



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Práctico de Carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Uso de plaguicidas químicos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) y su influencia con el medio ambiente en el Ecuador.

AUTOR:

Elvis Andrés Morante Solís

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Diaz Romero, M.I.A

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se verificó el impacto ambiental que causan el uso de los plaguicidas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador; se empleó una metodología investigativa en el cual se procede a realizar una minuciosa recolección de información bibliográfica de forma veraz, cuyos datos obtenidos han sido mediante libros, tesis, artículos científicos, blog o páginas web, manuales y revistas. La información se procesó mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, verificando que el mal uso o manipulación de plaguicidas en el cultivo de cacao causa un impacto ambiental; donde se ve afecta la biodiversidad provocando cambios climáticos que influirá en el cultivo, por ende, también es perjudicial para el ser humano, puesto que se ha detectado que la exposición afecta al sistema digestivo y causa infecciones e inflamaciones renales. La investigación analizada llevó a la conclusión de que la creciente dependencia y abuso de plaguicidas con estructuras químicas persistentes altera la ecología y el equilibrio, impidiendo que los ecosistemas terrestres se autopurifiquen. Considerando lo anterior, se recomienda promover el uso de bioplaguicidas en las fincas e incentivar a los productores a implementar la protección fitosanitaria integrada.

Palabras claves: Plaguicidas, metodología, cultivo de cacao, perjudicial, bioplaguicidas, impacto ambiental.

SUMMARY

This research work verified the environmental impact caused by the use of pesticides in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao*) in Ecuador; an investigative methodology was used in which a thorough collection of bibliographic information was carried out in a truthful manner, whose data obtained through books, theses, scientific articles, blogs or web pages, manuals and journals. The information was processed through the technique of analysis, synthesis and summary, verifying that the misuse or manipulation of pesticides in the cultivation of cocoa causes an environmental impact; where biodiversity is affected causing climatic changes that will influence the crop, therefore, it is also harmful to humans, since it has been detected that exposure affects the digestive system and causes infections and kidney inflammations. The research analyzed led to the conclusion that the growing dependence on and abuse of pesticides with persistent chemical structures alters the ecology and ecological balance, preventing terrestrial ecosystems from self-purifying and self-regulating. Considering the above, it is recommended to promote the use of biopesticides on farms and to encourage producers to implement integrated plant protection.

Key words: Pesticides, methodology, cocoa cultivation, harmful, biopesticides, environmental impact.

ÍNDICE

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1 Definición del caso de estudio	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Fundamentación teórica	4
1.5.1 Los plaguicidas	4
1.5.2 Clasificación de los plaguicidas	5
1.5.3 Beneficios de los plaguicidas	6
1.5.4 Consecuencias del uso de plaguicidas.....	7
1.5.5 Contaminación de suelos a causa de los plaguicidas.....	8
1.5.6 Alternativas para reducir el uso de los plaguicidas	9
1.5.7 Cultivo del cacao	10
1.5.8 Importancia del cultivo del cacao.....	11
1.5.9 Tipos de cacao.....	11
1.5.10 Taxonomía	11
1.5.11 Principales plagas y enfermedades del cacao.....	12

1.5.12	Consideraciones edafoclimáticas	14
1.5.13	Manejo agronómico de la plantación del cacao.....	15
1.5.14	Aspectos ambientales en el cultivo de cacao	15
1.5.15	Mal uso de los plaguicidas asociados al cultivo de cacao	16
1.5.16	Alternativas ecológicas para el cuidado del cultivo del cacao...	17
1.6	Hipótesis	18
1.7	Metodología de la investigación	19
CAPITULO II		20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....		20
2.1.	Desarrollo del caso.....	20
2.2.	Situaciones detectadas	20
2.3.	Soluciones planteadas.....	21
2.4.	Conclusiones	21
2.5.	Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFÍA		23

INTRODUCCIÓN

Las principales razones por el cual el uso de los pesticidas es indispensable en la agricultura, es porque los agricultores se ven en la necesidad de proteger sus cultivos, ignorando las consecuencias del uso desmedido de los plaguicidas, lo que resulta en la propagación de residuos tóxicos que darán como consecuencia daños ambientales. Por esta razón se debe de hacer uso de estos mismo con el conocimiento necesario y actualizado de los diferentes productos que se aplican en los cultivos (Castillo et al., 2020).

Se conoce como plaguicida a aquellas sustancias químicas que son utilizadas con el fin de eliminar las plagas, estas sustancias las podemos encontrar en los tres estados de la materia (solido, liquido o gas) y de acuerdo a lo que se requiera en la ocasión podemos encontrar los herbicidas para las malezas, los insecticidas para los insectos plaga, fungicidas los cuales ayudaran a controlar los hongos que causan enfermedades en el cultivo, bactericidas, acaricidas y muchos más compuestos químicos que se utilizaran según lo que se presente en el cultivo (Gavidia 2020).

Los plaguicidas deben seguir una serie de normas en relación a su uso, ya que estos tienen mucho que ver en el aspecto del consumo por las normas locales y de exportación, es por esto que no se debe agregar una dosis mayor a la recomendada de estos productos químicos. (OMS 2018).

Los daños a la salud de las personas que trabajan constantemente con plaguicidas es una de las mayores preocupaciones actuales en materia sanitaria, gracias al uso desmedido de este y el desconocimiento y descuido de las normas sanitarias, accidentes laborales y/o daños en el ambiente.

Los plaguicidas empleados de una manera inadecuada son propensos a propagarse por el medio ambiente, convirtiéndose en un contaminante potente para la biodiversidad, siendo el causante de daños y comprometiendo la salud

de las personas del sector rural, y parte del sector urbano (Morante y Marrugo 2018).

Se ha comprobado que algunos plaguicidas están relacionados con la depresión del sistema inmune, varios estudios datan que estos causan infecciones en el sistema respiratorio como la bronquitis, asma, alergias, también se ha detectado que la exposición a plaguicidas afecta al sistema digestivo y causa infecciones e inflamaciones renales, la población más afectada en este caso es aquella que se dedica al uso y a la manipulación de estas sustancias. (Reyes 2018).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del caso de estudio

El presente documento abarca la temática sobre el uso de plaguicidas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) y su influencia con el medio ambiente en el Ecuador. El uso desmedido de los plaguicidas no solo afecta el cultivo sino también perjudica al medio ambiente que nos rodea, así como la salud del agricultor, por eso de gran importancia reducir o crear nuevas alternativas que mejoren las condiciones del cultivo, naturaleza y ser humano.

1.2 Planteamiento del problema

La presente investigación está enfocada en el impacto ambiental que causan los plaguicidas usados en el cultivo de cacao, estos relacionados a un mal manejo, desconocimiento o mala práctica de agroquímicos, ignorando las normas de control y seguridad establecidas, causando impactos ambientales por la negligencia del uso mínimo de plaguicidas.

Los agroquímicos contribuyen un problema a la salud en general, en la cual podemos dar a notar que el peligro de este varia, acorde a la situación de exposición, por lo cual, es indispensable seguir las normas de uso de estos, y así proceder a realizar un buen manejo agronómico.

El principal problema medio ambiental de los plaguicidas no es por el uso de estos, la principal causa de los daños está en cómo son utilizados por el sector agrícola, usando los mismos de forma empírica, sin asesoramiento técnico y de manera descontrolada, con el único objetivo de eliminar el problema que se le presenta en el cultivo, dando un resultado momentáneo al problema de las plagas, pero causando un efecto que a la larga va a crear muchas más dificultades.

1.3 Justificación

En la actualidad existe una amplia gama de plaguicidas que se pueden utilizar, lo cual si bien ayuda mucho en los aspectos agronómicos en el cultivo de cacao también puede traer adversidades al medio ambiente y a las personas que manipulan el producto. La importancia de esta investigación radica en la recopilación de información que dé como resultado posibles soluciones para reducir el impacto ambiental causado por los plaguicidas usados en el cultivo de cacao.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Verificar el impacto ambiental que causa el uso de los plaguicidas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador.

1.4.2 Objetivos específicos

- Describir las consecuencias del impacto ambiental que causa el uso de los plaguicidas.
- Proponer alternativas, estrategias o planes estratégicos para el uso de los plaguicidas causando el menor impacto ambiental.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 Los plaguicidas

Los plaguicidas son compuestos químicos que se emplea para aplicar y controlar a los parásitos y enfermedades que atacan a los diferentes cultivos... los que se clasifican según su actividad biológica en: insecticidas, herbicidas, fungicidas, y rodenticidas; esta a su vez se clasifica según su toxicidad. Sin embargo, también consideran que existen atrayentes, repelentes, y esterilizantes de insectos, controlando

o destruyendo por acción de estos productos (Castillo et al. 2020: 11).

Por lo tanto, podemos mencionar que los plaguicidas son productos químicos utilizados para controlar, prevenir o destruir plagas que afectan las plantaciones agrícolas. La mayoría de estas sustancias son artificiales y, por lo tanto, se denominan pesticidas sintéticos. Además de dañar a las plagas, puede causar síntomas agudos en humanos como náuseas, dolores de cabeza, erupciones cutáneas y mareos. Muchos de ellos están asociados con afecciones y enfermedades crónicas como el cáncer, defectos de nacimiento, trastornos neurológicos y reproductivos y el desarrollo de sensibilidades químicas.

Según la definición dada por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedad humana o animal, especies indeseadas de plantas o animales capaces de causar daños (Moreno et al. 2021).

Es decir, este término de plaguicidas incluye sustancias que actúan como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, reductores de frutos o inhibidores de la germinación, así como, las que se aplican a los cultivos antes y después de la cosecha para evitar su deterioro durante el almacenamiento y el transporte. Los plaguicidas también se utilizan ampliamente en los bosques.

1.5.2 Clasificación de los plaguicidas

Según (Díaz y Aguilar 2018: 16-20) señala lo siguiente:

Las diferentes clasificaciones de plaguicidas facilitan la identificación de los riesgos potenciales que plantean:

a) Según su composición química se clasifican en

organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, glifosato, neonicotinoides, etc.

b) Según su formulación: Los pesticidas en forma de vapor, polvo o gotas pueden liberarse fácilmente en el aire que rodea el sitio de aplicación. El uso de bombas y boquillas de alta presión que producen gotas muy finas y dispersas aumenta en gran medida el potencial de contaminación en el aire y, por lo tanto, pesticidas no deseados en el área de aplicación.

c) Según el organismo a controlar Fungicidas (para el control de hongos y moho), herbicidas (para el control de malas hierbas), insecticidas (para el control de insectos), krill (para el control de moluscos), rodenticidas, según el organismo a controlar (para el control de roedores), etc...

d) Según su movilidad en las plantas Dependiendo de su capacidad para moverse dentro de la planta, se clasifican en táctiles o sistémicas: las táctiles son sustancias que ingresan a la célula de la planta, pero no son transportadas por la vasculatura de la planta, como los herbicidas paraquat y diquat. Penetra menos en los tejidos vegetales y es transportada a través del sistema vascular para ejercer su efecto. 2, 4D y glifosato.

e) Según su persistencia en el ambiente Por su persistencia en el ambiente, los plaguicidas se clasifican en permanentes, persistentes, moderadamente persistentes y no persistentes (Díaz y Aguilar 2018: 16-20).

1.5.3 Beneficios de los plaguicidas

Los beneficios que genera al utilizar los plaguicidas en la agricultura es más rápido, eficiente, flexible y fácil de usar; su amplio espectro permite actuar en forma simultánea en varias plagas; controlar

patógenos y vectores que ocasionan daños a los cultivos; menor gasto energético y tiempo de trabajo por los agricultores del campo; mayor rendimiento y mejor calidad de los productos obtenidos; lo cual disminuye los trabajos en exceso en el campo; logrando mejores tecnologías en la aplicación, con nuevas formas más seguras, para los aplicadores, los consumidores y el ambiente (Alvarado Aguayo et al. 2018: 11).

De tal manera que a principal ventaja de los pesticidas es que son efectivos contra las plagas y pueden destruir cultivos grandes y pequeños si no se controlan. Los insecticidas controlan insectos y roedores, previenen la propagación de enfermedades y protegen los edificios de los ataques de termitas.

1.5.4 Consecuencias del uso de plaguicidas

Las aplicaciones de plaguicidas se propagan a la atmósfera, provocando una contaminación directa al medio que lo rodea: tierras de cultivo, canales de riego, animales, las distintas poblaciones rurales, escuelas, campo, entre otros. Además, se le añade, la contaminación causada por la erradicación de las malezas que afectan los cultivos en los primeros meses después de la siembra por aplicaciones tóxicas de herbicidas. Como consecuencia, esto ha provocado la desaparición y destrucción de especies autóctonas de la zona y la pérdida de insectos benéficos, cambian el ecosistema, afectan el clima (Castillo et al. 2020).

Los beneficios de usar pesticidas y fertilizantes superan las preocupaciones sobre su toxicidad. Por ejemplo, los pesticidas que se usan para proteger los cultivos de las plagas dañinas a menudo matan a los insectos benéficos. Los productos químicos utilizados en pesticidas y fertilizantes pueden llegar a los arroyos y lagos y terminar en nuestros sistemas de agua. El exceso de nitrógeno en la escorrentía fecal

puede provocar un crecimiento excesivo de algas en ríos y lagos. Los pesticidas pueden afectar negativamente la salud de las personas que comen alimentos tratados con pesticidas químicos, las personas que viven cerca de grandes áreas agrícolas y las personas que usan pesticidas.

La contaminación por pesticidas ocurre en las tierras de cultivo cuando se aplican niveles peligrosos de pesticidas a los cultivos y pueden afectar la salud de los miembros de la comunidad. Los agricultores están constantemente usando pesticidas que son dañinos para la salud de las personas, y las botellas se amontonan en la granja sin manipularlas ni desecharlas (Castillo et al. 2020).

1.5.5 Contaminación de suelos a causa de los plaguicidas

La contaminación del suelo generada por actividades económicas se presenta causada por fuentes difusas como es el caso de la agricultura a través de la aplicación de fertilizantes y plaguicidas. Los plaguicidas son considerados contaminantes con gran impacto sobre el suelo, pues son sustancias formadas por compuestos tóxicos que se han introducido deliberadamente en el ambiente para combatir plagas y enfermedades de las plantas; pueden acumularse en el suelo o bien filtrarse en las aguas subterráneas o evaporarse y posteriormente volver a depositarse en el suelo, afectando la biodiversidad de este recurso debido a su escasa selectividad e incorporación en la cadena trófica (Campos Carranza y Sarango Moreto 2020).

El suelo cumple funciones ambientales, especialmente proporcionando alimento para las plantas, almacenando nutrientes, además de poseer y proteger la materia orgánica de los desechos animales y vegetales. Aquí vive una variedad de organismos que transforman la materia orgánica, entre otros factores que lo hacen fundamental en el desarrollo de los ecosistemas de los que forma parte; factores como los nutrientes afectan la fertilidad del suelo. deterioro o reducción. Productos nocivos para el suelo, como

los pesticidas.

1.5.6 Alternativas para reducir el uso de los plaguicidas

El medio ambiente incluye todos los seres vivos y no vivos que nos rodean, incluidos el aire, el agua, las plantas, el suelo y la vida silvestre. Los pesticidas ayudan a combatir las plagas en nuestro medio ambiente, como el control de plantas invasoras que amenazan los hábitats nativos. Sin embargo, el uso inadecuado o descuidado de pesticidas puede dañar el medio ambiente. Se brindan las siguientes recomendaciones:

- Lea las etiquetas de los pesticidas, incluida la sección "Peligros ambientales", y siga las instrucciones para reducir los riesgos ambientales.
- Siempre que sea posible, trate de usar pesticidas diseñados específicamente para combatir las plagas que está tratando de controlar, en lugar de pesticidas de amplio espectro que tienen más probabilidades de afectar a los organismos vivos.

Las aplicaciones de pesticidas se están extendiendo por el aire, el uso de nuevos métodos para controlar y eliminar plagas, malezas, entre otros. Se ha incrementado, aunque en algunos casos el uso de estos no es 100% efectivo, para reducir el uso de plaguicidas tenemos que utilizar prácticas de manejo integrado de plagas, manejo de plagas ecológico, plaguicidas biológicos, plaguicidas vegetales y control biológico (Díaz y Aguilar 2018: 24).

En el Laboratorio de Microbiología Agropecuaria Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIP) se encuentran formulando productos naturales para el control de plagas como alternativa a los agroquímicos. En el laboratorio se desarrollan diferentes microorganismos en diferentes estados de desarrollo, así como biofertilizantes. También han formado alianzas con el sector comercial para distribuir estos productos a los agricultores.

1.5.7 Cultivo del cacao

De acuerdo con (Mejía et al. 2020: 3), “La palabra cacao proviene del maya "Kaj" que significa amargo y "Kab" que quiere decir jugo. El cacao es un árbol cuyo nombre científico es *Theobroma cacao*, su fruto es una baya esférica que contiene aproximadamente de 20-40 semillas”.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una fruta tropical de gran importancia en Ecuador y sus cultivos se encuentran mayormente en el Litoral y en la Amazonía. Su desarrollo normal ocurre a una temperatura mínima de 15°C mínima y máxima de 35°C, en suelo ricos, profundos, francos arcillosos, con buen drenaje y topografía regular, con un pH de 4 a 7,4 (Alvarado Aguayo et al. 2018).

El cacao es una planta típica, se caracteriza por miembros florecientes y fructíferos en tallos y ramas, es un fruto que crece y produce bien cuando se protege a la sombra de otras especies. Su importancia se ha caracterizado por ser un factor de influencia importante en la organización social de prácticamente todas las culturas y los aztecas lo domesticaron en la antigüedad.

En el Ecuador existen numerosas familias que se vienen dedicando al cultivo de la pepa de oro, como es conocido también el cacao, el mismo que ha sido calificado como el mejor cacao fino en aroma lo que le ha valido al país ser uno de los principales exportadores de esta gramínea. La provincia de Los Ríos es una provincia eminentemente agrícola, la principal actividad de su población es el cultivo de productos provenientes de la tierra tales como: cacao, café, soya, maracuyá, etc., las dos variedades de cacao que se cultivan son la nacional o fino aroma y la CCN51 en sus Has. Plantadas (Quimi et al. 2020: 98).

En Ecuador existen 2 tipos de cultivos de cacao: el criollo o nacional y

CNN51. El cacao nacional se caracteriza por tener un buen sabor y aroma, mientras que el CNN51 se caracteriza por ser de menor calidad tanto de aroma como de sabor, pero sus niveles de producción son del doble que el primero (Córdova et al. 2021).

1.5.8 Importancia del cultivo del cacao

El cacao es una planta de origen amazónico, cultivada en la franja geográfica tropical húmeda. En Ecuador, el cacao involucra alrededor de 100.000 familias de productores (80% pequeños productores). Se estima que existen más de 500.000 ha de cacao (más del 80% corresponde a cacao de aroma), establecidas en sistemas agroforestales. En el continente americano el mayor productor es Brasil con el 18%; le sigue Ecuador con el 6%, y Colombia y México que contribuyen con el 1% de la producción mundial. Se estima que más de 20 millones de personas dependen directamente de este cultivo y que el 90% de la producción es cosechada de minifundios (menos de 5 hectáreas) (Croplife 2022).

1.5.9 Tipos de cacao

Tipos de cacao son: el criollo, considerado el de mejor calidad por su sabor medio, notas muy aromáticas y florales y por presentar almendra blanca; el forastero, que se caracteriza por ser una variedad robusta y resistente a condiciones adversas, es la materia prima de aproximadamente el 80 % de la industria chocolatera al proveer los precursores de notas “básicas”; y el trinitario, que es una combinación del criollo y el forastero, caracterizado por presentar notas de vino (Sandoval et al. 2020).

1.5.10 Taxonomía

Cacao (*Theobroma cacao L.*), caracterizado por ser un árbol o arbusto de tallos lisos, hojas separadas alternas, hojas oblongas, carnosas, flores de tallos lisos, hojas separadas alternas, hojas oblongas, carnosas, flores unidas en la base, y sus frutos son de forma de bastón, es decir, huevos.

Frutos perfilados, ásperos, con un tumor. Al mismo tiempo, mantiene muchas semillas marrones en el suelo, la epidermis germina (Carrillo López 2022).

Por consiguiente, la sistematización de las especies de *Theobroma cacao* está relativamente bien estudiada y las especies están claramente diferenciadas. Todavía hay preguntas abiertas sobre géneros de *Theobroma* y *Herrania* y la filogenia de ciertas partes de los géneros. La posición filogenética exacta y los antecedentes evolutivos de *Theobroma cacao* en el género *Theobroma* no se han dilucidado por completo.

La clasificación taxonómica del cacao se presenta en la Tabla 1

Tabla 1.- Taxonomía de cacao

Cacao	
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Sterculioideae
Especie y Género	<i>Theobroma cacao</i> L.

Fuente: Elaborado con base a INIAP (2016)

1.5.11 Principales plagas y enfermedades del cacao

Las enfermedades de los cultivos son un problema creciente en el mundo, se estima que por su efecto se pierde entre un 20-40% de la productividad global; aunque se espera que la demanda de cacao siga creciendo, la productividad de este ha disminuido considerablemente a causa de la reducción de la fertilidad natural del suelo, aumento de plagas y enfermedades, un clima cada vez más seco y cálido (Sandoval et al. 2020).

De manera que se menciona que las enfermedades son un problema importante en la producción de granos de cacao y pueden provocar pérdidas de hasta el 90%. Desde el punto de vista del

parásito, *Moniliophthora roreri* es el verdadero factor que limita la supervivencia del cacao criollo. Los datos obtenidos muestran que afecta al 100% del cacao y destruye el 76,98% de la producción. Conocer la dinámica de las principales plagas y enfermedades del cacao nos permite establecer estrategias de manejo integrado. Además, al enumerarlos, el fabricante puede identificarlos y realizar un control detallado.

Según Sandoval et al. (2020), las principales enfermedades y plagas que afectan el cultivo son: Moniliasis, Phytophthora, virus de los brotes inflamados del cacao (CSSVD), y perforadores del fruto.

Moniliasis: Es causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, considerada la principal enfermedad que afecta los cultivos de cacao en Colombia y otros países de América central y Suramérica. Produce pequeñas esporas e infecta principalmente a especies de los géneros *Theobroma* y *Herrania* (Sandoval et al. 2020).

Phytophthora: Conocida como la vaina negra de cacao, causada por algunas especies del género *Phytophthora*. Es también una de las enfermedades más limitantes en el cultivo. El patógeno puede infectar diferentes estados de desarrollo de la planta, causando tizón en plántulas y tejidos vegetativos de árboles maduros, cancro en el tallo, y en las vainas de los árboles ocasionar la pudrición de la vaina de *Phytophthora* (Sandoval et al. 2020).

Virus de los brotes inflamados del cacao (CSSVD): La CSSVD (Cocoa Swollen Shoot Virus Disease, por sus siglas del inglés) es uno de los factores que más ha limitado la productividad de los cultivos de cacao en el oeste africano por más de ochenta años, siendo particularmente severa en Ghana donde se ha observado desde 1922 (Sandoval et al. 2020).

Perforadores del fruto de cacao: En los últimos años en el continente americano se han disparado las alertas a causa de insectos que perforan el

fruto del cacao, causando una serie de daños, tanto a la almendra como a los procesos postcosecha (fermentación previa de las almendras). Son diversas las especies de insectos que atacan el fruto del cacao, en su mayoría las identificadas son del orden Lepidoptera (Sandoval et al. 2020).

1.5.12 Consideraciones edafoclimáticas

El desarrollo de las plantas de cacao y su rendimiento está íntimamente relacionado con las condiciones medio ambientales del lugar donde se va a cultivar. Debido a eso, los factores climáticos influyen en la producción de la plantación, por lo cual, las condiciones térmicas, de humedad y luminosidad deben ser las óptimas para el cultivo. La época de floración, brotación y cosecha están regulados por el clima. Los factores climáticos, exigen la implementación de calendarios agroclimáticos para un óptimo desarrollo del cultivo (Téllez Centeno y González González 2019).

En general, el cacao prefiere los suelos con un horizonte húmico de color oscuro uniforme, con profundidad mayor a un metro. Son suelos bien drenados, con buena capacidad de retención de humedad y con buena aireación. El pH debe tener valores entre 5 y 8. En períodos secos, los suelos con escasa reserva de agua pueden satisfacer parte de su demanda, a partir de la humedad relativa alta al reducir el stress de la planta y la evapotranspiración (Téllez Centeno y González González 2019).

Los elementos del clima con mayores efectos sobre el establecimiento adecuado de las plantaciones de cacao y su óptima producción son la precipitación, la temperatura y la humedad. Cuando los rangos de temperatura, humedad y precipitación que requiere el cacao no son los óptimos, o las zonas donde se desarrolla no cumplen con las condiciones adecuadas, es posible que se presenten situaciones indeseadas como la alta inhibición de flores, tardanza en la maduración de frutos, poco desarrollo del árbol y sus frutos, bajos rendimientos de producción y gran susceptibilidad a plagas y enfermedades como *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmeri*

(principales enfermedades del cultivo) (Téllez Centeno y González González 2019).

1.5.13 Manejo agronómico de la plantación del cacao

El manejo agronómico de una plantación de cacao consiste en una serie de actividades que se deben realizar a lo largo de su vida. Una vez que se establece una plantación, incluye el control de malezas (malas hierbas), fertilización, poda, regulación de la sombra, control de insectos y otros microorganismos benéficos, control de plagas, control de enfermedades y cosecha (Téllez Centeno y González González 2019).

El suelo es el elemento básico que sustenta el desarrollo de las plantaciones de cacao. Debe protegerse de la luz solar directa, ya que degradará rápidamente cualquier humus que pueda contener. Por esta razón, se requiere un manejo adecuado de la sombra y la hojarasca, arado bajo y la menor siega posible. La sombra ayuda a retener la humedad en la estación seca. El cacao es una planta muy sensible al encharcamiento, por lo que se debe utilizar un drenaje adecuado para evitar el encharcamiento. La construcción de canales para recolectar y drenar el exceso de agua de lluvia evitara la eliminación de la hojarasca y los horizontes del suelo.

1.5.14 Aspectos ambientales en el cultivo de cacao

Es un cultivo idealmente desarrollado en sistemas agroforestales donde se asocian cultivos de corto plazo, cultivos de sombra de corto plazo y cultivos de sombra de largo plazo con el cacao. Refleja varios aspectos positivos desde el punto de vista ambiental y productivo, por ejemplo: preservación de la diversidad biológica, protección o cultivo de microclimas favorables, aumento de la productividad de la flora y fauna, diversificación de la producción, integración de la producción forestal con la agricultura, reducción del riesgo para los agricultores, la reducción de los efectos nocivos del impacto del sol, el viento y la lluvia en la tierra, combinar los mejores

conocimientos tradicionales con los conocimientos modernos y garantizar la sostenibilidad (Téllez Centeno y González González 2019).

Los procesos agrícolas en el cultivo del cacao tienen diferentes impactos ambientales, que pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Las influencias negativas tienden a cambiar las condiciones del entorno y viceversa. De manera similar, describimos las amenazas naturales como elementos del medio ambiente que son peligrosos para los humanos, causados por fuerzas externas a los humanos: todas las atmosféricas, hidrológicas, geológicas (particularmente terremotos y volcanes) e incendios, la gravedad y la frecuencia pueden afectar negativamente a las personas, sus estructuras y actividades.

1.5.15 Mal uso de los plaguicidas asociados al cultivo de cacao

La creciente preocupación mundial por el daño a la salud humana, el medio ambiente, la biodiversidad y la seguridad alimentaria causado por el uso excesivo de pesticidas sintéticos ha llevado al rechazo generalizado del control químico de plagas (CQP) en la producción agrícola. En este contexto, la agricultura moderna enfrenta el desafío de aumentar la producción agrícola al tiempo que protege el medio ambiente y la salud humana y brindan soluciones sostenibles donde el uso seguro y racional de pesticidas sintéticos pueden ser un factor clave en la escasez de alimentos en el futuro. (Viera-Arroyo et al. 2020).

Por lo tanto, los impactos de los pesticidas en los ecosistemas son grandes y, a menudo, están interrelacionados. Los impactos biológicos y ambientales se consideran advertencias de posibles impactos en la salud humana. Los principales tipos de efectos se enumeran a continuación, pero variarán según el tipo de organismo y pesticida estudiado. Es difícil hacer generalizaciones porque los diferentes pesticidas tienen efectos muy diferentes en los organismos acuáticos. Es importante destacar que muchos de estos

efectos son crónicos (no letales), a menudo pasan desapercibidos para los observadores casuales y afectan cadenas alimentarias completas.

Los pesticidas y otros contaminantes que constituyen al ambiente natural pueden afectar a las plantas y animales silvestres. La ciencia de estudiar estos efectos se denomina ecotoxicología. La ecotoxicología es una mezcla de ecología, fisiología, toxicología, química analítica, biología molecular y matemáticas. La ecotoxicología estudia los impactos de los contaminantes, comprendidos los pesticidas, en las personas, las poblaciones, las comunidades naturales y los ecosistemas. Comunidades de seres vivos y los medios en los que viven ecosistemas (Cuyubamba Meza 2021).

Los ecosistemas incluyen estanques, desiertos, ríos, pastizales y bosques, y también pueden verse afectados por pesticidas. Los ecotoxicólogos asimismo estudian lo que les acontece a los plaguicidas mismos, a dónde van en el medio ambiente, cuánto perduran y cómo finalmente se quiebran (Cuyubamba Meza 2021).

Por consiguiente, en muchas regiones del mundo los fertilizantes y los plaguicidas no se utilizan de acuerdo con buenas prácticas agrícolas. En el caso de los plaguicidas, entre las limitaciones pueden incluirse la falta de buenas prácticas aplicables a situaciones locales de cultivo específicas; la capacitación e información inadecuadas para los agricultores; la limitación en la disponibilidad y asequibilidad de productos o equipos de aplicación apropiados, y la falta de equipos de protección personal adecuados y asequibles son dificultades añadidas.

1.5.16 Alternativas ecológicas para el cuidado del cultivo del cacao

Para combatir enfermedades como *Moniliophthora roreri* y diversas plagas que pueden aparecer en los cultivos de cacao se ha utilizado por años agroquímicos sintéticos, que son perjudiciales para los terrenos, medio ambiente y economía de los agricultores, a causa de esto se ha propuesto

elaborar un biopreparado a partir de mucílago de cacao junto con dos ácidos débiles que contribuya a mejorar los aspectos de los cultivos de cacao del país (Moreno et al. 2021).

Los biopreparados son sustancias y mezclas 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. Los fermentos del mucílago se pueden acidificar de forma controlada utilizando ácidos débiles, por ejemplo, aumentando la concentración de ácido cítrico o mezclando con ácido acético (Moreno et al. 2021).

El vinagre es un líquido ácido obtenido de la oxidación del alcohol contenido en el vino, cerveza y otras bebidas fermentadas, debido a la bacteria acetobacter, la misma que en presencia de oxígeno transforma el alcohol en ácido acético. El ácido cítrico es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, aunque puede ser sintetizado vía laboratorio, es considerado un ácido carboxílico versátil y ampliamente utilizado en el campo de la alimentación, farmacéutica, cosméticos, entre otros. Sin embargo, su concentración puede disminuir en los productos fermentados (Moreno et al. 2021).

El ácido cítrico, así como el ácido acético tienen un pH de 3 aproximadamente por lo que son considerados como herbicidas de base natural, básicamente alteran las membranas celulares causando que las plantas desequen, por lo que es recomendable usarlas en plantas jóvenes (Moreno et al. 2021).

1.6 Hipótesis

Ho= No hay influencia en el uso de plaguicidas químicos en el cultivo del cacao y el medio ambiente.

Ha= Los plaguicidas químicos utilizados en el cultivo del cacao influyen en el medio ambiente.

1.7 Metodología de la investigación

Este trabajo fue realizado con una metodología investigativa, en el cual se procede a realizar una investigación bibliográfica, donde recogeremos datos relacionados al mal uso de los plaguicidas asociados al cultivo de cacao, analizando las razones por las cuales se dan las problemáticas planteadas en este proyecto, a las cuales se les buscare posibles soluciones de los hechos formulados en la presente investigación.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El objetivo de esta investigación se llevó a cabo mediante la recopilación de información acerca del uso de los plaguicidas químicos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) y su influencia con el medio ambiente en Ecuador.

Los plaguicidas son un método común de control de plagas. Desafortunadamente, los beneficios que trae la química vienen con muchas pérdidas, algunas lo suficientemente graves como para amenazar la viabilidad a largo plazo de ecosistemas importantes como la tierra.

2.2. Situaciones detectadas

Los plaguicidas son compuestos de gran importancia para el agricultor, que tiene como finalidad prevenir, destruir o controlar diferentes plagas que afectan el cultivo dependiendo del tipo a empelar. Además, estos plaguicidas son flexibles y fácil de utilizar, su accionar es de formar simultanea por lo que al agricultor se le disminuye tiempo en su trabajo de campo.

Los plaguicidas, así como tienen sus beneficios en el cultivo también produce consecuencias desfavorables en el medio ambiente y la salud del agricultor; dado que hay una contaminación en la atmosfera, la cual están provocando cambios climáticos que afectan los cultivos, la pérdida de insectos benéficos, la desaparición y destrucción de especies nativos del territorio.

El mal uso de plaguicidas en el cultivo de cacao es una fuente de preocupación a nivel nacional para los agricultores porque está causando un daño en su salud debido a no usar las medidas necesarias antes de la aplicación de este producto, además de causar una contaminación ambiental

poniendo en riesgo nuestro planeta. Razón por la cual, es necesario identificar estas situaciones para encontrar una mejoría a la problemática planteada.

2.3. Soluciones planteadas

Es primordial generar consciencia en los agricultores, al igual de buscar nuevas alternativas que mejore el uso de plaguicidas en el cultivo de cacao y estos sean reemplazados por plaguicidas de base orgánicos que son elaborados con ácidos esenciales del mismo cultivo y este no afecte al medio ambiente que nos rodea, sus especies nativas y la salud de los agricultores; obteniendo como resultados una mejor producción del cultivo, una protección al agricultor y sobre todo un cuidado a nuestra naturaleza, sin pérdidas en cada zona agrícola de nuestro país.

2.4. Conclusiones

La presente investigación permitió cumplir con el objetivo propuesto, dirigido en analizar el impacto medio ambiental que causan el uso de los plaguicidas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador, obteniendo excelentes resultados y alternativas que mejoren su utilidad, gracias a la información recolectada de manera científica.

En el Ecuador una de las grandes actividades realizadas por los agricultores es el cultivo de cacao o más conocida como la pepa de oro, por su nombre científico *Theobroma cacao*, este es un fruto tropical que crece en suelos bien drenados, buena capacidad de retención de humedad y con buena aireación, que necesita un control de malezas, fertilización, poda, regulación de la sombra, control de insectos y otros organismos, además de control de enfermedades y cosecha, que requiere del uso de plaguicidas para su respectivo control.

Los plaguicidas son compuestos importantes para el tiempo de cultivo de cacao porque ayudan a mantener sano el producto y su árbol, dando un mejor fruto a su consumidor y a base de ellos se creen los diversos productos.

Asimismo, pudimos comprobar a través de la recolección de información que estas sustancias son perjudiciales para el cultivo ya que puede causar daño a nivel ambiental, salud del agricultor, desaparición de especies útiles del cultivo, entre muchas otras consecuencias.

Así mismo, en la presente investigación se propone alternativas ecológicas para el cuidado del cultivo del cacao ayudando a reducir el daño medio ambiental que causa el uso de plaguicidas, estas consisten en crear un producto orgánico de origen vegetal a base de ácido cítrico y el ácido acético que ayuden a mantener en buen estado tanto el árbol como el fruto del cacao.

2.5. Recomendaciones

- Desarrollar nuevas estrategias que mejoren la producción del cultivo del cacao ya que al usar de forma excesiva los plaguicidas puede ocasionar destrucción en el cultivo.
- Realizar nuevas investigaciones de campo por parte de los agricultores, acerca de nuevas formas para eliminar las plagas del cultivo de cacao y así, permita reducir el uso de plaguicidas.
- Concientizar a los agricultores sobre el uso desmedido o mal uso de los plaguicidas, además de su protección antes la utilización de cualquier producto y no cause un impacto ambiental.
- Establecer programas o locales de control biológico que permitan el desarrollo de organismos, técnicas y estrategias de control que aseguren un control natural o biológico efectivo de otras plagas agrícolas, reduciendo así el uso de plaguicidas químicos.
- Promover el uso de biopesticidas no contaminantes por parte de los agricultores para promover el equilibrio y la biodiversidad que son fundamentales para la salud y la fertilidad del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Aguayo, A., Carrera Maridueña, M., & Morante Cajilema, J. (2018). Importancia de la mosquilla forcipomyia spp. En la polinización y producción del cultivo de cacao. *Desarrollo Local Sostenible*, diciembre. <https://www.eumed.net/rev/delos/33/cultivo-cacao.html>
- Campos Carranza, O., & Sarango Moreto, O. (2020). Uso de Plaguicidas Agrícolas y Contaminación de Suelos en el Distrito de Bellavista– Jaén. *Universidad Nacional de Jaén*. <http://localhost/jspui/handle/UNJ/179>
- Carrillo López, M. P. (2022). *Desarrollo de empaques biodegradables a partir de harina de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) para el sector productivo artesanal*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17933>
- Castillo, B., Ruiz, J. O., Manrique, M. A., & Pozo, C. (2020). Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete. *Revista ESPACIOS*, 41(10). <http://www.revistaespacios.com/a20v41n10/20411011.html>
- Córdova, K. S. A., Campoverde, J. Q., Unda, S. B., Montealegre, V. J. G., & Romero, H. C. (2021). Análisis económico de la exportación del cacao en el Ecuador durante el periodo 2014 – 2019. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(3), 2430-2444.
- Croplife. (s. f.). *Moniliasis del cacao*. CropLife Latin America. Recuperado 30 de agosto de 2022, de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/moniliasis-del-cacao>
- Cuyubamba Meza, J. D. (2021). EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL CADMIO Y PLOMO DISPONIBLE EN EL SUELO SOBRE LA DENSIDAD DEL BIOINDICADOR (*Eisenia foetida*) EN LOS CULTIVOS DE CACAO (*Theobroma cacao*), HUAMALIES, HUÁNUCO – 2020. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/2998>

- Díaz, O., & Aguilar, D. C. C. R. B. (2018). Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: Una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30.
- Gavidia, P. 2020. Plaguicidas: efectos dañinos en el medio ambiente y la salud (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2022. Disponible en <https://www.tiempo.com/noticias/actualidad/plaguicidas-medio-ambiente-y-salud.html>.
- Mejía, N. L., Giraldo, J. A. D., Polo, J. C. N., Betancourt, Y. A. R., & Calderon, A. H. (s. f.). *CACAO CRIOLLO: SU IMPORTANCIA PARA LA GASTRONOMÍA, EL TURISMO, CAMBIO CLIMÁTICO Y ALGUNAS PREPARACIONES A BASE DE SUS RESIDUOS*. 39.
- Moreno, S., Morán, E., Quijije, I., & Ochoa, D. (2021). Mucílago de Theobroma Cacao L. como base para un bioantimicrobiano mezclado con dos ácidos débiles: Alternativas ecológicas. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 98-108. <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.173>
- OMS. 2018. Residuos de plaguicidas en los alimentos (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2022. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>.
- Quimi, W. D. C., Castro, M. B. A., Risco, G. S. C., & Cabezas, Y. K. P. (2020). Evaluación socioeconómica del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of business and entrepreneurial studies: JBES*, 4(2), 96-106.
- Sandoval, E. Y. A., Merchán, P. J. A., Rodríguez, A. F. B., Díaz, E. P., & Serrano-Cely, P. A. (2020). Estado actual de la cacaocultura: Una revisión de sus principales limitantes. *Revista Ciencia y Agricultura*, 17(2), 1-11.
- Téllez Centeno, A. L., & González González, J. L. (2019). *Análisis socio ambiental del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en el Centro*

Agroforestal de Wawashang en el año 2017 [Bachelor, Bluefields Indian & Caribbean University]. <http://repositorio.bicu.edu.ni/1181/>

Reyes, C. 2018. Efectos nocivos de los plaguicidas en la salud humana (en línea, sitio web). Consultado 27 jul. 2022. Disponible en <https://panorama-agro.com/?p=2984>.

Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., Perdomo-Quispe, C. E., Pincay-Verdezoto, A. K., Báez-Cevallos, F. J., Vásquez-Castillo, W. A., & Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.