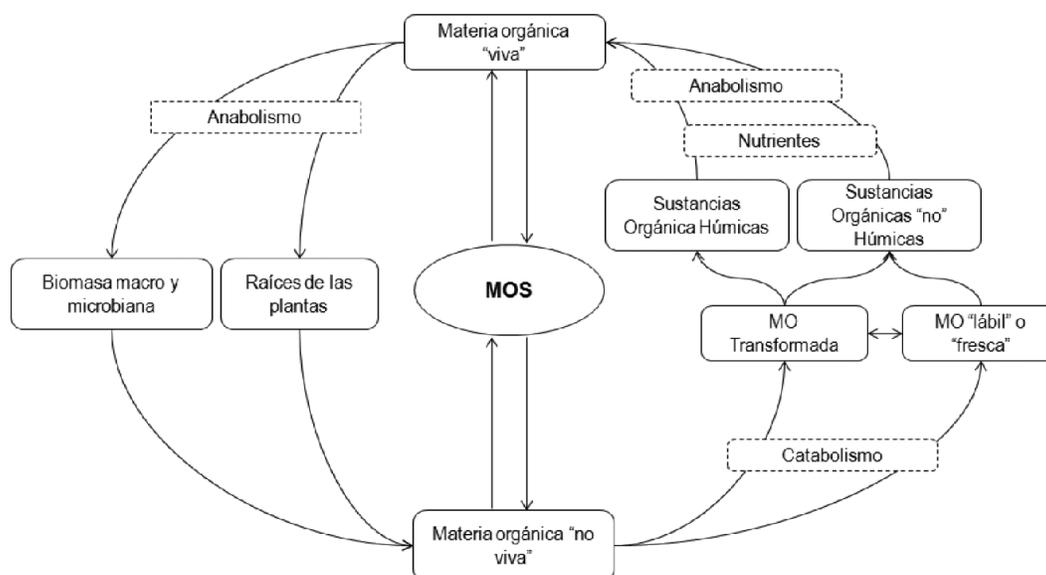
Suelos agrícolas

El suelo es aquel elemento o superficie donde se desarrollan gran variedad de actividades humanas y que según Acosta (2006), un suelo “ideal” puede contener una balanceada proporción de material mineral (45%), materia orgánica (5%), aire (25%) y agua (25%) aproximadamente, que al estar durante mucho tiempo en interacción con factores climáticos cambiantes como son la lluvia, la nieve y el viento producirán la descomposición de la roca madre.

Otro agente constituyente del suelo es la interacción biótica de las plantas, animales y materia orgánica que cae en la superficie y que interactúa con los microorganismos como hongos y bacterias que se encargan de descomponer la materia orgánica y revolverla con las partículas minerales y así formar la compleja estructura del suelo (Acosta, 2006).

Figura 1

El flujo de la materia orgánica en el suelo.



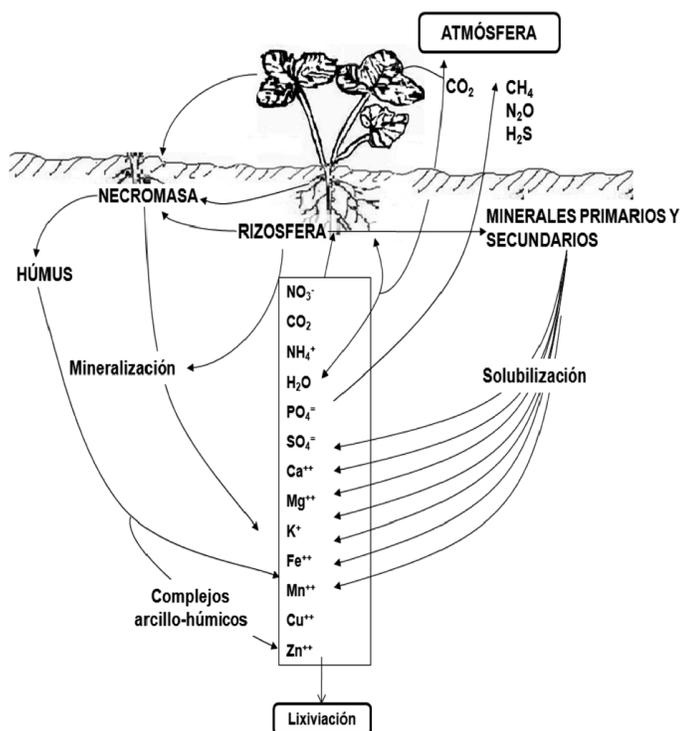
Fuente: Tomado de Labrador (2001) como se cita en (Sánchez De P, Prager M, Naranjo, & Sanclemente, 2012).

Los procesos metabólicos y el ciclaje de nutrientes en el suelo

EL suelo se le considera como un organismo vivo ya que según (Sánchez De P, Prager M, Naranjo, & Sanclemente, 2012) el anabolismo (síntesis de moléculas orgánicas) da origen al ensamblaje de las moléculas sencillas en otras más complejas, que caracteriza a los sistemas vivientes: Proteínas, polisacáridos, lípidos y ácidos nucleicos que se concentran en los organismos. Aunque cuando esta masa viva, se desprende, es rizodepositada (es decir, en la rizosfera), cumple su ciclo vital, muere y/o sufre rupturas por diferentes causas, llega al suelo como necromasa metabolizándose nuevamente y ocurriendo un ciclaje permanente de los nutrientes, llamado Mineralización.

Figura 2

La mineralización y solubilización como procesos metabólicos que aseguran el ciclaje y disponibilidad de nutrientes en el suelo



Fuente: Tomado de Labrador (2001) como se cita en (Sánchez De P, Prager M, Naranjo, & Sanclemente, 2012).

Propiedades de los suelos agrícolas

Físicas

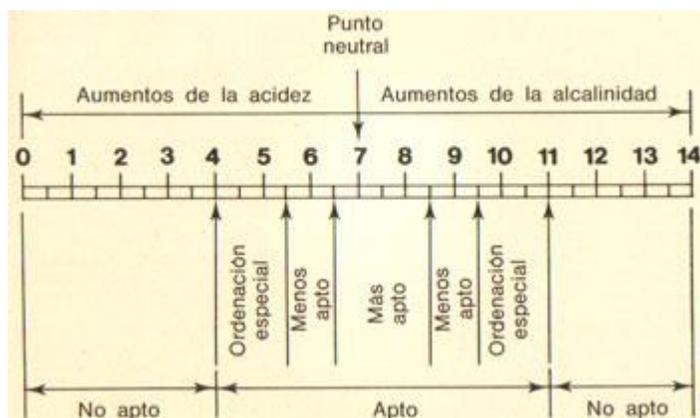
Estas se refieren a la textura, que es la proporción de partículas (arena, limo y arcilla) que en una adecuada proporción conformara un suelo franco conteniendo un 40% de arena, 40% de limo y 20% de arcilla, el cual es el ideal para que la mayoría de las plantas puedan crecer, ya que estas características también son las responsables del comportamiento del agua en el suelo (Acosta, 2006).

Químicas

Las más reconocidas son el potencial de hidrogeno (pH) definida como la cantidad de iones H^+ libres en el suelo que determina si un suelo es ácido o es alcalino. Este potencial se mide a través de una relación numérica en una escala que va del 1 al 14, siendo el 7 un valor neutro. Los valores superiores a 7 son alcalinos y los inferiores a 7 son ácidos. En los suelos agrícolas es común encontrar pH de entre 3 y 10, en el cual un valor óptimo para el crecimiento de las plantas es de entre 6,0 y 7,5 (Acosta, 2006).

Figura 3

pH del suelo



Fuente: Tomado de (Fao, s.f.).

Otra propiedad es la capacidad de intercambio catiónico, la cual se refiere a la capacidad que tiene un suelo de mantener una carga eléctrica, que de acuerdo con la cantidad de sus partículas más pequeñas (0,002 mm), mayor será su capacidad de carga y así mismo aumentará la retención de partículas químicas para la nutrición de las plantas (Acosta, 2006).

Biológicas

Esta comprendido por el conjunto de actividades que desarrollan organismos de la microflora y la micro y macrofauna del suelo, que tienen un impacto directo en la fertilidad del suelo. La población de organismos está comprendida por bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos, algas y muchos invertebrados pequeños (Acosta, 2006).

La mayor actividad que se presenta en el suelo es de tipo biológico, y cualquier alteración de los anteriores elementos mencionados afectará drásticamente el funcionamiento y las propiedades del suelo, debido a las interrelaciones entre sí como un ser vivo (Acosta, 2006).

Tipos de suelo

Hay diversas formas de clasificar los suelos de acuerdo con sus características agronómicas, físicas, químicas y entre otros más, pero los más comunes son los siguientes:

Suelos Arcillosos

Son suelos de una textura muy fina, es decir partículas diminutas que tiene alta capacidad de retención del agua, favoreciendo a los cultivos en épocas de lluvia media y alta y desfavoreciendo a las plantas en épocas sequía, debido a que este suelo retiene el agua con fuerza y no permite que la planta lo tome. También se les llama suelos pesados debido a que cuando están húmedos son muy pesados para el laboreo. Estos suelos tienden a la compactación sino se manejan con unas buenas estructuras de materiales orgánicos. Otra característica en este suelo es su alta fertilidad debido a la capacidad de retención de nutrientes alta (GesMontes, 2022).

Suelos Calizos o Albarizas

Su origen es la meteorización de la roca caliza, dándole el color blanco característico. Este tipo de suelo comparte casi las mismas características que los suelos arcillosos, pero tiene un pH elevado, que bloquea algunos de los macro y microelementos esenciales para la nutrición de las plantas (GesMontes, 2022).

Suelos Limosos

Son suelos con características no muy favorables para la agricultura debido a su tendencia a la compactación que dificulta la infiltración de agua y oxigenación radicular de las plantas, como también una baja fertilidad (GesMontes, 2022).

Suelos Arenosos

Estos son suelos totalmente contrarios al arcilloso, ya que se les llaman también suelos flojos, sueltos o secantes, debido a que tienen una alta capacidad de infiltración que hacen que se sequen rápido, buena aireación que permite la mineralización de la materia orgánica rápidamente, sufren de menos erosión debido a la facilidad del agua infiltrarse y tienen menor fertilidad debido a que el tamaño de sus partículas más grandes no favorece a la retención de partículas químicamente activas para la nutrición de las plantas (GesMontes, 2022).

Suelos Francos

Estos son suelos con una proporción ideal de mezclas de suelos entre arenoso y arcilloso que posee una buena capacidad de retención y liberación de agua, fertilidad, mineralización y erosión media que favorece a la nutrición de la planta y de mejor manejo para el agricultor (GesMontes, 2022).

Agroquímicos

Los productos agroquímicos se utilizan para todas las necesidades nutricionales de los cultivos y protegerlos contra las diferentes plagas a través de insecticidas que atacan a los insectos, los herbicidas que atacan a plantas y los fungicidas que atacan a los hongos (OIT, 1993). Los productos químicos básicos son utilizados en la agricultura o en otras industrias que pueden incluir subproductos de un proceso industrial o incluso desechos industriales y tienen una acción corrosiva en la salud humana (OIT, 1993).

La agricultura es el mayor productor de aguas residuales, que con la intensificación del uso de la tierra ha aumentado enormemente el uso de pesticidas sintéticos, fertilizantes y otros

insumos, que han ayudado a impulsar la producción alimentaria y al mismo tiempo ha dado lugar a amenazas ambiental y problemas de salud humana (FAO, 2018).

La contaminación del agua agrícola según FAO (2018) es debido a lo siguiente:

- El riego es el mayor productor mundial de aguas residuales por su volumen (en forma de drenaje agrícola).
- A nivel mundial, las tierras agrícolas reciben anualmente cerca de 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerales. Alrededor del 20 por ciento de estos insumos de nitrógeno terminan acumulándose en los suelos y la biomasa, mientras que el 35 por ciento acaba en los océanos.
- El medio ambiente es rociado cada año a nivel global con 4,6 millones de toneladas de plaguicidas químicos.
- Los países en desarrollo representan el 25 por ciento del uso mundial de plaguicidas en la agricultura, pero suman el 99 por ciento de las muertes derivadas de su uso en el mundo.
- Cálculos recientes indican que el impacto económico de los plaguicidas en las especies no objetivo (incluidos los seres humanos) es de aproximadamente 8 000 millones de dólares EEUU anuales en los países en desarrollo.
- El agotamiento del oxígeno (hipoxia) resultante de la sobrecarga de nutrientes provocada por el hombre afecta un área de 240 000 km² a nivel global, incluyendo 70 000 km² de aguas continentales y 170 000 km² de zonas costeras
- Se estima que un 24 por ciento de la superficie irrigada en el mundo está afectada por la salinización.
- Actualmente, están catalogados como presentes en el medio acuático europeo más de 700 contaminantes emergentes, sus metabolitos y productos de transformación.

Tabla 2

Matriz de relación entre los hábitos de manejo de agroquímicos y las posibles consecuencias al ambiente

Hábitos de manejo de agroquímicos	Impactos ambientales		
	Agua	Aire	Suelo
Uso de agroquímicos en la actividad agropecuaria	El sector pecuario puede empeorar la calidad del agua mediante la liberación de nitrógeno, fósforo y otras sustancias provenientes de los abonos, en los cauces fluviales y en las aguas subterráneas, procedentes, principalmente, del estiércol (8).	La agricultura es la fuente antropogénica dominante de amoníaco. El ganado representa aproximadamente el 40% de las emisiones globales (gas metano), los fertilizantes minerales el 16% y la combustión de biomasa y residuos de cultivos el 18% (9).	La agricultura afecta la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y reduce las especies de fauna y flora propias del suelo (9).
Mezcla de agroquímicos	La mezcla de agroquímicos potencializa los ingredientes activos, los cuales por escorrentía pueden ir al agua.	Se potencializan los gases, vapores y generación de olores, lo que puede generar contaminación atmosférica.	En caso de accidente o derrame de agroquímicos este puede ir al suelo inhabilitándolo para la agricultura.
Preparación de mezclas	Podría generar contaminación de aguas subterráneas por infiltración en el suelo.	Si se realiza a campo abierto se volatilizan algunos compuestos químicos, lo que puede generar contaminación atmosférica.	La realización de la mezcla en una poceta contribuye a la posible contaminación del suelo debido a que no existe sistema de alcantarillado ni sistema de tratamiento de aguas residuales.
Abandono de los envases vacíos de agroquímicos	Podría generar contaminación de aguas subterráneas, por infiltración de los residuos de agroquímicos que puedan contener los envases.	Si hay residuos en los envases y empaques de agroquímicos, puede generar contaminación por evaporación.	La acumulación de envases y empaques (por lo general plástico, que dura años en degradarse), podría generar su contaminación.
Enjuague de empaques vacíos	La infiltración de los residuos de agroquímicos podría generar contaminación de aguas subterráneas.	Generación de gases y vapores por volatilización de los residuos de agroquímicos, lo que puede generar contaminación atmosférica.	Inhabilidad del suelo para la agricultura (eliminación de la microfauna benéfica en la capa vegetal)
Aplicación de agroquímicos con bomba aspersora	En muchos lugares del mundo su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. Esta contaminación provoca eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos (10).	La producción agropecuaria es la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero (metano y óxido nítrico) que contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire. La dispersión por la acción del viento contamina la superficie de la zona circundante (11). Por acción del calor muchos plaguicidas pueden volatilizarse y trasladarse por medio del aire hacia otras zonas (12).	La infiltración de plaguicidas en el suelo es aplicable a líquidos y sólidos. Esta también puede producirse en lugares en que los plaguicidas se han ido acumulando, debido a la escorrentía o a la carga y descarga (11).

Nota: Se muestran los impactos ambientales que tienen los hábitos de manejo de los agroquímicos.

Fuente: Tomado de (Montoya ML, Restrepo FM, Moreno N, Mejía PA, 2013)

Clasificación de los agroquímicos

Los agroquímicos pueden clasificarse de diferente manera y con distinto grado de especificidad como indica (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) en:

Según el hospedante sobre el cual actúa el agroquímico.

- Insecticidas.
- Acaricidas.
- Fungicidas.
- Nematocidas (o nematodocidas), desinfectantes del suelo y fumigantes.
- Herbicidas.
- Fitorreguladores y productos afines.
- Molusquicidas.
- Rodenticidas y varios similares.
- Tratamientos de la madera, fibra y derivados.
- Específicos varios. Post-cosecha – tratamiento de granos.

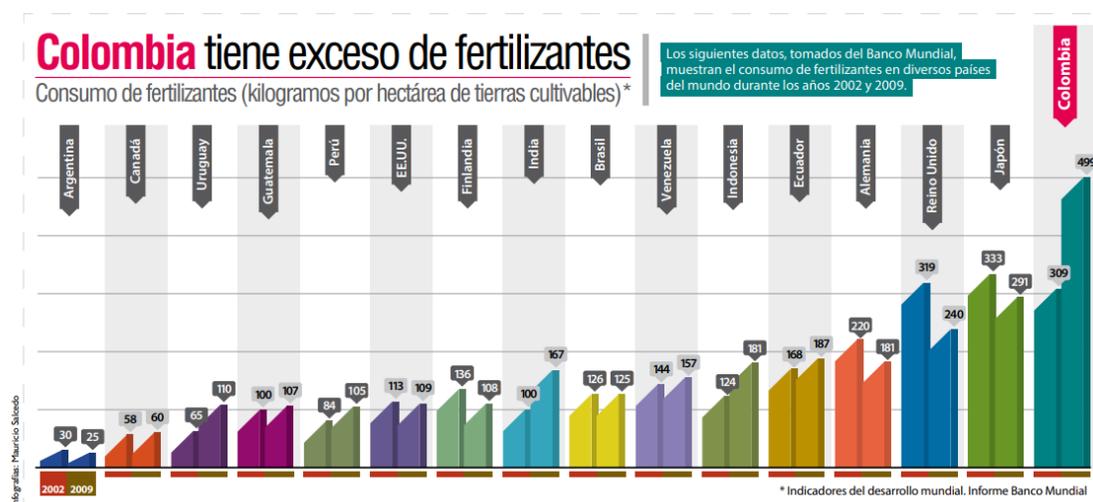
Panorama mundial en el uso de agroquímicos

Hay un abuso en el uso de nitrógeno y fósforo que según Uribe Pérez (2013) las mismas empresas de agroquímicos reconocen que de cada kilogramo de fertilizante aplicado, la planta solo toma alrededor del 40%; el restante 60% se pierde por diferentes vías que contaminan el agua y el aire.

La situación agrícola del país es según Uribe Pérez (2013) como lo muestra la Universidad Nacional (UN) en su periódico de noviembre del 2013, muestra cómo se encuentra el país de Colombia entre los años 2002 a 2009 en la siguiente gráfica.

Figura 4

Uso de agroquímicos en el mundo



Fuente: Tomado de (Perez, 2013).

Para certificar el suelo como apto para cultivos orgánicos, se debe esperar una transición de al menos tres años. El creciente mercado mundial que pide alimentos limpios y sanos es un gran estimulante para que los mismos agricultores disminuyan o eliminen los insumos agroquímicos y obtengan a la vez ahorros en costos de producción (Perez, 2013).

Degradación y recuperación del suelo agrícola

La degradación del suelo involucra la alteración y desequilibrio de sus aspectos físicos, como el balance entre su conformación de partículas de arena, limo, arcilla y materia orgánica, también la alteración de sus propiedades químicas como la capacidad de retención de agua o el aumento de la densidad aparente. (Gobierno de Chile, 2001).

Otros factores causantes de la degradación del suelo son el sobrepastoreo, la deforestación, los incendios forestales y las quemas agrícolas y forestales, que en la mayoría de las veces son causadas por el humano y que deja como consecuencia la pérdida de cubierta vegetal, que expone al suelo a la acción de la lluvia y el viento causando erosión hídrica y eólica (Gobierno de Chile, 2001).

Los procesos de degradación más importantes en Colombia son la erosión, el sellamiento de suelos, la contaminación, la pérdida de la materia orgánica, la salinización, la compactación y la desertificación; que afectan en gran medida a las regiones Caribe, Andina y Orinoquia y se está expandiendo por las zonas de Amazonia y en el litoral del Pacífico (Ideam, s.f.).

Erosión

Esta es la pérdida físico-mecánica del suelo, que produce, entre otras consecuencias, la reducción de la capacidad productiva del mismo Lal, (2021), como se citó en (IDEAM, U.C.D.A, 2015).

También es definida como la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o viento que son causados por las actividades antrópicas que aceleran, intensifican y magnifican este proceso que realmente es natural (IDEAM, U.C.D.A, 2015).

Tabla 3

Clasificación de la erosión, según tipo, grado y clase.

TIPO	GRADO	CLASE
Erosión hídrica	Sin erosión	se
	Ligera	l
	Moderada	m
	Severa	s
	Muy severa	ms
Erosión eólica	Sin erosión	se
	Ligera	l
	Moderada	m
	Severa	s
	Muy severa	ms
		Cárcavas Surcos Surquillos Laminar Terraceo (pata de vaca)
		Laminar Ripples Dunas Pavimento desértico Depresiones de deflación

Fuente: Tomado de (IDEAM, U.C.D.A, 2015)

Compactación

Este es un tipo de degradación física en el que el suelo pierde su porosidad y capacidad para el transporte de agua, aire, nutrientes y el adecuado desarrollo de las raíces de las plantas.

Este proceso ocurre a nivel del suelo o subsuelo donde se observa capas de suelo compactadas en el que es difícil desarrollarse un cultivo, debido al uso y manejo inadecuado del mismo (PISCITELLI, 2015).

Salinización y Acidificación

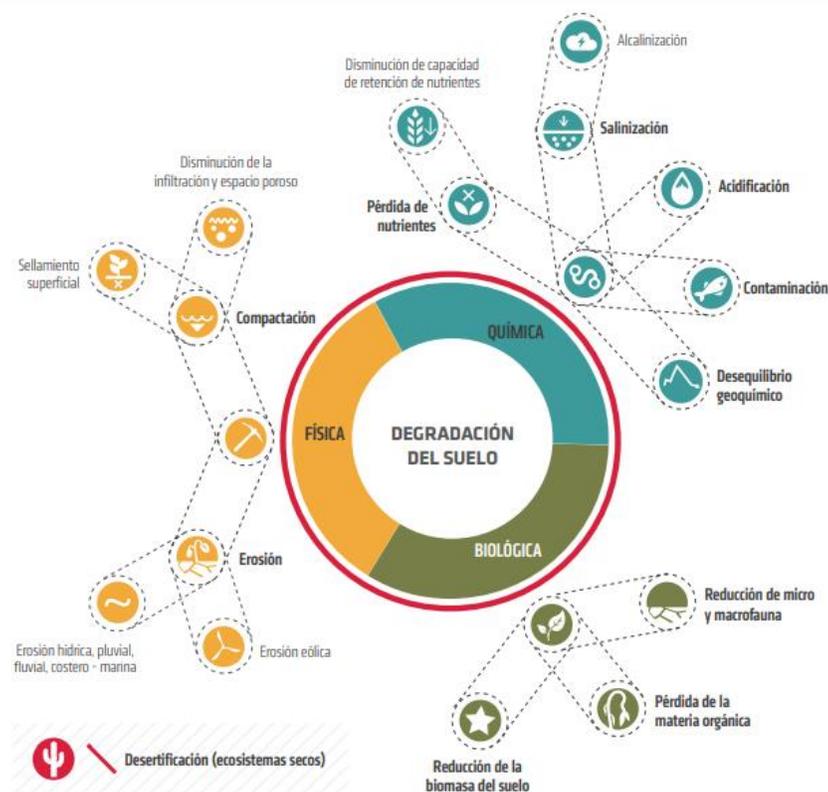
Estos son un tipo de degradación química, que están vinculados a la degradación biológica por el agotamiento de nutrientes y por ende al agotamiento de la materia orgánica. La acidificación es un proceso que está acompañado de una contaminación del agua (superficial y subterránea), al inadecuado uso y manejo de insumos y desechos de la agricultura. La salinización del suelo es debida en muchos casos a áreas destinadas al riego (permanente) donde las sales del agua y una limitada capacidad de drenaje genera el aumento de salinidad del suelo (PISCITELLI, 2015).

Perdida de materia orgánica (MO)

Este es un tipo de degradación biológica en el que la presencia de organismos vivos (biodiversidad) y la materia orgánica de origen vegetal y animal, parcial y/o totalmente en descomposición, ha disminuido afectando a diferentes funciones del suelo agrícola como, la transformación, reciclado y posterior asimilación de nutrientes por las plantas. Los organismos del suelo contribuyen a mantener el espacio poroso, ayudan al transporte de agua de lluvia y/o riego y al desplazamiento de aire dentro y fuera del suelo. Esta degradación es ocurrida cuando se utilizan inadecuadas tecnologías y el uso intensivo del suelo (PISCITELLI, 2015).

Figura 5

Procesos de degradación de suelos.



Fuente: Tomado de (IDEAM, U.C.D.A, 2015)

Recuperación de suelos agrícolas

Un suelo degradado indica que ha perdido muchas de sus propiedades físicas, químicas y biológicas que son necesarias para que sea productivo y sano. En la actualidad existen muchos tratamientos y métodos para su recuperación entre los cuales se destacan los siguientes:

Fitorremediación

Es una variación de la biorremediación que consiste en cultivar plantas o árboles en lugares contaminados o degradados para limpiar el agua, suelo o aire. Freire (2008) como se citó en (Figueroa, 2014).

Compostaje

Este es un proceso biooxidativo para tratar suelos contaminados con tóxicos de origen orgánico, mediante la acción microbiana mejorada, por medio del manejo de algunas variables ambientales como el contenido de humedad, pH y la temperatura. El procedimiento consiste en extraer el suelo contaminado y se dispone en pilas que son cubierta de materiales impermeables como el plástico de color negro. Dentro de la compostera ocurren procesos metabólicos por parte de las bacterias termófilas que ayuda también a eliminar agentes patógenos (Reyes, 2011).

Biorremediación

Es la utilización de microorganismos como bacterias, hongos o algas que a través de sus procesos metabólicos degradan las sustancias tóxicas o agentes patógenos del suelo, en ciertas condiciones de humedad, pH y temperatura, en sustancias poco o nada contaminantes (Mena, 2021).

Micorrizas

Son los tipos de hongos que forma una relación simbiótica con las plantas por medio de las hifas de algunos hongos del suelo, con las raíces de las plantas superiores, ya que se consideran los componentes más activos de los órganos de absorción de nutrientes de las plantas, la que a su vez provee al hongo de simbiote de nutrientes orgánicos y ambiente seguro. Corredor (2008) como se citó en (Mena, 2021).

La agricultura orgánica

La agricultura orgánica se encarga de producir alimentos con métodos que respeten el medio ambiente y que incluye las etapas de producción, manipulación, procesamiento y entrega (FAO.org, 2003).

La agricultura orgánica es el uso mínimo o nulo de insumos sintéticos que ayudan reducir la contaminación del aire, e suelo y el agua, aunque esto no pueda garantizar que los productos estén completamente limpios de residuos contaminantes provenientes de la contaminación del medio ambiente en general (FAO.org, 2003).

Los principios de la agricultura orgánica están basados en la agricultura biodinámica iniciada por Rudolf Steiner en 1924 y la permacultura. Estos principios abarcan una visión espiritual y holística de la naturaleza como un organismo autocontenido que utiliza mínimas cantidades de insumos externos en busca de una armonía entre los productores, procesadores, comerciantes y consumidores (FAO.org, 2003).

Eficiencia en el uso de los recursos en la agricultura orgánica

El desempeño de la agricultura orgánica se puede ver a lo largo de un periodo intergeneracional ya que de esa manera se puede evaluar la capacidad que tienen los recursos naturales para sostener la agricultura, mientras que los rendimientos elevados de una agricultura no orgánicos son con frecuencia, el fruto de sistemas de explotación que degradan el suelo, el agua, la biodiversidad y los ecológicos (FAO.org, 2003).

Habrà un periodo de adaptación de los cultivos que desechen los insumos sintéticos por una producción orgánica, en el cual el agroecosistema se restablece y una vez se implemente los sistemas de manejo orgánico, los rendimientos aumentaran significativamente (FAO.org, 2003).

Se ha demostrado que existe un gran potencial en la implementación de la agricultura orgánica en los trópicos ya que según FAO.org (2003) Los sistemas orgánicos en áreas de potencial medio superaron apreciablemente los métodos convencionales en cuanto a los rendimientos en granos de maíz, los beneficios netos en dinero efectivo cobrado, el rendimiento

sobre el capital y la ganancia familiar por día laborable. Por ejemplo, el maíz cultivado orgánicamente experimentó un menor daño provocado por gorgojos durante su almacenamiento que el producido por los sistemas convencionales. Esta información demuestra que los sistemas orgánicos pueden duplicar o triplicar la productividad de los sistemas tradicionales.

La agricultura ecológica cada vez gana más terreno y aprobación en el mundo, así como lo menciona Sicard (2013) en el pasado ha habido siete países que han poseído más del 10% de sus tierras en AE, de los cuales casi 12 millones de hectáreas son de pastoreo extensivo en Australia. En estas actividades se ocupaban 1,8 millones de productores (1,4 millones en 2008) en 160 países.

La agricultura ecológica (AE) ha tenido un acelerado crecimiento a medida que se hacen más estudios y se pone en práctica sus beneficios para el medio ambiente, ya que según Sicard (2013) En los países de América Latina, unos 280.000 productores cultivaron 8,6 millones de hectáreas de tierra de manera orgánica en 2009, cifra que equivale al 23% del global mundial en AE y al 1,4% de la tierra que es usada en labores agrícolas en el planeta.

Los países que más cultivaron por hectáreas fueron Argentina (4,4 millones), Brasil (1,8 millones) y Uruguay (930.965), donde la proporción más alta de tierras agrícolas ecológicas se reportan en las Islas Falkland/ Malvinas (35,7%), la República Dominicana (8,3%) y Uruguay (6,3%) (Sicard, 2013).

Los biopreparados

Son sustancias y mezclas a base de residuos de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atrayentes de insectos para la prevención y control de plagas y/o enfermedades. Su desarrollo está basado en la observación que han realizado los agricultores a lo largo del tiempo, sobre cómo funcionan los

biopreparados en la práctica, lo que ha comenzado a interesar a los investigadores, empresas e instituciones gubernamentales que han planteado su uso extensivo y comercial para la agricultura de pequeña y gran escala (IPES/FAO, 2010).

Para corregir los desequilibrios que se manifiestan en ataques de plagas y enfermedades, la agricultura urbana sostenible utiliza productos elaborados a partir de materiales simples, sustancias o elementos presentes en la naturaleza (aunque en algunos casos pueden incorporar productos sintéticos) que protegen y/o mejoran los sistemas productivos en los que se aplican y que se denominan biopreparados (IPES/FAO, 2010).

Ventajas

El uso de los biopreparados según IPES/FAO (2010) disminuyen la dependencia de los técnicos y las empresas que usualmente se usarían, basándose en el uso de recursos que, generalmente, se encuentran disponibles en las comunidades, constituyendo en una alternativa de bajo costo para el control de plagas y enfermedades.

Casi no requieren de energía a base de combustibles fósiles para su elaboración. Suponen un menor riesgo de contaminación al ambiente, ya que se fabrican con sustancia biodegradables y de baja o nula toxicidad. (IPES/FAO, 2010).

Su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos, incluso algunos pueden ser utilizados poco tiempo antes de la cosecha. Varios actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto, aunque a la larga no causen la muerte del mismo. Debido a su acción estomacal y rápida degradación pueden ser más selectivos con insectos plaga y menos agresivos con los enemigos naturales. Desarrollan resistencia más lentamente que los insecticidas sintéticos. (IPES/FAO, 2010).

Desventajas

Para su elaboración se requieren de algunos conocimientos por parte de los técnicos y los agricultores urbanos, el proceso de elaboración puede demandar cierto tiempo y, muchas veces, los ingredientes necesarios no se encuentran disponibles todo el año, por lo que su preparación debe ser planificada, no siempre pueden almacenarse para un uso posterior, se degradan rápidamente por los rayos ultravioleta por lo que su efecto residual es bajo, aunque en muchos casos, no se han determinado con exactitud los límites máximos de residuos (IPES/FAO, 2010).

Algunos como el tabaco, barbasco, etc. demandan mucho cuidado en su preparación debido a su toxicidad. En muchos casos no han sido validados con rigor científico, en especial en lo que refiere a las dosis y los momentos de aplicación. Cómo su uso está basado en la práctica, debemos recordar que las condiciones de producción o ecológicas pueden cambiar. Su manejo requiere de cuidados para evitar la ingestión y el contacto con la piel (uso de guantes) de altas concentraciones de algunos de ellos (IPES/FAO, 2010).

Clasificación de los biopreparados

Pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios siendo los más comunes:

De acuerdo a la forma de acción

Bioestimulante / bioenraizador

- Biofertilizante
- Biofunguicida
- Bionsecticida / biorepelente

De acuerdo a la forma de preparación

- Extracto
- Infusión
- Decocción
- Purín
- Macerado
- Caldo

(IPES/FAO, 2010).

Figura 6

Biopreparados



Nota. Se muestran diferentes preparaciones de biopreparados.

Fuente: Tomado de (IPES/FAO, 2010).

Manejo de plagas

El manejo integrado de plagas (MIP) es el uso de las diferentes estrategias disponibles para mantener la población de plagas en niveles por debajo de los límites donde la economía no sea afectada (ICA, 2012).

Métodos más comunes

Son muchos los métodos a tener en cuenta dentro de la agroecología, pero los más importantes según (ICA, 2012) son:

Control genético

Macho-esterilidad y otras tácticas semejantes.

Control fitogenético

Uso de variedades resistentes a las plagas.

Control cultural

Prácticas que dificultan la supervivencia y/o el daño de las plagas.

Control biológico

Favorecer el desarrollo de enemigos naturales encontrados naturalmente en el cultivo o introducidos artificialmente.

Control etológico

Uso de trampas, atrayentes, feromonas y repelentes.

Control físico

Destrucción de las plagas por medios físicos mecánicos.

Control legal

Establecer legislación que prohíba la adopción de determinadas prácticas dañinas, el uso de productos peligrosos o el requerimiento de determinados procedimientos como la obligación de la destrucción del rastrojo del algodón, por ejemplo.

Control químico

Según el criterio de mínima y oportuna utilización

Tabla 4

Clasificación de los plaguicidas

Clase	Uso
Insecticidas	Para controlar Insectos
Fungicidas	Para controlar hongos causantes de enfermedades
Herbicidas	Para controlar malezas
Nematicidas	Para controlar nematodos
Rodenticidas	Para controlar ratas y ratones
Bactericidas	Para controlar bacterias

Fuente: Adaptado de (ICA, 2012).

Control mecánico

Son métodos orientados a la destrucción de la plaga en forma directa; causan algún trastorno fisiológico o crean ambientes desfavorables que impiden el desarrollo normal de la plaga.

Control biológico

Es la utilización de enemigos naturales de una plaga y enfermedad, para mantenerlas en niveles que no afecten a los cultivos económicamente, como los depredadores, parasitoides y entomopatógenos.

Figura 7

Utilización de microorganismos como control biológico



Nota. Larvas de Coccinlidos alimentándose de afidos

Fuente: Tomado de (ICA, 2012).

Tabla 5

Productos biológicos más utilizados

Producto	Uso
Bacillus thuringiensis	Es una bacteria que se usa por su acción insecticida
Trichogramma sp.	Es una avispa que realiza acción insecticida
Trichoderma sp.	Es un hongo que se utiliza por su acción fungicida
Beauveria bassiana	Es un hongo que ejerce acción insecticida

Fuente: Tomado de (ICA, 2012).

Control cultural

Es la utilización de diversas prácticas agronómicas que afectan la incidencia de plagas y enfermedades en mayor o menor grado. Entre ellas están:

- Preparación adecuada del suelo
- Semillas y/o material vegetal seleccionado tolerante a plagas y enfermedades
- Cultivos de cobertura
- Distancias adecuadas de siembra
- Control de malezas
- Podas

Normatividad asociada al manejo y recuperación de suelos agrícolas

Tabla 6

Normatividad asociada al manejo y recuperación de suelos agrícolas

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Ley 2 de 1959	Establecimiento de zonas forestales protectoras y bosques de interés general, para el desarrollo de la economía forestal y la protección de los suelos.
Decreto 1843 de 1991	Reglamenta el uso y adecuado manejo de plaguicidas a nivel nacional, incluyendo aproximaciones sobre parámetros técnicos y niveles de toxicidad.

Decreto 2811 de 1974 parte VII	Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra.
Ley 99 de 1993	Sistema Nacional Ambiental). Se establecen regulaciones ambientales en torno a actividades agropecuarias como el uso de agroquímicos, especialmente lo referente a la importación, distribución, producción y comercialización de pesticidas, acogiéndose a convenios internacionales, como la decisión andina 436 del acuerdo de Cartagena y sus normas reglamentarias
Decreto 843 de 1979	Se dictan disposiciones para el control de la - industria y comercio de los bonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo, alimentos para animales, plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas, drogas y productos biológicos de uso veterinario.
Resolución 170 de 2009	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. «Por la cual se declara en Colombia el año 2009 como año de los suelos y el 17 de junio como Día Nacional de los Suelos y se adoptan medidas para la conservación y protección de los suelos en el territorio nacional».

Nota. Normativa correspondiente al componente suelo en su uso agrícola.

Fuente: Adaptado de (Reyes, 2011).

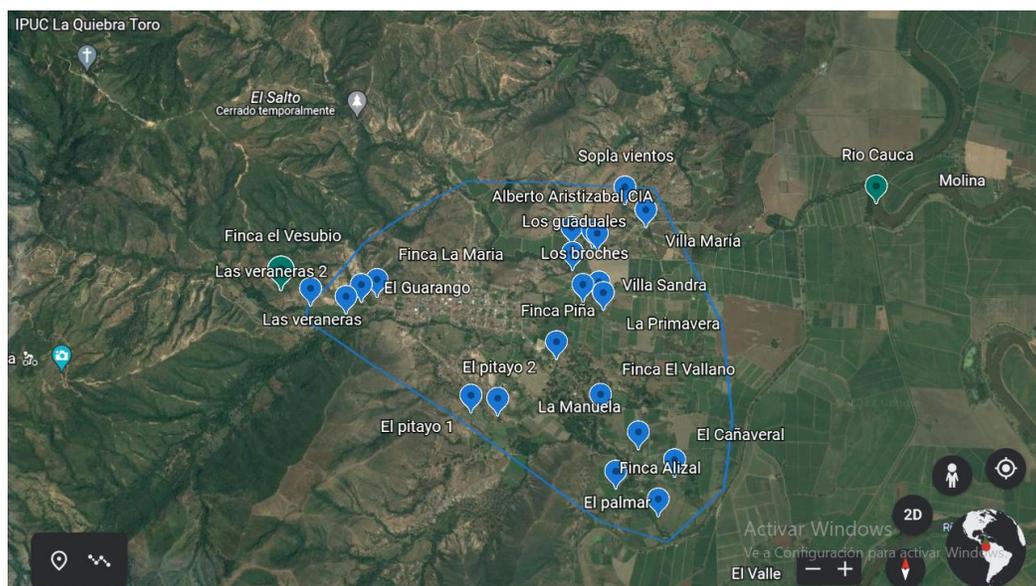
Metodología (Materiales y métodos)

Delimitación espacial del proyecto

La zona del proyecto se encuentra ubicada en el municipio de Toro, Valle del Cauca, Colombia, en el casco urbano y comprende la investigación por medio de una encuesta a 22 fincas frutícolas del sector intraurbano y periurbano.

Figura 8

Localización del proyecto



Nota. Imagen satelital tomada de Google Earth, donde se muestra las fincas de estudio dentro del área del proyecto.

Fuente: Tomado de (Gallego, 2022).

Para abordar la problemática, es necesario contar con un inventario de los diferentes cultivos frutícolas que existen, residuos que se originan en sus procesos agroindustriales y de exportación, como también del manejo agroecológico que puedan estar presentando. Esta

información se puede sistematizar a través de una entrevista y encuesta hecha a una muestra de total de fincas para identificar los puntos críticos del problema y formular la guía ambiental que proponga una solución a los problemas identificados.

Recolección de información

El proyecto se inició con un trabajo de campo, recolectando la información más relevante y representativa del mismo por medio de una encuesta. En este caso se aplicó un muestreo aleatorio simple sobre el 10% de las 394 fincas frutícolas que se encuentran en la zona plana del municipio, es decir 39,4 fincas según el comité de cafeteros del municipio. En total se logró encuestar una muestra de 22 empresas del sector frutícola equivalente al 55.83% de las fincas que están en la zona del proyecto, debido a que no fue posible acordar las visitas con las demás fincas restantes por no contar con la disponibilidad de tiempo los dueños de las fincas, y adicionalmente el acceso a algunas de ellas era muy complejo.

La técnica de investigación de recolección primaria utilizada fue la encuesta, debido a la necesidad de tener información amplia y detallada sobre un sector muy amplio de estudio.

El tipo de preguntas realizadas fueron cerradas con opciones de si o no, cerradas categorizadas donde se establece como respuesta a estas una intensidad, frecuencia o aceptación con opción de múltiple respuesta, y preguntas abiertas.

La encuesta se elaboró con la herramienta digital de Formulario de Google, como se muestra en el anexo A.

Evaluación

La información recolectada a través de la encuesta generó graficas automáticas de tortas, diagramas de barras y resultados con porcentajes que ayudaron a analizar y visualizar la información.

Una vez recolectada la información, se procedió a evaluar los datos, usando técnicas de estadística descriptiva básica como media, moda, mediana, y sumatoria total, para comparar, relacionar, identificar y visualizar las características.

Luego de identificar las características y problemáticas encontradas en el trabajo de campo y con la información organizada se procedió a utilizar métodos evaluación de información como la matriz DOFA, matriz Vester y el Árbol de problemas, que ofrecieron una metodología académica confiable para la obtención de resultados.

Formulación de guía ambiental de biopreparados como aprovechamiento de residuos vegetales

Con la investigación realizada a través de la encuesta, la elaboración de la matriz DOFA, la matriz Vester y el árbol de problemas se pudo confrontar y relacionar la información obtenida y así poder diseñar el manual o guía técnica sobre la elaboración de los biopreparados como una alternativa agroecológica, sustentable y de mayor rendimiento económico, que reúna las características y necesidades de mejora de las empresas frutícolas en el manejo de sus cultivos.

En el manual se explicará cómo aprovechar eficientemente los residuos vegetales de sus actividades agrícolas en los cultivos, con la elaboración de biopreparados acordes a la variedad de residuos identificados, los cultivos que se manejan y las necesidades nutricionales o de control de plagas que estos necesiten.

El producto final que se espera es un manual digitalizado o impreso que contenga las instrucciones sobre el manejo sostenible de los cultivos desde la agroecología.

Resultados

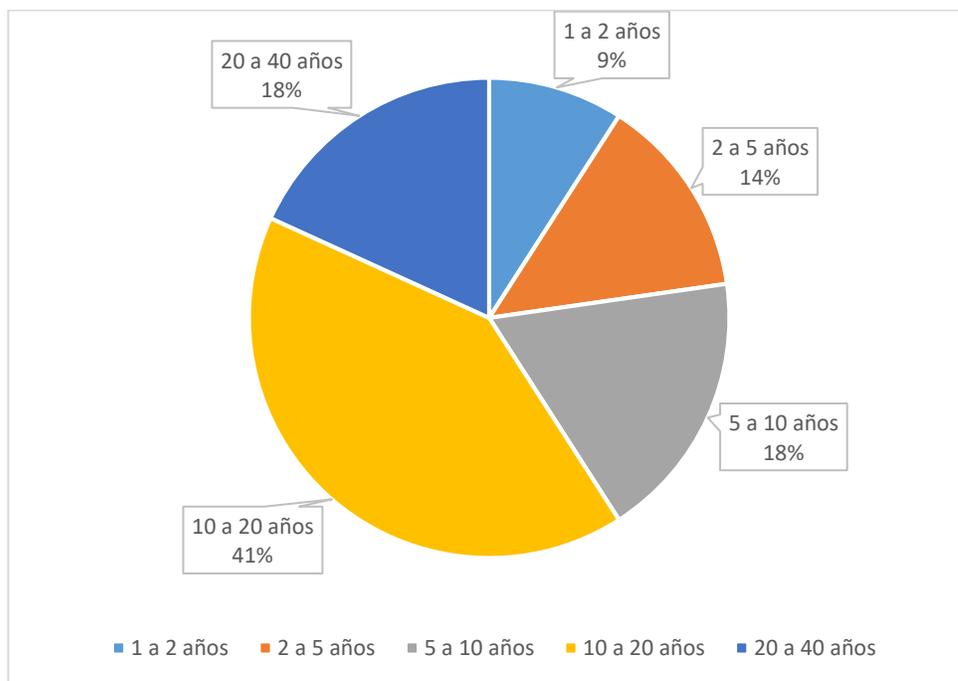
Diagnóstico del estado actual del uso de biopreparados

En el trabajo de campo se logró visitar y encuestar a 22 fincas del municipio de Toro, Valle del Cauca, quienes son cultivadores intraurbanos y periurbanos de pequeño, mediano y gran tamaño.

Con ayuda de la herramienta digital de Formulario de Google se generaron las siguientes graficas:

Figura 9

Tiempo en funcionamiento

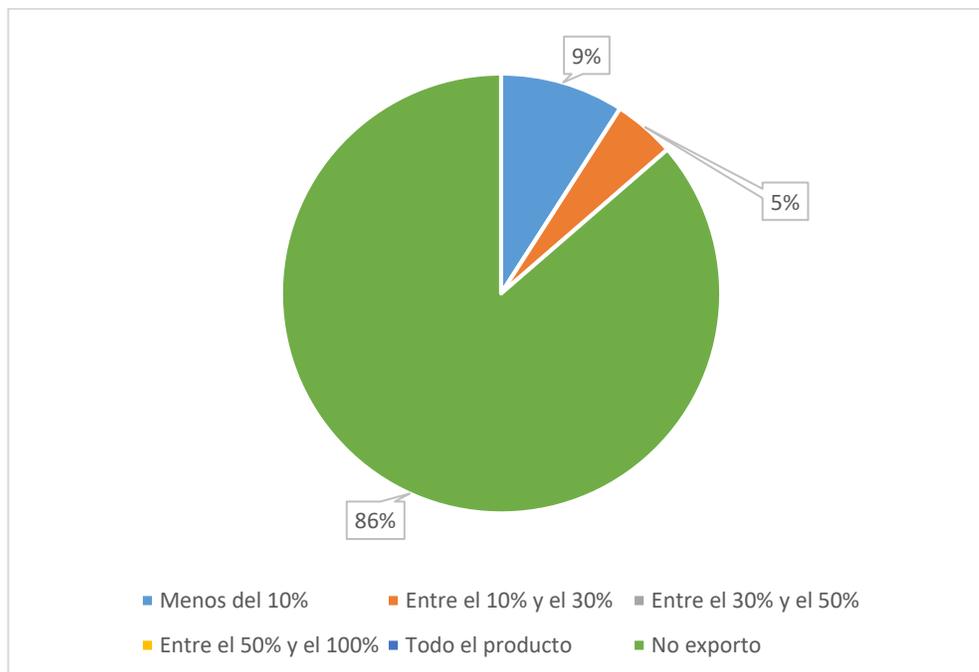


Fuente Elaboración propia

La mayoría de las empresas y fincas frutícolas tienen un tiempo en funcionamiento de entre 10 a 20 años, que corresponde al 41% de los encuestados. Solo 2 de las fincas encuestadas tiene de 1 a 2 años en funcionamiento que corresponde al 9% de los encuestados.

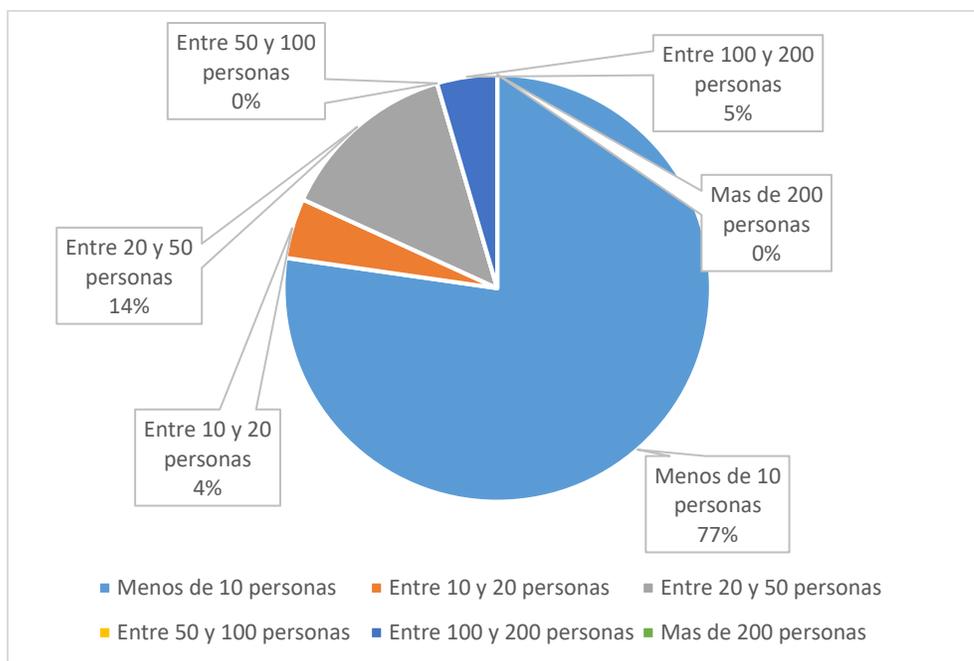
Figura 10

Volumen destinado a la exportación



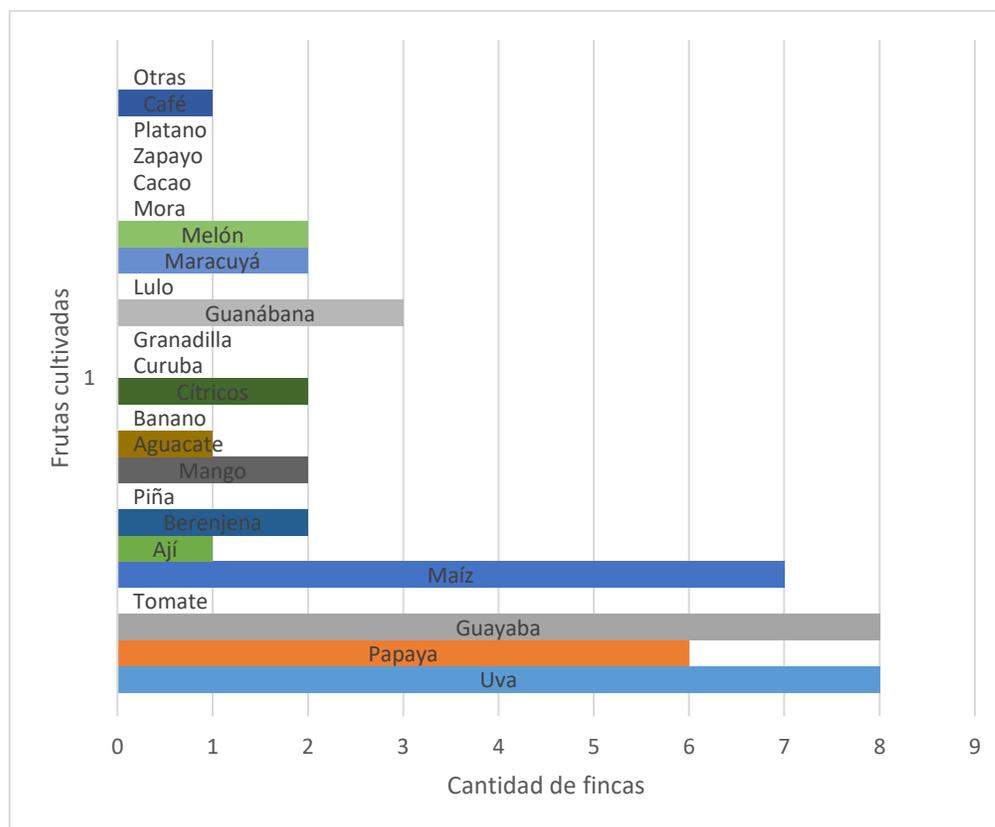
Fuente: Elaboración propia

Solo 3 empresas exportan (14%), mientras que el resto de las 19 empresas y fincas no exportan.

Figura 11*Cantidad de empleados*

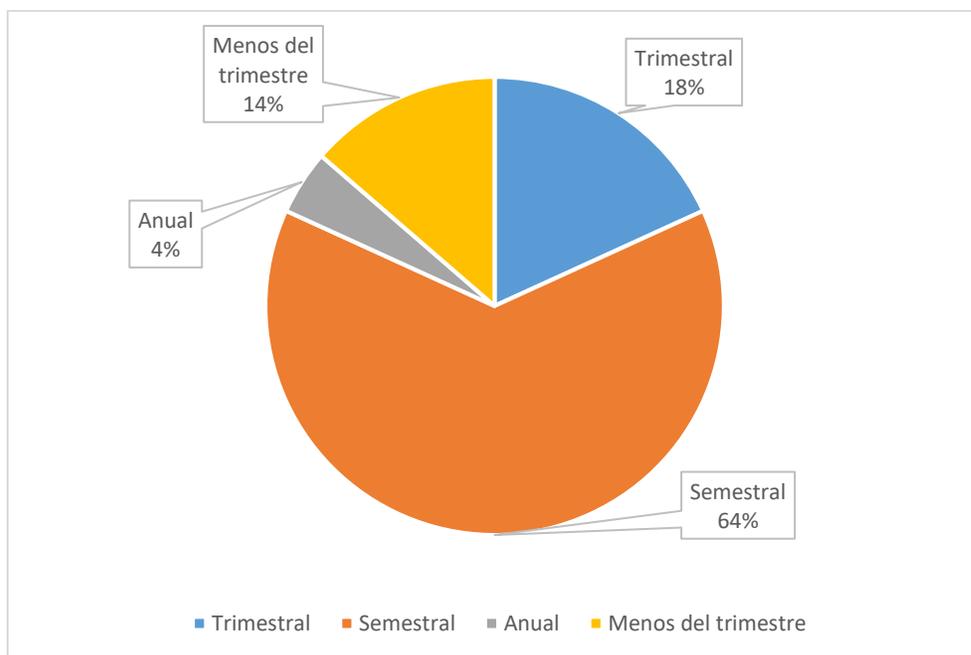
Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las empresas (77,3%) tienen menos de 10 empleados en sus fincas.

Figura 12*Frutas cultivadas por cada finca*

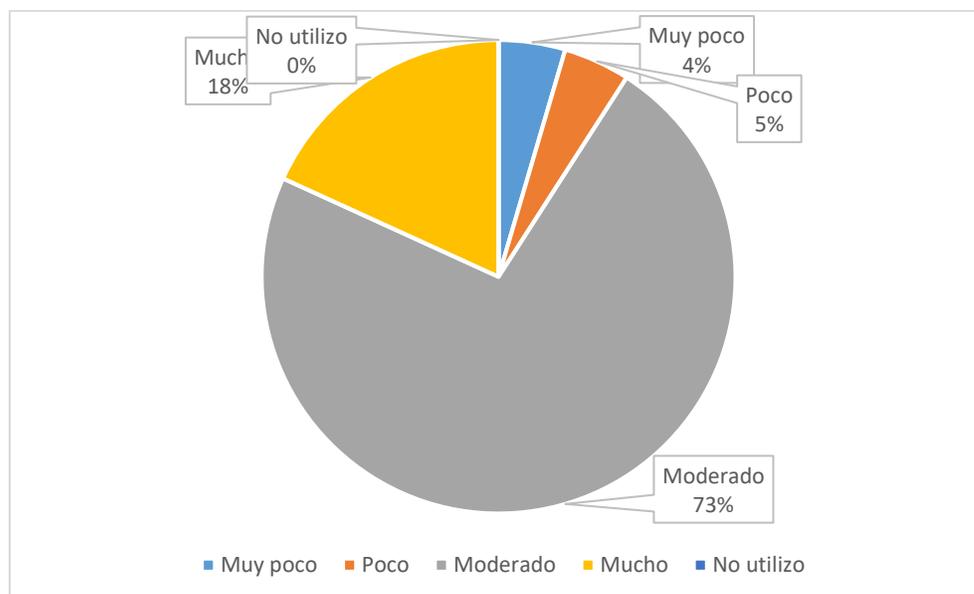
Fuente: Elaboración propia

Las frutas que más se cultivan son la uva, guayaba, maíz y papaya.

Figura 13*Frecuencia de cosecha*

Fuente: Elaboración propia

Más de la mitad de las fincas encuestadas cosechan semestralmente.

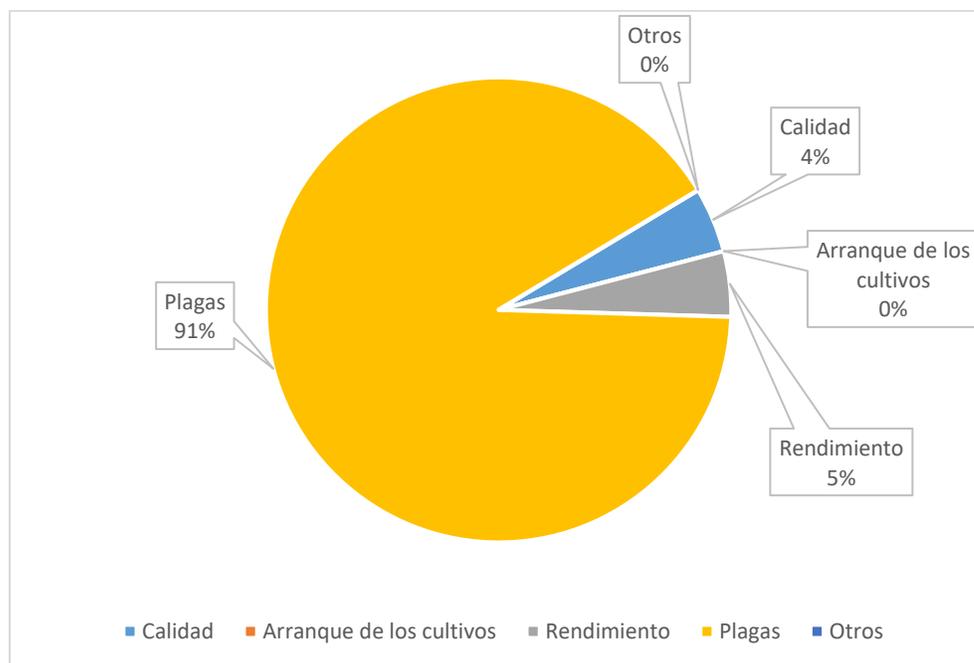
Figura 14*Consideración de utilización de agroquímicos*

Fuente: Elaboración propia

La gran mayoría opina que utiliza una cantidad considerable de agroquímicos de forma moderada (73%)

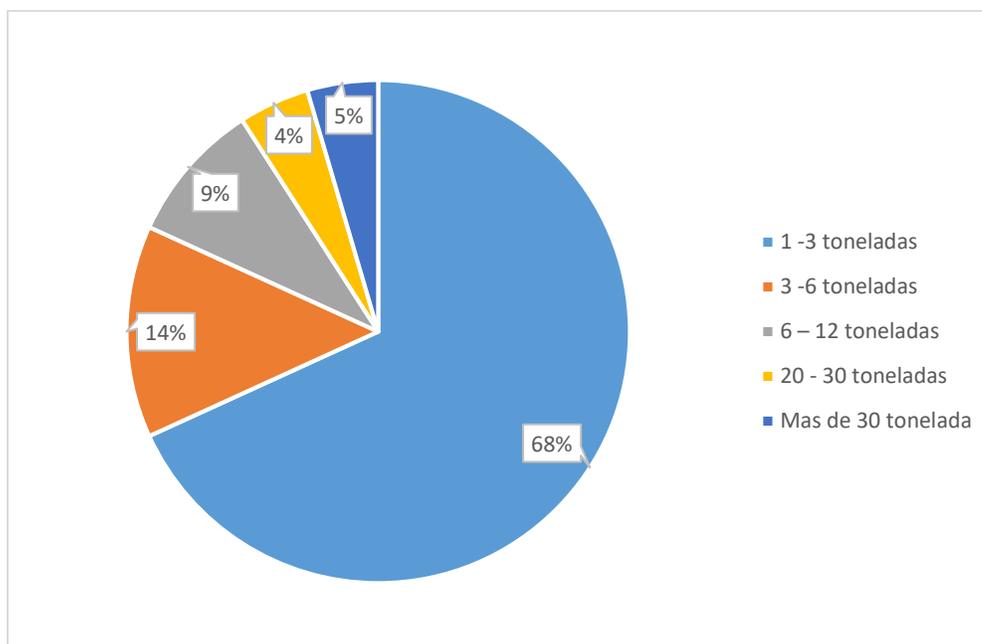
Figura 15

Problemática ambiental más enfrentada



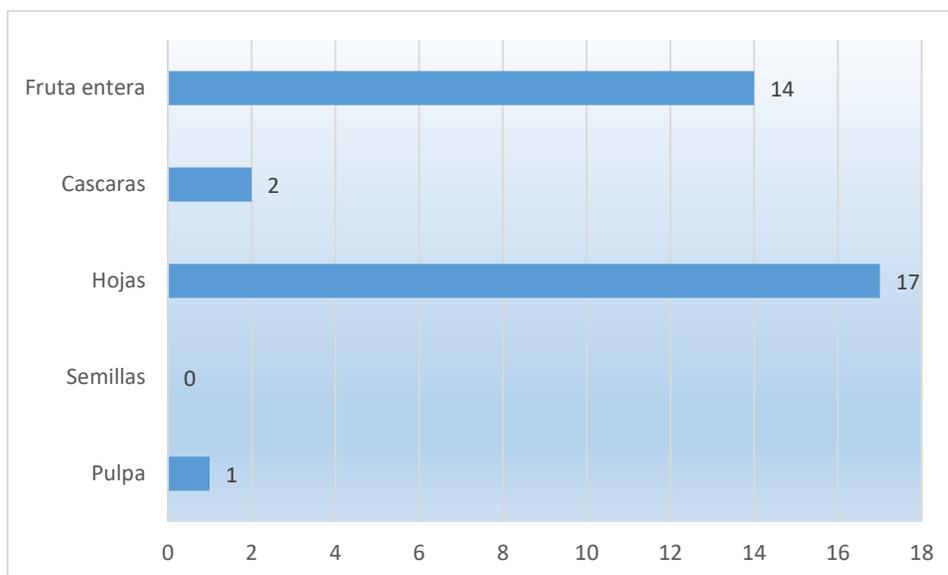
Fuente: Elaboración propia

La gran mayoría de las fincas (91%), es decir 20 de 22 fincas indica que las plagas son su mayor problemática ambiental a la que se enfrentan.

Figura 16*Residuo vegetal producido*

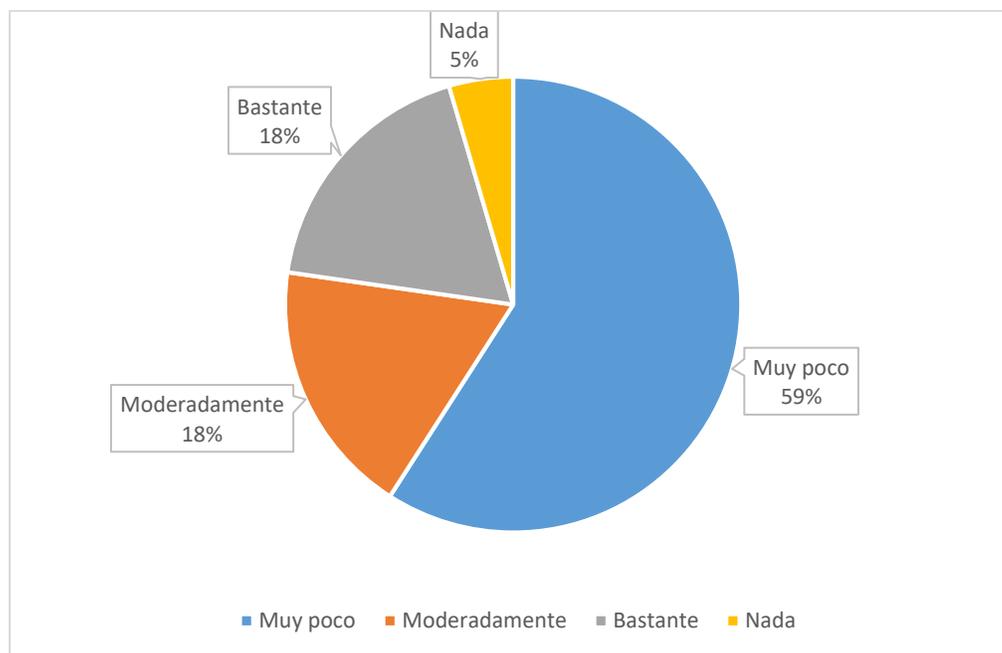
Fuente: Elaboración propia

El 68% de las fincas indican que la cantidad de residuos generados es de 1 a 3 toneladas por año en todo el proceso productivo.

Figura 17*Residuos vegetales generados*

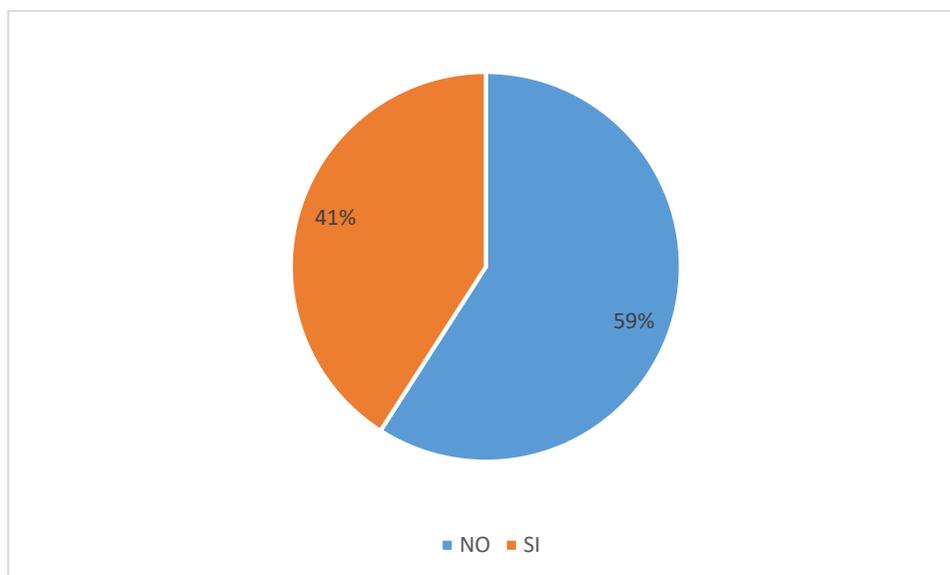
Fuente: Elaboración propia

Las hojas y fruta entera son los residuos vegetales que más se producen en las empresas frutícolas.

Figura 18*Aprovechamiento de residuos vegetales*

Fuente: Elaboración propia

Más de la mitad de las fincas indican que aprovechan muy poco los residuos generados.

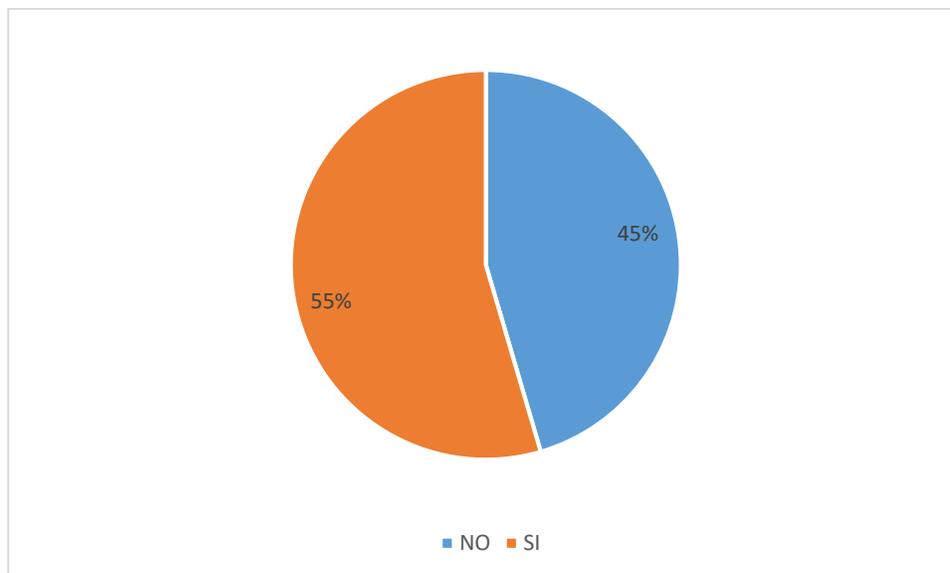
Figura 19*Conocimiento de biopreparados*

Fuente: Elaboración propia

Se observa una gran división sobre el conocimiento y aplicación de los biopreparados en los cultivos. El 59% no conoce que son los biopreparados.

Figura 20

Utilización de biopreparados

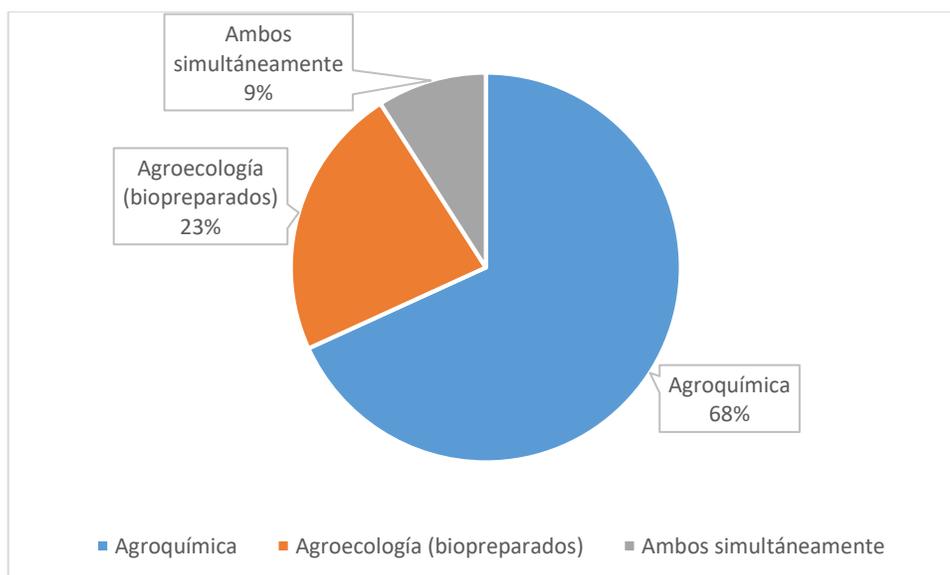


Fuente: Elaboración propia

EL 55% llegó a utilizar o utiliza actualmente algún biopreparados.

Figura 21

Preferencia en forma o modelo de agricultura para los procesos productivos

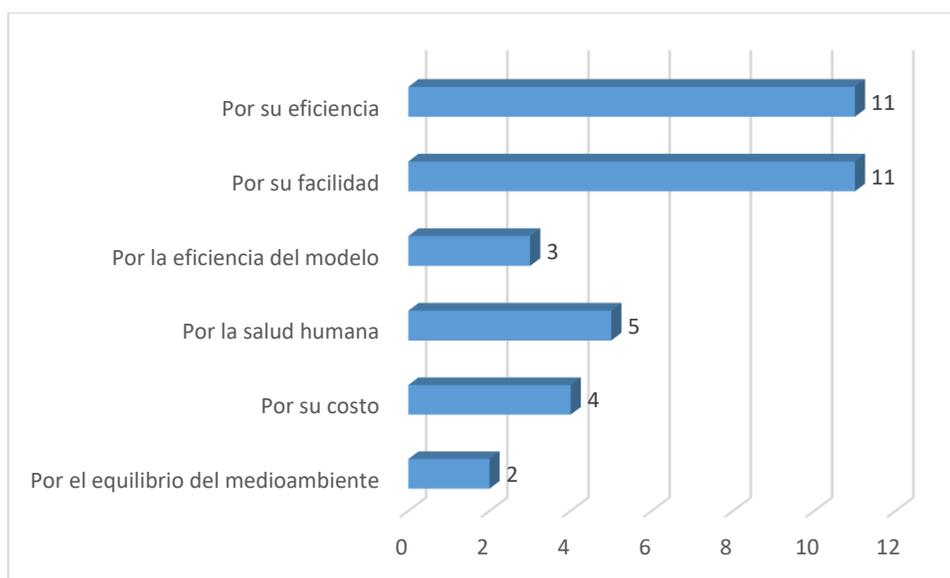


Fuente: Elaboración propia

Dos terceras partes de los encuestados (68%) indica que se siente más seguro utilizando los agroquímicos.

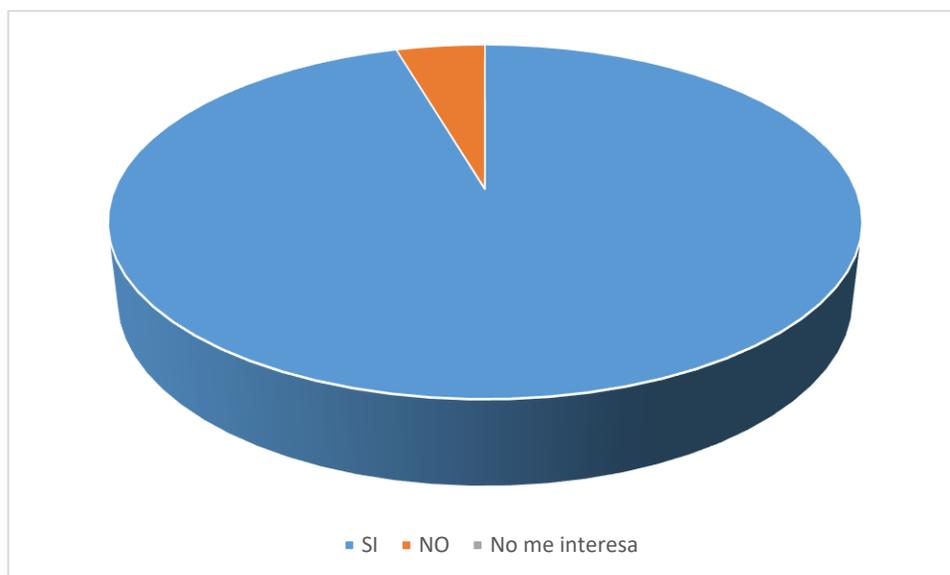
Figura 22

Justificación de respuesta anterior



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia y su facilidad son las razones principales para usar el modelo de agricultura basada en la agroquímica.

Figura 23*Decisión sobre aprovechar residuos vegetales*

Fuente: Elaboración propia

Frente a la pregunta de si estaría de acuerdo en aprovechar los residuos vegetales de sus cultivos a través de los biopreparados, solo una persona indico que no lo quisiera hacer, mientras que el resto de las 21 fincas encuestadas indico que, si quisieran utilizar en el futuro los biopreparados, si se demuestra su efectividad y forma de utilizarse.

Al concluir con el trabajo de campo, por medio de las visitas, charlas y encuestas realizadas a las fincas seleccionadas del municipio se puede concluir que el 59,1% no conoce que son los biopreparados, aunque ese mismo porcentaje llevo a utilizar o utiliza actualmente algún biopreparado, es decir que aunque casi la mitad de los encuestados conocen que son los biopreparados, solo algunos están utilizando algún biopreparado combinado con los agroquímicos, ya que la mayoría confía más en la eficiencia y facilidad de los agroquímicos, a pesar de sus elevados costos y perjuicios sobre el medio ambiente y la salud humana.

Los residuos vegetales muy poco aprovechados son las hojas y fruta entera de los cultivos, donde la mayor problemática ambiental que se presenta es el control de las plagas (91%) que afecta enormemente al sector agrícola del municipio debido también a las condiciones climáticas del mismo.

Residuos vegetales muy pocos aprovechados

Análisis de la información

Según el trabajo de campo, los residuos vegetales que son muy poco aprovechados son las hojas y fruta entera de los cultivos de uva, guayaba, maíz y papaya, mayoritariamente. Esto es debido al poco manejo ecológico de los cultivos, propiciado por la dependencia al consumo de los agroquímicos, que las grandes empresas productoras de estos fertilizantes y plaguicidas sintéticos, ofrecen como la mejor solución por su eficiencia y facilidad de aplicación con beneficios económicos, que en realidad están condicionando aún más a los cultivadores frutícolas a necesitar de estos insumos, por el daño causado a la calidad del suelo.

Matriz DOFA

De acuerdo a las investigaciones realizadas en el trabajo de campo, el panorama global, regional y local sobre el tema de investigación se procede a realizar la matriz DOFA.

Tabla 7*Matriz DOFA*

<p>Matriz DOFA: Formulación Guía ambiental sobre Biopreparados</p>	<p>FORTALEZAS (F1) Clima favorable para el cultivo de cítricos. (F2) Ubicación estratégica para la agricultura. (F3) Fuerte actividad frutícola en el cultivo de uva, guayaba, maíz y papaya. (F4) Mercado competitivo.</p>	<p>DEBILIDADES (D1) Poco conocimiento sobre los biopreparados. (D2) Muy poco aprovechamiento de residuos vegetales. (D3) Contaminación del suelo y agua por inadecuado manejo de residuos agroquímicos. (D4) Altos costos en insumos agroquímicos.</p>
	<p>OPORTUNIDADES (O1) La mayoría de las personas están de acuerdo en usar los biopreparados. (O2) Potencial para ingresar a nuevos mercados de exportación. (O3) Reconversión agrícola. (O4) Reducción en los costos de producción, aprovechando los residuos vegetales.</p>	<p>ESTRATEGIA (FO) -(F3-O2-O3) Certificar fincas en producción de cultivos orgánicos para ingresar a nuevos mercados de exportación. -(F2-O3) Desarrollo de agricultura sostenible, usando biopreparados.</p>
<p>AMENAZAS (A1) Fuerte impacto ambiental por plagas. (A2) Gran dependencia de insumos agroquímicos. (A3) Inflación en los costos de agroquímicos.</p>	<p>ESTRATEGIA (FA) -(F1-A1) Aprovechamiento de los residuos vegetales para elaboración de biopreparados, que minimicen los costos de producción y ataque de plagas.</p>	<p>ESTRATEGIA (DA) Conseguir más apoyo técnico para la elaboración de biopreparados que ayuden a reducir costos de producción y reducción en el impacto ambiental negativo.</p>

(A4) Suelos en constante degradación por el uso de agroquímicos.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la confrontación de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades entre sí, se puede fácilmente diseñar estrategias que contengan todas las propiedades encontradas del proyecto. Las estrategias están diseñadas para aprovechar las fortalezas y oportunidades, para corregir, prevenir o mitigar las debilidades y amenazas.

De acuerdo al análisis de la matriz DOFA podemos observar con mayor claridad las estrategias configuradas de acuerdo a los elementos confrontados, como; certificar fincas en producción de cultivos orgánicos para ingresar a nuevos mercados de exportación, aprovechamiento de los residuos vegetales para elaboración de biopreparados, que minimicen los costos de producción y ataque de plagas, conseguir más apoyo técnico para la elaboración de biopreparados que ayuden a reducir costos de producción y reducción en el impacto ambiental negativo y demás.

Matriz Vester

De acuerdo con la información recolectada en la encuesta se logró identificar los siguientes problemas que están presente en todo el tema en estudio.

Lista de problemas identificados:

1. Altos costos de producción agrícola
2. Degradación del suelo

3. Fuerte ataque de plagas a los cultivos
4. Poco conocimiento sobre biopreparados
5. Poco interés en el cuidado del medio ambiente
6. Gran dependencia de los insumos agroquímicos
7. Deficiente apoyo del gobierno para la implementación de biopreparados
8. Desperdicio de residuos orgánicos vegetales.
9. Contaminación del suelo y agua con agroquímicos.
10. Agricultura basada principalmente en el modelo de la agroquímica.
11. Falta de certificaciones de calidad orgánica.
12. Poca exportación de productos

Tabla 8*Matriz Vester*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total activos
1	0	1	0	0	2	1	0	0	1	1	2	0	8
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	5
3	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	7
4	1	2	1	0	1	2	0	3	3	3	2	1	19
5	0	2	0	2	0	2	0	3	2	2	3	2	18
6	1	2	0	1	1	0	0	1	2	1	2	1	12
7	1	2	0	2	2	2	0	3	3	2	2	1	20
8	0	0	0	1	1	2	0	0	1	1	0	0	6
9	1	3	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	9
10	1	3	0	2	1	3	0	2	3	0	1	2	18
11	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	3	8
12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	3
Total pasivos	6	15	1	8	9	17	1	14	17	14	18	13	

Fuente: Elaboración propia

La matriz Vester es una herramienta de investigación para priorizar problemas de una manera lógica y sistemática. En esta matriz se dio un puntaje a cada problemática identificada desde 0 a 3, con el fin de hallar la relación de causalidad que tienen los problemas entre sí. Este valor es consignado en la columna de Total activos, mientras que la poca causalidad entre sí, es consignado en la fila de Total pasivos.

Tabla 9

Puntuación de problemas

Problemas temática seleccionada	Total activos	Total pasivos
1. Altos costos de insumos agrícolas sintéticos	8	6
2. Degradación del suelo	5	15
3. Fuerte ataque de plagas a los cultivos	7	1
4. Poco conocimiento sobre biopreparados	19	8
5. Poco interés en el cuidado del medio ambiente	18	9
6. Gran dependencia de los insumos agroquímicos	12	17
7. Deficiente apoyo del gobierno para la implementación de biopreparados	20	1
8. Desperdicio de residuos orgánicos vegetales.	6	14
9. Contaminación del suelo, agua y alimentos con agroquímicos.	9	17
10. Agricultura basada principalmente en el modelo de la agroquímica.	18	14
11. Falta de certificaciones de calidad orgánica.	8	18
12. Poca exportación de productos	3	13

 Promedio para modificar la gráfica

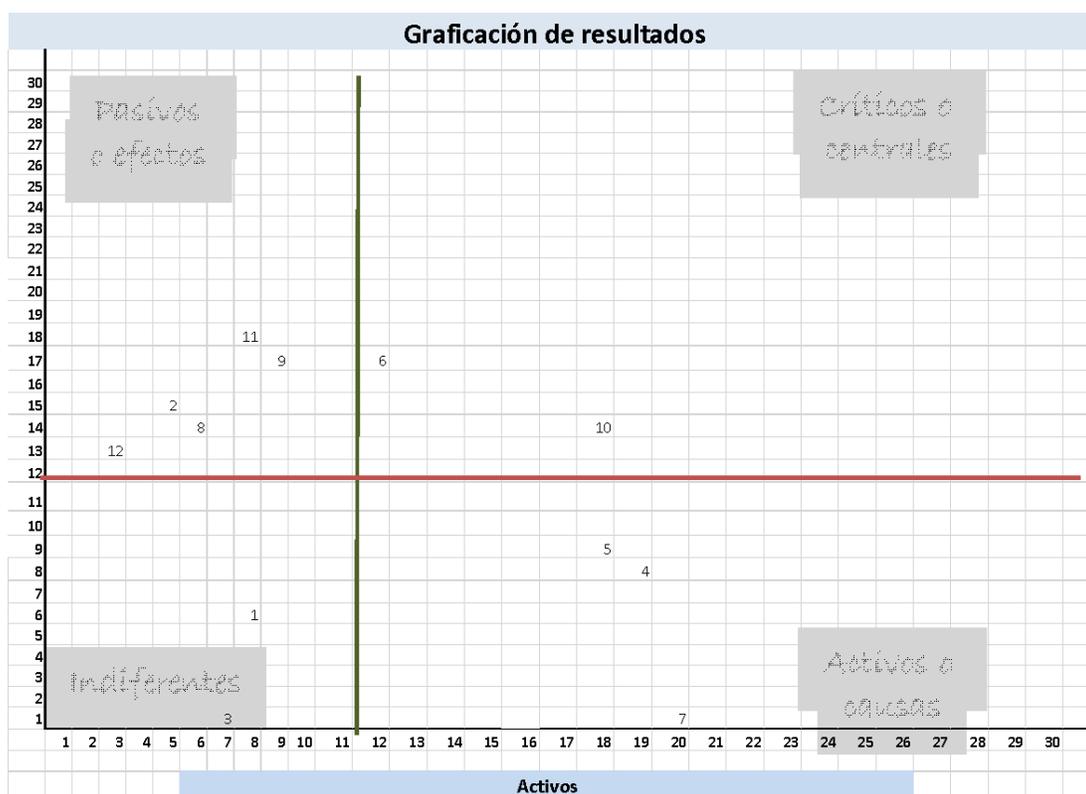
11,08333333 11,08333333

 Fuente: Elaboración propia

Luego de tener los datos recolectados de total pasivos y total activos, se puede realizar con estos la gráfica de la matriz Vester en un plano cartesiano.

Figura 24

Graficación matriz de Vester



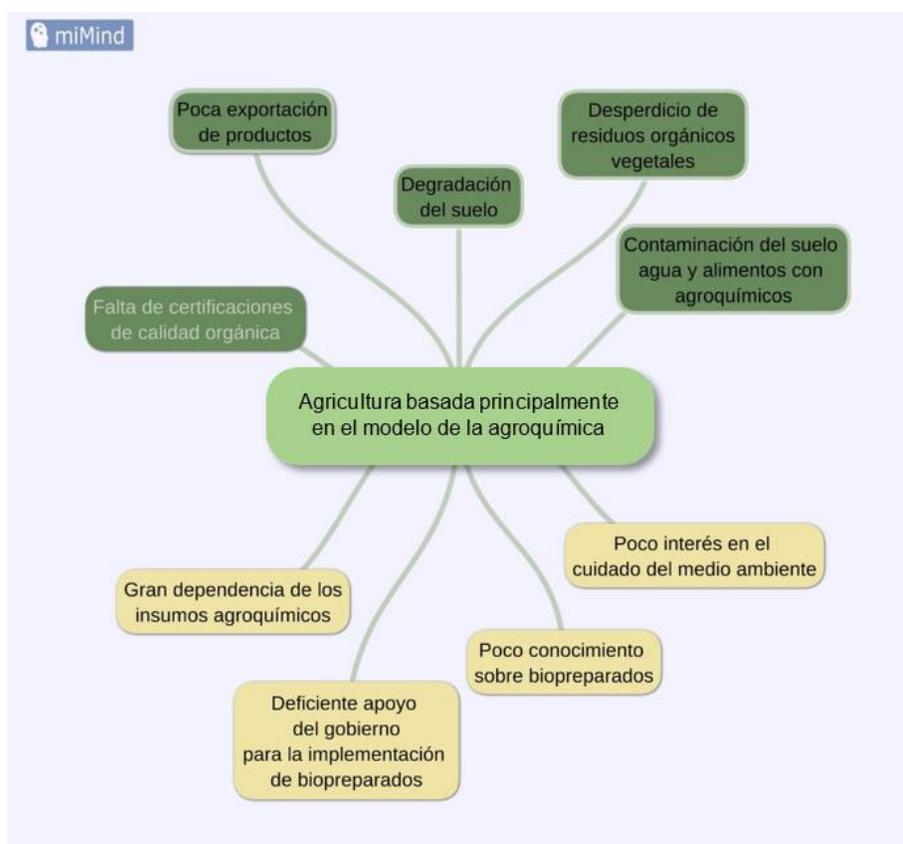
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos procesados en la matriz Vester, se puede visualizar la gráfica de los datos en el plano cartesiano, donde se hace evidente que los problemas activos o causas identificadas son; el poco conocimiento sobre biopreparados, poco interés en el cuidado del

medio ambiente y el deficiente apoyo del gobierno para la implementación de biopreparados; los cuales son las causas directas del problema crítico, el cual es la agricultura basada principalmente en el modelo de la agroquímica, que tiene un alto grado de relación entre las causas y efectos. Este problema crítico a su vez genera problemas pasivos o efectos como; falta de certificaciones de calidad orgánica, contaminación del suelo, agua y alimentos con agroquímicos, degradación del suelo, desperdicios de residuos orgánicos vegetales y poca exportación de productos.

Figura 25

Árbol de problemas



Fuente: El autor

Nota: Según la metodología aplicada de Matriz Vester y el árbol de problemas, el problema crítico o principal es la agricultura basada principalmente en el modelo de la agroquímica.

El árbol de problemas es una herramienta de investigación en la cual se puede evidenciar que el problema crítico o central es la agricultura basada principalmente en el modelo de la agroquímica. Las causas identificadas del problema crítico son; el poco conocimiento sobre biopreparados, poco interés en el cuidado del medio ambiente y el deficiente apoyo del gobierno para la implementación de biopreparados. Los efectos identificados del problema crítico son falta de certificaciones de calidad orgánica, contaminación del suelo, agua y alimentos con agroquímicos, degradación del suelo, desperdicios de residuos orgánicos vegetales y poca exportación de productos.

De acuerdo a estos resultados obtenidos, la utilización de los biopreparados es una excelente alternativa para lograr iniciar una reconversión agrícola en el sector frutícola del municipio, aprovechando los residuos vegetales generados en las fincas, que beneficiaría a los cultivadores y al medio ambiente, debido a los buenos resultados que se están obteniendo, ya que según (Contexto Ganadero, 2020) las proyecciones que hace el gobierno de Argentina sobre el uso de los biopreparados o bioinsumos son prometedores, ya que se estima que hacia el año 2022 la industria mundial de bioinsumos aumentara más de un 50% de su facturación actual.

Guía ambiental de biopreparados como aprovechamiento de residuos vegetales en cultivos de uva, guayaba, maíz y papaya.

La guía ambiental está diseñada para proponer un plan de manejo ambiental a los residuos vegetales más relevantes, generados en las empresas frutícolas del municipio de Toro, Valle del Cauca, formular biopreparados basados en estos residuos identificados, que instruyan a los cultivadores a poner en práctica en sus fincas, para controlar o mitigar las problemáticas de plagas y tener más alternativas de uso de abonos.

Ver Anexo B

Bibliografía

- A. Mamani de Marchese., M. F. (2018). *Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible*. Rev. Agron. Noroeste Argent, 9-21.
- Acosta, C. (2006). *El suelo agrícola, un ser vivo*. ucm.
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/E1%20suelo%20vivo.pdf>
- BBC News Mundo. (20 de Febrero de 2020). *Las empresas que ganan millones vendiendo pesticidas peligrosos al mundo en desarrollo (y qué país de América Latina es líder mundial en su uso)*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51575375>
- Castellanos, L. B. (2020). *Biopreparados para el control de enfermedades foliares*. Journal of negative & no positive results, 933-951.
- Comite de cafeteros. (20 de Noviembre de 2021). Residuos vegetales del sector agrícola del municipio de Toro, Valle. (E. G. Restrepo, Entrevistador)
- Contexto Ganadero. (10 de julio de 2020). *¿Por qué los bioinsumos son clave para la producción sustentable?*. CONtextoganadero. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/por-que-los-bioinsumos-son-clave-para-la-produccion-sustentable>
- El Tiempo. (13 de Mayo de 2003). *VALLE CULTIVA SIN AGROQUÍMICOS*. EL TIEMPO.
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1031111>
- FAO. (2002). *Agricultura Mundial: hacia los años 2015/2030*. Roma: FAO.
- FAO. (20 de junio de 2018). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta. fao.org. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- FAO. (20 de junio de 2018). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta*. fao.org. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Fao. (s.f.). *Propiedades Químicas del suelo*. fao.org.
https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm
- FAO.org. (2003). *CAPÍTULO 1. CONCEPTOS Y TEMAS GENERALES DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA*. Obtenido de FAO.org: fao.org/3/y4137s/y4137s03.htm
- Figuroa, A. A. (2014). *Fitorremediación en la recuperación de suelos*. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5590911>
- Foro Ambiental. (23 de Marzo de 2017). *La ONU y un informe demoledor contra los agroquímicos*. foroambiental.net. <https://www.foroambiental.net/archivo/noticias-ambientales/destacados/2067-la-onu-y-un-informe-demoledor-contra-los-agroquimicos>
- Gallego, E. (30 de Marzo de 2022). *Toro, Colombia [Imagen satelital]*. Google Earth.
<https://earth.google.com/web/@4.60673343,->

76.07020598,936.13025471a,7880.6651732d,30.00006484y,359.99995605h,0t,0r/data=OgMKATA?authuser=0

- GesMontes. (2022). *Tipos de Suelos Agrícolas*. GesMontes. <https://gesmontes.es/tipos-de-suelos/>
- Gobierno de Chile. (2001). *Diagnostico sobre el estado de degradación del recurso suelo del país*. bibliotecadigital.ciren.cl.
https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/32187/Boletin_INIA_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gobierno de Chile. (2013). *Servicio Agrícola y Ganadero*. sag.cl.
http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf
- ICA. (2012). *Manejo Integrado de plagas enfermedades en el cultivo del caucho*. ica.gov.co.
<https://www.ica.gov.co/getattachment/47f3dbff-348d-4f63-968b-4cd196db8e4f/-nbs;Manejo->
- Ideam. (s.f.). *Suelos en Colombia*. Ideam. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/sueloscolombia>
- IDEAM, U.C.D.A. (2015). *Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*. Documentacion.ideam.gov.co.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf>
- IDEAM, U.D.C.A - 2015. IDEAM - MADS. (2015). *Síntesis del estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015. IDEAM - MADS. Bogotá D.C., Colombia., 62 págs. Publicación aprobada por el IDEAM, Diciembre de 2015, Bogotá D.C., Colombia*. Documentacion.ideam.gov.co:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s.f.). *Aplicación de eficiente de fitosanitarios*.
www.manualfitosanitario.com.
<https://manualfitosanitario.com/InfoNews/INTA%20Aplicacion%20eficiente%20de%20fitosanitarios%20Cap%202.%20%20Formulaciones.pdf>
- IPES/FAO. (Noviembre de 2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. fao.org.
<https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>
- Lopez Piedrahita, C. (2001). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Municipio de Toro, departamento del Valle del Cauca. Toro, Valle, Colombia.
- Mena, T. M. (10 de Marzo de 2021). *Biopreparados y micorrizas como alternativas de recuperación de suelos degradados en el atrato medio antioqueño*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40360>
- Montoya ML, Restrepo FM, Moreno N, Mejía PA. (2013). Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 32(2): 26-35.

- OIT. (1993). *Guía sobre seguridad y salud en el uso de productos agroquímicos*. ilo.org:
http://www.ilo.org/wcmstp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/instructionalmaterial/wcms_235707.pdf
- Perez, S. U. (noviembre de 2013). Agroquímicos envenenan suelos en Colombia. *UNPeriodico*, págs. 6-7.
- PISCITELLI, M. (15 de Julio de 2015). *Degradación de suelos*. UNICEN.
<https://www.unicen.edu.ar/content/degradaci%C3%B3n-de-suelos>
- Reyes, O. E. (2011). *Propiedades y contaminación del suelo*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Palmira, Valle, Colombia.
- Sánchez De P, M., Prager M, M., Naranjo, R., & Sanclemente, O. (2012). *EL SUELO, SU METABOLISMO, CICLAJE DE NUTRIENTES Y PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS*. revistas.um.es. <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/170971/146191>
- Sicard, T. L. (Noviembre de 2013). *Agricultura ecológica, opción para un modelo sostenible*. UNPeriodico. https://unperiodico.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/UNPeriodico172.pdf
- Toxicologia.net. (s.f.). *Organofosforados y Carbamatos*. Toxicologia.net.
<http://www.fetoc.es/toxicologianet/pages/x/x15/x15a/01.htm>

Conclusiones

Los agroquímicos son la base de la contaminación ambiental en el sector de la agricultura, debido a la falta de apoyo gubernamental hacia los cultivadores y falta de conocimientos de los cultivadores sobre la utilización de los biopreparados.

Los biopreparados son un mercado en gran crecimiento actualmente, debido a la demanda de productos de mejor calidad y estándares mundiales, que ha estado demostrando su eficacia en la agricultura.

El uso de los biopreparados tiene desafíos por superar en un mercado donde hay un fuerte condicionamiento gubernamental, empresarial, técnico y cultural, donde el uso de los agroquímicos es la tendencia.

Diferentes biopreparados se pueden fabricar a partir de los residuos vegetales identificados en las fincas de la zona de estudio, para controlar plagas y usar en forma de abono que ayude a disminuir los costos de producción y tener cosechas ambientalmente más sostenibles.

Aunque la agricultura está basada principalmente en el modelo de la agroquímica tanto a nivel regional, nacional e internacional, los agricultores del municipio de Toro, Valle del Cauca tienen la disposición de usar los biopreparados si se demuestra su eficacia y hay más apoyo gubernamental en capacitación técnica para su implementación.

Recomendaciones

Para la recolección de la información primaria se podría utilizar una encuesta elaborada con el programa Formulario de Google, el cual podría actualizarse de acuerdo a las opiniones o sugerencias de los encuestados, cada vez que estos sean encuestados y de esa manera tener mas posibilidades de respuesta que enriquezcan la información recolectada.

El estudio de los biopreparados requiere de mucha más investigación y prácticas que logren corroborar la eficacia de los mismos bajo diferentes condiciones agrícolas, que incentiven a los agricultores a pensar en hacer en medio plazo una reconversión agrícola por el bien del medio ambiente y su economía.

Se recomienda experimentar en una parcela demostrativa, el uso de los biopreparados, donde se utilicen los compost y bioplagicidas propuestos, para hacer el cambio en el modelo de agricultura orgánica y obtener una certificación de productos orgánicos para exportación.

Anexo A Encuesta

¿Cuál es el estado actual de la elaboración de biopreparados en las empresas frutícolas más representativas del municipio de Toro, Valle?

El objetivo de esta encuesta es recolectar y evaluar información real sobre el estado actual de la elaboración de biopreparados en las empresas frutícolas más representativas del municipio de Toro, Valle. Esta encuesta tiene fines académicos e investigativos, por lo que se tendrá confidencialidad de datos. La honestidad de las respuestas permitirá resolver la pregunta de investigación y dar conclusiones que permitan caracterizar el fenómeno en estudio. Estos estudios hacen parte del programa académico de Tecnología en Saneamiento Ambiental, ofrecidos por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) (Castellanos, 2020).

De antemano agradecemos su participación, cabe recordar que todos los datos acá suministrados solo serán usados para fines académicos e investigativos y serán protegidos según Ley 1581 de 2012. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales en Colombia.

¿Autoriza el uso de los datos suministrados para fines exclusivamente académicos?

SI

NO

Información general

1. Nombre comercial de la empresa
2. Número telefónico de contacto
3. Correo electrónico

4. Tiempo en funcionamiento

Menos de 1 año

De 1 a 2 años

De 2 a 5 años

De 5 a 10 años

De 10 a 20 años

De 20 a 40 años

Más de 40 años

5. Volumen destinado a la exportación (porcentaje)

Menos del 10%

Entre el 10% y el 30%

Entre el 30% y el 50%

Entre el 50% y el 100%

Todo el producto

No exporto

6. Cantidad de empleados

Menos de 10 personas

Entre 10 y 20 personas

Entre 20 y 50 personas

Entre 50 y 100 personas

Entre 100 y 200 personas

Más de 200 personas

Proceso productivo

7. ¿Cuáles de las siguientes frutas cultiva?

Uva

Papaya

Guayaba

Tomate

Maíz

Ají

Berenjena

Piña

Mango

Aguacate

Banano

Cítricos

Curuba

Granadilla

Guanábana

Lulo

Maracuyá

Melón

Mora

Otras

Cacao

Zapayo

Plátano

Café

8. ¿Con que frecuencia cosecha?

Trimestral

Semestral

Anual

Menos del trimestre

9. ¿Qué cantidad considera usted que utiliza de agroquímicos?

Muy poco

Poco

Moderado

Mucho

No utilizo

10. ¿Cuál es la problemática ambiental que más enfrenta en su finca?

Calidad

Arranque de los cultivos

Rendimiento

Plagas

Otros

Generación de residuos

11. ¿Cuánto residuo vegetal se produce al año?

1 -3 toneladas

3 -6 toneladas

6 – 12 toneladas

20 - 30 toneladas

Más de 30 toneladas

12. ¿Qué clase de residuos vegetales se generan en todo el proceso productivo?

Tipo de pregunta

Pulpa

Semillas

Hojas

Cascaras

Fruta entera

13. ¿Aprovecha estos residuos vegetales generados?

Tipo de pregunta

Muy poco

Moderadamente

Bastante

Nada

Biopreparados

14. ¿Conoce que son los biopreparados?

Tipo de pregunta

SI

NO

15. ¿Ha utilizado o utiliza actualmente biopreparados?

Tipo de pregunta

Sí

No

16. ¿Cuál cree usted que es la mejor forma o modelo de agricultura que beneficie los procesos productivos de su finca?

Tipo de pregunta

Agroquímica

Agroecología (biopreparados)

Ambos simultáneamente

17. Justifique su respuesta anterior:

Tipo de pregunta

Por el equilibrio del medio ambiente

Por su costo

Por la salud humana

Por la eficiencia del modelo

Por su facilidad

Por su eficiencia

18. ¿Estaría de acuerdo en aprovechar los residuos vegetales de sus cultivos a través de los biopreparados, para mejorar la calidad de sus cultivos y la del medio ambiente?

Tipo de pregunta

SI

NO

No me interesa

Enlace de herramienta digital para la encuesta: <https://forms.gle/c3XkQBgUg6PV2icWA>

Anexo B Link de Guía técnica ambiental

https://www.canva.com/design/DAFbzAp5SWc/NmLDY8n8hISatWheEmekpA/view?utm_content=DAFbzAp5SWc&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink