

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SUELO CAUSADO
POR PESTICIDAS APLICADOS EN CULTIVOS TRANSITORIOS EN LA
PARROQUIA PIMAMPIRO-IMBABURA

PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR: CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY DARÍO

DIRECTOR: ING. FRANKLIN SÁNCHEZ MSc.

ABRIL, 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SUELO
CAUSADO POR PESTICIDAS APLICADOS EN CULTIVOS
TRANSITORIOS EN LA PARROQUIA PIMAMPIRO-IMBABURA”**

Trabajo de titulación revisada por el Comité Asesor, previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA:

Ing. Franklin Sánchez MSc.

DIRECTOR


.....
FIRMA

Biol. Renato Oquendo MSc.

ASESOR


.....
Biol Renato Oquendo MSc.
.....
DOCENTE FICAYA.....
FIRMA

Ing. Santiago Salazar MSc.

ASESOR


.....
Ing. Santiago Salazar T. MSc
.....
FIRMA

IBARRA-ECUADOR

ABRIL, 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En el cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual Pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA :	1725222887
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chimarro Imbaquingo Jhony Dario
DIRECCIÓN:	Cayambe-Pichincha
EMAIL:	jhon9293.jc@gmail.com jdchimarroi@utn.edu.ec
TELÉFONO:	0999547807
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SUELO CAUSADO POR PESTICIDAS APLICADOS EN CULTIVOS TRANSITORIOS EN LA PARROQUIA PIMAMPIRO-IMBABURA
AUTOR:	Jhony Darío Chimarro Imbaquingo
FECHA:	08 de abril del 2021
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Franklin Sánchez MSc.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de abril de 2021

EL AUTOR:



.....
Chimarro Imbaquingo Jhony Dario

CC. 1725222887

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la virgen del Quinche por ser los guías, por darme la vida, salud y fortaleza cada día, lo que hace posible que pueda culminar esta etapa de mi vida.

A mi madre y mis abuelos, quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona profesional y de provecho. Por su amor y apoyo incondicional...Gracias.

A la Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables y a todos los docentes por haberme formado académica, ética y profesionalmente.

Un profundo agradecimiento a mi director MSc. Franklin Sánchez por sus valiosos conocimientos, por su guía y apoyo en el desarrollo de esta investigación. Gracias por la confianza, gracias por enseñarme que con predisposición y esfuerzo todo es posible.

A mis asesores Biol. Renato Oquendo y MSc. Santiago Salazar por contribuir con sus conocimientos y experiencia en la mejora de esta investigación. Estén seguros que cada una de sus sugerencias enriquecieron el trabajo.

A mis amigos Liz y Jairo, a mi familia, por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta investigación. Cada uno de sus valiosos aportes están plasmados en este documento.

Jhony Chimarro

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen del Quinche por ser mi fortaleza espiritual, por todas las bendiciones recibidas, por acompañarme y guiarme siempre en todo en todo momento.

A mi madre y mis abuelos, los seres que más admiro, respeto y amo. A mi madre Maria por ser el pilar fundamental en mi vida, por su apoyo incondicional, a mi abuela Victoria por su amor infinito, por apoyarme siempre y forjarme los mejores valores para ser un buen ser humano. A mi abuelo Juan por su apoyo incondicional a lo largo de la vida. “Todo lo que soy es por ustedes, todo lo que hago es para ustedes”

A mi hermano Jhonatan mi compañero de vida, por siempre motivarme a seguir adelante, gracias por ser mi fortaleza y nunca dejarme caer.

A mi familia, porque cada uno de ellos me han apoyado y creído en mi a pesar de las dificultades, porque son mi motor de vida, el que me levanta día a día para luchar y alcanzar esta meta, gracias por estar conmigo en cada momento.

A mis amigas Wendy, Gaby, Andrea y Lissette a ustedes por acompañarme y apoyarme incondicionalmente a lo largo de esta etapa, por su cariño, amistad, confianza en tantos momentos.

Jhony D. Chimarro Imbaquingo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Revisión de antecedente o estado del arte	1
1.2. Problema de investigación y justificación.....	4
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. Pregunta directriz de la investigación.....	7
CAPITULO II.....	8
REVISION DE LITERATURA.....	8
2.1. El suelo	8
2.1.1. Definición de suelo	8
2.1.2. Constituyentes orgánicos del suelo.....	8
2.1.3. Propiedades físicas del suelo	9
2.1.4. Propiedades químicas del suelo	12
2.1.5. Propiedades fisicoquímicas del suelo	13
2.1.6. La agricultura.....	14
2.1.7. Microorganismos en el suelo	15
2.1.8. La agricultura convencional y el impacto en el suelo.....	16
2.1.9. Plagas	17
2.1.10. Enfermedades.....	17
2.1.11. Métodos de control	17
2.1.12. Pesticidas	18
2.1.13. Metales pesados en el suelo	22

2.1.14. Recuperación de suelos degradados por la agricultura.....	22
2.2. Marco legal.....	23
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	23
2.2.2. Código Orgánico Ambiental.....	24
2.2.3. Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales	24
2.2.4. Ley Orgánica de Salud.....	25
CAPITULO III.....	27
METODOLOGÍA.....	27
3.1. Descripción del área de estudio.....	27
3.2. Métodos	28
3.2.1 Determinación de la frecuencia y tipo de pesticidas utilizados para la producción agrícola de cultivos de ciclo corto.	28
3.2.2. Determinación de la carga microbiana y la presencia de metales pesados en el suelo.	29
3.2.3. Medición del impacto ambiental producido en el suelo	31
3.3.4. Propuesta de estrategias de mitigación del impacto negativo determinados en el suelo por la aplicación de los pesticidas.....	33
3.3. Materiales y Equipos	33
CAPITULO IV.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Determinación de la frecuencia y tipo de pesticidas utilizados en la producción de cultivos de ciclo corto.....	35
4.1.1. Cultivos más representativos.	35
4.1.2. Principales enfermedades	37
4.1.4. Tipos de pesticidas aplicados en la atenuación de enfermedades de los cultivos 40	
4.1.5. Plagas en los cultivos de ciclo corto	41

4.1.7. Tipo de pesticidas aplicados en la atenuación de plagas de los cultivos	42
4.2. Determinación de la carga microbiana y presencia de metales pesados en el suelo agrícola de la parroquia Pimampiro.....	43
4.2.1. Carga microbiana.....	44
4.2.2. Metales pesados	49
4.2.3. Comparación de los resultados de análisis de laboratorio por cultivos con los límites permisibles del acuerdo ministerial 097-A de la sección de suelos	55
4.3. Determinación del impacto ambiental producido en el suelo	59
4.4. Diseño de estrategias de mitigación de los impactos negativos determinados en el suelo con la aplicación de los pesticidas	63
4.4.1. Matriz FODA	63
Justificación de los elementos de cada uno de los elementos que se muestran en el análisis FODA.....	64
4.4.2. Identificación de estrategias.....	66
CAPITULO V	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. Conclusiones	72
5.2. Recomendaciones	73
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la materia orgánica del suelo.....	9
Tabla 2. Clasificación de los elementos del suelo según su tamaño.....	10
Tabla 3. Permeabilidad del suelo en función de valores de la conductividad hidráulica.....	11
Tabla 4. Clasificación de los pesticidas	19
Tabla 5. Factores que intervienen en la evolución de un pesticida en el suelo.....	21
Tabla 6. Límites permisibles del acuerdo ministerial 097-A anexo 2.....	30
Tabla 7. Modelo para el desarrollo de la ecuación de la matriz de Conesa-Fernández	31
Tabla 8. Materiales y equipos que se utilizaran en la investigación	33
Tabla 9. Resultado de aerobios totales en tres cultivos y un testigo.....	44
Tabla 10. Resultado de la comparación de presencia de levaduras en tres cultivos y un testigo.....	46
Tabla 11. Resultado de la comparación de presencia de mohos en tres cultivos y un testigo.....	47
Tabla 12. Resultado de presencia de Cadmio en tres diferentes cultivos y un testigo.	49
Tabla 13. Resultado de presencia de Zinc en tres diferentes cultivos y un testigo.	50
Tabla 14. Resultado de presencia de Cobre en tres diferentes cultivos y un testigo.	52
Tabla 15. Resultado de presencia de Níquel en tres diferentes cultivos y un testigo	53
Tabla 16. Resultado de presencia de Plomo en tres diferentes cultivos y un testigo	54
Tabla 17. Comparación de los metales pesados en el cultivo de arveja con los límites permisibles.....	56
Tabla 18. Comparación de los metales pesados en el cultivo de maíz con los límites permisibles.....	56
Tabla 19. Comparación de los metales pesados en el cultivo de tomate riñón con los límites permisibles.....	57

Tabla 20. Comparación de los metales pesados de las muestras testigo con los límites permisibles.	58
Tabla 21. Matriz de identificación, evaluación y priorización de impactos ambientales.....	60
Tabla 22. Análisis FODA del área de estudio.....	63
Tabla 23. Cruce de variables FODA	66
Tabla 24: Educación ambiental.....	68
Tabla 25: Creación y fortalecimiento de organizaciones agroecológicas	69
Tabla 26. Establecer el manejo integrado de plagas	70
Tabla 27. Manejo sustentable para producción agrícola.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos que influyen en la evolución de los pesticidas	21
Figura 2. Mapa de ubicación de la Parroquia Pimampiro	27
Figura 3. Imagen de uso de suelo en la parroquia Pimampiro	35
Figura 4. Cultivo de ciclo corto más representativos en la cabecera cantonal Pimampiro	36
Figura 5. Principales patógenos que afectan a los cultivos	38
Figura 6. Principales hongos causantes de enfermedades en los cultivos de ciclo corto de la Parroquia Pimampiro	38
Figura 7. Principales bacterias causantes de enfermedades en los cultivos de ciclo corto de la Parroquia Pimampiro	39
Figura 8. Tipo de pesticidas aplicados en el control de enfermedades en los cultivos de la parroquia Pimampiro.	40
Figura 9. Principales plagas en los cultivos de ciclo corto de la Parroquia Pimampiro.	41
Figura 10. Tipo de pesticidas aplicados en el control de plagas en los cultivos de la parroquia Pimampiro	42
Figura 11. Puntos de muestreo en parcelas agrícolas y áreas sin intervención en la Parroquia Pimampiro	44
Figura 12. Presencia de aerobios totales en cuatro muestras de suelo.	45
Figura 13. Presencia de levaduras en cuatro muestras de suelo	46
Figura 14. Presencia de mohos en cuatro muestras de suelos	48
Figura 15. Nivel de concentración del Cadmio en cuatro muestras de suelo.	50
Figura 16. Nivel de concentración de Zinc en cuatro muestras de suelo.	51
Figura 17. Nivel de concentración de Cobre en cuatro muestras de suelo.	52
Figura 18. Nivel de concentración del Níquel en cuatro muestras de suelo.	54
Figura 19. Nivel de concentración del Plomo en cuatro muestras de suelo	55

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SUELO CAUSADO
POR PESTICIDAS APLICADOS EN CULTIVOS TRANSITORIOS EN LA
PARROQUIA PIMAMPIRO-IMBABURA

Trabajo de titulación

Autor: Chimarro Imbaquingo Jhony Dario

RESUMEN

La agricultura es una de las actividades más importantes en la mayoría de los países, fuente generadora de alimentos que se da a partir del manejo de los ecosistemas naturales por parte del ser humano. En la parroquia Pimampiro es la actividad principal para el desarrollo económico de los habitantes, cubre con el 17.70% de la superficie total. La presente investigación se realizó para determinar el estado de contaminación del suelo agrícola de la parroquia Pimampiro a causa de los pesticidas aplicados en el control de plagas y enfermedades, con el fin de plantear estrategias encaminadas a reducir el uso progresivo de estos agroquímicos. Para determinar los cultivos más representativos y los pesticidas más utilizados se realizó una encuesta a 66 agricultores de la parroquia. De este modo, se muestreó los suelos de los cultivos de tomate riñón, maíz, arveja y un testigo para un análisis de laboratorio, en donde se evaluó la carga microbiana y la presencia de Cd, Zn, Cu, Ni, Pb, adicionalmente se aplicó la matriz de Conesa Fernández para determinar los impactos negativos potenciales. Los resultados mostraron que, existe carga microbiana estable, con respecto a los metales pesados Cd y Cu son los metales que están sobre los límites permisibles planteados del acuerdo ministerial 097-A anexo 2, finalmente se evidencio que el Metomilo y el Carbosulfan son los ingredientes activos que indican un alto nivel de impacto en el suelo por su composición.

Palabras clave: pesticidas, impactos negativos potenciales, carga microbiana, límites permisibles.

ABSTRACT

Agriculture is one of the most important activities in most countries, a source of food that occurs from the management of natural ecosystems by humans. In the Pimampiro parish it is the main activity for the economic development of the inhabitants, it covers 17.70% of the total area. The present investigation was carried out to determine the state of contamination of the agricultural soil of the Pimampiro parish due to the pesticides applied in the control of pests and diseases, in order to propose strategies aimed at reducing the progressive use of these agrochemicals. To determine the most representative crops and the most widely used pesticides, a survey was conducted of 66 farmers in the parish. In this way, the soils of the kidney tomato, corn, pea and a control crops were sampled for a laboratory analysis, where the microbial load and the presence of Cd, Zn, Cu, Ni, Pb were evaluated. applied the Conesa Fernández matrix to determine potential negative impacts. The results showed that there is a stable microbial load, with respect to the heavy metals Cd and Cu are the metals that are above the permissible limits established in the ministerial agreement 097-A annex 2, finally it was evidenced that Methomyl and Carbosulfan are the ingredients assets that indicate a high level of impact on the soil due to their composition.

Key words: pesticides, potential negative impacts, microbial load, permissible limits.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Revisión de antecedente o estado del arte

La agricultura es una de las actividades más importantes en la mayoría de los países del mundo, fuente principal generadora de alimentos, creado a partir de un ecosistema natural manipulado por el ser humano en muchos de los casos manejados por un sistema intensivista (Tello, 2013). De este modo, la producción agraria ha tomado fuerza y creado una dinámica en la producción y economía de los sectores rurales, lo que ha ocasionado que la expansión de la frontera agrícola sea aún más notable en los últimos años (Grammont, 2010).

Con aparición de la Revolución Verde, las estrategias de cultivo fueron modificándose, la tasa de productividad se elevó notablemente, así como la producción extensiva y el uso de tecnologías avanzadas (Ceccon, 2008). De este modo, la implementación de sistemas tecnológicos en los países desarrollados cada vez fue más notable basados en el uso de agroquímicos, el mejoramiento genético de semillas, sistemas de riego y maquinaria agrícola, lo que generó el aumento en el rendimiento de la producción, lo que ha causado el agotamiento de los recursos naturales y destrucción de ecosistemas naturales (Alba, Burgos, Cárdenas, Lara, Sierra y Montoya, 2013).

En este contexto, en los últimos años el uso de agroquímicos utilizados en el control de plagas y enfermedades se ha elevado notablemente, lo que ha provocado contaminación en las zonas limítrofes, fuentes y reservas hídricas, además de mermar la calidad del suelo y causar problemas de salud a la población expuesta a este tipo de productos (Rigotto, Candido, Monteiro, Ferreira y Pontes, 2013). No obstante, se han creado restricciones acerca del uso de pesticidas, eliminando el uso de algunas sustancias tóxicas e implementando nuevos productos de riesgo reducido, brindando ventajas con relación a los productos más antiguos, aportando de manera positiva y reduciendo el impacto sobre el ambiente (Devine, Eza, Ogusuku y Furlong, 2008).

El control del uso de plaguicidas ha cobrado importancia en la sociedad, lo cual ha llevado a establecer límites máximos permisibles de residuos, estos límites varían según la legislación de cada estado, enfocados en la conservación de los recursos naturales y el entorno (Aparicio et al., 2015). En la ciudad de Montevideo, el nivel de impacto producido por pesticidas ha sido evaluado mediante análisis químicos y biológicos, apoyados por encuestas a los agricultores para posteriores cálculos de índices categóricos teóricos en función del tipo y frecuencia de aplicación de los productos químicos, para la complementación se determinó los niveles de residuos de plaguicidas en suelo y agua mediante análisis químicos, al mismo tiempo, se evaluó los niveles de toxicidad obtenidos mediante bioensayos (Núñez et al., 2007).

En el mismo contexto, en la costa caribeña de Colombia se realizó un estudio para la evaluación del impacto en el suelo, se colectó muestras en cinco zonas a una profundidad de 15cm, las muestras fueron procesadas en laboratorio mediante el método de recuento en placa del cual se obtuvo como resultado baja densidad en la población de hongos en relación a la densidad que poseen los suelos tropicales, esto debido a los niveles inadecuados de materia orgánica (Melo, Ariza, Lissbrant y Tofiño, 2015). De forma similar, un estudio en Bella Suiza del municipio de Villavicencio en Colombia, el conteo de microorganismos mediante la técnica de disolución seriada ayudó a determinar el grado de impacto que causan los pesticidas en el suelo, de esta forma se obtuvo resultados que muestran los efectos negativos de los agroquímicos en la presencia y variabilidad microbiológica, lo que provoca una disminución notable en la calidad del suelo (Chávez, Ortiz y Ortiz, 2013).

Del mismo modo, Chambi, Orsag y Niura (2017), realizaron un estudio en el municipio de Poopó-Bolivia para determinar el contenido de metales pesados en suelos agrícolas, en donde se colectaron las muestras de suelos de cuatro cultivos de ciclo corto, posterior a esto se realizaron análisis de laboratorio mediante el método de espectrofotometría de absorción atómica, lo que dio como resultado cargas de; arsénico 29 mg/kg, zinc 140 mg/kg y plomo 85 mg/kg, superando los niveles máximos permisibles en concentraciones totales establecidos en las normas ambientales de Ecuador y Holanda. De igual manera, en Mayabeque-La Habana, se

realizó un estudio para evaluar la presencia de metales pesados, se empleó espectrofotometría de absorción atómica, obteniendo de esta manera resultados de; cromo 154 mg/kg, níquel 317mg/kg, cobre 421 mg/kg, zinc 415 mg/kg y plomo 173 mg/kg, valores superiores a los que muestran los estándares de tierras Holandesas (Delince, Valdez, López, Izquierdo, y Balbín, 2015).

Por otro lado, Schaaf (2015), realizó estudios de valoración de impactos en la localidad de San Vicente, Argentina, en el cual se recolectó información a partir de encuestas a los productores, trabajadores e ingenieros de la localidad, de esta manera se obtuvo información sobre tipo de cultivos, información de pesticidas aplicados para cada tipo de problemas, cuyos resultados fueron modelados en una matriz de impactos ambientales, mostrando como resultados que la aplicación insecticidas en el control de plagas generan alta toxicidad con una valoración de impacto ambiental promedio de 433 en relación a los herbicidas y fungicidas que tienen valores de toxicidad que oscilan entre 170 y 330. No obstante, se realiza un estudio en Mendoza, Argentina, por medio del cálculo del Cociente de Impacto Ambiental, con el fin de comparar el impacto ambiental de los principales pesticidas aplicados, de esta manera se obtuvo como resultado una contaminación difusa por los componentes tóxicos de los productos utilizados en la zona (Mansilla, 2017).

En Ecuador, en el Cantón Píllaro, para la obtención del impacto ambiental en cultivo de papa se realizó análisis de laboratorio de microflora y microfauna, inventarios de los pesticidas, frecuencia de aplicación, y cantidades, lo cual dio como resultado un impacto ambiental del 70.81%, dato muy superior al testigo que apenas obtuvo el 11.32% (Llumiquinga, 2009). De la misma forma, en la Parroquia San Joaquín, Cuenca, se determinó el nivel de contaminación de suelos mediante el método de cromatografía de gases con detección de espectrofotometría de masa en tándem, con el objetivo de determinar la concentración y comparar con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ecuatoriana, de esta forma, se obtuvo resultados que determinaron que no existen diferencias significativas y la contaminación es relativa entre baja y media (Izquierdo, 2017).

Del mismo modo, en la Parroquia el Quinche, Cantón Quito, se realizó un estudio en cultivos de fresa y tomate riñón en donde se colectaron muestras de suelo a una profundidad de 30cm, las muestras fueron analizadas mediante el método de espectrofotometría de adsorción atómica, de esta manera se obtuvieron resultados de cadmio de 0.5mg/kg, por otro lado el plomo con un valor de 60 mg/kg, los cuales fueron comparados con la normativa ecuatoriana lo que mostro que los suelos de esta zona no sobrepasa los niveles permitidos de remediación de suelos (Escobar, 2016).

1.2. Problema de investigación y justificación

La problemática ambiental que se vive en el mundo actual se muestra por consecuencias de un desmedido uso de los recursos naturales por parte del ser humano. Machini, López y Manzanares (2012), manifiestan que: “La agricultura es una de las principales actividades que aportan con impactos negativos al deterioro del ambiente y los ecosistemas”. De este modo el impacto de la agricultura se da por medio de acciones para la obtención de mayor producción, empleando insumos que se extraen del entorno, los efluentes, vertidos y residuos que se producen, transformando el entorno drásticamente (Gómez y Gómez, 2012).

En este contexto, la agricultura ha sido una de las actividades más importantes para el desarrollo de las naciones, de este modo, la que contribuye en gran medida a la contaminación del suelo, agua y aire, lo que a llevando a la destrucción de ecosistemas y hábitats, una de las principales causas es el uso desmedido de productos químicos utilizados con el fin de controlar plagas y enfermedades en los cultivos de manera que no se vea afectada la producción, de esta forma, el suelo al estar expuesto durante periodos prolongados a la aplicación de tóxicos pierde su calidad edáfica y la capacidad de resiliencia, lo que motiva a los agricultores a la aplicación de fertilizantes, que a largo plazo por bioacumulación afecta al recurso hídrico (Marco y Reyes, 2004).

De este modo, el uso indiscriminado de insumos agrícolas altera significativamente los constituyentes orgánicos y vivos del suelo, por lo que el equilibrio ecológico es

modificado, reduciendo de manera paulatina la población bacteriana entre un 65% a un 72% de su total, lo que provoca un bajo nivel de nutrientes para el suelo, reduciendo su capacidad de producción (Encina y Ibarra, 2012). En efecto, se observa contaminación por metales pesados, residuos de la aplicación de agroquímicos, de manera que el suelo, el agua son los recursos que se ven afectados directamente, del mismo modo, la producción es menos limpia y es parte de una cadena de bioacumulación que puede causar alteraciones en la seguridad alimentaria (Balderas, Cajuste, Lugo y Vázquez, 2003).

Según Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Pedro de Pimampiro, (2014), tanto el cantón, como la parroquia Pimampiro son las zonas con producción agrícola más altas del norte del país, con 3 855 has con producción de cultivos de ciclo corto, de tal manera que el índice de explotación de suelo más elevado, a pesar que en la actualidad se han creado organizaciones de productores agroecológicos, el índice de producción por agricultura convencional se mantiene, desatando la problemática de destrucción del suelo, los factores de esta problemática es el desmedido uso de los pesticidas, como uno de los métodos para el control de plagas y enfermedades, sin medir el grado de impacto que sufren los recursos naturales, entre estos el más afectado el suelo, perdiendo su capacidad fértil y riqueza microbiológica, ocasionando abandonos de parcelas e invasión de otros ecosistemas.

El presente trabajo de investigación está centrado en realizar una evaluación del impacto sobre el suelo que causa el uso de los pesticidas en cultivos transitorios, en la parroquia de Pimampiro, la investigación está inmersa en el proyecto: Estudio de la contaminación por pesticidas en zonas agrícolas donde predominan cultivos transitorios en la Provincia de Imbabura.

El aporte fundamental de la investigación se basa en la necesidad de reducir la degradación del suelo por la posible presencia de residuos tóxicos derivados de los agroquímicos, a partir de indagación a los agricultores de la parroquia, con el fin de identificar los tipos de pesticidas que se están aplicando, para posterior al análisis

plantear estrategias encaminadas a una agricultura amigable con el ambiente, en busca de una sostenibilidad del suelo y la producción. El suelo es un recurso natural no renovable, primordial para la producción de alimentos, por lo que el 95% de esta producción depende de este recurso lo que exige constantes rediseños en el sistema agrícola con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria (Burbano, 2016).

Según Silva y Correa (2012), los rediseños agrícolas promueven la contaminación del suelo, dando lugar a una degradación edáfica de manera que el principal afectado es el suelo circundante y el sustrato geológico, en consecuencia, se da la alteración del ciclo biogeoquímico lo que contribuye directamente a la disminución cualitativa y cuantitativa de los microorganismos. En este contexto, la contaminación del suelo por exposición constante a pesticidas y sus ingredientes activos genera acumulación, de tal manera que condiciona los factores y características de los suelos, lo que ha tenido como consecuencia pérdida de estos, afectación a ecosistemas aledaños y efectos adversos en la salud de los seres humanos (Leal et al., 2014). Por otro lado, Díez (2010), manifiesta que, algunas sustancias sintéticas que los agroquímicos contienen son extremadamente resistentes a la biodegradación por la flora nativa y a pesar de que el suelo mantenga un pH óptimo, la adsorción y desorción se tornan cada vez más nulas, de tal manera que, el suelo pierde sus propiedades de resiliencia, su capacidad productiva, la fauna edáfica desaparece, lo que genera abandono de parcelas y expansión de la frontera agrícola.

Por lo tanto, la conservación del suelo es una necesidad muy importante que se ha consolidado a través del tiempo, buscando la manera del uso del recurso de una manera sustentable tanto que sea esencial para sostener la calidad del ambiente y la calidad de vida del planeta (Tobasura, Obando, Moreno, Morales y Henao, 2015).

Según Vallejo (2013), el plantear estrategias para la conservación juegan un papel muy importante, pero para eso es transcendental la selección y uso de indicadores de calidad, medios que proporcionen información los cambios que sufre las propiedades edáficas como consecuencia del uso y el manejo.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el impacto ambiental en el suelo, causado por pesticidas aplicados en cultivos transitorios en la parroquia Pimampiro-Imbabura

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la frecuencia y tipo de pesticidas utilizados para la producción de cultivos de ciclo corto.
- Determinar la carga microbiana y la presencia de metales pesados en el suelo.
- Determinar el impacto ambiental producido en el suelo.
- Proponer estrategias de mitigación de los impactos negativos determinados en el suelo por la aplicación de los pesticidas.

1.4.Pregunta directriz de la investigación

¿Qué tipos de impactos sufre el suelo de cultivos transitorios sobre los que se aplican pesticidas, en la Parroquia de Pimampiro?

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El suelo

2.1.1. El suelo como recurso

El suelo es un medio poroso heterogéneo muy complejo, en donde las propiedades físicas, químicas y biológicas interactúan entre sí, ejerciendo influencia sobre características como la hidrología y disponibilidad de nutrientes. Su composición fisicoquímica es la que le confiere su carácter complejo: los diversos procesos de cambios a los que está sometido son los que definen como un cuerpo dinámico. Estos cambios pueden ser reversibles o irreversibles y determinan la fertilidad que presenta el suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2000).

2.1.2. Constituyentes orgánicos del suelo

La materia orgánica en el suelo puede tener diversas procedencias, entre las que cabe destacar:

- a) Restos de residuos de plantas y animales: biomasa incorporada de forma natural procedente de cualquier ecosistema, materiales de origen orgánico aportados por el hombre a los agroecosistemas (estiércol, restos de cosechas) o productos resultantes de síntesis industriales (productos fitosanitarios).
- b) Descomposición de los tejidos orgánicos por acción mecánica de la fauna y los microorganismos.
- c) Reorganización de algunos productos de la degradación, con síntesis microbiana de nuevos componentes orgánicos.

Cuando el ciclo vital de esta biomasa finaliza, los restos se van depositando en la superficie o en el interior del suelo y se van descomponiendo lentamente. Los microorganismos del suelo aportan sus excreciones y propia biomas. Si existe cultivos, también existirán aportes de materia orgánica procedentes del abonado (Martínez, Fuentes y Acevedo, 2008).

- **Localización de la materia orgánica en el suelo**

La materia orgánica está localizada en los epipedones de un perfil. Su cantidad es muy variable en función del tipo de biomasa vegetal que contenga, pero, en cualquier caso, a medida que se profundiza en el perfil orgánico va disminuyendo. Los suelos con un mayor contenido de materia orgánica (>20%) son los de zonas húmedas, mientras que los suelos de zonas áridas tienen cantidades menores (hasta 0,5%, en casos extremos). En los suelos agrícolas el cultivo continuado aumenta la tasa de mineralización e incrementa el déficit materia orgánica (FAO, 2000).

- **Composición de la materia orgánica del suelo**

En el estudio de la composición de la materia orgánica del suelo, tenemos la siguiente clasificación (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de la materia orgánica del suelo

Materia orgánica fresca o materia orgánica no humificada
<ul style="list-style-type: none">• Biomasa vegetal y vegetal senescente• Biomasa microbiana
Materia orgánica transformada en humus
<ul style="list-style-type: none">• Sustancias no húmicas:
Materiales orgánicos sencillos: azúcares y aminoácidos.
Materiales orgánicos de elevado peso molecular: polisacáridos y proteínas
<ul style="list-style-type: none">• Sustancias húmicas (humus en sentido estricto)

Fuente: FAO, (2000).

2.1.3. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas del suelo están condicionadas por la masa total del mismo. Son una función de sus componentes tanto en lo que se refiere al tamaño como a su naturaleza: es por eso por lo que una de las propiedades más influyentes es la distribución por tamaños de las partículas edáficas (Andón y Fernández, 2008).

- **Textura**

La fracción mineral se puede estudiar en función de los tamaños de sus partículas; los cuales van desde fragmentos de roca de más de un metro, hasta partículas menores de micrómetro. La textura es una expresión sintética de las características

del suelo, dependientes del tamaño de las partículas. A continuación se muestra la clasificación de los elementos del según su tamaño (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los elementos del suelo según su tamaño

Elementos gruesos (Diámetro > 2 mm)		Tierra Fina (Diámetro < 2mm)	
Bloques	Más de 25 cm	Arena	Clasificación según sistema USDA o ISSS
Cantos	6 a 25 cm	Limo	
Grava gruesa	2 a 6 cm	Arcilla	
Grava media	0.6 a 2 cm		
Gravilla	0.2 a 0.6 cm		

Fuente: Sánchez-Martín y Sánchez-Camazano (1984)

- **Estructura**

La estructura del suelo es el resultado de la organización espacial de las partículas elementales, arena, limo y arcilla, en unidades compuestas de medida más grande llamadas agregados. Estas unidades estructurales están separadas las unas de las otras por superficies fragmentables y hacen que el suelo tenga un comportamiento diferente al que tendría si una misma proporción de partículas elementales que se encontrara individualizada. La estructura es el resultado de interacciones físico-químicas entre las arcillas y los grupos funcionales de materia orgánica (FAO, 2000).

Los agregados se define como unidades estructurales del suelo, no debidas a procesos artificiales, tales como las labores pues en tal caso se trataría de terrones sino a naturales, resultando de la agrupación de las diferentes partículas, como consecuencias de la floculación y posterior cementación, y cuya característica es su estabilidad frente al agua (Sánchez-Martín y Sánchez Camazano, 1984).

Uno de los aspectos importantes referentes a la formación de agregados es la estabilidad que presentan estos en el tiempo o que tan resistentes son los agregados a fuerzas externas. Se sabe que la materia orgánica y los organismos del suelo influyen directamente la estabilidad de los agregados. A mayor actividad de

organismos y mayor contenido de materia orgánica, los agregados tienden a ser más estables (Anadón y Fernández, 2008).

La agregación de un suelo condiciona el espacio poroso y, por lo tanto, la aireación, la capacidad de infiltración, la permeabilidad, así como la circulación del agua. La estructura condiciona también la erosionabilidad; por ejemplo, si un suelo presenta una estructura que reduce la infiltración del agua, incrementa la escorrentía en su superficie y, por tanto, las posibilidades de que se erosiones. En los suelos agrícolas, la estructura de los horizontes superficiales determina la fertilidad del suelo (FAO, 2009).

- **Permeabilidad**

Una característica asociada a la porosidad es la permeabilidad o facilidad que tiene el suelo para dejarse penetrar por los fluidos. Pero no solo los valores absolutos de porosidad bastan para estimar la permeabilidad del suelo, sino también algunos otros factores como la geometría del sistema poroso. La permeabilidad se indica por la velocidad de circulación del agua de gravedad o conductividad hidráulica (K), y es tanto más elevado cuanto la porosidad no capilar sea más grande. Esto se explica si se toma en cuenta que el agua de gravedad circula a través de los macroporos del suelo, es decir, de los huecos no capilares del mismo Loyola-Gómez, Rivas-Maldonado, Gacitúa-Rojas, (2015).

Tabla 3. Permeabilidad del suelo en función de valores de la conductividad hidráulica

Conductividad hidráulica K (cm/h)	Característica del suelo
K < 0.04	Fuertemente impermeable
0.04 < K < 0.2	Poco permeable
0.2 < K < 2	Permeable
2 < K < 5	Muy permeable
K > 5	Excesivamente permeable

Fuente: Loyola-Gómez, Rivas-Maldonado, Gacitúa-Rojas, (2015)

2.1.4. Propiedades químicas del suelo

Son las que dependen de la parte más íntima del suelo como es su propia composición química. En apartados anteriores se han visto aspectos importantes desde el punto de vista de la génesis del suelo, como es la alteración mineral y la formación de nuevas especies, así como lo relativo a la destrucción de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas (Pereira, Restrepo, Mauro y Montes, 2011).

Tan solo queda considerar unos compuestos que, perteneciendo a la fase sólida del suelo, pueden pasar fácilmente a la fase líquida por ser extraordinariamente solubles, es lo que consideramos las sales solubles del suelo, que incluyen a aquellas cuya solubilidad es más alta que la del yeso (Sánchez-Martín y Sánche- Camazano, 1984).

- **Salinidad del suelo**

En el suelo pueden darse una serie de componentes salinos, caracterizados por su elevada solubilidad en el agua, como son:

- Los cloruros del sodio o de magnesio y en mucha menor proporción, el de calcio o de potasio
- Los sulfatos sódicos y magnésicos
- En algunos casos bicarbonatos, carbonatos y nitratos

La acumulación de estas sales solubles produce el fenómeno de salinización del suelo y el hecho de que el suelo las tenga salinidad. Los suelos en los que se produce esta acumulación de sales más solubles que el yeso, suficiente para interferir en el crecimiento de la mayoría de los cultivos y otras plantas no especializadas, se denominan suelos salinos (Pereira et. al, 2011).

El exceso de sales obliga a la planta a invertir el flujo hídrico normal (suelo-planta-atmosfera) para intentar contrarrestar la acción agresiva por dilución, lo cual provoca la sequedad fisiológica. Otros efectos de sales en la planta puede ser la competencia entre determinados nutrientes, toxicidad, etc. Las sales pueden afectar también a la estructura del suelo, al modificar la composición catiónica del

complejo de intercambio. Es decir, el grado y tipo de salinidad condiciona toda una serie de propiedades del suelo y también los rendimientos de cultivo (Sánchez-Martín y Sánchez Camazano, 1984).

2.1.5. Propiedades fisicoquímicas del suelo

Son las que afectan a los fenómenos de superficie, especialmente a la interfase sólido-líquido. Relacionado con la presencia y distribución de los diferentes iones está la reacción del suelo. Es uno de los factores esenciales en la distribución de las diferentes especies vegetales sobre el planeta, pues cada una tiene unas preferencias determinadas en cuanto al valor del pH del suelo sobre el que habitan, así como unos hábitos nutritivos específicos cuya satisfacción por el suelo está muy condicionada por el pH (Ramírez, 1997).

- **Intercambio iónico**

Es el máximo responsable de los procesos químicos que ocurren en el suelo. Tiene lugar al entrar en contacto la fase sólida (coloidal) del suelo con una solución acuosa, donde las especies catiónicas presentes en la fase líquida pueden ser captadas por la sólida, liberándose a la vez otros cationes que inicialmente se encontraban asociados. Por parte del suelo afecta a las partículas de carga eléctrica: arcillas, materia orgánica y algunos coloides amorfos; al conjunto de estas partículas se le denomina complejo de intercambio (Soto, 2018).

En el suelo, el intercambio catiónico tiene más importancia que el aniónico, teniendo en cuenta que la fase coloidal que interviene en el intercambio es, desde el punto de vista eléctrico, predominantemente de carga negativa formadas fundamentalmente por las ya mencionadas sustituciones isomorfas que tienen lugar en los minerales arcillas. La superficie del coloide cargada (carga negativa) y los iones de la solución acuosa de signo contrario (carga positiva) constituyen lo que se ha dado en llamar una doble capa eléctrica difusa (Cepeda, 1991).

- **Reacción y pH del suelo**

La reacción de un horizonte de un suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del horizonte y se expresa generalmente mediante un valor de pH. Por tanto, la expresión designa la concentración de iones hidronio (H_3O^+) (Soto, 2018).

La escala de pH va de 0 a 14, si bien en los medios edáficos los valores que se obtienen van de 3 a 11. El valor 7 es el indicador de neutralidad, por encima de este valor se pasa el intervalo de basicidad y en los casos extremos (por encima de 8.5) se habla de alcalinidad. Los suelos que presentan un pH alcalino indican condiciones en que hay un predominio del sodio de intercambio. Los valores de pH normales en un suelo se sitúan entre 4.4 y 8.4 (Soriano, 2010).

La acidez del suelo es una propiedad importante por su repercusión en determinados procesos y en la evolución del suelo. Las propiedades físicas del suelo se ven afectadas tanto en condiciones de acidez como de alcalinidad; en ambos casos extremos se puede provocar una dispersión de coloides con destrucción de la estructura. La solubilización y precipitación, así como la movilización y disponibilidad de elementos nutritivos o tóxicos, son condicionados por el pH del medio (Cepeda, 1991).

El pH también afecta a la actividad biológica del suelo, por ejemplo, la acidez favorece la proliferación de los hongos, frente a las bacterias, lo que afectará la fijación del nitrógeno y la evolución de la materia orgánica (Soriano, 2010).

2.1.6. La agricultura

La agricultura es una actividad de conexión entre la época antigua y actual, de esta forma se marcó la expansión de los cultivos, de este modo la ciencia promovió la revolución de la agricultura con la implementación de tecnologías, la utilización de abonos químicos, pesticidas, estudios de edafología, de manera que se marca una diferencia entre los países desarrollados y en vías de desarrollo (Levia, 2014).

La agricultura es una de las actividades con mayor relevancia a nivel mundial, hasta la época media fue una fuente de desarrollo de las naciones, ya que proveía fuentes de trabajo para el sector urbano y rural, en la actualidad este índice ha descendido en cierto grado por la creación de nuevas actividades que ayudan al crecimiento económico, concentrándose solamente en la zona rural (Sánchez y Turčeková, 2017). Según Borja y Valdivia (2015), esta actividad es la única fuente de ingresos de alrededor de 70% de la población rural del mundo, de esta manera se asegura la seguridad alimentaria.

- **El suelo en la agricultura**

El suelo como parte de los ecosistemas y agroecosistemas cumple roles muy importantes, de esta manera aporta en un 95% en la producción mundial de alimentos, por lo mismo se estima que la tercera parte del a la superficie terrestre está dedicada a la producción agrícola, en este contexto el suelo para esta actividad debe ser un poseer un estado sano, sin limitaciones físicas, químicas o biológicas cumpliendo una actividad agrícola sostenible (Burbano, 2016).

La estructura del suelo es una de las características más importantes, las propiedades físicas, químicas y biológicas, son diferentes en cada una de las regiones, todas estas particularidades se muestran afectadas por acción antropogénica, dando lugar al cambio de uso de suelos (Bernal y Hernández 2017). El cambio de cobertura y uso de suelo se da por la capacidad productiva de este recurso, provocando de esta forma una transición ecológica, lo que conlleva a la pérdida de ecosistemas naturales, básicamente enfocado en la producción agrícola con fines comerciales provocando severos impactos al ambiente (Camacho, Camacho, Balderas y Sánchez, 2017).

2.1.7. Microorganismos en el suelo

Según Correa (2013), los microorganismos en el suelo son de vital importancia ya que estos contribuyen a mantener el equilibrio en el ecosistema al ser los agentes principales en el ciclo de los nutrientes, regulando la dinámica de la materia orgánica del suelo y garantizando la sanidad vegetal. Del mismo modo, Ferrera y

Alarcón (2001) manifiestan que la actividad microbiana se realiza desde la superficie del suelo hasta los 20 cm de profundidad, las colonias de estos microorganismos se encuentran alojadas en las raíces de las plantas de las cuales se benefician para obtener nutrientes y cumplir cada una de sus funciones.

- **Importancia de los microorganismos en el suelo**

La importancia de los microorganismos en el suelo depende de la diversidad de cada uno de los ecosistemas, si bien es cierto el nivel de materia orgánica influye en la riqueza y abundancia de este tipo de elementos, pero al contratar con un ecosistema agrícola los microorganismos desarrollan un papel fundamental en cuanto a nutrición vegetal, de la misma forma realizando una simbiosis, del mismo modo, las funciones más importantes de los microorganismos para las plantas están la estimulación para germinar las semillas, el incremento y suministro de nutrientes además de la mejora de la estructura edáfica y protección del estrés hídrico (Acuña et al., 2006).

- **Tipos de microorganismos en el suelo**

En el suelo se puede encontrar abundancia y diversidad de microorganismos, según Beltrán, Rocha, Bernal y Pita (2017), la microbiota del suelo está compuesta por, bacterias, actinomiceto, hongos, algas, virus y protozoarios, cada uno de estos cumpliendo roles fundamentales para mantener el equilibrio en su entorno, dividiéndose en benéficos y perjudiciales dependiendo del ecosistema, además se han hecho importantes y buenos candidatos para resolver inconvenientes en los ecosistemas agrícolas, es por eso que se ha promovido alternativas para la remediación de suelos a partir de los microorganismos benéficos.

2.1.8. La agricultura convencional y el impacto en el suelo

A medida que el mundo se desarrolla, las prácticas agrícolas han ido cambiando con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria; no obstante, se han implementado varias tecnologías, entre ellas la aplicación de sustancias químicas que al aplicarse en grandes cantidades están provocando daños ambientales, deteriorando el suelo (García, 2016). Por otro lado, Escobar (2016), menciona que, los componentes

asociados al libre comercio impulsan el crecimiento agrícola, buscando siempre mayor producción y por ende implementando prácticas modernas con el uso de plaguicidas y fertilizantes para el control de plagas y enfermedades, de esta forma afectando paulatinamente al recurso suelo.

2.1.9. Plagas

Las plagas en un ecosistema agrícola es una población de organismos fitófagos, que disminuyen la producción de un cultivo, afectando directamente la economía del productor, en este grupo se encuentran organismos como; insectos, ácaros, nematodos, caracoles aves y roedores, los mismo que en la mayoría de los casos son controlados mediante la aplicación de sustancias químicas tóxicas, causando impactos negativos al ecosistema agrícola (Falconí, 2013).

2.1.10. Enfermedades

Las enfermedades en los cultivos son síntomas que se observan en campo, producidas por situaciones climatológicas, tipos de cultivo, sistemas de producción, residuos de siembras anteriores, los niveles de cada uno de estos factores pueden favorecer directamente al desarrollo de una enfermedad, el avance de cada enfermedad está asociado al tipo de patógeno o microorganismo como virus, bacteria u hongo, condiciones ambientales, la susceptibilidad de la variedad cultivada, este último factor contribuye en mucho de los casos a arruinar completamente los cultivos, los síntomas que se pueden observar por causa de este tipo de problemas es planta amarillenta y raíces atrofiadas, en mucho de los casos la planta no muere, pero la producción se ve notablemente afectada (Araya y Hernández, 2006).

2.1.11. Métodos de control

Los métodos de control son medidas tomadas para controlar diferentes tipos de problemas en cultivos para que no se vea afectada la producción, entre los métodos más comunes están las medidas preventivas y culturales, control físico, control biológico y el control químico, este último se enfoca en la aplicación de productos sintéticos recomendado cuando las plagas y enfermedades han alcanzado niveles

de afectación alta, en este grupo se encuentran los insecticidas, fungicidas, bactericidas (Aparicio, Rodríguez, Gómez, Sáez, Belda, Ramírez y García, 1995).

- Medidas preventivas y culturales

Es una de las técnicas de control más antiguas, enfocadas en parámetros como la total destrucción de la fuente de infestación, interrupción de los ciclos de desarrollo, formaciones de situaciones micro-climáticas para las plagas, rotación de cultivos y fechas de siembra, lo que hacía un método muy eficaz (Martinez, 2010).

- Control biológico

Consiste en la cría y liberación de organismos depredadores, de modo que controle la plaga del cultivo, un caso particular se ve en la *Ambliseius swirskii*, organismo muy resistente a las situaciones climatológicas que ayudan en el control de plagas en tomate riñón y pimienta, de la misma forma el control biológico se da mediante la aplicación de pesticidas orgánicos (Porcura 2015).

- Control químico

La mayoría de los componentes químicos se utilizan para el control de plagas y enfermedades del follaje, el auge de la aplicación de estos productos cada vez se eleva más, los campesinos con la finalidad de conservar sus cultivos y evitar pérdidas económicas hacen uso de estos tóxicos, de tal manera que el recurso suelo es afectado (Portilla, 2003).

2.1.12. Pesticidas

Son productos químicos que han aportado beneficios al ser humano en el campo de la agricultura, básicamente en el control de plagas en los cultivos mejorando la cantidad de producción, de esta amera haciendo que esta actividad sea más rentable, no obstante, el suelo es el que recibe en mayor porcentaje un impacto negativo al estar expuesto durante largos periodos a estos agroquímicos que en muchos casos ha producido su deterioro total (Schaaf, 2013).

Por otro lado, la contaminación del suelo y los cuerpos de agua por los pesticidas utilizados en la agricultura puede representar una amenaza importante para los ecosistemas acuáticos y fuentes de agua, además el tratamiento intensivo de cultivos con productos químicos merma de manera notable poblaciones de microorganismos en el suelo, de tal forma que se pierde la retención de nutrientes, ocasionando desertificación y abandono de tierras a largo plazo (Wasim, Sengupta y Chowdhury, 2009). Según Benítez, Miranda, Balza, Sánchez y Molina (2015), la utilización de plaguicidas contribuye a la reducción de daños causados por plagas, enfermedades y malezas en las plantas, no obstante, conlleva a vulnerar la salud pública por la acumulación de estos agroquímicos en la producción, por lo que algunos agricultores han optado por la utilización de un control más sustentable con el ambiente, acompañados de técnicas de recuperación de suelo.

- **Tipos de pesticidas**

Según Damalas y Eleftherohorinos (2011), los pesticidas son utilizados para la prevención o control de agentes patógenos, lo que da lugar a mejorar el rendimiento, la calidad del producto y en algunos casos dar mayor valor nutricional, aunque el uso excesivo ha producido preocupaciones y riesgos para la salud humana.

Los pesticidas muestran diversas clasificaciones, a continuación, se puede observar de acuerdo con la actividad biológica, naturaleza química y toxicidad (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de los pesticidas

Actividad biológica	Control de invertebrados	Insecticidas
		Molusquicidas
		Nematicidas
		Piscicidas
		Rodenticidas
	Control de vertebrados	Avicidas
		Repelentes
		Herbicidas
	Control de plantas	Reguladores de crecimiento
		Defoliantes
Desecantes		

		Fungicidas y bactericidas
	Control de microorganismos	Algucidas Desinfectantes
Naturaleza química	Organoclorados	
	Derivados halogenados	
	Compuestos organofosforados	
	Carbamatos	
	Derivados de la urea y tiourea	
	Compuestos heterocíclicos	
	Plaguicidas inorgánicos	
	Fumigantes halogenados alifáticos	
	Supertóxicos DL ₅₀ < 5 mg/kg	
	Extremadamente tóxicos DL ₅₀ 5-50 mg/kg	
Toxicidad	Muy tóxicos DL ₅₀ 50-500 mg/kg	
	Moderadamente tóxicos DL ₅₀ 500-5.000 mg/kg	
	Ligeramente tóxicos DL ₅₀ 5-15 g/kg	
	Prácticamente no tóxicos DL ₅₀ > 15 g/kg	
Fuente: FUNIBER, 2020		

- **Problemas de contaminación del suelo a partir de pesticidas y fertilizantes**

Uno de los problemas que aqueja al suelo es la agricultura intensiva, además contribuye a la contaminación del agua y el aire, los pesticidas son la principal fuente de contaminación con el objetivo de controlar plagas y enfermedades en los cultivos dando lugar a un impacto letal a los organismos, además los residuos de este tipo de químicos se fijan a las plantas tanto que no pueden ser asimilados y son transportados al organismo del ser humano a través de los alimentos causando un efecto negativo en la salud (Devine, Eza, Ogusuku y Furlong, 2008).

Por otro lado Gracia y Durga (2012), manifiesta que los pesticidas son un control de plagas y enfermedades que afectan a la producción en los cultivos, estos químicos son los principales generadores de metales pesados, que según la Agencia de Protección al Ambiente son considerados como contaminantes directos del suelo debido a su alta toxicidad, persistencia y movilidad, causando a largo plazo

inestabilidad en los sistemas agrarios dando lugar a un deterioro del suelo y posterior abandono de los mismos por parte de los agricultores.

- **Procesos de acumulación, degradación y transporte**

Los pesticidas pueden experimentar en el suelo diferentes transformaciones, que pueden resumirse en:

- a) Proceso de acumulación o adsorción.
- b) Proceso de degradación (descomposición fisicoquímica y degradación biológica).
- c) Procesos de transporte (difusión, lixiviación, volatilización).

Las diferentes vías de transformación de los pesticidas en el suelo se esquematizan en la siguiente figura (Figura 1).

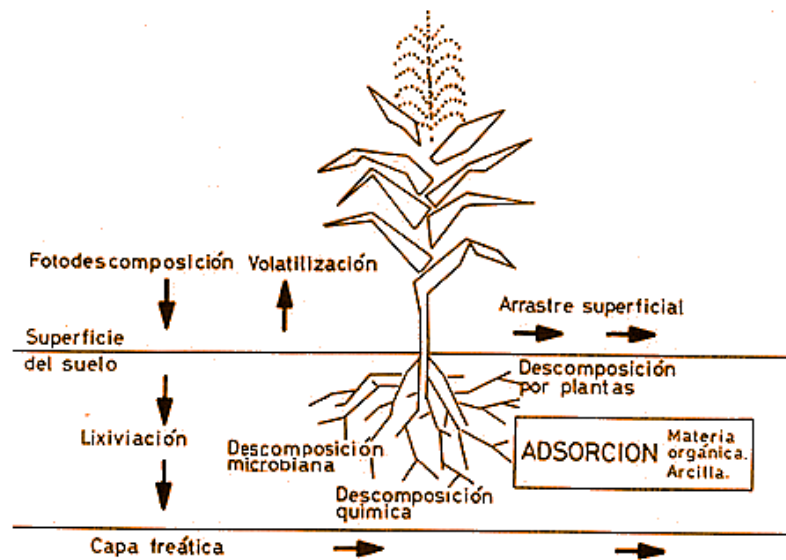


Figura 1. Mecanismos que influyen en la evolución de los pesticidas

Fuente: Sánchez-Martín y Sánchez Camazano (1984)

- a) Proceso de acumulación o adsorción de los pesticidas

Es la interacción superficial entre un elemento o molécula (adsorbato) y una fase sólida (adsorbente), normalmente arcillas y materia orgánica, dando como resultado la fijación de la molécula de pesticida en el suelo. Como consecuencia del fenómeno de adsorción, las moléculas de pesticidas se encuentran retenidas sobre la superficie de los coloides minerales y orgánicos, encontrándose en unas condiciones

fisicoquímicas particulares, que son las de estado adsorbido y adquiriendo un comportamiento diferente de las moléculas en solución. La adsorción por la fracción coloidal del suelo actúa modificando el proceso de degradación y de transporte de estos compuestos en el suelo, así como su actividad biológica para combatir los organismos a los que son destinados Sánchez-Martín y Sánchez Camazano (1984).

b) Procesos de degradación de los pesticidas

Los procesos de degradación de los pesticidas pueden ser fisicoquímicos y biológicos.

Procesos fisicoquímicos:

- Hidrólisis
- Deshalogenación
- Desalquilación
- Hidroxilación
- Condensación
- Oxidación
- Reducción
- Fotodescomposición

Procesos biológicos

- Reacciones oxidativas
- Reacciones de reducción
- Reacciones de hidrólisis
- Ruptura de anillos aromáticos

c) Procesos de transporte de los pesticidas

Según Hernández (2014), los procesos de transporte de los pesticidas son mediante difusión, lixiviación y evaporación.

- Difusión: es el movimiento de moléculas a causa de un gradiente de concentración. Este movimiento es al azar, pero trae como consecuencia el flujo de materiales desde las zonas más concentradas a las menos concentradas.
- Lixiviación: es el parámetro más importante en la evaluación del movimiento de una sustancia en el suelo. Está ligado a la dinámica del agua, a la estructura del suelo y a factores propios del pesticida como la solubilidad. Los compuestos aplicados al suelo tienden a desplazarse con el

agua y lixiviar a través del perfil, alcanzando las capas más profundas que como consecuencia resulta contaminado.

- Evaporación es la tasa de pérdida de pesticida por volatilización. Depende de su presión de vapor, de la temperatura, de la velocidad de difusión hacia la superficie de evaporación y de su volatilidad intrínseca. Esta última representa la tendencia del pesticida a pasar a la fase gaseosa.

La capacidad volátil de los compuestos se mide a partir de la constante de Henry la cual depende de la presión de vapor en estado líquido y de la solubilidad en agua.

- **Factores que rigen la evolución de los plaguicidas en el suelo**

Para evaluar los factores que rigen la dinámica de los pesticidas en el suelo, se deben considerarse las propiedades del plaguicida, propiedades del suelo y la influencia del medio (Tabla 5).

Tabla 5. Factores que intervienen en la evolución de un pesticida en el suelo

Propiedades del pesticida	Propiedades del suelo	Influencia del medio
Estructura química	Coloides del suelo	Temperatura
Volatilidad	Arcillas	Pluviometría
Coefficiente de reparto	Materia orgánica	Cubierta vegetal
Solubilidad	pH	
Adsorción	Estructura y textura	
Dosis	Microorganismos	
Presentación		

- **Composición de los pesticidas**

Según, Plimmer, (1990), la principal composición de los pesticidas sintéticos es el ingrediente activo compuestos por metales pesados, este ayuda a que la aplicación sea más eficiente y garantice la eficiencia del producto, al momento de aplicar este producto una parte del material aplicado se disipa antes de alcanzar el objetivo esta parte considerable que no llega al suelo, puede causar efectos negativos si este es manipulado de manera errónea causando un efecto negativo en el ambiente, así como pérdidas económicas considerables.

2.1.13. Metales pesados en el suelo

Los metales pesados son elementos naturales originarios de la corteza terrestre. Se encuentran normalmente depositados formando parte de las rocas, los sedimentos o el suelo en sus formas químicas más estables. Como tales, no pueden ser creados o destruidos, sino simplemente movilizados entre compartimentos ambientales. Estos elementos, contenidos en el material original, al meteorizarse, se concentran en los suelos, pero, en general, sin rebasar los umbrales de toxicidad. Además, los metales pesados presentes en las rocas se encuentran bajo formas muy poco asimilables para los organismos (Galán y Romero, 2008).

Existen diversas fuentes de contaminación por metales pesados. Los sistemas agrícolas constituyen una fuente no puntual de manera que estos facilitan la acumulación y transferencia en la cadena del suelo, esto principalmente en zonas de cultivos intensivistas, los principales metales pesados a partir de los agroquímicos están el cadmio, cromo, molibdeno, plomo y zinc, además, los fertilizantes fosforados son una fuente puntual de Cadmio ya que en su composición contienen concentraciones de entre 8 y 500 mg/kg (Mehecha, Trukillo y Torres, 2015).

2.1.14. Recuperación de suelos degradados por la agricultura

La degradación de los suelos y la insuficiente atención a los procesos que los ocasionan, comprometen en un alto porcentaje la agricultura, en vista de esta problemática los algunos países Latinoamericanos han planteado estrategias que ayuden a contrarrestar el deterioro paulatino del recurso suelo, integrando sistemas de cultivos de gramíneas, leguminosas, silvopastoriles y sistemas de suministro de materia orgánica, este grupo contribuye notablemente en la producción de carbono y nitrógeno que ayudan a la recuperación de suelos (Crespo, 2009).

Según Zúñiga, Osorio, Cuero y Peña (2011), las estrategias más viables para la recuperación de suelos son la aplicación de tecnologías biofertilizantes utilizando microorganismos benéficos para el control de la sanidad de la sanidad del suelo degradando contaminantes y disminuyendo la toxicidad, la tecnología

electromagnetismo utilizando campo electromagnéticos para acelerar la acción de los microorganismos benéficos, de esta manera realizando una recuperación de suelos químico-biológico afectados por la salinidad.

2.2. Marco legal

Para un análisis legal se toma en cuenta leyes que aporten al desarrollo de un proyecto, estas leyes están aprobadas por el gobierno nacional y están en vigencia, cada ley se rige a las necesidades del proyecto, de la misma forma a las necesidades y obligaciones que tienen cada uno de los ciudadanos, en este caso se planteara las leyes que rigen para el recurso suelo y las actividades que se desarrollan en este.

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

El **Art.13** manifiesta que todos los ciudadanos tienen derecho a un acceso seguro a alimentos sanos, nutritivos y suficientes, alimentos de producción local correspondientes con sus identidades, costumbres y cultura.

El **Art.15** plantea que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, se prohíbe el desarrollo, producción, tendencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionales prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana.

El **Art. 264** manifiesta que los gobiernos municipales tendrán la competencia de planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y ocupación del suelo urbano y rural.

El **Art. 409** plantea que es de prioridad nacional la conservación del suelo, así como su capa fértil, se establece un marco normativo para la protección y el uso sustentable que prevenga su degradación, en particular provocada por la contaminación, desertificación y erosión, en las áreas afectadas el Estado desarrollara y estimulara proyectos de forestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen de manera preferente, especies nativas y adaptativas a la zona.

El **Art.410** manifiesta que el Estado brindara a los agricultores y las comunidades el apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

2.2.2. Código Orgánico Ambiental

En el **Art. 197** plantea, las actividades que afecten a la calidad del suelo serán estrictamente reguladas, en casos extremos serán restringidas.

El **Art. 222** exhibe la importancia de la prohibición específica de contaminantes orgánicos persistentes o sustancias químicas de uso agrícola cuyo uso haya sido prohibido.

2.2.3. Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales

El **Art. 5 de lo agrario** de la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales planea que las tierras están sujetas a la conservación y aprovechamiento productivo.

En el **Art.7** de los Principios Fundamentales.

Literal C de la Sostenibilidad el aprovechamiento y el buen manejo del suelo es responsabilidad del propietario, para el desarrollo económico, social y ambiente equilibrado.

Literal E de la Productividad Sistémica el estado promueve la agricultura sustentable, transformación agroalimentaria, la investigación científica, dialogo de saberes, implementación de tecnologías, el rescate de conocimientos ancestrales y el incremento de la productividad.

En el **Art. 12 de la función ambiental**, la propiedad de la tierra rural deberá cumplir con la función ambiental. En consecuencia, deberá contribuir al desarrollo sustentable, al uso racional del suelo y al mantenimiento de su fertilidad de tal manera que conserve el recurso, la agrobiodiversidad y las cuencas hidrográficas para mantener la aptitud productiva, la producción alimentaria, asegurar la disponibilidad de agua de calidad y contribuya a la conservación de la biodiversidad. El predio rural con aptitud agraria cumple la función ambiental cuando su sistema de producción reúne las siguientes condiciones:

Literal B se cumplan con las leyes y los parámetros técnicos de calidad ambiental en materia agraria, de acuerdo con las regulaciones vigentes.

Literal C se observen los criterios de manejo de recursos naturales y de zonificación para el uso del suelo con aptitud agraria contenido en el plan de producción, para evitar procesos como: erosión, salinidad, compactación, pérdida de fertilidad y productividad.

2.2.4. Ley Orgánica de Salud

El **Art. 16** de la Ley Orgánica de Salud manifiesta que el estado está en la obligación de plantear políticas intersecciones de seguridad alimentaria y nutrición, que fomente las prácticas alimentarias tradicionales, promoviendo el consumo de productos y alimentos propios de cada región, esto orientado a reducir trastornos producidos por desórdenes alimentarios.

2.2.4. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. En este sentido, se propone una gobernanza sostenible de los recursos naturales no renovables, a través del establecimiento de prácticas responsables con el medio ambiente y con la población, y el establecimiento de límites a las actividades extractivas cuando amenacen áreas protegidas, territorios ancestrales sagrados, fuentes de agua, entre otros.

Objetivo 6: Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural. Fortalecimiento de la soberanía alimentaria y de la economía social y solidaria, lo que reactiva y fortalece, a los sectores productivos rurales del país, teniendo una mirada particular en los procesos de comercialización.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Parroquia Pimampiro perteneciente al Cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura, zona con mayor actividad agrícola del norte del país (Tobar, 2017). A continuación, se muestra el área de estudio con las características de la parroquia (Figura 2).

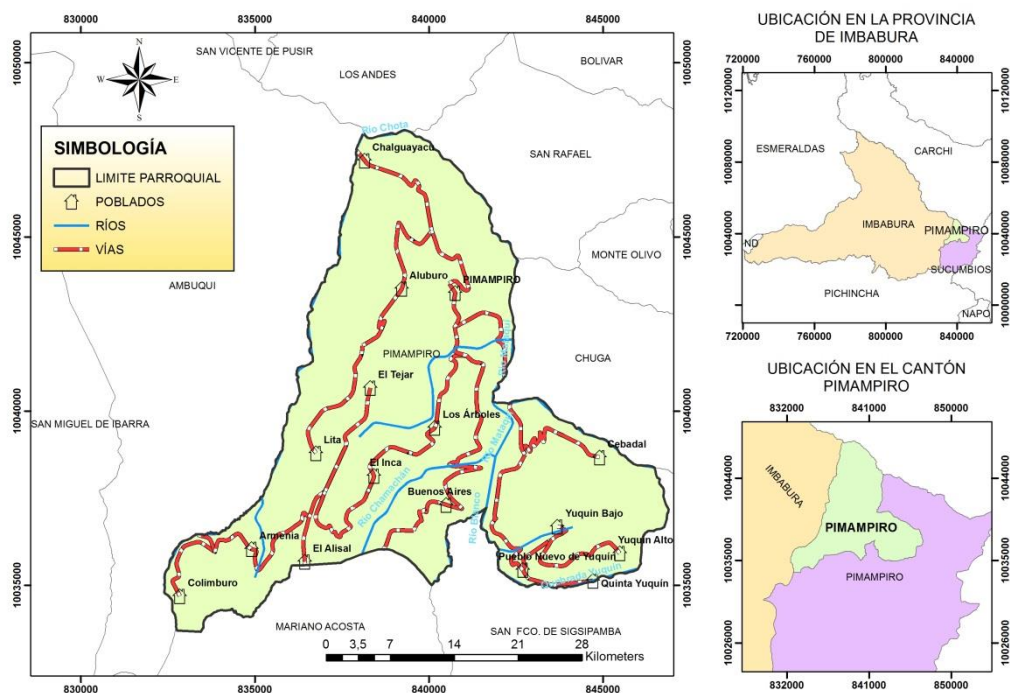


Figura 2. Mapa de ubicación de la Parroquia Pimampiro

La parroquia Pimampiro está ubicada en la Provincia de Imbabura, sus límites son al norte el cantón Bolívar, al sur las parroquias Mariano Acosta y San Francisco de Sigsipamba, al este las parroquias de Chuga, San Francisco de Sigsipamba y el cantón Bolívar, y al oeste el cantón Ibarra. La parroquia está ubicada exactamente en la coordenadas UTM 18 N 172 622 43 308 con una altitud mínima de 1 680 m.s.n.m. y una máxima de 2 440 m.s.n.m. la superficie que abarca la zona es de 9 176.52 ha, posee un clima mesotérmico semi húmedo, su temperatura promedio oscila entre los 16° C, las precipitaciones varían a lo largo de todo el año teniendo así una precipitación máxima de 1 000 mm y una mínima de 250 mm, la humedad

relativa presente en el área es de 66% anual, el relieve de la zona de es montañoso, los tipos de suelos que se pueden encontrar son Entisol, Inceptisol y Mollisol. CIPRADEC, (2014). Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial Cantón Pimampiro.

3.2. Métodos

3.2.1 Determinación de la frecuencia y tipo de pesticidas utilizados para la producción agrícola de cultivos de ciclo corto.

Para determinar la frecuencia y tipo de pesticidas se aplicó una encuesta de tipo estructurada (Anexo 1), con preguntas de datos informativos, aspectos socio-económicos, datos productivos (cultivos realizados, extensión, variedades, tiempos de siembra y de cosecha, ciclo y practica de cultivo) usos y modalidades de riego, fertilización (química, orgánica, cantidades) sanidad de cultivos (principales enfermedades, métodos de control, frecuencia de aplicación, productos utilizados, dosis, formas de aplicación) además datos sobre rendimiento y comercialización.

Para la aplicación de la encuesta se realizó una investigación del número de pobladores dedicados a la actividad agropecuaria, en la que se determinó 3 216 pobladores del cantón Pimampiro se dedican a realizar actividades agrícolas y ganaderas, dicha cifra se obtuvo del PDOT vigente del cantón. Posteriormente, se aplicó la fórmula para la obtención del tamaño de muestra con un nivel de confianza del 90% del cual se obtuvo un resultado de 66.

n=Tamaño de muestra	$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$
N=Tamaño de población	
Z= Nivel de confianza	$n = \frac{3\ 216 * (1.645)^2 * 0.5 * 0.5}{0.1^2 * (3\ 216 - 1) + 1.645^2 * 0.5 * 0.5}$
e=Error de estimación máximo aceptado	
p=Probabilidad a favor	
q=Probabilidad en contra	$n = 66.27$

A partir de la obtención del número de muestra, con ayuda de los técnicos del MAG se realizaron salidas de campo durante un mes, en donde se aplicaron encuestas a 66 agricultores distribuidos en toda la parroquia. Al culminar la recolección de datos en campo se procedió a ingresar cada una de las variables en el software Excel, en donde, la tabulación se realizó con la ayuda de la herramienta tabla dinámica, de este modo se obtuvo porcentajes de cada uno de los parámetros indagados, finalmente los resultados obtenidos fueron representados en gráficos estadísticos.

3.2.2. Determinación de la carga microbiana y la presencia de metales pesados en el suelo.

Para la determinación de la carga microbiana y presencia de metales pesados en el suelo del área de estudio se consideraron los cultivos más representativos de la parroquia, para esto se tomó en cuenta las zonas con más actividad agrícola en los últimos años, partiendo de información tendencial obtenida del PDOT del cantón corroborando con los resultados de las encuestas, para la obtención de las muestras testigo se seleccionaron zonas sin intervención humana, libres de todo tipo de contaminación, posterior a obtener esa información se procedió a realizar el muestreo en campo para la obtención de muestras para el análisis en laboratorio.

Los muestreos en campo se realizaron en cultivos de: arveja, maíz tomate riñón y testigos, estos con tres repeticiones cada uno para su posterior comparación. Para la recolección de muestras para el análisis de metales pesados se aplicó el método de zigzag, el cual consiste en obtener varias repeticiones en la parcela con la finalidad de conseguir una muestra significativa, además el área de muestreo no debe sobrepasar las 20 ha (Bernier, 1990). De esta manera, se recorrió las parcelas de aproximadamente 2 a 5 has de cada uno de los cultivos, con un barreno a 30 cm de profundidad se colectaron varias submuestras en un recipiente las cuales fueron homogenizadas. Seguidamente cada una de estas fueron colocadas en una funda hermética, selladas, etiquetadas y debidamente conservadas en un cooler. Posteriormente se transportaron a un laboratorio en el cual se empleó el método MAM-41/EPA 3 050 A en la determinación de metales. Según Kimbrough, y

Wakakuwa, (1989) este método es un proceso de digestión ácida para preparar sedimentos, lodos y muestras de suelo para su análisis mediante espectroscopia de absorción atómica en horno o llama.

Para determinar la carga microbiana, del mismo modo, se realizó los muestreos en las mismas zonas, en cultivos de: arveja, maíz, tomate riñón y testigos, estos con tres repeticiones cada uno. Mediante el método del zigzag se recorrió las parcelas de 2 a 5 has aproximadamente de cada uno de los cultivos, con un barreno a 20 cm de profundidad se tomaron varias submuestras en un recipiente las cuales fueron homogenizadas, cada una de estas muestras fueron colocadas en una funda hermética, selladas, etiquetadas y debidamente conservadas en un cooler. Posteriormente, fueron transportadas a un laboratorio para el respectivo análisis en el cual se empleó el método de recuento en placa de bacterias y hongos, el cual consiste en realizar disoluciones seriadas para el conteo de colonias y calcular el número de unidades formadoras de colonias por mililitro (Corral et al., 2012).

Una vez obtenido los resultados en laboratorio de las dos fases de muestreo, se realizó una comparación entre muestras del mismo cultivo por medio del método de Kruskal-Wallis, este método es utilizado para comparar datos no paramétricos independientes, para este proceso se empleó el software estadístico InfoStat. Una vez obtenidos los resultados, se realizaron gráficos estadísticos con el software Excel, por último, los datos fueron comparados con los límites permisibles de metales del Ecuador publicados en el acuerdo ministerial 097-A anexo 2 (Tabla 6).

Tabla 6. Límites permisibles del acuerdo ministerial 097-A anexo 2

Elemento	Unidad	Valor
Arsénico	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cianuro	mg/kg	0.9

Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60

3.2.3. Medición del impacto ambiental producido en el suelo

Para la medición del impacto ambiental en el suelo de la Parroquia Pimampiro, se utilizó la matriz de Conesa Fernández del 2010. Servicios Hidrogeológicos y Ambientales (2015) plantea que la matriz de impacto ambiental es un método analítico, por medio del cual se puede asignar la importancia a cada impacto ambiental para la ejecución de un proyecto, en cada una de sus etapas, para esto se aplica la ecuación $I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$.

A continuación, se puede observar parámetros para la aplicación de la matriz (Tabla 7).

Tabla 7. Modelo para el desarrollo de la ecuación de la matriz de Conesa-Fernández

Signo		Intensidad (IN)	
Beneficioso	+	Baja Total	1
Perjudicial	-		12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4

Muy sinérgico	4		
EFFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)			
Recup. Inmediato	1		
Recuperable	2	$I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE$	
Mitigable	4	$+RV + SI + AC + EF + PR$	
Irrecuperable	8	$+MC]$	

Fuente: Servicios Hidrogeológicos y Ambientales (2015). Metodología para el Cálculo de Matrices Ambientales.

Para la medición del impacto se tomaron en cuenta pasos importantes partiendo desde la identificación del impacto, para esto se tomaron en cuenta factores que están siendo directamente afectados como; el medio biótico, Flora (Fl), Fauna (Fn), Paisaje (Pj), medio abiótico, Agua (Ag), Suelo (Sl), Aire (Ar), medio antrópico, Salud (Sd), Infraestructura, Empleo (Em), posteriormente se determinó la naturaleza del impacto, siendo este positivo o negativo, por consiguiente se procedió a dar la valoración a partir de la tabla 1 con información obtenida en campo de todos los parámetros de la ecuación como; Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Persistencia (PE), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR), Recuperabilidad (MC), obteniendo de esta manera el resultado de la Importancia del Impacto Cuantitativo (IdIc) e Importancia del Impacto Cualitativa (IdIC), finalmente a partir de los IdIc, IdIC, se obtuvo el resultado de Magnitud del Impacto cuantitativa (MdIc), y Magnitud del Impacto cualitativa (MdIC).

De esta manera se determinó la importancia de cada uno de los impactos, calificándolos en impactos positivos y negativos, estableciendo los principales impactos potenciales sean estos directos o indirectos.

3.3.4. Propuesta de estrategias de mitigación del impacto negativo determinados en el suelo por la aplicación de los pesticidas.

Para la propuesta de estrategias de mitigación de impactos negativos determinados en el suelo, se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en campo y laboratorio, para efecto se consideraron los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la matriz de Conesa Fernández 2010. Posterior a esto se aplicó un análisis FODA que ayudó a determinar las principales fortalezas y amenazas. Según Ramírez (2002)., el análisis FODA ayuda a establecer un diagnóstico puntual para el delinear y plantear estrategias, estableciendo variables como las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, de tal manera que se pueda reducir las amenazas y debilidades en un determinado proyecto.

Las estrategias que se plantearon fueron a base de la relación de las variables del análisis FODA, de tal forma que se diseñó una tabla en la cual se cruzan las fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas que están presentes en la parroquia, de este modo se obtuvo estrategias que ayudaran a la mitigación y/o reducción del nivel de impactos ambientales. De la misma forma, se tomó en cuenta el grado de contaminación para optar por los métodos óptimos, enfocados en una remediación sustentable. Chan, Sánchez, Ochoa, Martínez, López y Lázaro (2015) Manifiestan, los criterios y técnicas para la remediación del suelo son la retención, extracción o separación y la destrucción, esta última se basa en la biorremediación, fitorremediación e incineración.

3.3. Materiales y Equipos

Materiales y equipos utilizados en el desarrollo de la investigación tanto en la fase de campo y oficina (Tabla 8).

Tabla 8. Materiales y equipos que se utilizaran en la investigación

MATERIALES DE CAMPO	MATERIAL DE OFICINA
Encuestas	Laptop
Cartografía del lugar	Hojas de papel bond
Barreno	Marcadores
GPS	Esferos

Cooler	Sujetador de hojas
Fundas herméticas	Software ArcGIS 10.3
Cinta métrica	
Cámara digital	
Balde (recipiente)	
Libreta de campo	
Etiquetas	
Lápiz	
Guantes	

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la investigación donde se evaluó el nivel de contaminación que sufre el suelo, por pesticidas aplicados por los agricultores en los cultivos de la parroquia Pimampiro.

4.1. Determinación de la frecuencia y tipo de pesticidas utilizados en la producción de cultivos de ciclo corto.

4.1.1. Cultivos más representativos.

Mediante información obtenida a partir del PDOT del cantón Pimampiro se determinó el uso de suelo en la parroquia, en donde los cultivos transitorios más representativos son el maíz, arveja y tomate riñón, con 6.20%, 4.60% y 2.43% respectivamente de la superficie del territorio (Figura 3).

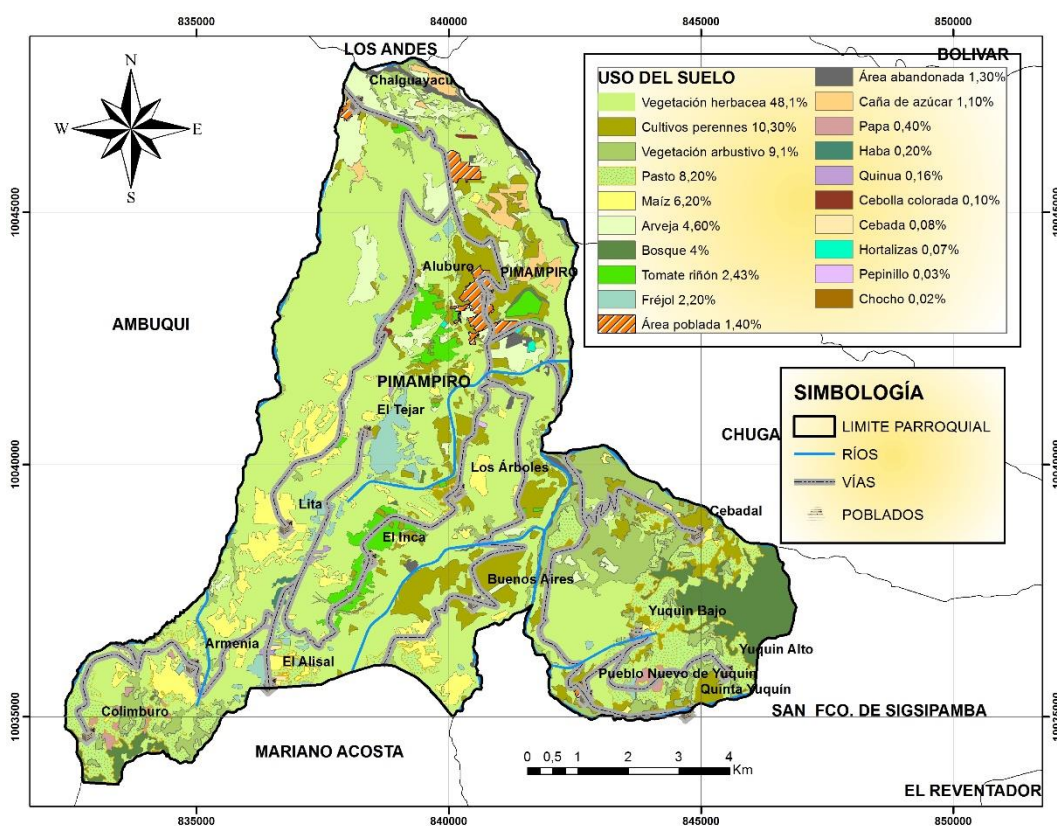


Figura 3. Imagen de uso de suelo en la parroquia Pimampiro

En la parroquia Pimampiro los cultivos de ciclo corto son los que predominan sobre lo cultivos perennes, abarcando el 17.70% de la superficie, de los cuales los más representativos son el maíz, arveja y el tomate riñón con una superficie de 6.20%, 4.60% y 2.43% respectivamente del total del territorio, por el contrario, se muestra el pepinillo y el chocho con una representatividad debajo del 0.5%. Del mismo modo, Escandón, Ordoñez, Nieto y Ordoñez (2009), en su estudio realizado en la localidad de Morelos, México, muestran que el 19% de la superficie del territorio están dedicados a los cultivos temporales y el 13% cubren los cultivos perennes. De forma similar, un estudio realizado en Buenos Aires, Argentina, muestra en sus resultados que los cultivos invernales cubren el 19% de la superficie total y los cultivos estivales solamente el 13% (Paruelo, Guerschman, Baldi y Di Bella, 2004). En este contexto, se observa que en la mayoría de las localidades los cultivos de ciclo corto son los más sembrados con relación a los perennes.

Aplicada la encuesta a un número muestral de 66 agricultores de la parroquia Pimampiro, se obtiene como resultado que los cultivos de ciclo corto más representativos en el último año son; arveja, maíz y tomate riñón, con un porcentaje de 16%, 12% y 12% respectivamente (Figura 4).

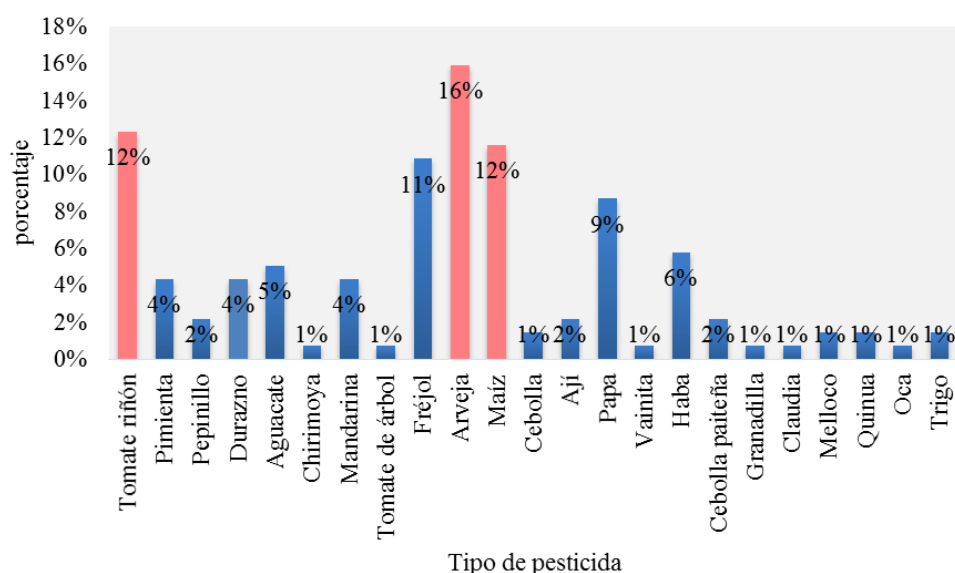


Figura 4. Cultivo de ciclo corto más representativos en la cabecera cantonal Pimampiro

En la intermediaciones de Pimampiro se muestra una diversidad agrícola que varía entre cultivos de ciclo corto hasta cultivos perennes. Los cultivos de ciclo corto más representativos son: arveja, tomate riñón y maíz, con un porcentaje de 16%, 12% y 12% respectivamente. Así también, se observó cultivos de ciclo corto con menor representatividad como la oca y la vainita que tan solo alcanzaron el 1%. Los resultados obtenidos tras esta investigación muestran cierta similitud con en el estudio realizado por Cruz y Leos (2019), en Sinaloa, México en donde los cultivos más representativos fueron: arroz, sorgo, trigo y maíz principalmente, este último denotó un 43,4% de representatividad seguido por el sorgo con un 19.3%.

Por otra parte, otras investigaciones han reportado resultados diferentes, tal es el caso del estudio propuesto por Ríos y Camacho (2016), en Muyuyu, Perú, en donde los cultivos más significativos fueron: arroz y caupí, con relación a otros cultivos como: maní, soya, maíz, sandía, yuca y plátano. Así también, Clavijo y Pérez (2014), muestran que en las comunidades andinas de Ecuador y Perú los cultivos de haba, cebada, papa, trigo, quinua, avena y otras hortalizas, constituyen la base productiva de estas zonas. Por tanto, en Latinoamérica los cultivos varían dependiendo de la importancia y consumo en cada país.

4.1.2. Principales enfermedades

Las enfermedades en los cultivos son provocadas por agentes bióticos que alteran las funciones fisiológicas de las plantas, afectando su normal funcionamiento, reduciendo generalmente los rendimientos y en casos extremos provocándoles la muerte. Los agentes bióticos (vivos) causales de enfermedades son conocidos como patógenos (ejemplo bacterias, hongos, virus, nematodos y fitoplasmas). A continuación, se presenta información sobre los principales patógenos que afectan a las plantas en la parroquia Pimampiro las enfermedades son causadas por hongos (81%), y por bacterias (19%) (Figura 5).

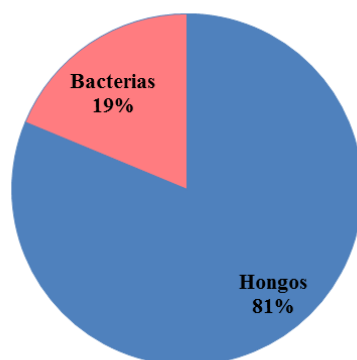


Figura 5. Principales patógenos que afectan a los cultivos

- **Enfermedades causadas por hongos**

En cuanto a los hongos causantes de enfermedades que afectan los cultivos son el *Oidium leucoconium* 32%, y el *Phytophthora infestans* 29% (Figura 6).

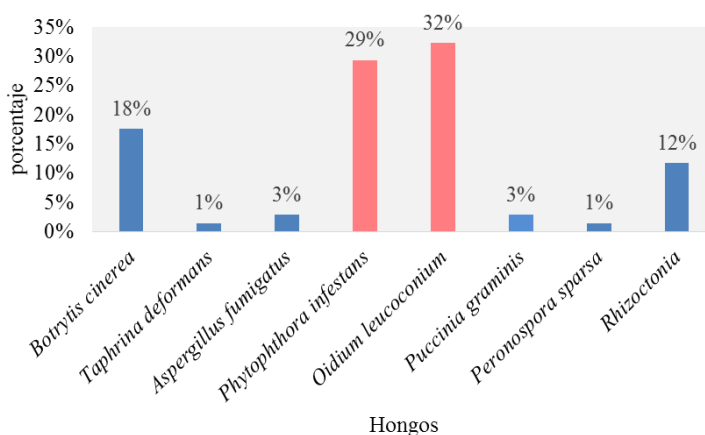


Figura 6. Principales hongos causantes de enfermedades en los cultivos de ciclo corto de la Parroquia Pimampiro

Los hongos más comunes que afectan a los cultivos de ciclo corto son: el *Oidium leucoconium* y el *Phytophthora infestans* con una incidencia de 32% y 29% respectivamente. Por el contrario, los hongos con menor incidencia son: el *Peronospora sparsa* y *Taphrina deformans* con una representatividad del 1%. Un estudio realizado en la Parroquia de Bolívar, Carchi, muestra resultados similares, en donde el *Oidium leucoconium* es el hongo que afectan a los cultivos con una

representatividad del 47%, seguido del *fusarium* con una representatividad del 33% (Ángulo, 2019). Por otro lado, un estudio realizado por Rodríguez, García y Fernández (2011) en los municipios de Copándaro de Galeana, Morelia, Tarimbaro y Zinapécuaro, Michoacán, muestra en sus resultados que los hongos más representativos causantes de enfermedades en los cultivos de ciclo corto son el *Sphaerotheca fuliginea* y el *Phytophthora infestans* con un grado de incidencia de 37,5% y 25% respectivamente. De este modo, los hongos causantes de enfermedades en los cultivos, están presentes en la mayoría de los cultivos y su incidencia varía por la localidad o región en la que se encuentran los sembríos.

- **Enfermedades causadas por Bacterias**

La bacteria más común causante de enfermedades en los cultivos de la parroquia de Pimampiro es la *Erwinia ssp* con una representatividad del 61% (Figura 7).

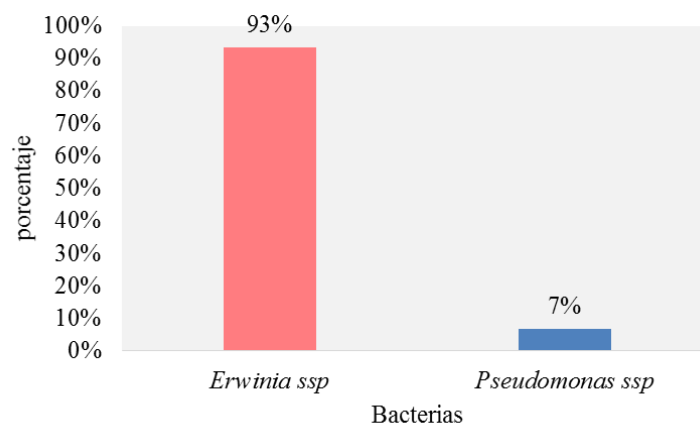


Figura 7. Principales bacterias causantes de enfermedades en los cultivos de ciclo corto de la Parroquia Pimampiro

La bacteria más común en los cultivos en la parroquia Pimampiro es la *Erwinia ssp* con una representatividad del 93%, valor superior a la que muestra la bacteria *Pseudomonas ssp* que alcanza un valor de 7%. En un estudio realizado por Guevara y Estrella (2008), en la cordillera central del Ecuador, muestra resultados similares en donde la *Erwinia chrysanthemi* es la bacteria que predomina en los cultivos con una representatividad del 28%, a diferencia de la *Xanthomonas vesicatoria* que

posee el 20%. En este contexto, se determina que las bacterias no son un problema relativamente alto en los cultivos de ciclo corto.

4.1.4. Tipos de pesticidas aplicados en la atenuación de enfermedades de los cultivos

Los tipos de pesticidas más utilizados en el control de enfermedades en los cultivos en la parroquia Pimampiro son fungicidas con el 65% de representatividad (Figura 8).

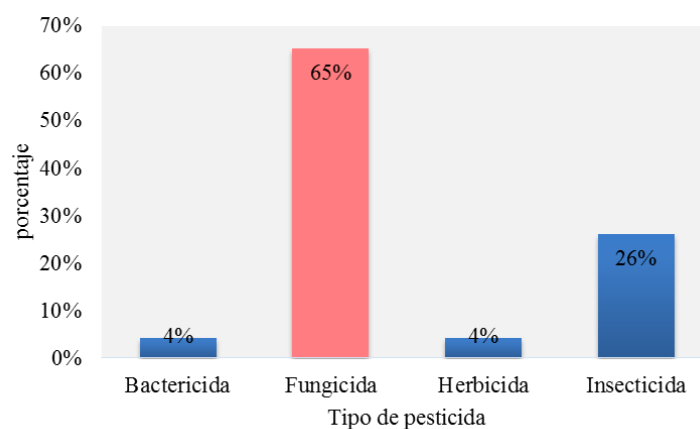


Figura 8. Tipo de pesticidas aplicados en el control de enfermedades en los cultivos de la parroquia Pimampiro

Los agricultores de la parroquia Pimampiro utilizan cuatro tipos de pesticidas en el control de enfermedades, de los cuales los fungicidas son los más aplicados con una ponderación de 65%, seguido por los insecticidas con una ponderación de 26%. Un estudio similar, en La Molina, Perú muestra en sus resultados que, los fungicidas son los productos químicos para el control de las enfermedades en la mayoría de los cultivos de la zona (Andrade y Gusqui, 2018). Por otro lado, Rodríguez, Suarez, Tamayo y Palacio (2014), en su estudio muestran resultados diferentes, en el cual mencionan que los plaguicidas son los químicos más utilizados en el control de enfermedades. De esta manera, los agricultores optan por los químicos más eficaces para el control de enfermedades que presentan los cultivos.

4.1.5. Plagas en los cultivos de ciclo corto

En cuanto a las plagas que afectan los cultivos de la parroquia, se obtuvo como resultado que la más representativa Aleyrodidae, Thripidae, Gracillariidae, con un porcentaje de 20%, 12% y 12% respectivamente. Sin embargo, la plaga que en menor porcentaje se encuentran es el Dactylopiidae con el 2% representatividad (Figura 9).

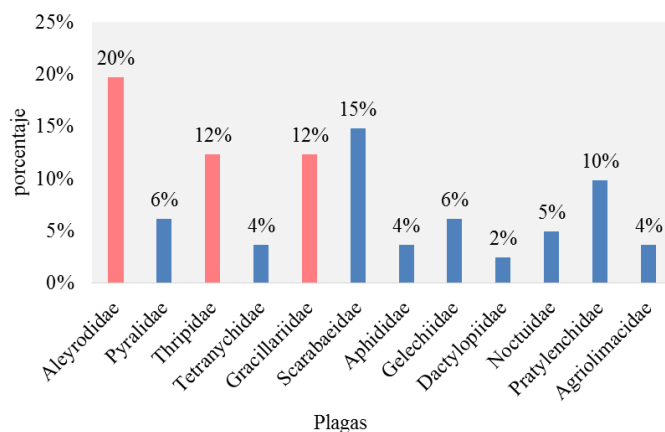


Figura 9. Principales plagas en los cultivos de ciclo corto de la Parroquia Pimampiro

Los cultivos en la parroquia Pimampiro se ven afectados principalmente por 14 tipos de plagas, entre las más representativas está la Aleyrodidae 20%, Thripidae 12%, Gracillariidae 12%. Un estudio similar realizado en cultivos de maíz en la localidad de Quebrada Seca de Urbina, Venezuela, mostró resultados diferentes, en donde la plaga perteneciente a la familia Noctuidae alcanzó los porcentajes más altos de frecuencia de aparición con valores que estuvieron en el rango de 99-100%, seguido por el Delphacidae con valores comprendidos entre 12.32-16.50%, por último, el Aphididae exhibió valores que estuvieron entre 8.75-9.00 % (Méndez y Gonzales, 2014). De la misma forma, en Chapingo, Estado de México, un estudio señaló que los Noctuidae, Cerambycidae, son las plagas más comunes que deterioran en gran magnitud cultivos de tomate y maíz (Bolaños et al. 2001). De este modo, la presencia de plagas varía su frecuencia y está regido directamente por el tipo y localidad del cultivo.

4.1.7. Tipo de pesticidas aplicados en la atenuación de plagas de los cultivos

El tipo de pesticidas más utilizados en el control de plagas en los cultivos en la parroquia Pimampiro son los insecticidas con una representatividad del 71% (Figura 10).

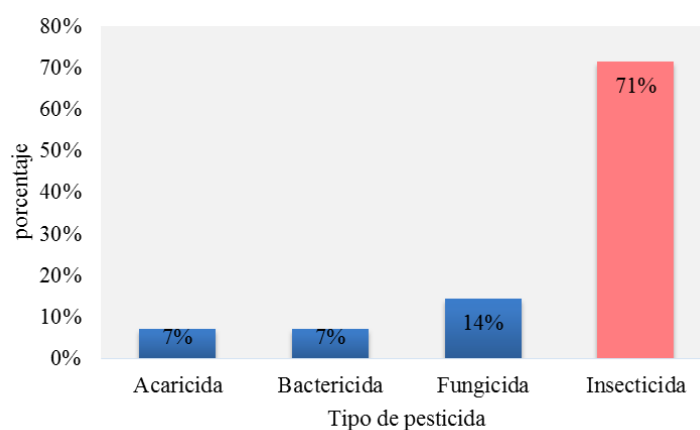


Figura 10. Tipo de pesticidas aplicados en el control de plagas en los cultivos de la parroquia Pimampiro

Para el control de plagas en los cultivos de la parroquia Pimampiro se encontraron cuatro tipos de pesticidas. De los cuales, los insecticidas son los más comunes con una ponderación del 71%, seguido de los fungicidas que solo alcanzan el 14%. Un estudio similar realizado por Freitas, Andrade, Santos, Sosa y Mello (2017), muestran que, en los cultivos de Brasil, la mayoría de los agricultores utilizan en mayor porcentaje los plaguicidas para el control de plagas. De forma similar, un estudio realizado en campaña de Moche, Trujillo, Perú revela que los agricultores para el control y manejo de las plagas prefieren el uso de insecticidas y herbicidas, su uso constituye el mayor porcentaje en la zona de estudio, alcanzando hasta un 60% de uso para el sector (Guerrero, 2018). De esta forma, la aplicación de los plaguicidas varía dependiendo de la región, y el tipo de plaga que esté presente en el cultivo.

En este contexto, Pimampiro es una parroquia con actividad agrícola elevada, en donde el 17.70% de la superficie total está dedicada a los cultivos de ciclo corto, la

mayoría de estos cultivos son afectados por diferentes enfermedades, la mayoría de estas enfermedades están causadas por hongos en un 81% y en menor porcentaje por bacterias en un 19%, de manera similar, los ecosistemas agrarios están expuestas a plagas que en mayor porcentaje están causadas por la familia Aleyrodidae 20%. Es por esto, que los agricultores de la parroquia han optado por la utilización de pesticidas sintéticos para controlar esta problemática en sus parcelas, utilizando fungicidas e insecticidas como método de control. De manera similar, Chirinos, Castro, Cun, Castro, Peñarrieta, Solis y Geraud en el 2019 realizaron un estudio en las provincias de Chimborazo, Loja, Guayas y El Oro en Ecuador, en el cual aplicaron una encuesta a 539 agricultores de esta zona, obteniendo como resultados que los cultivos más representativos son frijol, pimiento, tomate y papa, estos cultivos en su gran mayoría son afectados por plagas en su mayoría de la familia Cecidomyiidae, frente a esta problemática los agricultores han optado en su mayoría por la utilización de insecticidas como método de control. En conclusión, la utilización de los pesticidas por parte de los agricultores depende directamente de los problemas que afecten a los cultivos, buscando siempre la rentabilidad.

4.2. Determinación de la carga microbiana y presencia de metales pesados en el suelo agrícola de la parroquia Pimampiro.

Con respecto a la carga microbiana y la presencia de metales pesados se tomaron en cuenta como zonas de muestreo tres cultivos más representativos de la parroquia, arveja, maíz, tomate riñón, y una cuarta muestra de testigo de zonas nunca intervenidas (Figura 11).

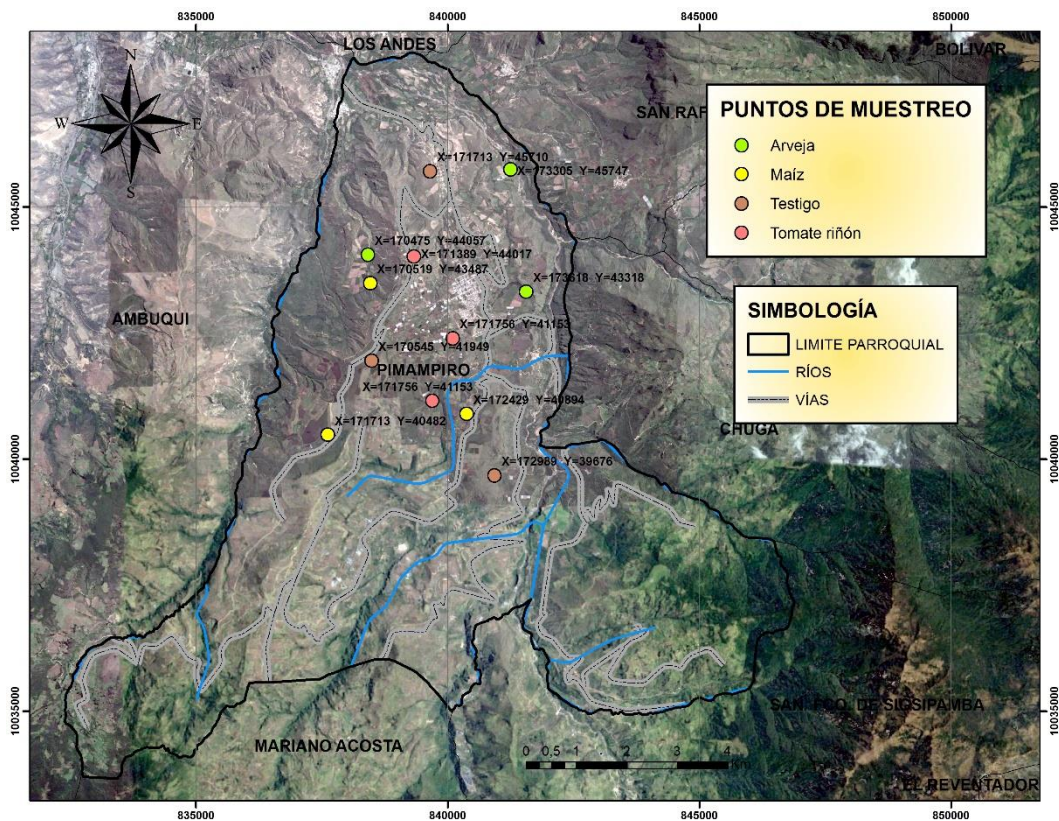


Figura 11. Puntos de muestreo en parcelas agrícolas y áreas sin intervención en la Parroquia Pimampiro

4.2.1. Carga microbiana

- **Aerobios totales**

En cuanto a la comparación de aerobios totales se obtuvo un valor de P 0.611, lo cual muestra que no existen diferencia significativa en cuanto a la presencia de estos microorganismos (Tabla 9).

Tabla 9. Resultado de aerobios totales en tres cultivos y un testigo

Variable	Código	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Aerobios totales	Arveja	3	700	519.62	1 000	1.69	0.6
Aerobios totales	Maíz	3	700	519.62	1 000		
Aerobios totales	Tomate riñón	3	334 366.67	576 457.2	3 000		
Aerobios totales	Testigo	3	2 033.33	1 950.21	2 000		

Se determinó que la mayor cantidad de aerobios totales se encuentran en las muestras de suelo de tomate riñón con un valor de 3×10^3 UFC/g. Por otro lado, la

menor concentración de estos microorganismos se encuentra en las muestras de arveja y maíz con un valor de 1×10^3 UFC/g (Figura 12).

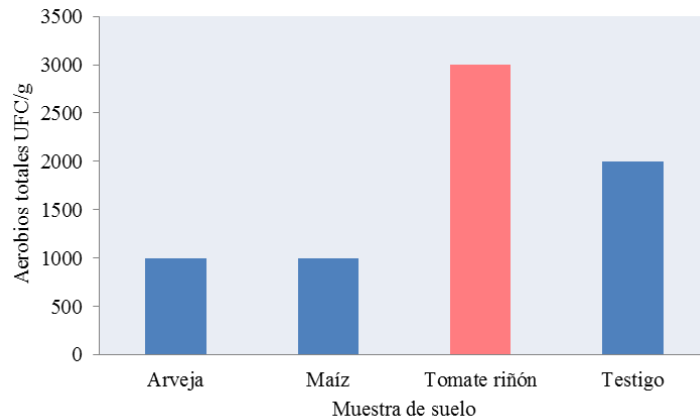


Figura 12. Presencia de aerobios totales en cuatro muestras de suelo

A pesar de que se evidenció que la población bacteriana en los sistemas agrícolas muestreados no posee diferencias significativas, los cultivos de maíz y arveja tiene niveles inferiores de UFC, en relación con la muestra testigo y de tomate riñón. Resultados similares fueron encontrados por Montenegro (2008), en el que se determinó la comunidad de unidades formadoras de colonias bacterianas en un cultivo de maíz (*Zea Mays*), para lo que se analizó las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, se obtuvo como resultados valores similares a los encontrados en este estudio, además la autora asegura que no existe correlación estadística entre el rendimiento del maíz (*Zea mays*) y la actividad y biomasa microbianas.

En un estudio similar desarrollado en Chiapas-México por Álvarez y Anzueto (2004), el cual tenía como objetivo analizar la actividad microbiana del suelo en la producción de maíz (*Zea mays*) los resultados que se obtuvieron fueron que el número de bacterias y de actinomicetos mostraron una correlación positiva ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$ respectivamente), lo que se tomó en cuenta fue que para el cultivo fue mediante barbecho, lo cual puede ser un factor que favoreció la presencia de poblaciones microbianas. Por lo cual, la presencia de aerobios totales está influenciado por el tipo y variedad de los cultivos, a tal manera de encontrarse con

diferencias en abundancia entre cultivos del mismo tipo hasta cierta similitud en cultivos diferentes.

- **Levaduras**

En cuanto a la comparación de levaduras se obtuvo un valor de P 0.1403, por lo que se determinó que no existes diferencias significativas en la presencia de estos microorganismos (Tabla 10).

Tabla 10. Resultado de la comparación de presencia de levaduras en tres cultivos y un testigo

Variable	Muestra	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Levaduras	Arveja	3	36666666.7	20 816 660	3 0000 000	5.4	0.1402
Levaduras	Maíz	3	23 500 000	24 934 915.3	2 000 0000		
Levaduras	Tomate riñón	3	26 693 333.3	25 123 736.5	3 000 0000		
Levaduras	Testigo	3	63 333.33	47 258.16	80 000		

Se determinó que la mayor cantidad de levaduras se encuentran en la muestra de arveja y tomate riñón, con un valor de 3×10^7 UFC/g. Por otro lado, la menor concentración de estos microorganismos se da en el testigo con solamente 8×10^4 UFC/g (Figura 13).

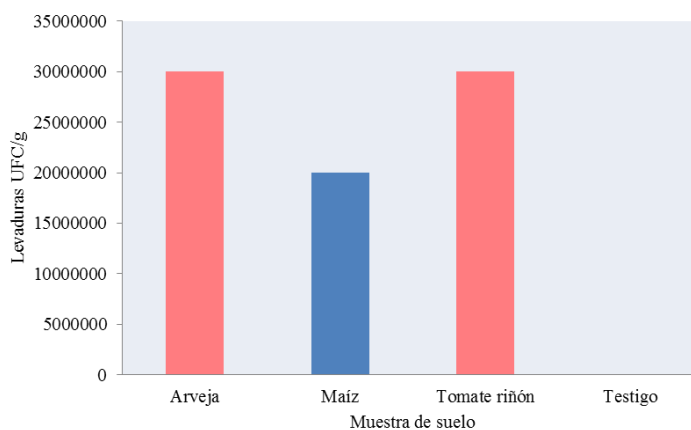


Figura 13. Presencia de levaduras en cuatro muestras de suelo

A pesar de no encontrar diferencias significativas en la presencia de levaduras en los tres tipos de cultivo y el testigo, se muestra que el testigo posee una carencia de

este microorganismo. Un estudio realizado en Ambato, Guerrón (2015), hizo el análisis de las propiedades biológicas del suelo, en donde tomó en cuenta hongos, bacterias y levaduras, para estas últimas se encontró la presencia en el suelo, pero no mostró mayor significancia, a pesar de haber aplicado tratamiento de Lactofermentos durante el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), con lo que podemos concluir que la presencia de las levaduras está influenciada por características físicas del suelo.

Un estudio diferente muestra que la diversidad de levaduras en suelos desérticos es menor a la encontrada en suelos de bosques o selvas, debido a la escasa precipitación lo que impide una sucesión importante de levaduras durante la descomposición de los escasos residuos vegetales; sin embargo, las levaduras que aparezcan en los suelos agrícolas de zonas desérticas son consideradas como la microbiota endémica (Samaniego y Chew, 2007). De este modo, la presencia de levaduras en los cultivos está influenciada directamente por la humedad, es decir mientras más humedad posea el suelo la presencia de estos microorganismos es mayor.

- **Mohos**

En cuanto a la comparación de mohos se obtuvo un valor de P 0.482, por lo que se determinó que no existen diferencias significativas en la presencia de estos microorganismos (Tabla 11).

Tabla 11. Resultado de la comparación de presencia de mohos en tres cultivos y un testigo

Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Mohos	Arveja	3	293 333 333	210 079 350	300 000 000	2.41	0.482
Mohos	Maíz	3	663 333 333	499 032 397	900 000 000		
Mohos	Tomate riñón	3	433 333 333	115 470 054	500 000 000		
Mohos	Testigo	3	316 666 667	418 847 625	90 000 000		

Se determinó que la mayor cantidad de mohos se encuentran en las muestras de maíz, con un valor de 9×10^8 UFC/g. Por otro lado, la menor concentración de estos microorganismos se da en el testigo con solamente 9×10^7 UFC/g (Figura 14).

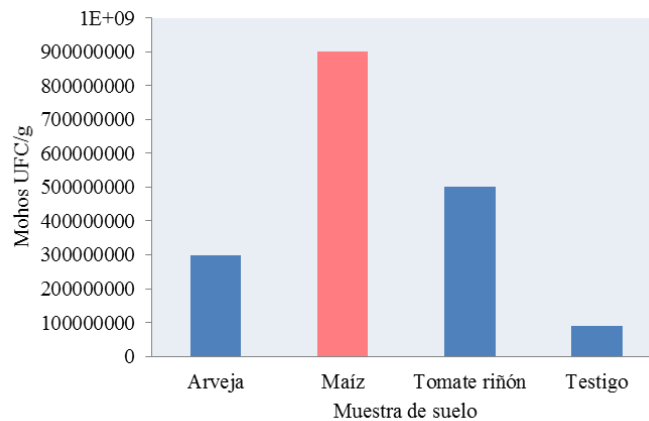


Figura 14. Presencia de mohos en cuatro muestras de suelos

A pesar de que se determinó que las poblaciones de mohos entre los cultivos y el testigo no presentan diferencias significativas, se evidencia que en el cultivo de maíz existe una concentración más elevada de estos microorganismos a diferencia de la muestra testigo. En dos estudios desarrollados en México, buscaron conocer la diversidad de hongos micorrícicos arbusculares asociados al cultivo de maíz (*Zea mays*) en parcelas que han sido manejadas con frijol nescafé (*Mucuna deeringiana* Merr.) y cuatro sin dicho antecedente de manejo. En las parcelas estudiadas se encontraron morfoespecies asociados a la rizosfera del maíz, la presencia de estos hongos aumentaba en parcelas donde se aplicó distintos tratamientos orgánicos (Serralde, Ramírez, 2004; Pérez-Luna, Álvarez-Solís, Mendoza-Vega, Pat-Fernández, Gómez-Álvarez y Cuevas, 2012), lo que permite comprender que en donde existe tratamientos de fertilización existe mayor diversidad de microorganismos, a diferencia de la abundancia que presentan terrenos agrícolas con manejo de fertilizantes inorgánicos que presentan poca diversidad.

Un estudio similar en el Municipio de Viacha, Provincia Ingávi, Departamento de La Paz-Estado Plurinacional de Bolivia, muestra que la abundancia y la diversidad de hongos filamentosos en los suelos de los agro-ecosistema están influenciados

por el tipo de uso del suelo, tipo de vegetación nativa y tipo de cultivo, de esta manera, es importante destacar que en los suelos naturales y de vegetación nativa se encuentran mayor diversidad de hongos, sin embargo, no presentaron abundancia, contrariamente ocurre en los suelos con cultivos donde existe abundancia pero no diversidad (Pacasa, Loza, Bonifacio, Vino y Serrano, 2017). Por lo tanto, la presencia de mohos en los cultivos de la parroquia es normal, lo que evidencia que los ecosistemas agrarios no están siendo alterados.

4.2.2. Metales pesados

Dentro de los metales pesados que se analizaron en laboratorio se encuentran el Cadmio (Cd), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Plomo (Pb).

- **Cadmio (Cd)**

En cuanto a la presencia de cadmio en los suelos muestreados no se encuentran diferencias significativas, es decir no hay ningún tipo de variación en los resultados obtenidos (Tabla 12).

Tabla 12. Resultado de presencia de Cadmio en tres diferentes cultivos y un testigo

Elemento	Muestra	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Cd	Arveja	3	2	0	2	0	Sd
Cd	Maíz	3	2	0	2		
Cd	Tomate riñón	3	2	0	2		
Cd	Testigo	3	2	0	2		

Se logró determinar que la concentración de Cadmio en los tres tipos de cultivo y el testigo no posee diferencias, obteniendo así un valor de 2mg/Kg para cada uno (Figura 15).

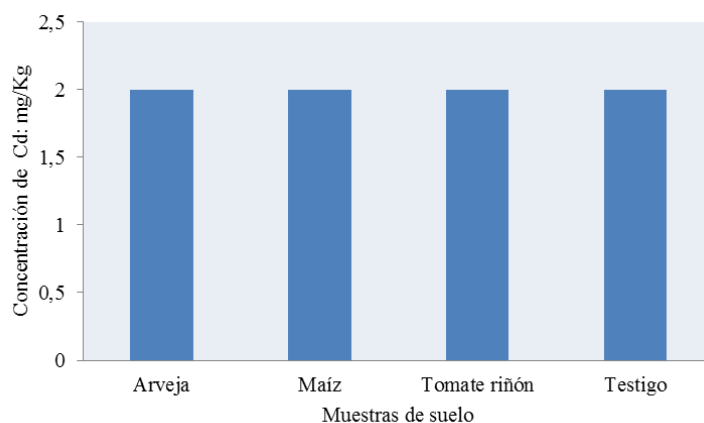


Figura 15. Nivel de concentración del Cadmio en cuatro muestras de suelo

Las concentraciones de cadmio, evidencia valores totalmente semejantes en las muestras de los tres cultivos y el testigo, es decir, que la contaminación en los suelos de la parroquia por este metal pesado es baja. En un estudio similar realizado en Chile se evidencia que las concentraciones de cadmio en tres diferentes tipos de suelos agrícolas varían entre 0.032 y 0.140 mg/Kg, lo que determina que las concentraciones son totalmente bajas (Bonomelli, Bonilla y Valenzuela, 2003). De esta manera, se evidencia que la contaminación por este metal pesado es notablemente baja, de tal forma, obtiene como resultado un suelo agrícola saludable, apto para cultivar, sin residuos tóxicos que puedan afectar la capa fértil.

- **Zinc (Zn)**

En cuanto a la presencia de Zinc en los suelos de la parroquia se halló un valor P 0.037, de esta manera se indica una diferencia significativa en cuanto a la presencia de este elemento en cada una de las muestras (Tabla 13).

Tabla 13. Resultado de presencia de Zinc en tres diferentes cultivos y un testigo

E.Q.	Muestra	N	Medias	D.E.	Medianas	Prom.		
						Rangos	H	P
Zinc	Arveja	3	41	13.08	47	5.17	8.42	0.0375
Zinc	Maíz	3	27.67	4.73	26	2.5		
Zinc	Tomate riñón	3	52	15.52	51	7.67		
Zinc	Testigo	3	310.33	409.93	96	10.67		

Se determinó que el Zinc se encuentra concentrado en mayores cantidades en el testigo con un valor de 96 mg/Kg, mientras que la menor concentración de este elemento se halló en el cultivo de maíz con un valor de 26 mg/Kg (Figura 16).

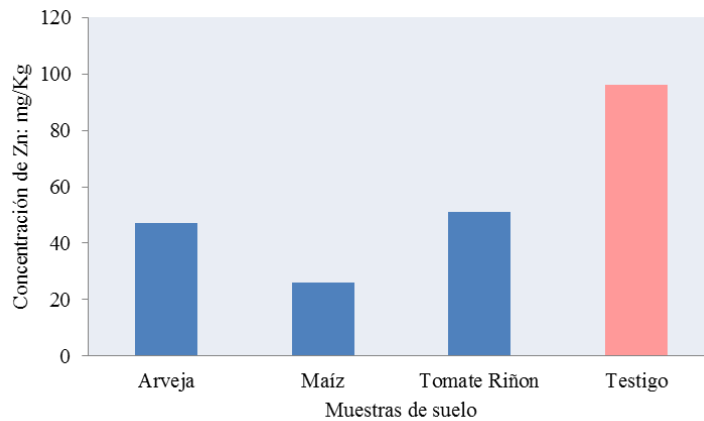


Figura 16. Nivel de concentración de Zinc en cuatro muestras de suelo

En cuanto a la presencia de Zinc se evidencia diferencias en la concentración, mostrando niveles más altos en la muestra testigo y niveles más por debajo la muestra del cultivo de maíz. En un estudio similar en región agrícola del Ariari, Municipio de Fuente de Oro, Departamento del Meta, Colombia, se encontraron resultados en los que los suelos agrícolas muestreados presentaron un valor medio de Zn de 58.6 mg/Kg, para lo cual se puede acotar que las concentraciones de Zn en suelos agrícolas varían entre 10 y 100 mg/Kg, y éste hace parte de los elementos esenciales para las plantas, pero, en concentraciones superiores a 400 mg/Kg puede generar problemas de toxicidad (Mahecha, Trujillo y Torres, 2015).

Sin embargo, otro estudio en Campiña Brasil muestra resultados en los cuales la concentración de zinc en el brote de maíz varió de 14.4 a 522.8 mg/kg superando el nivel de 95 mg/kg, considerado tóxico, causando un impacto negativo directo al suelo y la producción de este (Gabrielli, Berton, Camargo y Ferreira, 2006). De este modo, la presencia de este metal pesado es notablemente bajo, por lo que se evidencia un nivel de contaminación casi nulo causado por este elemento.

- **Cobre (Cu)**

En cuanto a la presencia de cobre en los suelos muestreados de halló un valor de P 0.081, de esta forma detallando que no existe diferencias significativas en cuanto a la presencia de este elemento en cada una de las muestras (Tabla 14).

Tabla 14. Resultado de presencia de Cobre en tres diferentes cultivos y un testigo

E.Q.	Muestra	N	Medias	D.E.	Medianas	Prom.		
						rangos	H	P
Cobre	Arveja	3	16.33	0.58	16	5.67	6.59	0.081
Cobre	Maíz	3	15.67	2.08	15	4		
Cobre	Tomate riñón	3	25.33	5.69	27	11		
Cobre	Testigo	3	16.33	1.53	16	5.33		

Se determinó que el cobre se encuentra concentrado en mayores cantidades en el cultivo de tomate riñón con un valor de 27 mg/Kg, por otro lado, el cultivo que posee menor concentración de este elemento es el maíz con un valor de 15 mg/Kg (Figura 17).

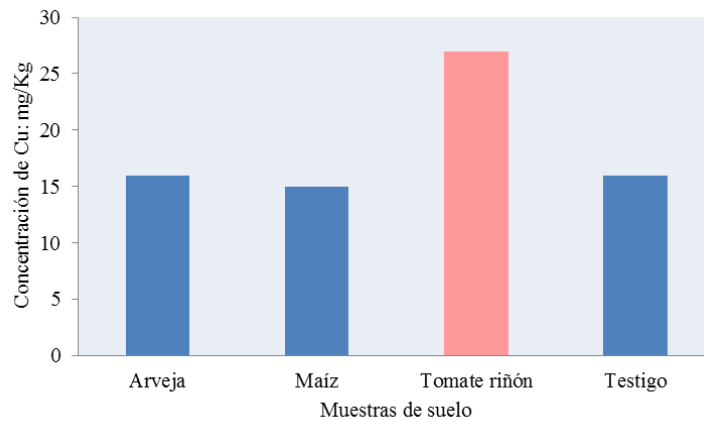


Figura 17. Nivel de concentración de Cobre en cuatro muestras de suelo

En cuanto a las concentraciones de cobre no se evidencia diferencia significativa en relación a los tres suelos agrícolas y el testigo. No obstante, la mayor concentración de este elemento se observa en la muestra de tomate riñón. En un estudio similar, Wang et al. (2016), reportó que el contenido de Cobre en la capa superior del suelo en el área de estudio varió de 2.82 a 49.73 mg/kg con un promedio de 15.75 mg/kg,

el contenido de cobre en la capa superior del suelo varió según el tipo de material parental, y su distribución espacial fue determinada por la distribución de los materiales parentales; de la misma forma, el suelo derivado de sedimentos piroclásticos tuvo el mayor contenido de cobre con 45.92 mg/kg, en comparación con 13.24 y 11.29 mg/kg en los suelos derivados de sedimentos clásticos y depósitos fluviales, respectivamente. Por lo cual, no se evidencia la existencia de contaminación en el suelo agrícola causado por este elemento, es así como el suelo está en condiciones óptimas para la producción.

- **Níquel (Ni)**

En cuanto a la presencia de Níquel en los suelos muestreados se halló un valor de *P* 0.4905, por lo que se determinó que no existen diferencias significativas en cuanto a la presencia de este elemento en cada una de las muestras (Tabla 15).

Tabla 15. Resultado de presencia de Níquel en tres diferentes cultivos y un testigo

E.Q.	Muestra	N	Medias	D.E.	Medianas	Prom.		
						rangos	H	P
Níquel	Arveja	3	6	1	6	7.5	1.86	0.4905
Níquel	Maíz	3	5.33	0.58	5	4.33		
Níquel	Tomate riñón	3	6	0	6	8		
Níquel	Testigo	3	5.67	0.58	6	6.17		

Se determinó que el Níquel se encuentra concentrado en mayores cantidades en los cultivos de arveja, tomate riñón y el testigo con un valor de 6 mg/Kg, a diferencia del cultivo de maíz que la concentración de este elemento posee un valor de 5 mg/Kg (Figura 18).

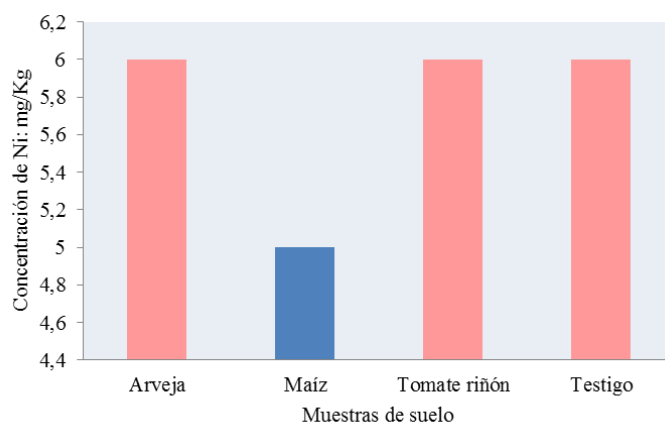


Figura 18. Nivel de concentración del Níquel en cuatro muestras de suelo

En cuanto a la concentración de Níquel no se evidencia diferencias significativas. No obstante, en la muestra del cultivo de maíz los niveles de concentración son bajos en relación a las muestras de cultivo de arveja, tomate riñón y el testigo. Una investigación similar efectuada por Díaz et al. (2015), realizada en Antillana de Acero, Cuba, detalló que las concentraciones de Níquel ponderan valores de entre 50 a 945 mg/kg, con una media de 193 mg/kg, lo que determina que las concentraciones de este elemento son normales. Por tanto, no se evidencia contaminación alguna en los ecosistemas agrícolas causados por este metal pesado.

- **Plomo (Pb)**

En cuanto a la presencia de Plomo en los suelos muestreados se halló un valor de P 0.737, por lo que se determinó que no existen diferencias significativas en cuanto a la presencia de este elemento químico (Tabla 16).

Tabla 16. Resultado de presencia de Plomo en tres diferentes cultivos y un testigo

E.Q.	Muestra	N	Medias	D.E.	Medianas	Prom.		
						rangos	H	P
Plomo	Arveja	3	9.67	1.15	9	6.83	0.73	0.7371
Plomo	Maíz	3	9	0	9	5		
Plomo	Tomate riñón	3	9.67	1.15	9	6.83		
Plomo	Testigo	3	11.67	4.62	9	7.33		

Los niveles de concentración en los tres cultivos y el testigo se mantienen, con un valor de 9 mg/Kg (Figura 19).

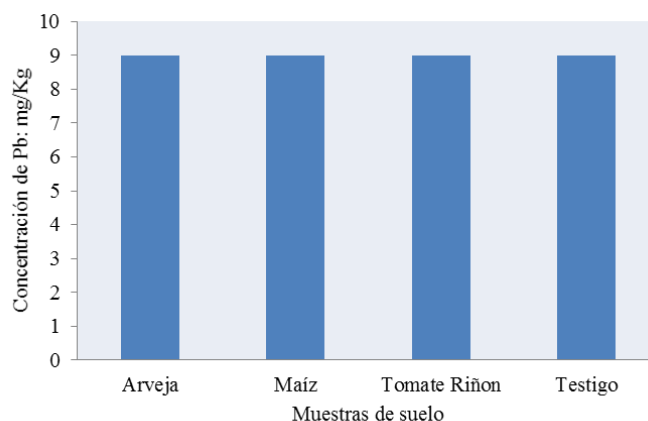


Figura 19. Nivel de concentración del Plomo en cuatro muestras de suelo

Los niveles de concentración de plomo no presentan diferencias significativas, en las cuatro muestras de suelo se mantiene la misma cantidad de concentración. No obstante, estos niveles de concentración son bajos, lo que asevera que los suelos no están deteriorados. Una investigación efectuada por Chambi, Orsag y Niura (2017), en la municipalidad de Poopó, departamento de Oruru, Bolivia, muestra que el plomo presenta mayor acumulación de en sus suelos, manifestándose un indicio de contaminación por plomo en el producto agrícola de haba. Del mismo modo, un estudio diferente realizado en Cuba detalla que las concentraciones de plomo se encuentran muy elevadas, muy por arriba de los niveles aceptables expuestos en las normas holandesas de suelo, infiriendo directamente en la producción de alimentos sanos (Guzmán, Cruz y Valdez, 2019). De esta forma, los niveles de plomo en los suelos de la parroquia no se muestran elevados, lo que da lugar a producir alimentos sanos libre de contaminación.

4.2.3. Comparación de los resultados de análisis de laboratorio por cultivos con los límites permisibles del acuerdo ministerial 097-A anexo 2.

A continuación, se puede observar los resultados comparados con los límites permisibles del cultivo de arveja (Tabla 17)

Tabla 17. Comparación de los metales pesados en el cultivo de arveja con los límites permisibles

Cultivo	Elemento	Límites permisibles (mg/kg)	Medianas	Observaciones
Arveja	Cadmio	0.5	2	Sobrepasa el límite permisible
Arveja	Cobre	25	16	Dentro del límite permisible
Arveja	Níquel	19	6	Dentro del límite permisible
Arveja	Plomo	19	9	Dentro del límite permisible
Arveja	Zinc	60	47	Dentro del límite permisible

El en los cultivos de arveja se evidencia que el cadmio sobrepasa los niveles máximos permitidos alcanzando un nivel de 2 mg/kg, un estudio en realizado en Cuenca muestra en sus resultados que en la localidad ciudadela Calderón la concentración de cadmio es de 0,5 mg/kg, mientras que en la ciudadela Uncovia la concentración de este elemento sube a 0,75 mg/kg, este último superando los límites permisibles plateados en el acuerdo 097-A (Tello, 2015). En este contexto, el suelo muestra una severa contaminación por este metal.

A continuación, se puede observar los resultados comparados con los límites permisibles del cultivo de maíz (Tabla 18).

Tabla 18. Comparación de los metales pesados en el cultivo de maíz con los límites permisibles

Cultivo	Elemento	Límites permisibles (mg/kg)	Medianas	Observaciones
Maíz	Cadmio	0.5	2	Sobrepasa el límite permisible
Maíz	Cobre	25	15	Dentro del límite permisible
Maíz	Níquel	19	5	Dentro del límite permisible
Maíz	Plomo	19	9	Dentro del límite permisible
Maíz	Zinc	60	26	Dentro del límite permisible

En los cultivos de maíz se evidencia que el cadmio sobrepasa los límites permitidos en la normativa ecuatoriana, alcanzando un nivel de 2 mg/kg. Un estudio realizado en Hidalgo, México, muestra resultados similares, en donde la concentración de cadmio en los cultivos de maíz varía desde los 1,6 a 3 mg/kg, superando los niveles máximos permitidos en la normativa de Holanda que es de 1,6 mg/kg (Velásquez,

et al., 2005). De este modo, se observa contaminación por cadmio en los cultivos de maíz.

A continuación, se puede observar los resultados comparados con los límites permisibles del cultivo de tomate riñón (Tabla 19).

Tabla 19. Comparación de los metales pesados en el cultivo de tomate riñón con los límites permisibles

Cultivo	Elemento	Límites permisibles (mg/kg)	Medianas	Observaciones
Tomate Riñón	Cadmio	0.5	2	Sobrepasa el límite permisible
Tomate Riñón	Cobre	25	27	Sobrepasa el límite permisible
Tomate Riñón	Níquel	19	6	Dentro del límite permisible
Tomate Riñón	Plomo	19	9	Dentro del límite permisible
Tomate Riñón	Zinc	60	51	Dentro del límite permisible

En los cultivos de tomate riñón se evidencia que los metales como el cadmio y el cobre superan los niveles permitidos según la normativa ecuatoriana alcanzando niveles de 2 y 27 mg/kg respectivamente. Un estudio realizado por Olivares, et al., (2013) en la Habana, Cuba muestra resultados en los cuales el cadmio varía entre 0.24-2.1 mg/kg, de la misma forma pasa con el cobre con presencia de niveles que varían entre 38.4-81.3 mg/kg superando notablemente los niveles aceptables para la producción de alimentos de esa región. Por lo tanto, se puede determinar que existe una severa contaminación por estos metales en el área de estudio.

A continuación, se puede observar los resultados comparados con los límites permisibles de las muestras testigo (Tabla 20).

Tabla 20. Comparación de los metales pesados de las muestras testigo con los límites permisibles

Cultivo	Elemento	Límites permisibles (mg/kg)	Medianas	Observaciones
Testigo	Cadmio	0.5	2	Sobrepasa el límite permisible
Testigo	Cobre	25	16	Dentro del límite permisible
Testigo	Níquel	19	6	Dentro del límite permisible
Testigo	Plomo	19	9	Dentro del límite permisible
Testigo	Zinc	60	96	Sobrepasa el límite permisible

En las muestras testigo se evidencia una concentración sobre los límites permisibles de cadmio y zinc, con 2 y 96 mg/kg respectivamente. Un estudio realizado por Carrillo, González, Cruz y Cajuste (2003), en suelos calcáreos, en la localidad de Hidalgo, México, muestra en sus resultados cargas de cadmio que varía de 3,2 a 4,8 mg/kg y zinc de 42 a 65 mg/kg, datos que superan los límites permisibles según la normativa holandesa de suelos. De este modo se demuestra que existe una cantidad elevada de estos elementos en suelos que no se dedican a la actividad agrícola.

En este contexto, se evidencia que el cadmio es el metal que está presente en los todos los suelos muestreados y sobrepasa los límites permisibles planteados en el acuerdo ministerial 097-A, anexo 2, con 1.5 mg/Kg por encima del umbral de la presencia aceptada.

Así mismo, se encontró niveles de cobre en los suelos del cultivo de tomate riñón que sobrepasan con 2 mg/kg a los niveles aceptados. De igual forma, en los suelos de muestras que corresponden al testigo se evidencia una presencia elevada de zinc, con 36 mg/kg sobre los límites aceptables. Frente a estos resultados, Galán y Romero (2008), señalan que los valores antes mencionados son normales, en suelos agrícolas que se han incorporado recientemente a estas actividades, por lo tanto es necesario comprender la dinámica de estos elementos para minimizar el impacto que pudieran causar.

En cuanto al cadmio, el valor normal en suelos es de 1 a 2 mg/kg esto frente a que este elemento es geodisponible y a través de un proceso de meteorización por factores topográficos, climáticos, capacidad de drenaje y actividad biológica son de

cierta manera liberados a la capa fértil del suelo, con respecto al cobre manifiesta que los valores normales están hasta los 60 mg/kg, mientras tanto los valores normales de zinc varía entre 25 mg/kg a 200 mg/kg. Estos dos últimos pueden sufrir variaciones constantes debido a que son micronutrientes y tanto las plantas como los microorganismos tienen la capacidad de absorber y depurar el suelo, por lo tanto es bastante móvil.

4.3. Determinación del impacto ambiental producido en el suelo

En cuanto a la determinación del impacto ambiental, se evidencio que los productos químicos como el Eltra (Carbosulfan) y el Matador (Metomilo) son los pesticidas que más impacto negativo causan con una Importancia del Impacto Cuantitativo de 60 y 51 respectivamente (Tabla 21).

Tabla 21. Matriz de identificación, evaluación y priorización de impactos ambientales

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PRIORIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES																											
PROCESOS Y CARACTERISICAS			IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO										VALORACIÓN DEL IMPACTO														
			Descripción del impacto	Medio biótico			Medio Abiótico			Medio Antrópico				(+/-)	FORMULA: I=(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)												
Proceso	Nombre comercial	Ingrediente activo		F l	F n	P j	S l	A g	A r	S d	I f	E m	N d I	I N	E X	M O	P E	R V	S I	A C	E F	P R	M C	IdI c	IdIC	MdI c	MdI C
Aplicación de insecticidas	Tryclan	Oxalato de hidrógeno de tiociclam	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	6	2	1	1	2	2	4	1	4	4	41	Moderado	56	Medio
	Curacron	Profenofos	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	6	2	1	2	2	2	4	1	4	4	42	Moderado	56	Medio
	Cipermetrina	Cipermetrina	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	6	2	1	2	2	2	4	1	4	4	42	Moderado	56	Medio
	Tracer	Spinosad	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	6	2	1	1	2	2	4	1	4	4	41	Moderado	56	Medio
	Matador	Metomilo	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	9	2	2	1	2	2	4	1	4	4	51	Severo	56	Medio
	Lorsban	Clorpirifos etil	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	6	2	1	1	2	2	4	1	4	4	41	Moderado	56	Medio
	Plagafin	Deltametrina	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	6	2	1	2	2	2	4	1	4	4	42	Moderado	56	Medio
	Eltra	Carbosulfan	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x			-	12	2	1	2	2	2	4	1	4	4	60	Severo	56	Medio

	Trofeo	Imidacloprid y Fipronil	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	3	2	1	4	2	2	4	1	4	4	35	Moderado	56	Medio
Aplicación de fungicidas	Cosan	Azufre	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	1	2	2	1	1	4	4	23	Bajo	56	Medio
	Antracol	Propineb	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	1	2	2	1	1	4	4	23	Bajo	56	Medio
	Daconil	Chlorothalonil	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	2	2	2	4	1	4	4	27	Moderado	56	Medio
	Fitoraz	Propineb + Cymoxanil	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	1	2	2	1	1	4	2	21	Bajo	56	Medio
	Kasumin	Kasugamicina	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	1	2	2	1	1	4	2	21	Bajo	56	Medio
	Ridomil	Metalaxil-M + mancozeb	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	2	2	2	4	1	4	4	27	Moderado	56	Medio
	Tilt	Propiconazole	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	2	2	2	4	1	4	2	25	Bajo	56	Medio
	Folpet	Ftalimida	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	1	2	2	1	1	4	2	21	Bajo	56	Medio
	Propiconazol	Propiconazole	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	1	2	1	2	2	2	4	1	4	2	25	Bajo	56	Medio
	Nova	Tricyclazole	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	6	2	1	2	2	2	4	1	4	4	42	Moderado	56	Medio
Starner	Ácido Oxolínico	Control de agentes patógenos	x	x	x	x	x			-	3	2	1	2	2	2	4	1	4	4	33	Moderado	56	Medio	

	Cantus	Boscalid	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	3	2	1	2	2	2	4	1	4	4	33	Moderado	56	Medio
	Volcan	Hidróxido de cobre	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	3	2	1	2	2	2	4	1	4	4	33	Moderado	56	Medio
	CabrioTop	Pyraclostrobin + metiram	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	1	2	1	2	2	2	2	1	4	2	23	Bajo	56	Medio
	Pombal	Fosetil Aluminio	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	1	2	1	1	2	2	1	1	4	2	21	Bajo	56	Medio
Aplicación de herbicidas	Canon	Permetrina	Control de agentes patógenos	X	x	X	x	x	x	x				-	6	2	1	2	2	2	1	4	4	4	42	Moderado	78	Alto
Aplicación de bactericida	Phyton	Sulfato de cobre	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	6	2	1	4	4	2	4	1	4	4	46	Moderado	56	Medio
Aplicación de acaricida	Neomectin	Abamectina	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	6	2	1	2	2	2	1	1	4	2	37	Moderado	56	Medio
Aplicación de alcalinos	Topax	Cloro	Control de agentes patógenos		x		x	x	x	x				-	1	2	1	4	2	2	4	1	4	4	29	Moderado	56	Medio

La aplicación de la matriz de EIA de Conesa Fernández permitió determinar que, los pesticidas como Eltra y Matador alcanzan una importancia de impacto de 60 y 51 respectivamente, siendo de esta manera los que causan un impacto severo en el suelo por su aplicación, por otro lado, pesticidas como Folpet, Pombal, Kasumin y Fitoraz alcanzan solamente una importancia de impacto de 21 causando un impacto relativamente bajo en el suelo. A pesar de encontrar pesticidas que causan impactos severos en el suelo, ninguno de este grupo pertenece al listado de productos químicos restringidos en el Ecuador.

Por otro lado, un estudio similar realizado en Santa Fe, Argentina, mostraron resultados diferentes en el cual los pesticidas como el Endusolfán, Clorpirifos los cuales alcanzan una importancia de impacto de 50 y 51 respectivamente siendo los más altos, los cuales han causado problemas en los suelos agrícolas de la zona (Schaaf, 2015). Por lo tanto, los suelos en las zonas agrícolas en contexto presentan un nivel de impacto moderado a causa de los pesticidas.

4.4. Diseño de estrategias de mitigación de los impactos negativos determinados en el suelo con la aplicación de los pesticidas

4.4.1. Matriz FODA

Se detallan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que posee el sector agrícola de la parroquia Pimampiro (Tabla 22).

Tabla 22. Análisis FODA del área de estudio

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
F1. Conocimiento de los agricultores acerca de los problemas que causan los pesticidas.	O1. Capacitaciones por parte de los técnicos del MAG acerca del manejo de plagas, enfermedades y el uso de los pesticidas.
F2. Conocimiento por parte de la población agrícola acerca de la agricultura sustentable.	O2. Presencia de agricultura sustentable dentro de la parroquia
F3. Predisposición de la población de agricultores para trabajar con la colectividad universitaria.	

DEBILIDADES	AMENAZAS
D1. Uso excesivo de agroquímicos.	A1. Falta de organización por parte de las autoridades de las comunidades para que los agricultores participen en las capacitaciones.
D2. Falta de información acerca de la elaboración de abonos y pesticidas orgánicos.	A2. Falta de rubros económicos para ejecutar programas direccionados a la agricultura sustentable.
D3. Falta de personal capacitado en el control orgánico de plagas y enfermedades en los cultivos.	A3. Falta de apoyo por parte de las autoridades locales para desarrollar la agroecología.

Justificación de los elementos de cada uno de los elementos que se muestran en el análisis FODA

Para obtener información para el análisis FODA se realizaron entrevistas y conversatorios a la comunidad de agricultores, de la misma, manera se ha tomado en cuenta los resultados de las encuestas y datos relevantes obtenidos a partir de la matriz de Conesa Fernández.

- **F1.** En las vistas realizadas a los agricultores, se realizaron entrevistas y conversatorios como un anexo para saber qué es lo que los agricultores piensan sobre la aplicación de los pesticidas en donde manifiestan que están conscientes que a largo plazo produce daños ambientales, pero no dejan de utilizarlos porque es la manera más eficaz de control de plagas y enfermedades que existe para salvaguardar y asegurar la producción.
- **F2.** La agricultura sustentable ha tomado impulso según la población de agricultores, ya que se ha promovido ferias agroecológicas los fines de semana.
- **F3.** La mayoría de la comunidad de agricultores de la parroquia están predispuestos a trabajar con la colectividad universitaria, ya que manifiestan que es importante un conocimiento técnico de cómo se maneja los recursos para que no se agoten.

- **O1.** Los técnicos del MAG realizan visitas periódicas en las comunidades para brindarles capacitaciones acerca del uso de pesticidas, creación de abonos y pesticidas orgánicos, el manejo del suelo y las estrategias óptimas para una producción rentable y más sana.
- **O2.** Por medio del aporte del MAG y la colaboración de los mismos agricultores, se ha fomentado la agricultura sustentable y con ello la creación de organizaciones agroecológicas que en los últimos años ha tomado impulso, incluso los agricultores de estas organizaciones envían sus productos a mercados de las ciudades de Ibarra y Quito, de esta manera se fortalece y la comunidad está más interesada en participar en la agroecología.
- **D1.** Incluso al existir un aumento de la agroecología, el uso excesivo de agroquímicos es un problema que se enfrenta la comunidad agrícola de la parroquia Pimampiro, puesto que no encuentran una manera más eficaz de combatir plagas y enfermedades que en ocasiones tienden a reducir notablemente la producción lo que afecta directamente a la economía.
- **D2.** A pesar de que los técnicos del MAG trabajan en las capacitaciones ha sido imposible cubrir con las necesidades de toda la comunidad agrícola, es por eso que la deficiencia y falta de conocimiento de los agricultores para realizar abonos y pesticidas orgánicos se ha dificultado, lo que promueve el consumo de pesticidas sintéticos.
- **D3.** La comunidad agrícola en su mayoría no posee asesoramiento técnico del manejo y aplicación de los pesticidas sintéticos, en muchos de los casos utilizan químicos recomendados empíricamente, sin tener conocimiento de las desventajas que este posea.
- **A1.** En muchos de los casos al existir una convocatoria por parte de los técnicos del MAG los dirigentes no organizan a la comunidad para la

participación, en algunos casos existe un bajo número de participantes y los asistentes no llegan a la hora acordada dificultando de esta manera que se cumplan las metas propuestas.

- **A2.** El apoyo económico para la agroecología es prácticamente nulo según los testimonios de los que pertenecen a estas organizaciones, no reciben ningún tipo de ayuda, lo que han alcanzado hasta el momento es por gestión propia.
- **A3.** Las organizaciones agroecológicas no reciben apoyo por parte de las autoridades, existe desinterés para en el apoyo de este tipo de proyectos.

4.4.2. Identificación de estrategias

Con el cruce de los elementos del FODA se desarrollaron las estrategias que ayuden a prevenir, recuperar y mitigar los efectos negativos que causa la agricultura convencional en el suelo y ecosistemas aledaños en la parroquia de Pimampiro (Tabla 23).

Tabla 23. Cruce de variables FODA

CRITERIO	VARIABLE	ESTRATEGIA
Fortalezas Amenazas	F1. Conocimiento de los agricultores acerca de los problemas que causan los pesticidas.	Educación ambiental a los agricultores de la parroquia.
	A1. Falta de organización por parte de las autoridades de las comunidades para que los agricultores participen en las capacitaciones.	
Fortalezas Amenazas Oportunidades	F2. Conocimiento por parte de la población agrícola acerca de la agricultura sustentable.	Creación y fortalecimiento de organizaciones agroecológicas.
	A3. Falta de apoyo por parte de las autoridades locales para desarrollar la agroecología.	
Debilidades Amenazas	O2. Presencia de agricultura sustentable dentro de la parroquia	Establecer un sistema de manejo integrado de plagas.
	D2. Falta de información acerca de la elaboración de abonos y pesticidas orgánicos.	

A2. Falta de rubros económicos para ejecutar programas direccionados a la agricultura sustentable.

D1. Uso excesivo de agroquímicos.

	F3. Predisposición de la población de agricultores para trabajar con la colectividad universitaria.	
Fortalezas	O1. Capacitaciones por parte de los técnicos del MAG acerca del uso de los pesticidas.	Implementación de un programa de manejo sustentable para producción agrícola.
Oportunidades		
Amenazas	D3. Falta de personal capacitado en el control orgánico de plagas y enfermedades en los cultivos	

a) Estrategia 1: Educación ambiental a los agricultores de la parroquia

La educación ambiental tiene como finalidad capacitar a la comunidad de agricultores de la parroquia con un enfoque de conservación de los ecosistemas agrarios, de esta manera mantener y perseverar la productividad del suelo agrícola de la parroquia, de forma, que se logre la participación de la mayoría de los productores.

Ubicación: Zona rural de la parroquia Pimampiro

Meta: Concientizar a la población de agricultores acerca del cuidado de los recursos naturales, con la finalidad de conservar los ecosistemas más vulnerables (Tabla 24).

Tabla 24: Educación ambiental.

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsables	Costo
Realizar talleres de concientización del adecuado manejo de los recursos naturales.	Número de asistentes al taller	-Registro de asistencia -Registro fotográfico	Lograr que los agricultores de la parroquia Pimampiro realicen un adecuado uso y manejo de los agroquímicos que emplean para el control de plagas y enfermedades en los cultivos.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería -Gobierno parroquial	\$ 950
Capacitar a los dirigentes de organizaciones agrícolas de la parroquia sobre la importancia de conservar el suelo.	Numero de dirigentes que participen en la capacitación	-Registro de asistencia -Registro fotográfico		-Dirigentes de organizaciones agrícolas -Agricultores de la parroquia -Academia	\$ 600
Fomentar una cultura sobre el cuidado del ambiente.	Número de asistentes a la charla	-Registro de asistencia -Registro fotográfico			\$ 400

Objetivo:

Realizar campañas de educación ambiental para los agricultores de la parroquia Pimampiro.

b) Estrategia 2: Creación y fortalecimiento de organizaciones agroecológicas

La creación y fortalecimiento de organizaciones agroecológicas se enfocan en reducir el uso excesivo de pesticidas que en la agricultura convencional se utilizan, obteniendo una producción más limpia y de esta manera se reduce el impacto negativo que el ecosistema agrario recibe, al mismo tiempo liberando de contaminación toxica a los ecosistemas aledaños.

Ubicación: Parroquia Pimampiro

Meta:

El fortalecimiento y creación de organizaciones agroecológicas dentro de la parroquia permitirá reducir el uso de pesticidas sintéticos, de tal forma que se atenué los efectos que causan lo agroquímicos (Tabla 25).

Tabla 25: Creación y fortalecimiento de organizaciones agroecológicas

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsables	Costo
Identificación de las organizaciones agroecológicas existentes en la parroquia para el fortalecimiento.	Presencia de alguna organización dedicada a la agroecología.	Registro fotográfico			\$ 350
Realizar charlas planteando las ventajas de pertenecer a una organización agroecológica.	Número de asistentes	Registro de asistencia	Lograr que un porcentaje significativo de agricultores sean partícipes de las organizaciones agroecológicas.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería -Gobierno parroquial -Agricultores de la parroquia -Academia	\$ 1 000
Promover una visión de cambio en los agricultores enfocado en el uso sustentable de los recursos naturales.	Disposición de los agricultores	Registro fotográfico			\$ 200
Creación de organizaciones agroecológicas.	Disposición de los agricultores para formar parte de las organizaciones	Numero de organizaciones agroecológicas			\$ 300

Objetivo:

Crear y fortalecer organizaciones agroecológicas en la parroquia.

c) Estrategia 3: Establecer el manejo integrado de plagas (MIP)

El establecer un sistema de manejo integrado de plagas en la parroquia está enfocado en reducir el uso excesivo de pesticidas sintéticos, de esta manera aprovechando los recursos naturales y el conocimiento ancestral para el mantener los cultivos libres de plagas, lo cual permite obtener producción limpia y amigable con el ambiente.

Ubicación: Parroquia Pimampiro

Meta:

Establecer el manejo integrado de plagas en los cultivos como alternativa para contrarrestar problemas en la producción y de esta manera reducir el impacto negativo que ocasionan el control de plagas convencional (Tabla 26).

Tabla 26. Establecer el manejo integrado de plagas

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsables	Costo
Talleres de difusión acerca de los beneficios de implementar el MIP en las parcelas de cultivo.	Número de asistentes a los talleres.	-Registro de asistencia a los talleres. -Registro fotográfico			\$ 750
Capacitar a los agricultores para la elaboración de productos orgánicos para el control de plagas.	Número de asistentes a la capacitación.	-Registro de asistencia -Registro fotográfico.	Lograr que la mayoría de los agricultores opten por el MIP en los cultivos para su producción.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería -Gobierno parroquial -Agricultores de la parroquia -Academia	\$ 1 100
Promover la utilización de los productos orgánicos.	Uso de productos orgánicos en el control de plagas y enfermedades.	-Registro fotográfico.			\$ 1 100

Objetivo:

Establecer el manejo integrado de plagas en la parroquia Pimampiro.

d) Estrategia 4: Implementación de un programa de manejo sustentable para producción agrícola.

Implementar un programa para el manejo sustentable de los ecosistemas agrícolas para así, reducir los impactos negativos que causa la agricultura convencional y de esta manera se logró la conservación del suelo y prolongar la vida fértil de este recurso conjuntamente con los ecosistemas y recursos naturales aledaños.

Ubicación: Comunidades de la parroquia Pimampiro

Meta:

Cambiar la conducta de los agricultores al momento de manejar los ecosistemas agrícolas, tomando en cuenta medidas apropiadas y el uso adecuado, de esta manera prolongando la fertilidad del suelo y reducir la afectación a los ecosistemas aledaños (Tabla 27).

Tabla 27. Manejo sustentable para producción agrícola

Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsables	Costo
Charlas enfocadas en mostrar los impactos negativos del manejo convencional en la producción agrícola.	Número de asistentes a la charla.	-Registro fotográfico -Registro de asistencia	Lograr que los agricultores de la parroquia realicen un adecuado manejo de los ecosistemas agrícolas.	-Ministerio del Ambiente -Ministerio de Agricultura y Ganadería -Gobierno parroquial	\$ 850
Capacitar a los agricultores acerca del manejo sustentable en la producción agrícola.	Número de asistentes a la capacitación.	-Registro fotográfico -Registro de asistencia		-Agricultores de la parroquia -Academia	\$ 900

Objetivo:

Implementar un programa acerca manejo sustentable para producción agrícola a los agricultores en la parroquia Pimampiro.

Dentro de la parroquia Pimampiro las estrategias están diseñadas para definir y gestionar medidas para reducir y contrarrestar los efectos que causan el uso prolongado de pesticidas sintéticos, de manera que se llegue a conservar la calidad del suelo, así también, de los demás recursos naturales y ecosistemas aledaños.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se evidencia que los tipos de impactos que sufre el suelo agrícola de la parroquia Pimampiro están directamente relacionados a afectaciones de la flora y fauna edáfica obligando a estos organismos a adaptarse a las condiciones adversas por la aplicación de pesticidas, cumpliendo la función de depuración con su capacidad de absorción para mantener el equilibrio dentro de estos ecosistemas.

En la parroquia Pimampiro el 28% de la superficie es utilizada para la agricultura, de ese porcentaje el 10.30% es manejado para cultivos perennes y el 17.70% es destinado para cultivos de ciclo corto, en donde los cultivos que predominan son maíz, arveja y tomate riñón en invernadero.

Las enfermedades que afectan a los ecosistemas agrícolas de la parroquia Pimampiro son causadas por hongos en un 81% y bacterias en un 19%, por otro lado, las plagas que afectan en mayor magnitud son pertenecientes a la familia Aleyrodidae con el 20% de representatividad.

Se identificó que los agricultores de la parroquia Pimampiro utilizan en mayor porcentaje los fungicidas 65% sobre otros tipos de pesticidas para el control de enfermedades, por otro lado, para el control de plagas, los insecticidas son aplicados en mayor porcentaje con una representatividad del 71%.

En cuanto a la carga microbiana, se identificó que los aerobios totales predominan en los suelos de cultivo de tomate riñón con una mediana de 3×10^3 UFC/g, de manera similar sucede con las levaduras que predominan en suelos de cultivos de tomate riñón y arveja con una mediana de 3×10^7 UFC/g, por otro lado, los mohos presentan mayor población en los suelos de cultivos de maíz con una mediana de 9×10^8 UFC/g.

El diagnóstico realizado indica que el cadmio es el elemento que sobrepasa los límites permisibles planteados en la normativa ecuatoriana alcanzando valores de 2mg/Kg en todos los suelos muestreados. De manera similar, se evidenció una presencia elevada de cobre en suelos de tomate riñón con valores de 27 mg/kg, así mismo, el zinc mostró una presencia elevada en los suelos de las muestras testigo con valores de 96 mg/Kg. Hasta el momento, el cadmio no presenta amenaza toxicológica en el suelo agrícola puesto que el rango de este elemento en el suelo varía de 1 a 2 mg/kg, de manera similar sucede con el cobre y el zinc, además que estos dos últimos elementos son macronutrientes y pueden ser absorbidos por microorganismos y plantas.

Se identificaron en total 28 pesticidas que los agricultores de la localidad aplican en sus cultivos, de los cuales el Eltra (Carbosulfan) y el Matador (Metomilo) fueron los que obtuvieron una valoración más elevada, alcanzando un Índice de Impacto Severo con valores de 60 y 51 respectivamente.

5.2. Recomendaciones

Realizar un estudio de impacto ambiental que causan los pesticidas en el recurso hídrico, ya que este recurso está muy susceptible a sufrir alteraciones por este tipo de agroquímicos.

Realizar un estudio de impacto ambiental en los ecosistemas aledaños a las parcelas agrícolas, ya que al llegar a ser un impacto negativo influye en la fauna y flora de la localidad.

Realizar un estudio de mecanismos de acción biológicos para el control de enfermedades en los ecosistemas agrícolas, de esta manera se logre conservar los suelos y al mismo tiempo obtener producción limpia.

Socializar las experiencias y resultados de la investigación y lograr conciencia en los agricultores para reducir el uso excesivo de pesticidas y se logren plantear nuevas alternativas eficientes para el control de los patógenos.

REFERENCIAS

- Acuña, O., Peña, W., Serrano, E., Pocasangre, Rosales, L., Delgado, F., Trejos, J. y Segura, A. (2006). La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. *ACORBAT*, 1(2), 222-233.
- Alba, A., Burgos, A., Cardenas, J., Lara, K., Sierra, A. y Montoya, G. (2013). Research Panorama on the Second Green Revolution in the World and Colombia. *Tecciencia*, 8(15), 49-64.
- Álvarez, J. y Anzueto, M. (2004). Actividad microbiana del suelo bajo diferentes sistemas de producción de maíz en los altos de Chiapas, México. *Agrociencia*, 38(1), 13-22.
- Anadón, R. y Fernández, C. (2008). *Características, origen y tipo de suelos*. Universidad de Oviedo. Oviedo, España.
- Andrade, D. y Gusqui, R. 2018. Effectiveness of Chemical Fungicides for in Vitro Control of Different Phytopathogens in Controlled Conditions. *Arnaldoa* 25, (2), 489-498.
- Angulo, A. (2019). *Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de arveja (Pisum sativum), parroquia Bolívar, cantón Bolívar, Provincia del Carchi* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo sede el Ángel, Carchi, Ecuador.
- Aparicio, V., De Gerónimo, E., Hernández, K., Pérez, D., Portocarrero, R., y Vidal, C. (2015). *Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente*. Balcarce, Argentina: INTA
- Aparicio, V., Rodríguez, M., Gómez, V., Sáez, E., Belda, J., Ramírez E., y García, J. (1995). *Plagas y Enfermedades de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería: Métodos de control*. Sevilla, España: Editorial Junta De Andalucía
- Araya, C. y Hernández, J. (2006). *Guía para la identificación de enfermedades del frijol más común de Costa Rica*. San José, Costa Rica: MAG.
- Balderas, M., Cajuste, L., Lugo, J. y Vázquez, A. (2003). Agricultural Soils Contaminated by Heavy Metals from a Scrapyard of Discarded Vehicles. *Terra Latinoamericana*, 21(4), 449-459.

- Benítez, P., Miranda, L., Balza, A., Sánchez, L. y Molina, Y. (2015), Residuos de plaguicidas en fresa (*Fragaria x ananassa*) cosechada en una región agrícola del estado de Miranda, Venezuela. *Biagro*, 27(3), 181-188.
- Bernal, A. y Hernandez, A. (2017). Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 50- 57.
- Bernier, R. (1990). *Curso de capacitación para operadores de programa de recuperación de suelos degradados INDAP*. Osorno, Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria.
- Bertran, M., Rocha, Z., Bernal, A. y Pita, L. (2017). Functional microorganisms in soil with and without revegetation in the municipality of Villa de Leyva-Boyaca. *Colombia Forestal*, 20(2), 158-170.
- Bolaños, A., Bravo, H., Equhua, A., Trinidad, A., Ramirez, G. y Dominguez, A. (2001). Densidad y daños de plagas del maíz, bajo labranza convencional y de conservación. *Acta zoológica mexicana*, 4(83), 127-141.
- Bonomelli, C., Bonilla, C. y Valenzuela, A. (2003). Efecto de la fertilización fosforada sobre el contenido de cadmio en cuatro suelos de Chile. *Pesq. agropec. Bras*, 38(10), 1179-1186.
- Borja, J. y Valdivia, R. (2015). *Introducción a la Agronomía*. Quito, Ecuador: EDIMEC
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Ciencias agropecuarias*, 33(2), 117-124.
- Camacho, R., Camacho, J., Balderas, M. y Sánchez, M. (2017). Cambios de cobertura y uso de suelo. *Madera y Bosques*, 23(3), 39-60.
- Carrillo, R., Cruz, J. y Cajuste, L. (2003). Interacción zn-cd en el suelo y maíz. *Terra Latinoamericana*, 21(1), 31-40.
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Revista Ciencias de la Salud*, 1(91), 21-29.
- Cepeda, J. (1991). *Química del suelo: Suelo químico del suelo análisis del suelo propiedades fisicoquímicas suelo ciencia del suelo*. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.
- Chambi, L., Orsag, V. y Niura, A. (2017). Evaluación de la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos en tres microcuencas del municipio

- de Poopó-Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4(1), 63-63.
- Chambi, L., Orsag, V. y Niura, A. (2017). Evaluation of the presence of heavy metals in agricultural soils and crops in three microbasins of the municipality of Poopó – Bolivia. *Revista de investigación e innovación agropecuaria y recursos naturales*, 4(1), 67-73.
- Chan, J., Sánchez, A., Ochoa, S., Martínez, P., López, L. y Lázaro A. (2015). Directrices para la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos. *Teoría y Praxis*, 5(17), 123-144.
- Chávez, G., Ortiz, M. y Ortiz, L. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. *Acta Agronomica*, 62(1), 66-72.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis L., y Geraud F., (2019). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 1-16.
- Clavijo, N. y Pérez, M. (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 2(74), 149-166.
- Clavo, P., Meneses, L. y Zúñiga, D. (2008). A study of potato (*Solanum tuberosum*) crop rhizosphere microbial population in highland zones. *Ecología Aplicada*, 7(1), 141-148.
- Corral, A., Morales, Y., Pazos, L., Ramírez, A., Martínez, R. y Rojas, J. (2012). Quantification of cultivable bacteria by the "Massive Stamping Drop Plate" method. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(2), 147-156.
- Correa, O. (2013). Los microorganismos del suelo y su rol indiscutido en la nutrición vegetal. *Microbiología Agrícola*, 15(3), 1-10.
- Crespo, G. (2009). Recuperación de suelos en áreas ganaderas degradadas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(4), 355-360.
- Cruz, D. y Leos, J. (2019). La producción de maíz en Sinaloa, México, y sus implicaciones para el medio ambiente. *Letras verdes*, 10(25), 100-118.

- Damalas, C. y Eleftherohorinos, I. (2011). Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5), 1402–1419.
- Delince, W., Valdez, R., López, O., Izquierdo, F. y Balbín, M. (2015). Riesgo agroambiental por metales pesados en suelos con Cultivares de *Oryza sativa* L y *Solanum tuberosum* L. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 24(1), 44-50.
- Devine, G., Eza, D., Oigusuku, E., y Furlong, M. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 25(1), 74-100
- Díaz, O., Lima, L., Garcia, D., D'Alessandro, K., Torres, O., Olivares, S. y Blaco, Y. (2015). Assessment of heavy metal content in urban agricultural soils from the surrounding of steel-smelter plant using X-ray fluorescence. *Ciencias Nucleares*, 8(57), 38-43.
- Diez, M. (2010). Biological aspects involved in the degradation of organic pollutants. *Journal of soil science and plant nutrition*, 10 (3), 244-267.
- Duarte, F. (2012). El control biológico como estrategia para apoyar las exportaciones agrícolas no tradicionales en Perú: un análisis empírico. *Contabilidad y Negocios*, 7(14), 81-100.
- Encina, A. y Ibarra, J. (2012). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y desarrollo*, 3(4), 4-9.
- Escandón, J., Ordoñez, J., Nieto, M. y Ordoñez, M. (2009). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 27-53.
- Escobar, G. (2016). *La relevancia de la agricultura en América Latina y el Caribe*. Buenos Aires. Argentina: Nueva Sociedad.
- Escobar, S. (2016). *Determinación de la presencia de plomo y cadmio en frutilla y tomate en el Quinche* (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Falconí, J. (2013). *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el cultivo de Kiwicha*. Huaylas, Perú: UNALM

- FAO (Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura y la Alimentación). (2000). *Ecología y Enseñanza Rural: Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. Estudio FAO Montes 131. Roma-Italia.
- Ferrera, R. y Alarcón, A. (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum*, 8(2), 175-183.
- Freitas, A., Andrade, G., Santos, A., Sosa, D. y Mello, D. (2017). Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. *Ciência Rural*, 47(6), 1-10.
- FUNIBER (Fundación Universitaria Iberoamericana). (2020). Gestión de suelos contaminados. Autor: Madrid España.
- Gabrielli, G., Berton, R., Camargo, O. y Ferreira, M. (2006). Zinc availability for corn grown on an oxisol amended with flue dust. *Scietia Agricola*, 63(6), 558-563.
- Galán, E. y Romero, A. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. *Sociedad española de mineralogía*, 2(10). 48-60.
- García, F. (2006). El sector agrario del Ecuador: incertidumbres ante la globalización. *Revista de Ciencias Sociales*, 1(28), 71-88.
- Gómez, V.T. y Gómez, O.D. (2012) Agricultura y medio ambiente: en pos del desarrollo sostenible. *Calidad de Vida UFLO*, 5(7), 4-22.
- Gracia y Durga (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8(3), 1-10.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Pedro de Pimampiro. (2014). *Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial Cantón Pimampiro*. Pimampiro, Ecuador.
- Grammont, H. (2010). Evolution of Agricultural Production in the Mexican Countryside: Concentration of Production, Poverty and Pluriactivity. *Andamios*, 7(13), 85-117.
- Guerrero, A. (2018). Pesticide management in crops of *Zea mays* L. “corn” (Poaceae), *Brassica cretica* Lam. “broccoli” (Brassicaceae), *Apium graveolens* L. “celery”, *Coriandrum sativum* L. “coriander” (Apiaceae),

- Allium fistulosum L. "scallion" (Amaryllidaceae) in Moche countryside, Trujillo, Peru. *Arnaldoa*, 25(1), 159-158.
- Guerrón, J. (2015). *Respuesta del suelo y del cultivo de tomate hortícola (Lycopersicon esculentum) a la aplicación de lactofermentos enriquecidos*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Guevara, F. y Estrella, N. (2008). *Determinación y caracterización de enfermedades bacterianas del tomate riñón (Lycopersicon sculentum), cultivado bajo invernadero en doce áreas de la cordillera central del Ecuador* (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolqui, Ecuador.
- Guzmán, A., Cruz, O. y Valdez, R. (2019). Effects of the Pollution by Heavy Metals in a Soil with Agricultural Use. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1), 1-9.
- Hernández, J. (2014). Soil booster from to natural zeolite: A sustainable proposal for the agriculture. *Nova Scientia*, 6(11), 1-11.
- Hernández, L., Minive, A., Sandoval, E., Martines, D. y Villegas, C. (2013). Effect of agricultural practices on soil bacterial populations in cropping systems in Chihuahua, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(3), 353-365.
- Hoffmann, L., Roehrig, R., Boller, W. y Forcelini, C. (2019). Chemical control of asian soybean rust as a function of cultivar, row. *Engenharia Agrícola*, 39(4), 504-511.
- Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de agroquímicos en la parroquia San Joaquín* (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Kimbrough, D. y Wakakuwa, J. (1989). Digestión ácida de sedimentos, lodos, suelos y desechos sólidos. Una alternativa propuesta al método 3050 del SW 846 de la EPA. *Ciencia y tecnología ambientales*, 23 (7), 898-900.
- Leal, S., Valenzuela, A., Gutierrez, M., Bermudez, M., Garcia, J., Aldana, M., Grajeda, P., Silveira, M., Meza, M., Palma, S., Leyva, G., Camarena, B. y Valenzuela, C. (2014). Residuos de plaguicidas organoclorados en suelos agrícolas. *Tierra Latinoamericana*, 32,(1), 1-11.

- Levia, C. (2014). La agricultura y la ciencia. *Idesia*, 32(3), 3-5.
- Llumiquinga, A. (2009). *Evaluación del impacto ambiental de tecnologías para producción de papa con alternativas al uso de plaguicidas peligrosos en el cantón Píllaro – provincia de Tungurahua* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Loyola-Gómez, C., Rivas-Maldonado, J. y Gacitúa-Rojas, M. (2015). Permeabilidad del suelo de la cuenca del río Chillán, entre Estero Peladillas y río Ñuble, Chile. *Cuadernos de geografía*, 24(1). 73-86.
- Machini, N. Lopez, F. y Manzanares, F. (2012). *Agricultura y Medio Ambiente, Equilibrio Territorial*. Tenerife, España.
- Mahecha, J., Trujillo, J. y Torres, M. (2015). Heavy metal content in agricultural soil from the Ariari region in the Meta department. *ORINOQUIA*, 19(1), 118-122.
- Mansilla, C. (2017). *Impacto ambiental de la aplicación de plaguicidas en siete modelos socio-productivos hortícolas del Cinturón Verde de Mendoza* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Marco, O. y Reyes, R. (2003). Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia*, 28(5), 252-259.
- Márquez, C., Mikami, A., Dutra, V., Carvalho, M., Picareli, B. y Bentura, M. (2014). Organic fertilization and botanical insecticides to control two-spotted spider mite in strawberry. *Ciencia Rural*, 44(11), 1908-1914.
- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(1), 68-96.
- Martínez, N. (2010). Manejo integrado de plagas: una solución a la contaminación ambiental. *Comunidad y Salud*, 18(1), 73-082.
- Melo, A., Ariza, P., Lissbrant, S. y Tofiño, A. (2015). Evaluation of agrochemicals and bioinputs for sustainable bean management on the Caribbean coast of Colombia. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 203-211.
- Méndez, A. y Gonzales, Y. (2014). Plagas asociadas al cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en un área del estado Aragua, Venezuela. *Fitosanidad*, 18(3), 175-179.

- Montenegro, S. (2008). *Influencia de la aplicación de vinaza sobre la presencia y biomasa microbiana del suelo en el cultivo de maíz dulce (Zea Mays)*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Núñez, S., Maeso, D., Conde, P., Duarte, F., Nuñez, P., Mieres, I. y Bruno, A. (2007). Evaluación del impacto ambiental de los plaguicidas en la producción hortifrutícola. *INIA*, 1(12), 17-22.
- Olivares, S., García, D., Lima, L., Saborit, I., Llizo, A. y Perez, P. (2013). Niveles de cadmio, plomo, cobre y zinc en hortalizas cultivadas en una zona altamente urbanizada de la ciudad de la Habana, Cuba. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(4), 285-294.
- Pacasa, F., Loza, M., Bonifacio, A., Vino, N. y Serrano, C. (2017). Filamentous soil fungi communities on K'iphak'iphani agroecosystems, Choquenaira-Viacha Municipality. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 8(1), 2-25.
- Paruelo, J., Guerschman, J., Baldi, G. y Di Bella, C. (2004). La estimación de la superficie agrícola, antecedentes y una propuesta metodológica. *Interciencia*, 29(8), 421-427.
- Pereira, C., Restrepo, B., Mauro, F. y Montes, A. (2011). *Edafología 1*. Espacio Gráfico Comunicaciones. Caldas- Colombia.
- Perez, H. y Rodriguez, I. (2019). Integrated management of the main insect-pest of rice cultivation in Ecuador. *IOSR Journal of Engineering*, 9(5), 53-61.
- Pérez-Luna, Y., Álvarez-Solís, J., Mendoza-Vega, J., Pat-Fernández, J., Gómez-Álvarez, R. y Cuevas, L. (2012). Diversidad de hongos micorrícicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México. *Gayana Botánica*, 69(1), 46-56.
- Plimmer, J. (1990). Productos químicos para la agricultura. *Agricultura y alimentación*, 26(2), 13-16.
- Porcura, J. (2015). *Manejo de plagas y enfermedades en producción ecológica*. Andalucía, España: SEAE.
- Portilla, F. (2003). La lucha contra las plagas y enfermedades en los cultivos y la conservación del ambiente. *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, (2) 159-178.

- Poveda, K., Gómez, M. y Martínez, E. (2008). Diversification practices: their effect on pest regulation and production. *Revista Colombiana de Entomología*, 34 (2), 131-144.
- Pozo, H. (2016). *Ley Organica de tierras rurales y territorios ancestrales*. Quito, Ecuador.
- Ramírez, R. (1997). *Propiedades, físicas, químicas y biológicas de los suelos*. Produmedios. Bogotá-Colombia.
- Ramirez, J. (2002). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *IIESCA* 2(8) 54-61.
- Rigotto, R., Candido, A., Monteiro, M., Ferreira, I. y Pontes, A. (2013). Trends of chronic health effects associated to pesticide use in fruit farming regions in the state of Ceará, Brazil. *Bras Epidemiol*, 16(3), 764-773.
- Ríos, M. y Camacho, E. (2016). La agrobiodiversidad en várzea y su función económica en la Amazonía Peruana. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 377–389.
- Rodríguez, A., Suarez, S. y Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.
- Rodríguez, G., García, G. y Fernández, P. (2011). Greenhouse Grown Tomato (*Solanum lycopersicum*) Diseases in the Central Region of Michoacan. *Revista Mexicana de fitopatología*. 29(1), 50-59.
- Samaniego, J. y Chew, Y. (2007). Diversity of soil fungi genera in three different condition agricultural fields in La Laguna, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78(2), 383-390.
- Sánchez, C. y Turčeková, N. (2017). Caracterización de la agricultura y desarrollo rural de Eslovaquia. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo regional*, 27(50), 2-28.
- Sánchez-Martín, M. y Sánchez Camazano, M. (1984). *Los plaguicidas: adsorción y evolución en el suelo*. Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/12919/1/plaguicidas.pdf>

- Schaaf, A. (2013). Uso de pesticidas y toxicidad: relevamiento en la zona agrícola de San Vicente, Santa Fe, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 323-331.
- Schaaf, A. (2015). Valoración de impacto ambiental por pesticidas agrícolas. *Observatorio Medioambiental*, 18, 87-96.
- Serralde, A. y Ramírez, M. (2004). Análisis de poblaciones de micorrizas en maíz (*Zae mays*) cultivado en suelos ácidos bajo diferentes tratamientos agronómicos. *Revista CORPOICA*, 5(1), 31-40.
- Servicios Hidrogeológicos y Ambientales (2015). *Metodología para el Cálculo de Matrices Ambientales*. Colombia: INERCO.
- Silva, S. y Correa, F. (2012). Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Semestre Económico*, 12(23). 13-34.
- Soriano, M. (2010). *pH del suelo*. Universidad Politécnica del Valencia. Valencia-España.
- Soto, M. (2018). *Capacidad de intercambio iónico en el suelo*. Universidad Politécnica del Valencia. Valencia-España.
- Tello, J. (2013). La agricultura como sistema. *IDESIA*, 31(1), 3-4.
- Tello, M. (2015). *Evaluación del riesgo toxicológico de plomo y cadmio en suelos del entorno del parque industrial de la ciudad de Cuenca*. (Tesis de postgrado). Universidad Estatal de Cuenca; Cuenca, Ecuador.
- Tobar, D. (2017). *Centro cultural del cantón Pimampiro* (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador; Quito, Ecuador.
- Tobasura, I., Obando, F., Moreno, F., Morales, C. y Henao, A. (2015). De la conservación del suelo al cuidado de la tierra: una propuesta ético-afectiva del uso del suelo. *Ambiente y Sociedad*, 18(3), 121-136.
- Usman, M., Wakil, W. y Talib, S. (2011). Induction of resistance in chickpea (*cicer arietinum* l.) against *Ascochyta rabiei* by applying chemicals and plant extracts. *Revista Chilena de Investigación Agropecuaria*, 71(1), 52-62.
- Vallejo, V. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia Foresta*, 16(1), 83-99.

- Velásquez, A., Cajuste, L., Carrillo, R., Zamudio, B., Álvarez E. y Castellano, J., (2005). Permissible Limits of Cadmium, Nickel, and Lead Accumulation in Soil in the Valley of Mezquital, Hidalgo, Mexico. *Terra Latinoamericana*, 23(4), 447-455.
- Villaseñor, H., Santa Rosa, R., Martínez, E., Mariscal, L., Leyva, S. y Huerta, J. (2012). Chemical control of diseases: an alternative for rainfall wheat production in Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(3), 596-600.
- Wang, D., Huang, H., Feng, H., Wang, H., Han, M. y QI, Z. (2016). Distribution of copper in soil and rice system of Hainan Island, China *Archivos Brasileños de Biología y Tecnología*, 59(1), 1-6.
- Wasim, M., Sengupta, D. y Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Toxicologi*, 2(1), 1–12.
- Zúñiga, o., Osorio, J., Cuero, R. y Peña, J. (2011). Evaluación de tecnologías para la Recuperación de Suelos Degradados por Salinidad. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 64(1), 5769-5779.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta aplicada a los agricultores de la parroquia



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

*Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.
Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13*

Proyecto de investigación
ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS EN SUELOS
AGRÍCOLAS DONDE PREDOMINAN CULTIVOS TRANSITORIOS EN LA
PROVINCIA DE IMBABURA.

ENCUESTA PARA CARACTERIZACIÓN DEL USO DE PESTICIDAS EN
ZONAS PRODUCTIVAS PARA CULTIVOS DE CICLO CORTO

Objetivo: Determinar la relación existente entre la producción agrícola y el uso de pesticidas y fertilizantes

Indicaciones: Utilizar el siguiente formato para coleccionar la información requerida, por favor no dejar preguntas sin contestar, en caso de requerir espacio adicional utilizar la hoja disponible en este documento.

1. Datos informativos				
Nombre:		Edad:		
Estado civil:		Monitor		<input type="checkbox"/>
Escolaridad	Primaria <input type="checkbox"/>	Secundaria <input type="checkbox"/>	Tercer nivel <input type="checkbox"/>	Cuarto nivel <input type="checkbox"/>
2. Datos socio-económicos				
Principal actividad económica:	Producción Agrícola <input type="checkbox"/>	Producción Pecuaria <input type="checkbox"/>	Producción agropecuaria <input type="checkbox"/>	
	Comerciante <input type="checkbox"/>	Jornalero <input type="checkbox"/>	Otro: _____	
Número de hijos dependientes				
Servicios básicos	Electricidad <input type="checkbox"/>	Agua potable <input type="checkbox"/>	Teléfono fijo <input type="checkbox"/>	
	Teléfono celular <input type="checkbox"/>	Internet <input type="checkbox"/>		
Pertenece alguna organización social?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
	Cuál?			
Ha recibido algún incentivo o ayuda?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
	Kit agroquímicos <input type="checkbox"/>	Semillas <input type="checkbox"/>	Bomba de mochila <input type="checkbox"/>	
	Herramientas manuales <input type="checkbox"/>	Otros		
Ingresos estimados	Menos un salario básico <input type="checkbox"/>	Hasta un salario básico <input type="checkbox"/>	Hasta dos salarios básicos <input type="checkbox"/>	
	Hasta 3 salarios básicos <input type="checkbox"/>	Más 3 salarios básicos <input type="checkbox"/>		
Propiedad de tierra (finca)	Propia <input type="checkbox"/>	Arrendada <input type="checkbox"/>	Prestada <input type="checkbox"/>	

MISION

Formar profesionales competentes y emprendedores para el desarrollo agroindustrial del país



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.

Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13

	Familiar <input type="checkbox"/>	Comunal <input type="checkbox"/>	
Acceso a financiamiento	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Posee vehículo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Detalle
Tractor	Bomba mochila <input type="checkbox"/>	Moto guadaña <input type="checkbox"/>	Motocultor <input type="checkbox"/>
			Bomba a motor <input type="checkbox"/>
Equipo	Transformador <input type="checkbox"/>	Bomba de agua <input type="checkbox"/>	Invernadero <input type="checkbox"/>
Tipo de mano de obra	Familiar <input type="checkbox"/>	Jornaleros <input type="checkbox"/>	Otro

3. Datos productivos

Extensión productiva	- a 500 m ² <input type="checkbox"/>	501 – 1000 m ² <input type="checkbox"/>	1001 – 5000 m ² <input type="checkbox"/>	5001 – 10000 m ² <input type="checkbox"/>
	10001 – 20000 m ² <input type="checkbox"/>	20001 – 50000 m ² <input type="checkbox"/>	500001 – 1000000 m ² <input type="checkbox"/>	+ 1000000 m ² <input type="checkbox"/>
Cultivos que produce	1	2	3	4
	5	6	7	8
Tipo de semilla	Certificada (C)	Reciclada (R)	Seleccionada (S)	
	1	2	3	4
	5	6	7	8
Tiempo de cultivo	1	2	3	4
	5	6	7	8
Variedades	1	2	3	4
	5	6	7	8
Época de siembra	1	2	3	4
	5	6	7	8
Época de cosecha	1	2	3	4
	5	6	7	8
Ciclo de cultivo	1	2	3	4
	5	6	7	8
Rotación de cultivo	1	2	3	4
	5	6	7	8

MISION

Formar profesionales competentes y emprendedores para el desarrollo agroindustrial del país



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.
Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13

4. Riego				
Dispone de agua de riego			Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Junta a la que pertenece				
Revestimiento del canal	Cemento <input type="checkbox"/>	Tierra <input type="checkbox"/>		
Cobertura de riego	Toda la finca <input type="checkbox"/>	Parte de la finca <input type="checkbox"/>	_____ %	
Tarifa	_____ \$	Horas asignadas	Frecuencia	
Almacenamiento	Reservorio	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Revestimiento	Cemento <input type="checkbox"/>	Geomembrana <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	Sin revestimiento <input type="checkbox"/>
Tecnificación	Inundación <input type="checkbox"/>	Aspersión <input type="checkbox"/>	Goteo <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
	_____ %	_____ %	_____ %	_____ %
5. Fertilización				
Análisis de suelo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
Abono que utiliza	Abono animal <input type="checkbox"/>	Abono químico <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
¿Mezcla el abono orgánico con el químico?	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
Tipo de abono que utiliza?	Abono de ave <input type="checkbox"/>	Abono de ganado <input type="checkbox"/>	Abono de cerdo <input type="checkbox"/>	Abono de cuy <input type="checkbox"/>
	Abono de borrego <input type="checkbox"/>	Abono de chivos <input type="checkbox"/>	Otro	
Cantidades	1	2	3	4
	5	6	7	8
	Todo espacio prod:			
Realiza procesos para abonos orgánicos	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Cuál?	
Compostaje <input type="checkbox"/>	Humus <input type="checkbox"/>	Biol <input type="checkbox"/>	Otro	
Frecuencia de incorporación materia orgánica	Anual <input type="checkbox"/>	Semestral <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Frecuencia de incorporación fertilizante químico	Anual <input type="checkbox"/>	Semestral <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Fertilización química	1	2	3	4
	5	6	7	8
	Todo espacio el prod:			
Tiempo que se va aplicando	1	2	3	4
	5	6	7	8
	Todo espacio el prod:			
Fertilización foliar	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
¿Cuándo fertilización foliar?	Desarrollo (D)	Floración (F)	Cuajado (C)	
	1	2	3	4
	5	6	7	8

MISION

Formar profesionales competentes y emprendedores para el desarrollo agroindustrial del país



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

*Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.
Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13*

6. Sanidad Vegetal				
Enfermedades				
Principales enfermedades	1	2	3	4
	5	6	7	8
Método de control	Netamente químico (Q)		Orgánico (O)	
	Mixto (M)			
	1	2	3	4
Frecuencia de aplicación	5	6	7	8
	1	2	3	4
Con cuantas fumigadas	5	6	7	8
Productos de confianza	1	2	3	4
	5	6	7	8
Precios productos	1	2	3	4
	5	6	7	8
Dosis	1	2	3	4
	5	6	7	8
Tiempo de aplicación	1	2	3	4
	5	6	7	8
Plagas				
Principales problemas	1	2	3	4
	5	6	7	8
Método de control	Netamente químico (Q)		Orgánico (O)	
	Mixto (M)			
	1	2	3	4
Frecuencia de aplicación	5	6	7	8
	1	2	3	4
Con cuantas fumigadas	5	6	7	8
Productos de confianza	1	2	3	4
	5	6	7	8
Precios productos	1	2	3	4
	5	6	7	8
Dosis	1	2	3	4
	5	6	7	8

MISION

Formar profesionales competentes y emprendedores para el desarrollo agroindustrial del país



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.

Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13

Eficacia	Completamente eficaces (CE) (NF)	Parcialmente eficaces (PE)	Muy poco eficaces (MP)	Nada eficaces
	1	2	3	4
5	6	7	8	
Criterios de mezclas				
	Regularización del pH <input type="checkbox"/>	Adición coadyuvantes <input type="checkbox"/>	Adición fijadores <input type="checkbox"/>	
Protección al aplicar				
	Traje completo <input type="checkbox"/>	Mascarilla y guantes <input type="checkbox"/>	Mascarilla <input type="checkbox"/>	Sin protección <input type="checkbox"/>
Quien aplica				
	Usted <input type="checkbox"/>	Hijos <input type="checkbox"/>	Jornalero <input type="checkbox"/>	
¿Qué productos ya no sirven?				
¿Qué productos que eran buenos ya no se encuentran?				
Control alternativo				
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
Para qué problema?				
1	2	3	4	
5	6	7	8	
Frecuencia				
1	2	3	4	
5	6	7	8	
Breve descripción:				
7. Rendimiento				
Cosecha (cantidades)				
1	2	3	4	
5	6	7	8	
Capacitación y asistencia técnica				
	MAG <input type="checkbox"/>	INIAP <input type="checkbox"/>	UTN <input type="checkbox"/>	
	Agrocalidad <input type="checkbox"/>	Junta Parroquial <input type="checkbox"/>	Prefectura <input type="checkbox"/>	Municipio <input type="checkbox"/>
	ONG <input type="checkbox"/>	Casas comerciales <input type="checkbox"/>	Otras	
¿Ha conocido de un nuevo producto en los últimos 6 meses?				
		Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Temas de capacitación				
1	2	3	4	
5	6	7	8	
8. Datos comercialización				
Valor agregado				
	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>		
Canales de comercialización				
		Mayorista	Venta directa	
Precios de venta				
1	2	3	4	
5	6	7	8	

MISION

Formar profesionales competentes y emprendedores para el desarrollo agroindustrial del país

Anexo 2. Registro fotográfico



Aplicación de la encuesta



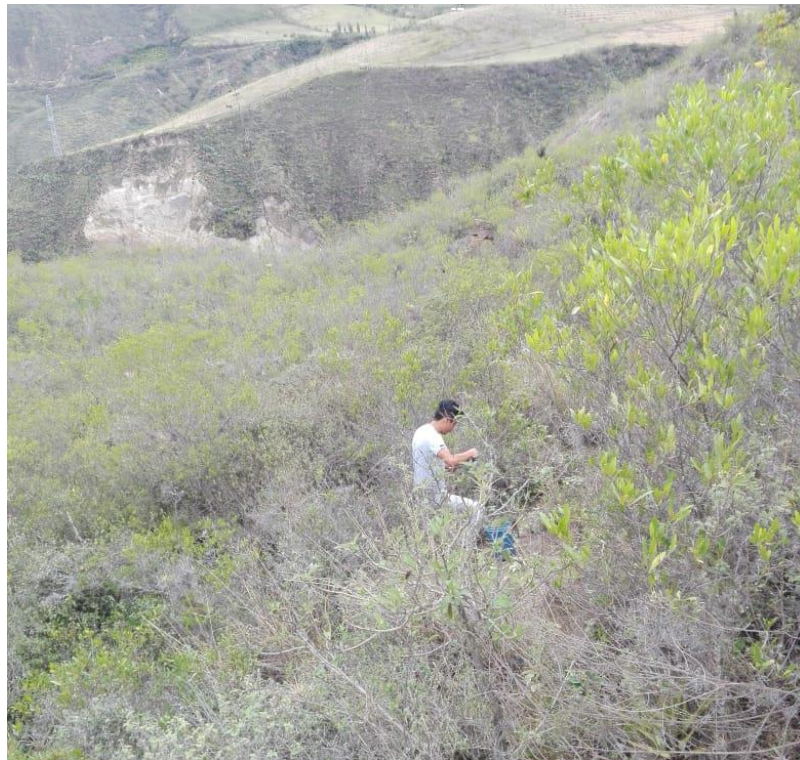
Toma de muestras en cultivo de tomate riñón



Toma de muestras en cultivo de maíz



Toma de muestras en cultivo de arveja



Toma de muestras testigo



Homogenizado y enfundado de muestras



Etiquetado y conservado para el transporte a laboratorio

Anexo 3. Reporte de análisis de laboratorio de metales pesados



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49633
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY		
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE		
MUESTRA DE:	SUELO		
DESCRIPCIÓN:	TOMATE RIÑON M1		
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	4/9/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO
			CONTENIDO: 500 g
OBSEVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	37	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
* COBRE	mg/Kg	27	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	-
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	<9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	-



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"





B.F. ALICIA CEPÁ
JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



7111

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 1 de suelo de cultivo de tomate riñón



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49634
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY		
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE		
MUESTRA DE:	SUELO		
DESCRIPCIÓN:	TOMATE RIÑON M2		
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO
		CONTENIDO:	500 g
OBDERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	51	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
* COBRE	mg/Kg	30	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	-
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	4,00



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



81/1

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 2 de suelo de cultivo de tomate riñón



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49635
 ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY			
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE			
MUESTRA DE:	SUELO			
DESCRIPCIÓN:	TOMATE RIÑON M3			
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28	
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019			
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:				4/9/2019
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA				
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO: 500 g
OBDDERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.			

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/kg	68	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	19	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/kg	11	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	4,00



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



9111

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 3 de suelo de cultivo de tomate riñón



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49630
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	MAIZ M1				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBSEVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	33	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	14	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	15,33
NIQUEL	mg/Kg	5	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	<9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	-



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



4 / 1

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 1 de suelo de cultivo de maíz



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49631
 ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	MAIZ M2				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBSEVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
CINC TOTAL	mg/Kg	24	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	12,24
COBRE	mg/Kg	15	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	5	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	<9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	-



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



5 1 1

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 2 de suelo de cultivo de maíz



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49632
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	MAIZ M3				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBDDERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	26	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	18	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	4,00



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



6111

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 3 de suelo de cultivo de maíz



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49627
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	ARVEJA M1				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	46	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	17	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	5	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	4,00



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



1111

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 1 de suelo de cultivo de arveja



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49628
 ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	ARVEJA M2				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINCO TOTAL	mg/Kg	50	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	16	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	11	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	4,00



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



2/11

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 2 de suelo de cultivo de arveja



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49629
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	ARVEJA M3				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERISTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBDERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	26	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	16	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	7	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	<9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	-



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



31/1

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 3 de suelo de cultivo de arveja



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49636
ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	TESTIGO M1				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBDERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINCO TOTAL	mg/Kg	96	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	15	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	<9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	-



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL



10 / 11

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 1 de suelo testigo



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49637
 ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	TESTIGO M2				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBSEVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINC TOTAL	mg/Kg	52	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	16	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	6	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	<9	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	-



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



11/11

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 2 de suelo testigo



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 49638
 ORDEN DE TRABAJO No. 62093-62107

SOLICITADO POR:	CHIMARRO IMBAQUINGO JHONY				
DIRECCION DEL CLIENTE:	CAYAMBE				
MUESTRA DE:	SUELO				
DESCRIPCIÓN:	TESTIGO M3				
FECHA DE RECEPCIÓN:	28/8/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	12H28		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 28/08/2019 AL 03/09/2019				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	4/9/2019				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO	CONTENIDO:	500 g
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
CADMIO	mg/Kg	<2	MAM-41 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-04	-
* CINCO TOTAL	mg/Kg	783	MAM-85 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-36	-
COBRE	mg/Kg	18	MAM-86 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-09	14,15
NIQUEL	mg/Kg	5	MAM-63 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-21	9,00
PLOMO	mg/Kg	17	MAM-64 / EPA 3050 A MODIFICADO Y MAM-25	4,00



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL



12/1/1

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33
 Teléfono: 3216740 - E-mail: fcq.osp@uce.edu.ec

Análisis de muestra 3 de suelo testigo

Anexo 4. Reporte de análisis de laboratorio de carga microbiana

Tipo de muestra ² : suelo	Conservación de la muestra ² : Refrigeración
Lote ² : -----	
Provincia ² : Imbabura	Tipo de envase ² : Funda plástica
Cantón ² : Pimampiro	
Parroquia ² : Pimampiro	
Responsable de toma de muestra ² : Jhony Chimarro	
Fecha de toma de muestra ² : 27/10/2019	Fecha de inicio de análisis: 28/10/2019
Fecha de recepción de la muestra: 28/10/2019	Fecha de finalización de análisis: 06/11/2019

RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ²	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO
MB-19-1110	Maíz M1	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ² UFC / 1g
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	5x10 ⁷ UFC / 1g
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	9x10 ⁷ UFC / 1g
MB-19-1111	Maíz M2	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1 x 10 ³ UFC / 1g
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	2x10 ⁷ UFC / 1g
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	1x10 ⁹ UFC / 1g
MB-19-1112	Maíz M3	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ³ UFC / 1g
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	5x10 ⁵ UFC / 1g
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	9x10 ⁸ UFC / 1g
MB-19-1113	Tomate riñón M1	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ² UFC / 1g
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	3x10 ⁷ UFC / 1g

		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	5x10 ⁸ UFC / 1g	*
MB-19-1114	Tomate riñón M2	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	3x10 ³ UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	5x10 ⁷ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	5x10 ⁸ UFC / 1g	*
MB-19-1115	Tomate riñón M3	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ⁶ UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	8x10 ⁴ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	3x10 ⁸ UFC / 1g	*
MB-19-1116	Arveja M1	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ³ UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	6x10 ⁷ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	5x10 ⁸ UFC / 1g	*
MB-19-1117	Arveja M2	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ² UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	3x10 ⁷ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	8x10 ⁷ UFC / 1g	*
MB-19-1118	Arveja M3	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	1x10 ³ UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	2x10 ⁷ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	3x10 ⁸ UFC / 1g	*
MB-19-1119	testigo M1	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	4x10 ³ UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	1x10 ⁴ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B-MB/04	6x10 ⁷ UFC / 1g	*
MB-19-1120	testigo M2	Aerobios totales	UFC	PEE/B-MB/01	2x10 ³ UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B-MB/04	8x10 ⁴	*

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

²Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información (Datos)



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 02- 2372-844/2372-845

PGT/MB/09-FO01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS

Hoja 3 de 3

					UFC / 1g	
		Mohos	UPC	PEE/B- MB/04	8x10 ⁸ UFC / 1g	*
MB-19-1121	testigo M3	Aerobios totales	UFC	PEE/B- MB/01	1x10 ² UFC / 1g	*
		Levaduras	UPC	PEE/B- MB/04	1x10 ⁵ UFC / 1g	*
		Mohos	UPC	PEE/B- MB/04	9x10 ⁷ UFC / 1g	*

Analizado por: Luis Jaramillo, Jorge Irazábal; Observaciones: UFC: Unidades Formadoras de Colonias; * n x 10 / 1g: Numero de colonias en 1g de muestra; < 1: no se presenta el crecimiento de colonias en placas.


Responsable Técnico
Microb. Jorge Irazábal
Laboratorio de Microbiología

AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

²Datos suministrados por el cliente: El laboratorio no se responsabiliza por esta información (Datos)