



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE POLICULTIVO APLICADAS EN
SISTEMAS AGRÍCOLAS FAMILIARES DE DOS PARROQUIAS DEL CANTÓN
OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO/A
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORAS:

QUIMBIAMBA BONIFACIO LADY VALERIA

TIXILIMA ANDRANGO JAQUELINE ELIZABETH

DIRECTORA:

Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, M. Sc

Ibarra 2024



CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 06 de febrero del 2024

Para los fines consiguientes una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE POLICULTIVO APLICADAS EN SISTEMAS AGRÍCOLAS FAMILIARES DE DOS PARROQUIAS DEL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA**” de la autoría de las señoritas **QUIMBIAMBA BONIFACIO LADY VALERIA**, y **TIXILIMA ANDRANGO JAQUELINE ELIZABETH** estudiantes de la carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que las autoras han procedido a incorporar su trabajo de titulación las observaciones y sugerencias realizadas por este tribunal.

Atentamente

TRIBUNAL TUTOR

Ing. Gladys Yaguana, M. Sc
DIRECTORA TRABAJO TITULACIÓN

Ing. Melissa Layana, M. Sc
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN



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

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1004163919 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Quimbiamba Bonifacio Lady Valeria | | |
| DIRECCIÓN: | Urcuquí, Yachay-San Vicente | | |
| EMAIL: | lvquimbiambab@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | SN | TELÉFONO MÓVIL: | 0991230138 |

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1004372577 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Tixilima Andrango Jaqueline Elizabeth | | |
| DIRECCIÓN: | Cotacachi- Imbabura | | |
| EMAIL: | jetixilimaa@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | SN | TELÉFONO MÓVIL: | 0992469662 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|---|
| TÍTULO: | Evaluación de prácticas de policultivo aplicadas en sistemas agrícolas familiares de dos parroquias del cantón Otavalo, provincia de Imbabura |
| AUTOR (ES): | Quimbiamba Bonifacio Lady Valeria Tixilima Andrango Jaqueline Elizabeth |
| FECHA: DD/MM/AAAA | 06 de febrero del 2024 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero en recursos naturales renovables |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, M. Sc. |

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de febrero de 2024

EL AUTOR:



Quimbiamba Bonifacio Lady Valeria
CI: 1004163919



Tixilima Andrango Jaqueline Elizabeth
CI: 1004372577

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, queremos agradecer a Dios por brindarnos salud y fortaleza para seguir adelante cumpliendo con nuestros sueños y no decaer en el camino pese a los obstáculos que la vida nos presentó.

También dar gracias a nuestras familias por el apoyo que día a día nos brindan con amor incondicional y creer siempre en nuestras capacidades.

Gracias a la Universidad Técnica del Norte por habernos permitido ser parte de su prestigiosa casona universitaria y permitirnos el logro de formarnos académica y personalmente como futuros profesionales en la Ingeniería.

De igual manera agradecemos de todo corazón a nuestra directora M. Sc. Gladys Yaguana y asesora M. Sc. Melissa Layana por guiarnos en la elaboración de este trabajo de titulación y brindarnos sus conocimientos.

Lady Quimbiamba y Jaqueline Tixilima

DEDICATORIA

A mis padres Luisa Bonifacio y Luis Alberto Quimbiamba les agradezco de todo corazón e infinitamente por haberme dado la vida y procurar mi bienestar en cada momento. Especialmente dedico este gran logro a mi “mamita” que gracias a todo su esfuerzo y amor que me brinda siempre me ha motivado a seguir adelante confiando en mis habilidades e ímpetu.

A mis hermanos Luis, Estefanía, Bryan, Andy y Abigail que siempre estuvieron conmigo apoyándome a su manera, gracias por esos momentos de alegría que apaciguaron mis preocupaciones y tristezas. Estefanía mi hermana mayor tú siempre me has apoyado y velado por mi bienestar quiero que sepas que tus consejos los llevaré siempre. ¡Los quiero mucho!

A mi amor Alexander Lliquín que cada día me entrega su cariño y apoyo desinteresadamente, gracias por la oportunidad de ser una mujer nueva y darme el empujón que necesitaba para culminar esta etapa. A don Sherman le agradezco por haberme acogido en su hogar y haberme dado la mano cuando necesite ese calor de solidaridad.

A mis tan preciadas amigas Valeria Ch. y Jaqueline T. que compartieron su mundo con el mío y me enseñaron el significado de la amistad. Gracias por los momentos felices, tristes y de locuras hay tantas cosas que con nostalgia quedan guardadas en el corazón.

Lady Quimbiamba

DEDICATORIA

El esfuerzo de esta investigación dedico a mi tía Silvia Tixilima, quien ha sido como una madre que me ha guiado durante toda mi vida, quien ha estado en mis buenos y malos momentos, quien me ha inculcado excelentes principios y valores para ser una mejor persona cada día. Con su ejemplo he podido cumplir cada uno de mis logros, gracias mami Silvi

A mi madre Carmen Tixilima, que a pesar de la distancia siempre me ha brindado su apoyo incondicional en cada momento a lo largo de mi carrera profesional, que con cada palabra de aliento me ha impulsado a seguir adelante y no decaer.

A mi abuelita Esther Andrango, pilar fundamental en mi vida, gracias por extenderme su mano, brindarme los recursos necesarios para finalizar mi etapa estudiantil y enseñarme a luchar y ser constante, gracias mamita.

Dedico a toda mi familia, tíos, primos, hermanos, gracias por todos los buenos consejos que me han brindado y por su cariño incondicional.

Y finalmente a mis grandes amigas que conocí en la Universidad Valeria Ch. y Lady Q. compañera de tesis, siempre estuvieron a mi lado siendo un gran apoyo durante toda la trayectoria académica, compartiendo las mejores aventuras más felices de mi vida, siempre las llevare en mi corazón amigas, gracias por todo.

Jaqueline Tixilima

Índice de Contenido

| | |
|---|---|
| Capítulo I | 1 |
| Introducción | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Planteamiento del Problema | 2 |
| 1.3 Justificación | 3 |
| 1.4 Preguntas Directrices | 4 |
| 1.5 Objetivos | 4 |
| 1.5.1 <i>Objetivo General</i> | 4 |
| 1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i> | 4 |
| 1.6 Hipótesis | 4 |
| Capítulo II | 5 |
| Marco Teórico | 5 |
| 2.1 Sistema de Policultivos | 5 |
| 2.1.1 <i>Policultivo en Función de su Distribución en el Espacio y Tiempo</i> | 5 |
| 2.1.2 <i>Morfología del Sistema de Policultivo</i> | 5 |
| 2.1.3 <i>Importancia del Policultivo</i> | 6 |
| 2.2 Arreglos en Base a la Asociación de Cultivos | 6 |
| 2.2.1 <i>Combinaciones en Base a Cultivos de Ciclo Corto</i> | 6 |
| 2.2.2 <i>Combinaciones con Cultivos Perennes o Semiperennes</i> | 6 |
| 2.2.3 <i>Combinaciones Empleando Especies Hortícolas</i> | 6 |
| 2.3 Agroecosistema | 6 |
| 2.4 Sistemas Agrícolas | 7 |
| 2.5 Sistemas Agroforestales | 7 |
| 2.6 Sistemas Silvopastoriles | 7 |
| 2.7 Agricultura Tradicional | 7 |
| 2.8 Agricultura Familiar | 7 |
| 2.9 Soberanía Alimentaria | 8 |
| 2.10 Suelo | 8 |
| 2.11 Propiedades Físicas | 8 |
| 2.11.1 <i>Densidad Aparente (DA)</i> | 8 |
| 2.11.2 <i>Textura</i> | 8 |

| | |
|---|-----------|
| 2.12 Propiedades Químicas..... | 9 |
| 2.12.1 <i>pH</i> | 10 |
| 2.12.2 <i>Materia Orgánica</i> | 10 |
| 2.12.3 <i>Macronutrientes</i> | 10 |
| 2.13 Marco Legal..... | 10 |
| 2.13.1 <i>Constitución de la República del Ecuador</i> | 10 |
| 2.13.2 <i>Convenio Sobre la Diversidad Biológica</i> | 11 |
| 2.13.3 <i>Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria</i> | 11 |
| 2.13.4 <i>Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y</i> <i>Descentralización</i> | 12 |
| 2.13.5 <i>Código Orgánico del Ambiente</i> | 12 |
| 2.13.6 <i>Reglamento al Código Orgánico del Ambiente</i> | 12 |
| 2.13.7 <i>Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de</i> <i>Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)</i> | 13 |
| 2.13.8 <i>Plan de Creación de Oportunidades (2021-2025)</i> | 13 |
| Capítulo III..... | 14 |
| Marco Metodológico..... | 14 |
| 3.1 Caracterización del Área de Estudio..... | 14 |
| 3.2 Materiales y Equipos..... | 15 |
| 3.3 Caracterización de Prácticas de Policultivo Aplicadas en Sistemas Agrícolas Familiares (SAF) | 16 |
| 3.3.1 <i>Encuesta</i> | 16 |
| 3.3.2 <i>Observación In Situ</i> | 18 |
| 3.3.3 <i>Pendiente</i> | 18 |
| 3.4 Análisis de la Relación de Policultivos-Soberanía Alimentaria y Fertilidad del Suelo | 18 |
| 3.4.1 <i>Muestreo de Suelos</i> | 19 |
| 3.4.2 <i>Toma de muestras</i> | 19 |
| 3.4.3 <i>Densidad Aparente</i> | 20 |
| 3.4.4 <i>Análisis Estadístico</i> | 21 |
| 3.5 Propuesta Para la Conservación de Suelos Agrícolas Mediante la Aplicación de Policultivos en Sistemas de Agricultura Familiar..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| Capítulo IV..... | 23 |
| Resultados y Discusiones..... | 23 |
| 4.1 Prácticas de Policultivos Aplicadas en Sistemas Agrícolas Familiares de San Pablo y Eugenio Espejo, cantón Otavalo..... | 23 |
| 4.1.1 <i>Caracterización Social</i> | 23 |
| 4.1.2 <i>Asociación de cultivos</i> | 25 |
| 4.1.3 <i>Labores Culturales</i> | 28 |
| 4.1.4 <i>Producción, Transformación y Consumo</i> | 32 |
| 4.1.5 <i>Análisis de Pendiente</i> | 35 |
| 4.2 Análisis de la Relación de Policultivos-Soberanía Alimentaria y Fertilidad del Suelo | 36 |
| 4.2.1 <i>Análisis de los Policultivos en Relación con la Soberanía Alimentaria</i> | 36 |
| 4.2.2 <i>Análisis de los Policultivos en Relación con la Fertilidad del Suelo</i> | 38 |
| 4.3 Propuesta de Conservación de Suelos Agrícolas Mediante Policultivos en Sistemas de Agricultura Familiar..... | 47 |
| Capítulo V..... | 54 |
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 54 |
| 5.1 Conclusiones | 54 |
| 5.2 Recomendaciones | 56 |
| Referencias..... | 57 |
| Anexos | 71 |

Índice de Tablas

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1 | Clasificación por tamaño de partículas de suelo..... | 9 |
| Tabla 2 | Datos informativos sobre las parroquias en que se realizó el estudio..... | 14 |
| Tabla 3 | Materiales, equipos y software | 15 |
| Tabla 4 | Número de habitantes de San Pablo del Lago y Eugenio Espejo | 16 |
| Tabla 5 | Número de encuestas a aplicarse a los agricultores en cada parroquia..... | 17 |
| Tabla 6 | Clasificación geomorfométrica de relieve | 18 |
| Tabla 7 | Género de la población de estudio | 23 |
| Tabla 8 | Asociaciones de cultivos..... | 25 |
| Tabla 9 | Sistema de siembra | 26 |
| Tabla 10 | Cultivos andinos en las áreas de estudio..... | 36 |
| Tabla 11 | Propiedades físicas del suelo en cultivos Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba | 39 |
| Tabla 12 | Prueba Kruskal Wallis para la variable densidad aparente | 39 |
| Tabla 13 | Textura de suelo en cultivos Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba | 40 |
| Tabla 14 | Prueba Kruskal Wallis para la variable fósforo | 43 |
| Tabla 15 | Marco ordenador presión-estado-respuesta y actividades para el programa de implementación de siembra integrada efectiva | 49 |
| Tabla 16 | Marco ordenador presión-estado-respuesta y actividades para el proyecto de manejo para el mejoramiento de la calidad del suelo | 51 |
| Tabla 17 | Marco ordenador presión-estado-respuesta y actividades para el proyecto de la agricultura para la soberanía alimentaria | 53 |
| Tabla 18 | Análisis de varianza pH | 71 |
| Tabla 19 | Análisis de varianza Nitrógeno | 71 |
| Tabla 20 | Análisis de varianza de potasio..... | 71 |
| Tabla 21 | Análisis de varianza de materia orgánica..... | 71 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Triángulo textural (Clasificación USDA) | 9 |
| Figura 2 Mapa de ubicación geográfica del área de estudio..... | 15 |
| Figura 3 Parcela agrícola, muestreo en zig-zag | 19 |
| Figura 4 Diagrama para el Marco de Referencia PER..... | 22 |
| Figura 5 Nivel de educación agricultores | 24 |
| Figura 6 Tiempo que los agricultores se dedican a la agricultura | 24 |
| Figura 7 Época de siembra de los cultivos en Eugenio Espejo | 27 |
| Figura 8 Época de siembra de los cultivos en San Pablo del Lago | 27 |
| Figura 9 Época de cosecha de los cultivos en Eugenio Espejo | 28 |
| Figura 10 Época de cosecha de los cultivos en San Pablo del Lago | 28 |
| Figura 11 Tiempo de abono fertilizante del suelo en las áreas de estudio..... | 29 |
| Figura 12 Técnicas de preparación y cuidado del cultivo en las zonas de estudio..... | 30 |
| Figura 13 Mano de obra utilizada en Eugenio Espejo y San Pablo del Lago..... | 31 |
| Figura 14 Problemas o plagas en cultivos asociados en las áreas de estudio | 32 |
| Figura 15 Destino de la producción | 33 |
| Figura 16 Beneficios de los policultivos..... | 34 |
| Figura 17 Mapa de rangos de pendiente de las parroquias en estudio..... | 35 |
| Figura 18 Medias del pH por tipo de asociación | 41 |
| Figura 19 Relación lineal entre el nitrógeno y materia orgánica | 42 |
| Figura 20 Medias del fósforo por tipo de asociación..... | 44 |
| Figura 21 Medias del potasio por tipo de asociación..... | 45 |
| Figura 22 Medias de la materia orgánica por tipo de asociación..... | 47 |

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
“EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE POLICULTIVO APLICADAS EN
SISTEMAS AGRÍCOLAS FAMILIARES DE DOS PARROQUIAS DEL CANTÓN
OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA”

RESUMEN

El creciente protagonismo de las prácticas agrícolas inadecuadas afecta directamente a la producción de alimentos en la agricultura familiar. La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar las prácticas de policultivo que se aplican en sistemas agrícolas familiares de las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago, en relación con la soberanía alimentaria y la conservación de la fertilidad del suelo. En primera instancia se realizó una entrevista semi-estructurada y observación in situ determinando las características de los sistemas agrícolas familiares respecto al tipo de asociación, preparación del suelo y destino de la producción. En las áreas de estudio se recolectaron muestras de suelo que contenían los siguientes policultivos: Maíz (*Zea mays*) - fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y Maíz - fréjol y haba (*Vicia faba*), se enviaron a laboratorio determinando las siguientes variables: Nitrógeno total (N), Fósforo (P), Potasio (K), pH, Materia orgánica (Mo), Textura y Densidad Aparente. Mediante el análisis de varianza se determinó que las prácticas de policultivo no influyen en los parámetros físico químicos que determinan la conservación de la fertilidad del suelo. Se encontraron bajos contenidos de N= 0.11% y 0.10% en suelos con cultivos de Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba y altos contenidos de P= 81,76 mg/kg y 65, 80 mg/kg, y K= 0,65 cmol/kg y 62 cmol/kg. Con los resultados obtenidos se proponen estrategias de conservación de suelos agrícolas para garantizar la soberanía alimentaria y la fertilidad del suelo en Eugenio Espejo y San Pablo del Lago.

Palabras claves: policultivos, agricultura familiar, soberanía alimentaria, fertilidad del suelo

ABSTRACT

The growing prominence of inadequate agricultural practices directly affects food production in family farming. The present research was carried out with the objective of evaluating the polyculture practices that are applied in family agricultural systems in the Eugenio Espejo and San Pablo del Lago parishes, in relation to food sovereignty and the conservation of soil fertility. In the first instance, a semi-structured interview and on-site observation were carried out, determining the characteristics of family agricultural systems regarding the type of association, soil preparation and destination of production. In the study areas, soil samples containing the following polycultures were collected: Corn (*Zea mays*) - beans (*Phaseolus vulgaris*) and Corn - beans and broad beans (*Vicia faba*), they were sent to the laboratory to determine the following variables: Total nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), pH, Organic matter (Mo), Texture and Apparent Density. Through the analysis of variance it was determined that polyculture practices do not influence the physical and chemical parameters that determine the conservation of soil fertility. Low contents of N = 0.11% and 0.10% were found in soils with Corn-Bean and Corn-Bean-Bean crops and high contents of P = 81.76 mg/kg and 65.80 mg/kg, and K = 0.65 cmol/kg and 62 cmol/kg. With the results obtained, agricultural soil conservation strategies are proposed to guarantee food sovereignty and soil fertility in Eugenio Espejo and San Pablo del Lago.

Keywords: polycultures, family farming, food sovereignty, soil fertility

Capítulo I

Introducción

1.1 Antecedentes

En varios lugares del mundo, principalmente en los países en vías de desarrollo, los agricultores realizan sus siembras en combinaciones (policultivos o asociación de cultivos) más que en cultivos de una sola especie (monocultivos o cultivos aislados) (Liebman, 1999); combinar temporal o espacialmente diversos tipos de plantas es una práctica antigua y que se relaciona con la historia de las civilizaciones (Tamayo y Alegre, 2022). En América Latina, esta lógica fue introducida en algunas regiones desde épocas prehispánicas, con el fin de disponer de una alimentación equilibrada y disminuir el riesgo de obtener malas cosechas (Gómez et al., 2018).

Los sistemas de policultivos tienen su origen en una agricultura de supervivencia conocida como agricultura de subsistencia, encaminada al máximo aprovechamiento de la superficie agrícola, la asociación de cultivos a su vez surge en los propios principios de la agricultura, como parte de las culturas indígenas y saberes agrícolas (Gutiérrez et al., 2007). Estos saberes agrícolas son un conjunto de conocimientos ancestrales generados históricamente por los agricultores a lo largo del tiempo para el uso adecuado de sus recursos naturales (Martínez et al., 2019).

Los policultivos o cultivos asociados que ejecutan los pequeños agricultores repiten estructuras y funcionamiento de poblaciones naturales, como la resistencia a plagas, reciclaje de nutrientes, estructura vertical y altos niveles de biodiversidad (Navarrete et al., 2019), que a partir una perspectiva de la agricultura ecológica optimice los agroecosistemas de espacios pequeños asegurando que los métodos y técnicas que fomentan estos productores agrícolas sean adecuadas para las condiciones ambientales y socioeconómicas así también sin la necesidad de utilizar recursos externos (Altieri y Nicholls, 2004).

En el Ecuador los sistemas de policultivo se conservan en la agricultura tradicional y en un estudio de Peralta (2016) menciona que en varias localidades del país los campesinos implementan en sus pequeños terrenos la siembra de quinua y chocho asociados con fréjol, vicia o maíz, así también en la región andina es común sembrar papa en asocio con variedades nativas o con otros cultivos con el fin de manejar riesgos climáticos y conservar la biodiversidad. Además, en áreas campesinas de la provincia de Imbabura, es frecuente la

combinación de variedades de fréjol en asociación con maíz, tradicionalmente denominado como chakra, esto con el propósito de reducir la proliferación de plagas, enfermedades y generar alimentos que abastezcan durante todo el año (Ochoa, 2018).

1.2 Planteamiento del Problema

Sentís (2012) menciona que los suelos son la base de la producción agrícola y la base para el sustento de los ecosistemas. Algunos de los problemas en la degradación de suelos ocurren como respuesta a múltiples factores ambientales, socioeconómicos y a cambios rápidos del uso de suelo (Cotler et al., 2007). En la actualidad se suele sembrar una sola especie que se denomina como agrosistema, conocido como monocultivo y que es lo contrario al policultivo (Caballero, 2018). Si bien es cierto los cultivos dedicados al monocultivo son altamente productivos y sencillos de manejar, estos destruyen la biodiversidad, aumenta la vulnerabilidad a plagas, contaminan y agotan fuentes y cursos de agua, desgastan de manera progresiva los nutrientes y micronutrientes del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2011).

En el Ecuador antes de la llegada de la revolución verde al campo agrícola una de las prácticas de conservación de suelos más habitual eran los policultivos y con su llegada se consolidó al monocultivo como primordial forma de obtención de alimentos (Sarandón, 2002). La mayor área del suelo nacional se ha evidenciado seriamente afectado por el empleo de tecnologías y prácticas inapropiadas (Fajardo, 2010), influyendo en el paulatino abandono de cultivos tradicionales que son aplicadas comúnmente en áreas campesinas (Ordoñez et al., 2018).

En las dos parroquias de San Pablo de Lago y Eugenio Espejo pertenecientes al cantón Otavalo provincia Imbabura se evidencia que hay agricultores que usan el sistema de monocultivos en sus siembras. También se muestra que el manejo del sistema de policultivos se da en algunas zonas, especialmente en las pequeñas chacras o también conocidas como sistemas agrícolas familiares. Cabe mencionar que no existe evidencias de estudios relacionados con las prácticas de policultivos aplicadas en sistemas agrícolas familiares en estas dos parroquias rurales, por lo que se manifiesta una baja recepción bibliográfica sobre el tema.

1.3 Justificación

El presente estudio se realiza con fines investigativos, mediante la evaluación de las prácticas de policultivos aplicadas en sistemas agrícolas familiares de dos parroquias del cantón Otavalo. Esto con el fin de analizar las ventajas que presenta la aplicación adecuada de las prácticas de policultivos realizadas por los productores familiares.

Según Liebman (1999) la razón fundamental por la que los productores agrícolas a nivel global adoptan la práctica de policultivos, es que comúnmente se logra conseguir una alta productividad en la siembra de un área específica sembrada como policultivo en comparación a un monocultivo. Este incremento en el beneficio del suelo es principalmente esencial en ciertos sitios del mundo donde los predios son pequeños a causa de las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los diferentes cultivos está ligada a la superficie de suelo que se pueda limpiar, preparar y deshierbar con obra de mano familiar.

El sembrar en policultivos tiene una gran cantidad de ventajas como el aprovechamiento más eficiente de los recursos (Pérez y Ruíz, 2016), intensificación de la producción agrícola, protección del ambiente (equilibrio ecológico), la conservación del suelo con el incremento de la materia orgánica (Gutiérrez et al., 2007), la disminución de la población de las plagas de insectos y la eliminación de malezas por la sombra que genera el follaje espeso de los cultivos (Nicholls y Altieri, 2007).

El trabajo se justifica en el ámbito normativo, en la Constitución de la República del Ecuador publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008, que considera la protección Ambiental como uno de los deberes primordiales del Estado, en el Capítulo Segundo sobre la Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Segunda referida al Ambiente Sano, Art. 14 indica que este: “Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay” (Asamblea Nacional, 2008, p.13). De manera más específica tiene relación con la Sección Quinta del Suelo Artículo 409 “Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo”; Artículo 410 “El estado brindara a los agricultores y a las comunidades rurales 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” (Asamblea Nacional, 2008, p.192).

1.4 Preguntas Directrices

- ¿Cuáles son las características de las prácticas de policultivos que se desarrollan en los sistemas agrícolas familiares de las parroquias rurales San Pablo de Lago y Eugenio Espejo?
- ¿Cómo los policultivos contribuyen a la soberanía alimentaria en las áreas de estudio y en qué medida ayudan al mantenimiento de la fertilidad del suelo?
- ¿A través de qué proyectos se es posible impulsar los policultivos en sistemas agrícolas familiares en las parroquias estudiadas?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar las prácticas de policultivo que se aplican en sistemas agrícolas familiares de las parroquias San Pablo del Lago y Eugenio Espejo, en relación con la soberanía alimentaria y la conservación de la fertilidad del suelo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las prácticas de policultivo aplicadas en sistemas agrícolas familiares de las parroquias en estudio.
- Analizar cómo los policultivos aplicados en sistemas agrícolas familiares se relacionan con la soberanía alimentaria y la conservación de la fertilidad del suelo.
- Generar una propuesta para la conservación de suelos agrícolas mediante la aplicación de policultivos en sistemas de agricultura familiar.

1.6 Hipótesis

H₁: Las prácticas de policultivo influyen en los parámetros físicoquímicos que determinan la conservación de la fertilidad del suelo.

H₀: Las prácticas de policultivo no influyen en los parámetros físicoquímicos que determinan la conservación de la fertilidad del suelo.

Capítulo II

Marco Teórico

A continuación, se definen términos que contribuyen a la orientación del desarrollo de la presente investigación.

2.1 Sistema de Policultivos

La asociación de cultivos es un sistema agrícola donde la distribución de los cultivos tiende a mezclarse completamente sobre la misma superficie (Gómez y Zavaleta, 2001) por lo general se basa en el cultivo de plantas anuales. Según Guzmán y Mielgo (2008) al igual que la rotación y la alternativa, el policultivo es una forma de restaurar la biodiversidad en un agroecosistema. El policultivo además incluye el intercalado del cultivo, la combinación de cultivos con otras malezas, cultivos con otros cultivos o cultivos con cobertura viva (Enciso y Espinoza, 2010). Esta estrategia de conservación de suelos se ha diversificado tanto que ahora es reconocido en la producción ecológica y orgánica (Sierra et al., 2015).

2.1.1 *Policultivo en Función de su Distribución en el Espacio y Tiempo*

Los cultivos mezclados son aquellos que crecen entre dos o más al mismo tiempo y en la misma parcela sin seguir ningún patrón especial predeterminado, por otro lado, los cultivos intercalados se desarrollan entre dos o más especies alternándose en hileras distintas (Mínguez y Bardají, 2021). Los cultivos en franjas crecen entre dos o más especies simultáneamente en diferentes franjas de extensión suficiente para lograr la independencia en el cultivo, es importante mencionar que la asociación de cultivos en franjas desarrolla una mejor mecanización (Sergieieva, 2022). Y, por último, los cultivos de relevo se producen entre dos o más especies simultáneamente a lo largo del ciclo de cada uno de los cultivos (Guzmán y Mielgo, 2008).

2.1.2 *Morfología del Sistema de Policultivo*

Uno de los principales aspectos importantes es la duración del ciclo vegetativo, seguido por el hábito de crecimiento con el fin de combinar portes altos con bajos, también es importante poner atención en las formas de las hojas de los cultivos que se van a asociar ya que el paso de luz a todas las plantas debe ser indispensable para la fotosíntesis (Ondarse, 2021) es decir, el objetivo de todo lo mencionado anteriormente es lograr el uso eficiente de la tierra (Aguirre, 2017).

2.1.3 Importancia del Policultivo

Algunos de los beneficios de la asociación de cultivos que menciona Godoy et al., (2011) son fertilidad natural del suelo, control de plagas y enfermedades, capacidad productiva y mayor uso equivalente de la tierra. Asimismo, uso mejor de los nutrientes del suelo, producción de alimentos, aprovechamiento de los recursos e insumos, cubierta vegetal, reciclaje, reducción del factor riesgo, ahorro, mejoramiento del ambiente y agroecosistema (Tamayo y Alegre, 2002). En conclusión, es la práctica que permite el empleo de asociaciones de diferentes cultivos en un área específica, minimizando la competencia y maximizando el mutualismo (Pozas et al., 2017).

2.2 Arreglos en Base a la Asociación de Cultivos

2.2.1 Combinaciones en Base a Cultivos de Ciclo Corto

Uno de los sistemas insignia del cultivo múltiple en esta categoría es el maíz, implementada desde épocas prehispánicas en regiones mesoamericanas (Vásquez et al., 2018) y conformada principalmente por fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (Curcubitapepo); sin embargo, puede integrar muchas otras especies cultivadas y espontáneas (Molina et al., 2016).

2.2.2 Combinaciones con Cultivos Perennes o Semiperennes

La combinación de cultivos perennes o semiperennes, es un sistema tradicional en las actividades agro-productivas de zonas tropicales (Jadán et al., 2012).

2.2.3 Combinaciones Empleando Especies Hortícolas

La combinación de plantas hortícolas tiene un papel fundamental en los sistemas de producción de agricultura ecológica; estos sistemas agrícolas desarrollados se constituyen en la siembra de algunas especies por medio de asociaciones, intercalamientos y/o cultivos en franjas y rotaciones (Loyola, 2016). También, es habitual el empleo de barreras vivas con el propósito de estimular efectos frente a insectos y controlar la erosión (Silva et al., 2016).

2.3 Agroecosistema

Según Sarandón (2002) un agroecosistema es un sistema intermedio entre lo natural y antrópico, tal vez es el más importante en nuestras vidas ya que nos provee de alimentos, fibras y tiene gran impacto en sobre la calidad del ambiente. Las granjas logran progresar gracias al mérito de trabajo desarrollado con anterioridad por el ecosistema salvaje en el mejoramiento del suelo, pero con el uso del suelo el hombre agota los nutrientes (Odum et al., 1988).

2.4 Sistemas Agrícolas

Los sistemas agrícolas son la principal fuente mundial de alimentos para la población y brindan una extensa variedad de alternativas de manejo que aumenten la biodiversidad eficaz en las áreas de cultivo (Henaó et al., 2015). Estos sistemas habitualmente constan en diferentes partes y procesos (Odum et al., 1988).

2.5 Sistemas Agroforestales

Consiste en la mezcla de especies forestales en tiempo y espacio, con el objetivo de impulsar la diversidad de un sistema agrícola, optimizar el microclima, controlar la erosión, proveer de fertilidad al suelo, capturar y acumular carbono, optimar y diversificar el ingreso familiar, procurando la sostenibilidad del sistema (Chavarría et al., 2013). Las plantas utilizadas en estos sistemas son extensas y sus productos pueden ser dirigidos ya sea para la venta o para el consumo doméstico (Poveda et al., 2013).

2.6 Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles se basan en la mezcla de varios cultivos forrajeros, arbustos y árboles para la alimentación de los animales y usos adicionales (Chará et al., 2020). En esta clase se distingue variables como cercas vivas, árboles dispersos en toda la extensión del terreno, pastos dentro de plantaciones forestales y sistemas con gran abundancia de arbustos y árboles (Reyes et al., 2017).

2.7 Agricultura Tradicional

Calvo (2016) menciona que la agricultura tradicional es una técnica rudimentaria que no usa tecnología y requiere de escasos conocimientos técnicos. Es muy frecuente que los cultivos sean biodiversos y ayuden a regenerar el suelo y evitar plagas y enfermedades (Guardado, 2022). Según Araujo (2014) las comunidades que desarrollan esta forma de agricultura está destinada al consumo del agricultor y a los trabajadores de la tierra.

2.8 Agricultura Familiar

Es una práctica productiva como un sustento y forma de vida, una interconexión social y un componente identitario de las culturas campesinas, además la agricultura familiar garantiza la soberanía alimentaria (Mancano, 2014). Según Samper (2016) una particularidad significativa de las actividades agrícolas familiares es que la mano de obra principal la constituyen los miembros del hogar.

2.9 Soberanía Alimentaria

Es el derecho de los pueblos a una alimentación sana relacionada con los saberes culturales, accesibles, desarrollados en enfoques de sostenibilidad ecológica, así como en libre albedrío a su propio sistema alimentario y producción evitando la dependencia del mercado capitalista (Heinisch, 2013). La soberanía alimentaria conforma un fin estratégico y un deber del Estado para asegurar que la población, comunidades y nacionalidades logren la autosuficiencia de alimentos nutritivos y culturalmente apropiados (Hidalgo, 2009).

2.10 Suelo

El suelo se caracteriza por poseer capas u horizontes, siendo la capa superficial la que contiene materia orgánica, aire y agua, considerándose el resultado final de la relación de factores fisicoquímicos, climáticos y biológicos que convierten las rocas y minerales en áreas aptas para acoger otros seres vivos (Altamirano, 2019).

2.11 Propiedades Físicas

Las características físicas del suelo facilitan el análisis de los mecanismos fisicoquímicos y biológicos que se desarrollan en el suelo/planta y que tienen influencia en la producción y sostenibilidad de la agricultura (Volverás et al., 2020). Las propiedades físicas son fundamentales para el abastecimiento, absorción de nutrientes y agua para los cultivos, determinar y dar seguimiento a la condición física del suelo (Bautista et al., 2004).

2.11.1 Densidad Aparente (DA)

La densidad aparente es la masa de suelo por unidad de volumen (g/cm^3 o t/m^3) que describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso, siendo considerada una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces (Moya, 2020). La DA es una propiedad que tiene mayor influencia en la productividad de los cultivos, debido a la relación con otras propiedades del suelo (Salamanca y Sadeghian, 2005).

2.11.2 Textura

La textura guarda relaciones con la degradación y el rendimiento agrícola, a su vez indica la presencia de partículas de arena, limo y arcilla en el suelo Tabla 1 (Camacho et al., 2016). Las partículas de un suelo se clasifican en tierra fina (menores de 2mm) y tierra gruesa (mayores a 2mm), siendo estos utilizados para definir la textura del suelo (Conti y Guiffré,

2014). Siguiendo la terminología establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), se tiene la siguiente clasificación general Tabla 1:

Tabla 1

Clasificación por tamaño de partículas de suelo

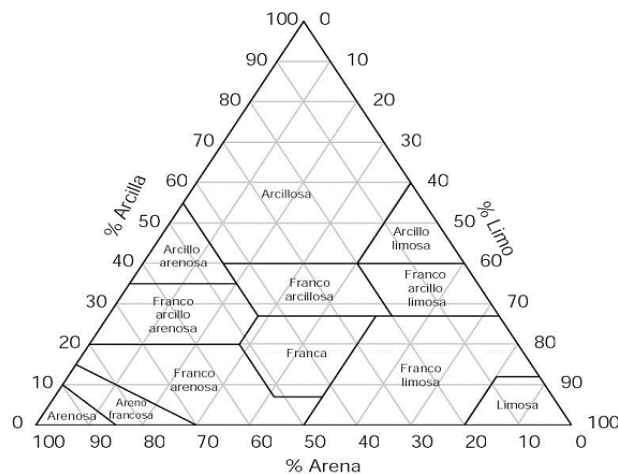
| Clasificación Americana | Diámetro (mm) | Diámetro (µm) |
|-------------------------|---------------|---------------|
| Arena | 2,00 - 0,05 | 2.000-50 |
| Limo | 0,05 - 0,002 | 50 – 2 |
| Arcilla | < 0,002 | < 2 |

Nota. En la tabla se puede evidenciar la clasificación general de partículas de suelo.

Las múltiples combinaciones de porcentajes de arena, limo y arcilla que puede darse se han agrupado en clases texturales, 12 según los criterios USDA (Porta et al., 2013). Para su determinación se aplica el triángulo textural de USDA que proporciona información acerca del comportamiento esperable del suelo como se ve en la Figura 2.

Figura 1

Triángulo textural (Clasificación USDA)



Nota. Diagrama textural de la USDA. Adaptado de Textura de un suelo de USDA

2.12 Propiedades Químicas

Las propiedades químicas se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, entre ellas, se resalta: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y macronutrientes (N-P-K) (Bautista et al., 2004).

2.12.1 pH

El pH mide el grado de acidez, alcalinidad o neutralidad de las soluciones acuosas, esta propiedad utiliza un rango de medición que fluctúa de 0 a 14 (Osorio, 2012). Para lograr que la gran parte de nutrientes se conserven en su máxima disponibilidad en las plantas, se obtenga mejores rendimientos y mayor productividad en los suelos agrícolas el pH debe variar entre 6.5 y 7 (Romero et al., 2009).

2.12.2 Materia Orgánica

La materia orgánica corresponde a los desechos de animales y plantas que se encuentran agregados al suelo, y se mide en porcentaje; el contenido de MO es un indicador que ayuda a evaluar las reservas de N, P y S y su funcionamiento en la dinámica de nutrientes (Molina E. , 2015). Además, de ser un factor que ayuda a calcular la fertilidad, mejora la estructura edáfica, es decir ayuda a la formación de micro y macroagregados y la infiltración de agua hacia el suelo (Ibarra et al., 2007).

2.12.3 Macronutrientes

Los macronutrientes son nutrientes esenciales que las plantas asimilan con mayor voracidad y cumplen numerosas funciones, se clasifican en dos grupos: los primarios, que son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Lesur, 2014).

2.13 Marco Legal

La presente investigación se fundamenta en base a normativas legales vigentes en Ecuador, de manera primordial en la Constitución de la República del Ecuador, Convenio Sobre la Diversidad Biológica, Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria, Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Código Orgánico del Ambiente, Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, y en los objetivos del Plan Nacional de Creación de Oportunidades 2021-2025.

2.13.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador del año 2008, Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo II Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Quinta del Suelo, Artículo 409 manifiesta que “Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso

sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona” (Asamblea Nacional, 2008, p.192).

Así mismo el Artículo 410 menciona que “El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales 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” (192).

2.13.2 Convenio Sobre la Diversidad Biológica

Tomando en cuenta el Convenio Sobre la Diversidad Biológica del año 1992, en el Artículo 8 Conservación in situ, cada parte contratante, en la medida posible y según proceda, destaca el literal j que menciona “con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente” (Organización de las Naciones Unidas, 1992, p.6).

2.13.3 Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria

Dentro de la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria 2018, en el capítulo III sobre la Comercialización y abastecimiento agroalimentario en el artículo 21 de Comercialización interna El Estado creará el Sistema Nacional de Comercialización para la soberanía alimentaria y establecerá mecanismos de apoyo a la negociación directa entre productores y consumidores, e incentivará la eficiencia y racionalización de las cadenas y canales de comercialización, así mismo procurará el mejoramiento de la conservación de los productos alimentarios en los procesos de post-cosecha y de comercialización (Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria, 2018).

2.13.4 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

Así también, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización 2019, Capítulo IV Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales, Artículo 134 Ejercicio de la Competencia de Fomento de la Seguridad Alimentaria, literal “b” hace énfasis a “Implementar coordinadamente con los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, municipales y parroquiales rurales, la producción sustentable de alimentos, en especial los provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuicultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales; garantizando la calidad y cantidad de los alimentos necesarios para la vida humana” (Asamblea Nacional, 2019, p.57).

2.13.5 Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del Ambiente del Registro Oficial Suplemento 938 del 12 de Abril año 2017 en el Artículo 4 menciona que “El presente Código promoverán el efectivo goce de los derechos de la naturaleza y de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, de conformidad con la Constitución y los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los cuales son inalienables, irrenunciables, indivisibles, de igual jerarquía, interdependientes, progresivos y no se excluyen entre sí” (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p.12).

Del mismo modo en el Artículo 5 sobre el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende “La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración; así como el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas de bajo impacto ambiental” (13).

2.13.6 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

Dentro del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente del año 2019, en su Libro Preliminar, Título II Planificación del Desarrollo y Ordenamiento Territorial, en el Artículo 5 Lineamientos Técnicos Ambientales para el Ordenamiento Territorial y destaca el literal “c” que habla sobre “identificar áreas críticas para implementar acciones y medidas para la conservación, protección, restauración, manejo y uso sostenible de los recursos naturales,

gestión integral de riesgos, prevención y mitigación de impactos ambientales, tanto en suelo rural como urbano” (Asamblea Nacional, 2019, p.3).

2.13.7 Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)

En consideración al Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente del 2015, Título III Del Sistema Único de Manejo Ambiental señala el Capítulo IX Producción Limpia, Consumo Sustentable y Buenas Prácticas Ambientales, Artículo 234 menciona que “Las buenas prácticas ambientales son un compendio de actividades, acciones y procesos que facilitan, complementan, o mejoran las condiciones bajo las cuales se desarrolla cualquier obra, actividad o proyecto, reducen la contaminación, y aportan en el manejo, reducción o prevención de los impactos ambientales negativos”(Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2015, p.49).

2.13.8 Plan de Creación de Oportunidades (2021-2025)

Tomando en cuenta el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025, la investigación se enmarca en el eje de Transición Ecológica, Objetivo 11 Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales. El objetivo “propone avanzar las condiciones legales, económicas y de protección ambiental necesarias para lograr el funcionamiento de las actividades humanas en el marco de la transición ecológica, a través de la programación de acciones que permita la conservación de los hábitats, la gestión eficiente de los recursos naturales y la reparación de los ecosistemas” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021, p.85).

Capítulo III

Marco Metodológico

La presente investigación correspondió a la evaluación de los policultivos, que se desarrollan como parte de la agricultura familiar de las parroquias San Pablo de Lago y Eugenio Espejo. Para esto se estableció un conjunto de acciones metodológicas que se detallan a continuación:

3.1 Caracterización del Área de Estudio

El área de estudio comprendió la parte norte de la zona andina de la Sierra del Ecuador, en la provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, específicamente en las parroquias de San Pablo del Lago y Eugenio Espejo. El sector de San Pablo del Lago está ubicado a una altitud de 2680 a 4600 msnm, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 19 °C y la precipitación promedio anual, entre 750 a 1000 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] Parroquial Rural San Pablo del Lago, 2019). Mientras que la parroquia Eugenio Espejo se ubica a una altitud de 2600 a 4080 msnm, con una temperatura media anual de 7 a 14 °C y una precipitación promedio anual de 900 a 1000 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] de la Parroquia Eugenio Espejo, 2015). Estos datos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2

Datos informativos sobre las parroquias en que se realizó el estudio

| Información | San Pablo del Lago | Eugenio Espejo |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| <i>Provincia</i> | Imbabura | Imbabura |
| <i>Cantón</i> | Otavalo | Otavalo |
| <i>Altitud</i> | 2680 – 4600 msnm | 2600 - 4080 msnm |
| <i>Temperatura</i> | 12 - 19°C | 7 - 14°C |
| <i>Precipitación</i> | 750 a 1000 mm | 900 a 1000 mm |

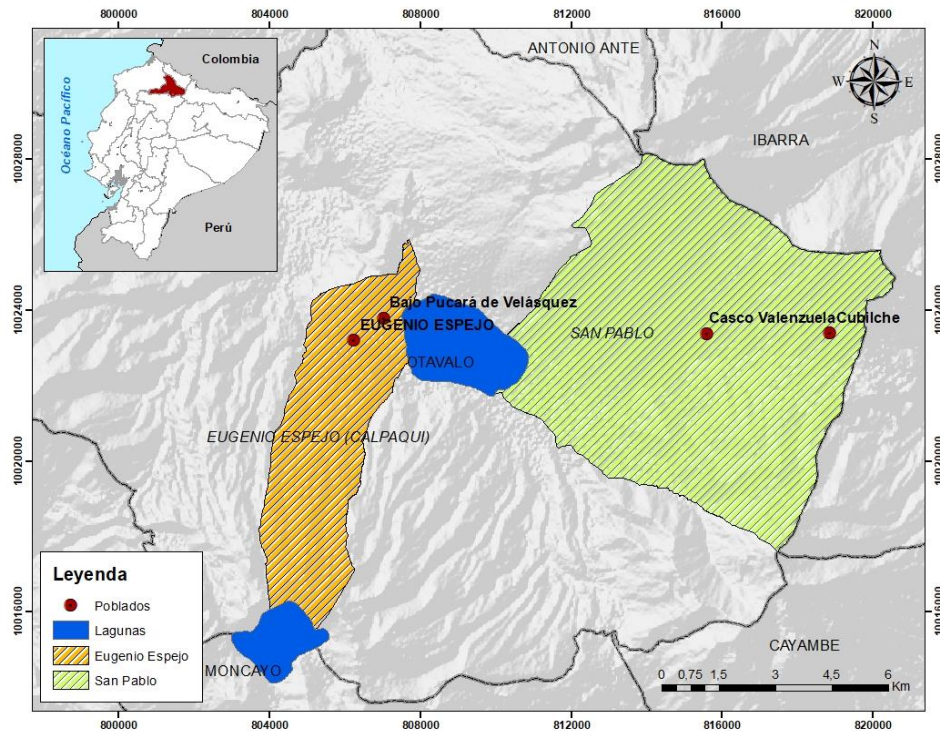
Nota. PDOT-San Pablo del Lago, 2015 y PDOT- Eugenio Espejo 2015.

El área de San Pablo del Lago limita al norte con la parroquia la Esperanza que forma parte del cantón Ibarra, al sur con las parroquias rurales Gonzáles Suarez y San Rafael, al este con las parroquias Angochagua y la Esperanza (cantón Ibarra) y al Oeste con la parroquia urbana de Otavalo (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] Parroquial Rural San Pablo del Lago, 2019). En cuanto a Eugenio Espejo, éste limita al norte con la parroquia urbana de Otavalo, al sur con la Laguna Grande de Mojanda perteneciente al cantón Pedro Moncayo, al este con la parroquia San Rafael y al oeste con la parroquia urbana de Otavalo (Gobierno

Autónomo Descentralizado [GAD] de la Parroquia Eugenio Espejo, 2015). El mapa de ubicación de las parroquias se encuentra en la Figura 2.

Figura 2

Mapa de ubicación geográfica del área de estudio



Nota. Data obtenida de Instituto Geográfico Militar IGM (2017).

3.2 Materiales y Equipos

Para la realización del estudio se utilizaron los materiales y equipos que se mencionan en la Tabla 3.

Tabla 3

Materiales, equipos y software

| Materiales | Equipos | Software |
|---|----------------------|-----------------------|
| Cilindros PVC | Computadora portátil | Software ArcGis 10.8* |
| Tapas PVC | Navegador GPS | Software Excel |
| Cuaderno de campo | Cámara fotográfica | |
| Etiquetas | Barreno | |
| Fundas de plástico con cierre hermético | Balanza gramera | Infostat |
| | Machete | |
| | Pala de jardinería | |

Nota. *ArcGIS 10.8 es la versión actual de ArcMap.

3.3 Caracterización de Prácticas de Policultivo Aplicadas en Sistemas Agrícolas Familiares (SAF)

Para la determinación de las prácticas de policultivos aplicadas por los agricultores familiares de las parroquias San Pablo del Lago y Eugenio Espejo se aplicó las técnicas de la entrevista y observación directa en campo. Los resultados obtenidos mediante estas técnicas se contrastaron con información publicada.

3.3.1 Encuesta

La encuesta tuvo por objeto determinar las características de las prácticas de policultivos que se desarrollan en las parroquias San Pablo de Lago y Eugenio Espejo, cantón Otavalo.

Identificación de la Población. Para la determinación de la población o universo. Mediante un diagnóstico participativo se determinó la población de cada una de las parroquias mencionadas, la misma que fue de 11 875 y 7 357 habitantes, respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4

Número de habitantes de San Pablo del Lago y Eugenio Espejo

| Parroquia | Año | Habitantes | Porcentaje |
|--------------------|------|------------|------------|
| San Pablo del Lago | 2015 | 11875 | 100 |
| Eugenio Espejo | 2015 | 7357 | 100 |

Nota. PDOT-San Pablo del Lago, 2015 y PDOT- Eugenio Espejo 2015.

Identificación de la Muestra. Para el cálculo de la muestra se consideró el número de habitantes dedicados a la agricultura. Para esto se tomaron los datos del PDOT de cada una de las parroquias publicados en el año 2015. Para el caso de la parroquia San Pablo del Lago se determinó que el 30,76% de la población realiza agricultura y para la parroquia Eugenio Espejo el 29,84%. A partir de esta información se determinó el número de productores dedicados a la agricultura en cada parroquia mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Número de agricultores} = \frac{\text{Población T} * \% \text{ Productores agrícolas}}{100} \quad \text{Ec. 1}$$

$$\text{SPL – Número de agricultores} = \frac{11875 * 30,76}{100} = 3652$$

$$EE - \text{Número de agricultores} = \frac{7357 * 29,84}{100} = 2195$$

Número total de agricultores de las dos parroquias= 5847

Cálculo de la Muestra. Mediante la aplicación de la ecuación 2 recomendada por Aguilar 2005, se determinó el tamaño de la muestra que permitió realizar las encuestas a los agricultores de las dos parroquias.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde

n= Tamaño de la muestra (?)

Z= Nivel de confianza (1.645)

σ= Probabilidad a favor (0.5)

N= Población o Universo (5847)

e= Margen de error (0.10)

$$n = \frac{(5847) * (0.5)^2 * (1.645)^2}{(5847 - 1)0.10^2 + (0.5)^2 * (1.645)^2}$$

$$n = 68$$

De esta manera se determinó que el número de encuestas a levantar en las dos parroquias era de 68, por lo cual se realizó 42 encuestas en San Pablo y 26 en Eugenio Espejo. Esto en relación proporcional al número de agricultores de cada parroquia. Los datos se puntualizan en la Tabla 5.

Tabla 5

Número de encuestas a aplicarse a los agricultores en cada parroquia

| Lugar | Universo | % | Encuestas |
|--------------------|----------|------------|-----------|
| San Pablo del Lago | 3652 | 62.4593809 | 42.47 |
| Eugenio Espejo | 2195 | 37.5406191 | 25.52 |
| | 5847 | | |

Nota. La tabla muestra el número de encuestas a realizar en las parroquias rurales.

3.3.2 Observación In Situ

Para la identificación de las prácticas se aplicó la técnica de observación in situ misma que es un método empírico que, según Rodríguez (2018) permite conocer deliberadamente algunos rasgos existentes con el fin de conseguir gran cantidad de conocimientos acerca de los fenómenos tomados en cuenta en la investigación. Para el caso, se observó en cada lugar visitado la ubicación del predio, el propietario, los tipos de cultivos asociados que realizan y como los efectúan (siembra, densidades, labores culturales, utilización de insumos, cosecha y destino de la producción).

3.3.3 Pendiente

La pendiente es un factor importante que interviene en la formación del suelo, un determinante de la intensidad de la erosión ya que conforme aumenta la pendiente mayor es la velocidad del agua y por tanto su capacidad erosiva (Alba et al., 2011). La pendiente explica los mecanismos fisicoquímicos que se desarrollan en el suelo, entre los cuales se encuentra la dinámica de los elementos minerales (Madrigal et al., 2019). En suelos agrícolas las pendientes se expresan en porcentaje de desnivel por cada 100 m de longitud horizontal Tabla 6.

Tabla 6

Clasificación geomorfométrica de relieve

| Clases | Pendientes | Relieve |
|--------|------------|----------------------|
| 1 | 0-5 % | Plano |
| 2 | 5-12 % | Ligeramente ondulado |
| 3 | 12-25 % | Ondulado |
| 4 | 25-50% | Montañoso |
| 5 | 50-70% | Muy montañoso |
| 6 | >70 % | Escarpado |

Nota. Sistema Nacional de Información, (2013).

3.4 Análisis de la Relación de Policultivos-Soberanía Alimentaria y Fertilidad del Suelo

Para la puesta en marcha del objetivo se tuvo en cuenta la información recopilada en campo y los datos obtenidos a partir del análisis de suelos.

3.4.1 Muestreo de Suelos

Para esta etapa se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en el objetivo anterior a partir de la encuesta y observación directa en campo. Debido a que esta fase exigió conocer muy bien las parcelas a estudiar y realizar una atenta observación de las propiedades de los agroecosistemas dedicados al policultivo Maíz-Fréjol (A) y Maíz-Fréjol-Haba (B), se eligió parcelas o espacios productivos de manera no probabilística según las recomendaciones de Pimienta (2000). Es decir, se escogió las familias que estuvieron dispuestas a permitir la entrada a sus espacios productivos con el fin de tomar las variables consideradas para el presente estudio.

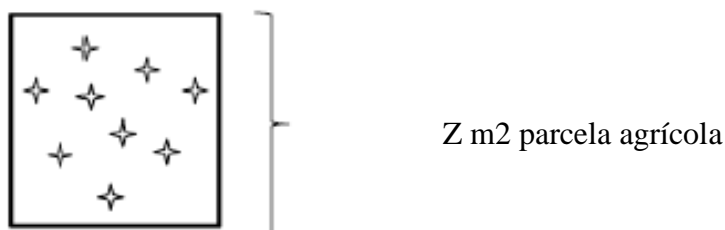
3.4.2 Toma de muestras

Para el muestreo de suelos se tomó en consideración dos tipos de asociación de cultivos A y B a tres tipos de pendiente (0-5%, 5-10% y 10-20%) en las dos localidades de estudio. Se trabajó con un total de 12 parcelas (seis unidades de observación en San Pablo de Lago y seis, en Eugenio Espejo; tres parcelas por cada tipo de asociación en cada una de las parroquias). Estas parcelas fueron escogidas por características similares como: pendiente la cual fue determinada por el Software ArcGis y tamaño del área (metros cuadrados).

Para el muestreo con fines de uniformidad se eligió parcelas no mayores a 5 000 m², en las cuales se recolecto diez submuestras por el método en forma de zig-zag recomendado por Bernier 1982. Estas submuestras se mezclaron para obtener una muestra representativa de 1 kg la cual se envió a laboratorio Agrocalidad para los análisis físicos y químicos.

Figura 3

Parcela agrícola, muestreo en zigzag



Nota. Área de recolección de submuestras según la metodología de Bernier.

En cada punto de muestreo en la parcela se introdujo la pala a una profundidad de 35 cm y 25 cm de ancho, luego se extrajo una tajada de suelo de 4-5 cm de ancho para luego cortar con el machete los extremos inferior y superior del suelo extraído a modo de obtener un cuadrado de la parte central de dicha submuestra. Estas muestras se depositaron en un

recipiente para luego homogeneizarlas y mediante cuarteo obtener una muestra representativa de un kilogramo la cual se identificó con una etiqueta en la que se ubicó los siguientes datos: fecha de toma de muestra, responsable de la toma de muestra, tipo de asociación, número y nombre del lote al que pertenece la misma y su respectiva localización: provincia, cantón, parroquia y análisis solicitados.

En total se recolectaron doce muestras representativas las mismas que se enviaron a laboratorio para la determinación de las siguientes variables: Nitrógeno total (N), Fósforo (P), Potasio (K), pH, Materia orgánica (Mo) y Textura. Además, con respecto a cada uno de los predios seleccionados se determinó la densidad aparente lo que permitió estimar el nivel de compactación del suelo.

3.4.3 Densidad Aparente

Para la determinación de la densidad aparente se aplicó el método del cilindro de volumen conocido, empleando equipos como: cilindro muestreador (7.10 cm de diámetro interno y 7.90 cm de alto), espátula, martillo de goma, madera, regla, pala, fundas herméticas. Como primer paso se eligió un punto representativo de la parcela. Se procedió a realizar la limpieza de malas hierbas y se introdujo el cilindro muestreador en el suelo golpeando con el martillo de goma, una vez que el cilindro estuvo lleno de suelo se extrajo con ayuda de la pala y se usó la espátula afilada para nivelar el suelo al ras del cilindro, en ambos extremos de éste. Luego se procedió a ubicar la muestra de suelo recolectada en el cilindro en una funda hermética para finalmente llevarlo a laboratorio.

En laboratorio se extrajo el suelo del cilindro y se colocó en recipientes de aluminio previamente tarados y se procedió a registrar el peso del suelo. Luego, se introdujo en el horno de secado a 100 °C durante 24 horas para determinar el peso de suelo seco de la muestra (g), para lo cual se aplicó la ecuación 4. Se procedió a medir la altura y el diámetro del cilindro para determinar el volumen del cilindro (cm³) y finalmente se aplicó la ecuación 5, recomendada por Rodríguez (2015) para la determinación de la densidad aparente.

$$P_s = (\text{Peso del recipiente} + \text{suelo}) - (\text{peso del recipiente}) \quad \text{Ec. 3}$$

$$P_{ss} = (\text{Peso del recipiente} + \text{suelo seco}) - (\text{peso del recipiente}) \quad \text{Ec. 4}$$

$$\text{Densidad aparente} = P_{ss} / \pi Dh \quad \text{Ec. 5}$$

En donde:

D: Diámetro del cilindro

h: Altura del cilindro

P_{ss}: Peso del suelo seco

π : 3.14

Para la evaluación de la soberanía alimentaria se realizó la sistematización de los cultivos seleccionados y la forma en como estos se realizan, así, como el destino de la producción. Estos resultados se relacionaron con las costumbres y tradiciones de los territorios en estudio.

3.4.4 Análisis Estadístico

Para los parámetros físicos y químicos del suelo se realizó análisis estadísticos descriptivos de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk. Para comparar los datos entre los policultivos de cada parroquia se aplicó un análisis de varianza multifactorial (ANOVA) para pruebas paramétricas y Kruskal Wallis para no paramétricas. Estas dos pruebas permiten determinar la significancia de las variables físicas y químicas acompañada de la regresión lineal y barras de error para determinar las medias. Como herramienta de análisis se utilizó el software InfoStat el mismo que cubre las necesidades básicas para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio como son los métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado, una de sus cualidades es la sencillez de su interfaz combinada con capacidades profesionales para el análisis estadístico y el manejo de datos (Di Riezo et al., 2010).

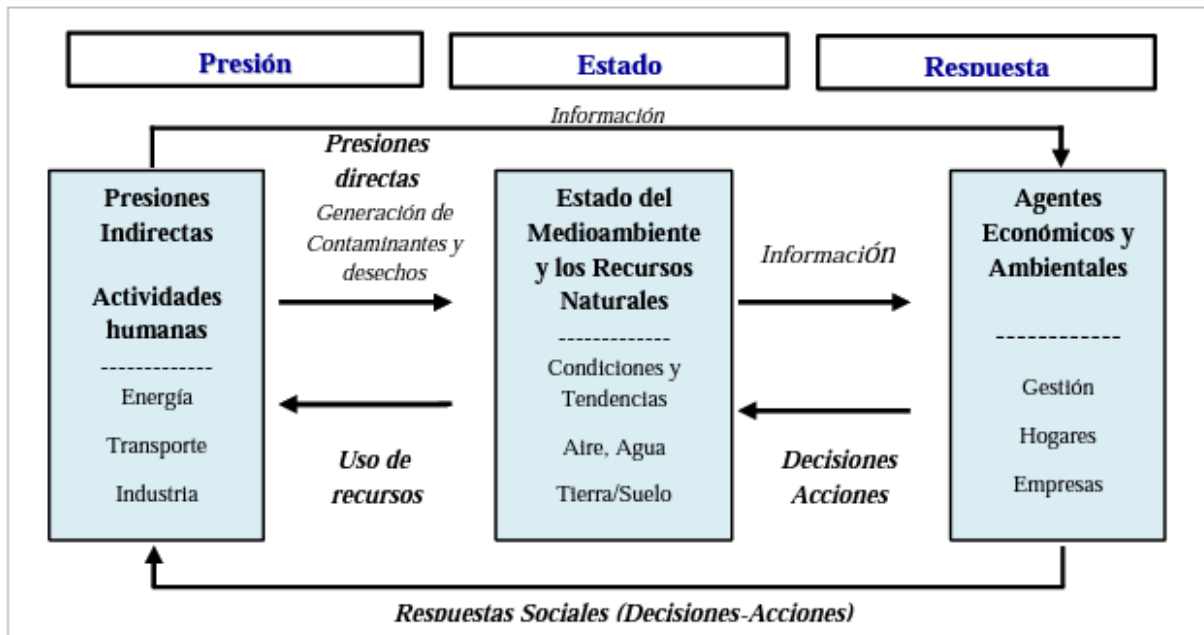
3.5 Propuesta Para la Conservación de Suelos Agrícolas Mediante la Aplicación de Policultivos en Sistemas de Agricultura Familiar

Para la generación de una propuesta de conservación del suelo se tomó en cuenta los resultados obtenidos mediante la caracterización de las prácticas de policultivos aplicados en los SAF de San Pablo del Lago y Eugenio Espejo y el análisis de la relación de policultivos-soberanía alimentaria y fertilidad del suelo. Con esta información se procedió a estructurar el modelo Presión, Estado, Respuesta (PER), este modelo “se basa en que las actividades humanas ejercen de una manera directa e indirecta (presiones) sobre el ambiente, afectando su calidad y la cantidad de recursos naturales (estado); la sociedad responde a estas presiones

adoptando políticas ambientales, económicas y sectoriales, tomando conciencia de las acciones llevadas a cabo (respuesta)” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2002, p.209). A continuación, en la Figura 4 se presenta el diagrama general del modelo PER.

Figura 4

Diagrama para el Marco de Referencia PER



Fuente. Towards Sustainable Development: Environmental Indicators, OECD, París, 1998.

Capítulo IV

Resultados y Discusiones

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada objetivo específico, donde se detalla el respectivo análisis e interpretación para esta investigación.

4.1 Prácticas de Policultivos Aplicadas en Sistemas Agrícolas Familiares de San Pablo y Eugenio Espejo, cantón Otavalo

Las características de las prácticas de policultivos que se desarrollan en las parroquias San Pablo de Lago y Eugenio Espejo, determinadas mediante observación participante y entrevista se exponen a continuación.

4.1.1 Caracterización Social

La presente investigación se desarrolló en las parroquias de Eugenio Espejo (P1) y San Pablo del Lago (P2) pertenecientes al cantón Otavalo. Del 100% de los entrevistados en P1 y P2 se determinó un predominio de mano de obra femenina con el 57.69% y el 69.05% respectivamente (Tabla 7). Es decir, en San Pablo del Lago existe un 11.36% más de participación femenina lo cual coincide con un estudio realizado por Martínez (2013) quien afirma un ligero incremento en la mano de obra femenina en la región Sierra con 2.9 puntos porcentuales. Por otra parte, se observó que dentro del área de estudio la mayor población de agricultores encuestados comprende edades superiores a 51 años (n=32), seguido por el grupo etario de entre 36-50 años (n=28) y finalmente el grupo de jóvenes comprendido entre 18-35 años (n=8). Por lo tanto, esto permite señalar que la agricultura familiar (AF) en la zona rural es realizada en su mayoría por personas mayores a cincuenta años que de acuerdo a lo señalado por Saad (2005) serían personas que poseen conocimientos ancestrales sobre la agricultura.

Tabla 7

Género de la población de estudio

| Género | Eugenio Espejo | % | San Pablo | % |
|---------------|-----------------------|----------|------------------|----------|
| Femenino | 15 | 57.69 | 29 | 69.05 |
| Masculino | 11 | 42.31 | 13 | 30.95 |

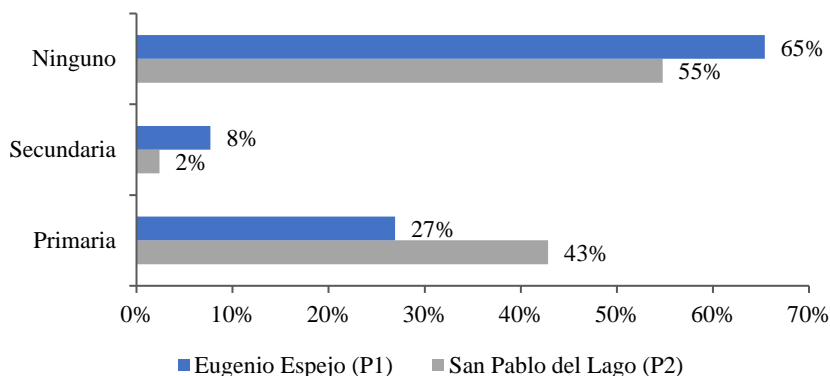
Nota. Tabla de la población entrevistada en las parroquias en estudio.

Conforme a la Figura 5, se obtuvo que el 27% y 43% Eugenio Espejo y San Pablo del Lago son personas con un nivel de escolaridad de educación primaria, mientras que el 65% y 55% respectivamente no poseen ningún nivel de educación aprobado, siendo Eugenio Espejo el sitio con mayor analfabetismo considerándose un grupo significativo en el desarrollo de la

AF. Cabe recalcar que según Salcedo y Guzmán (2014) en términos generales, la agricultura familiar cuenta con un bajo nivel educacional en los hogares rurales.

Figura 5

Nivel de educación agricultores

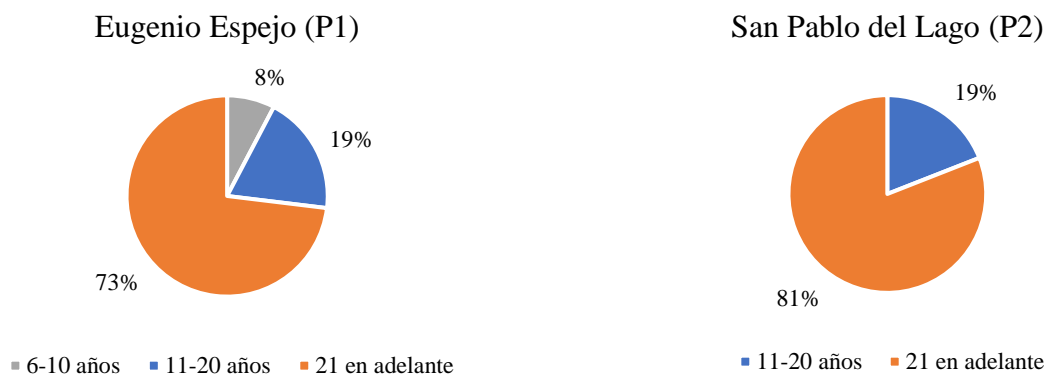


Nota. Clasificación de educación formal de los agricultores.

En la Figura 6, del 100% de los agricultores entrevistados en P1 indicaron que el 73% se dedicó a la agricultura desde edades muy tempranas para ayudar a sus padres en las chakras y adquirir conocimientos agrícolas de importancia hasta la época, de igual manera en P2 los resultados fueron significativos con un 81%. También el 19% de los entrevistados en P1 y P2 desarrollaron la agricultura en un lapso temporal de entre 11 a 20 años. Resultado que se relaciona con la investigación realizada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAGAP] (2022) que mediante entrevista aplicada a agricultores de la parroquia Zuleta determinaron que en el medio rural la agricultura es inculcada por ancestros desde edades muy tempranas. Cabe mencionar que estos resultados guardan relación con los grupos etarios, establecidos en esta investigación.

Figura 6

Tiempo que los agricultores se dedican a la agricultura



Nota. Tiempo que los entrevistados se dedican a la AF.

4.1.2 Asociación de cultivos

Los resultados obtenidos en la Tabla 8 muestran las asociaciones compartidas en las áreas de estudio son Maíz (*Zea mays*) y Fréjol (*Phaseouls vulgaris*) (n= 22). Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Basantes (2015) quien encontró a este tipo de policultivo predominante en la Sierra ecuatoriana. Otro tipo de asociación que se encuentra en cada una de las localidades es: Maíz, Fréjol y Haba (*Vicia faba*) (n= 26) que de acuerdo con el Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] Parroquial Rural San Pablo del Lago (2019) esta asociación de cultivos corresponde al 30% de su producción. Así mismo el Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] Parroquial Rural Eugenio Espejo (2020) menciona que el 45% de los cultivos asociados en mayor escala son maíz, fréjol y haba por lo que garantizan la soberanía y seguridad alimentaria. Por otro lado, la información primaria que se obtuvo de los entrevistados indicó que existen otros tipos de asociaciones que no guardan similitud entre cada parroquia.

Tabla 8

Asociaciones de cultivos

| | Cultivos asociados | F* |
|--------------------|---|-----------|
| | Maíz – Fréjol | 8 |
| | Maíz - Fréjol – Habas | 11 |
| | Otros | |
| Eugenio Espejo | Maíz- Fréjol- Hortalizas | 3 |
| | Fréjol- Habas- Arveja | 2 |
| | Maíz- Fréjol- Habas- Hortalizas | 1 |
| | Maíz- Fréjol- Hortalizas- Arveja- Melloco | 1 |
| | Cultivos asociados | F* |
| | Maíz – Fréjol | 14 |
| | Maíz - Fréjol – Habas | 15 |
| | Otros | |
| San Pablo del Lago | Maíz- Fréjol- Cebada- Trigo | 2 |
| | Maíz- Fréjol- Habas- Papa- Melloco | 4 |
| | Maíz-Fréjol- Habas-Papa-Ocas | 4 |
| | Maíz- Fréjol- Haba-Cebada-Trigo | 3 |

Nota. Tabla de asociaciones en San Pablo y Eugenio Espejo.

En la Tabla 9 se detalla el sistema de siembra de los cultivos asociados de las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago, se destaca la asociación Maíz-Fréjol como cultivo representativo de las zonas de estudio. Así mismo este policultivo tiende a asociarse con otros cultivos como se describe a continuación:

Tabla 9

Sistema de siembra

| Maíz-Fréjol | |
|--|--|
| El sistema de siembra presenta surcos de 50-60cm de ancho, con la ayuda de una pala se hace hoyos y se deposita de 2 a 3 semillas de maíz- fréjol al fondo del hoyo a la altura media del camellón, la distancia entre plantas es de 50cm. Seguido se procede a tapar el hoyo empujando un poco de tierra con ayuda del pie tratando de no dejar muy profunda la semilla para evitar que retarde la germinación. | |
| En asociación con: | |
| Haba | Con ayuda de una pala se hace un hoyo en el declive del camellón y se deposita de 2 a 3 semillas en el hueco, tapando enseguida con el pie. |
| Papa | Se siembra a mano haciendo hoyos sobre los surcos y depositando una papa en cada hueco a una distancia de 30 a 50 cm entre plantas. |
| Arveja | Con una pala se realiza un hoyo en el cual se colocan de 5 a 6 semillas por golpe a una distancia de 30 cm entre plantas. |
| Meloco | La siembra se realiza manualmente colocando de dos a tres tubérculos dependiendo de la variedad entre surcos de 50 cm entre plantas. |
| Cebada y Trigo | El sistema de siembra es manual, usando la técnica del voleo lo que significa que se debe esparcir las semillas en el terreno lo más uniforme posible. |
| Ocas | Al momento de preparar la semilla esta no se escoge, solo se deja algunas de la cosecha anterior. Al igual que la papa se procede hacer un hoyo con la mano para luego depositar de 1 a 2 ocas y finalmente se tapa con la mano colocando tierra sobre la semilla. |
| Hortalizas | El suelo debe estar húmedo para mayor facilidad al momento de sembrar. Con una mano se toma la planta y se introduce en el suelo previamente humedecido. |

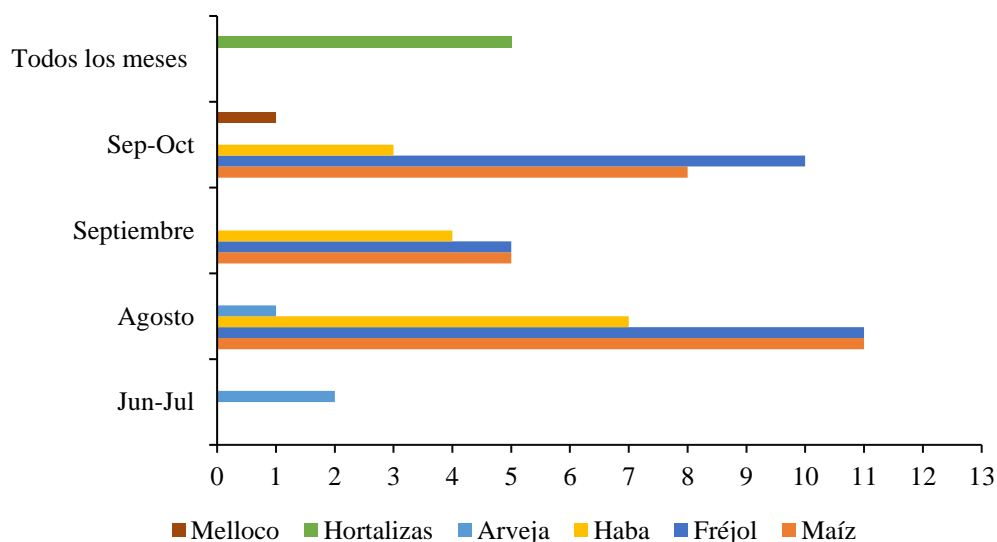
Nota. Sistema de siembra de los cultivos asociados en las áreas de estudio.

Los meses de siembra de cada uno de los tipos de cultivos guarda relación con las condiciones climáticas propias de la zona. Los meses de siembra del maíz en asociación con fréjol y haba son entre agosto hasta octubre (Figura 7), mientras que en la Figura 8 se evidencia que la época de siembra va desde septiembre hasta octubre debido a la localidad y disponibilidad de lluvia. Esto coincide con el estudio realizado por Boada y Espinosa (2016) quienes al investigar sobre las épocas de siembra de los cultivos en la sierra ecuatoriana señalan que, la temporada de siembra se relaciona con las condiciones climáticas de la zona, y general

se lo realiza entre septiembre hasta mediados de enero, también el equilibrio de la humedad del suelo generada por las precipitaciones que favorecen la maduración y cosecha (Basantes E. , 2015). En cuanto a la siembra de otros cultivos, las mismas se especifican en la figura 7 y 8.

Figura 7

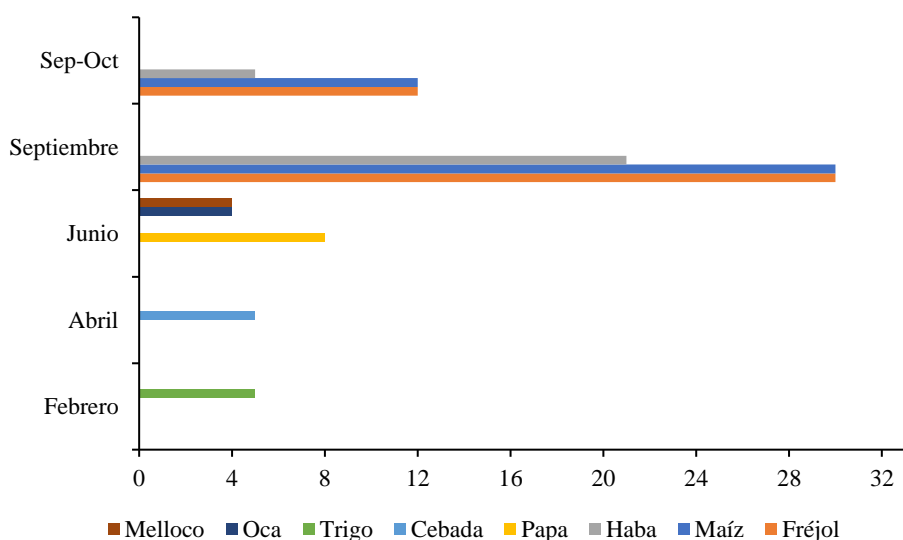
Época de siembra de los cultivos en Eugenio Espejo



Nota. Meses de siembra de los tipos de cultivos en Eugenio Espejo.

Figura 8

Época de siembra de los cultivos en San Pablo del Lago



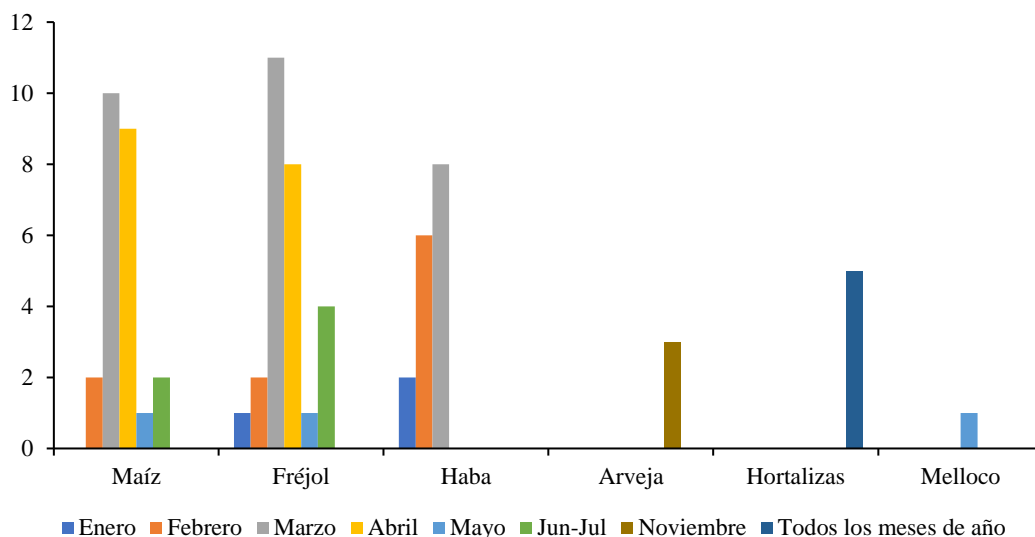
Nota. Meses de siembra de los tipos de cultivos en San Pablo del Lago.

En la Figura 9, se estableció el rango de cosecha del maíz en asociación con fréjol y habas partiendo desde enero hasta julio en la parroquia Eugenio Espejo, mientras que en la Figura 10

el rango de cosecha de la misma asociación de cultivos es desde marzo hasta junio respectivamente.

Figura 9

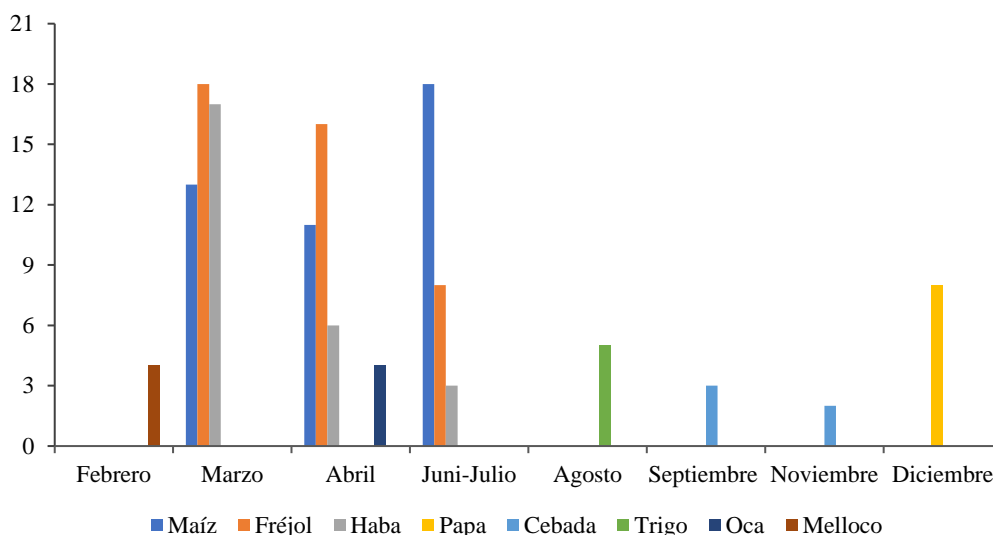
Época de cosecha de los cultivos en Eugenio Espejo



Nota. Meses de cosecha de los tipos de cultivos en Eugenio Espejo.

Figura 10

Época de cosecha de los cultivos en San Pablo del Lago



Nota. Meses de cosecha de los tipos de cultivos en San Pablo del Lago.

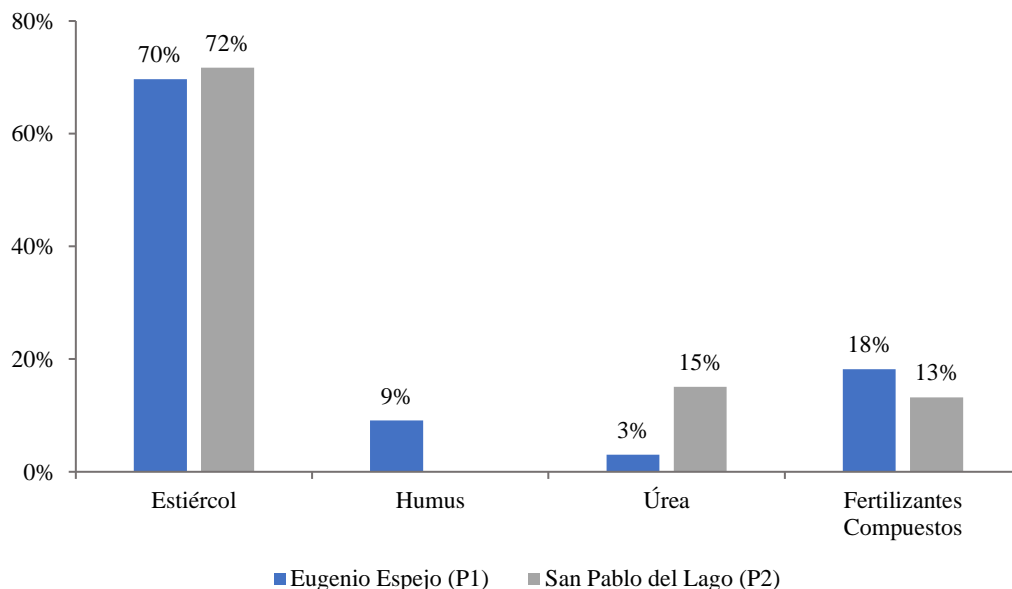
4.1.3 Labores Culturales

Los entrevistados mostraron ser individuos que desarrollan prácticas de fertilización orgánica en sus parcelas. Como se muestra en la Figura 11 más del 70% de los agricultores de

Eugenio Espejo y San Pablo del Lago aplican estiércol, de diferentes especies animales: bovino, porcino, ovino, de aves y cobayos, durante la preparación del terreno con el fin de aportar nutrientes y mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo. En cuanto al uso de estiércoles para abonar el suelo, el estudio realizado por Álvarez y Cairo (2017) menciona que el estiércol es un insumo importante para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo lo que permite completar el ciclo de nutrientes. La cantidad de nutrientes en los estiércoles es variable y depende del tipo de animal, de la edad de este y de su alimentación. En este sentido, los estiércoles de gallinaza y porcino contienen altas cantidades de nutrientes, mientras que el de equino y vacuno poseen niveles pobres de contenido nutrimental (Medranda et al., 2016).

Figura 11

Tipo de abono fertilizante del suelo de las áreas en estudio



Nota. Abonos que usan para fertilizar el suelo. N=33 P1 N=53 P2.

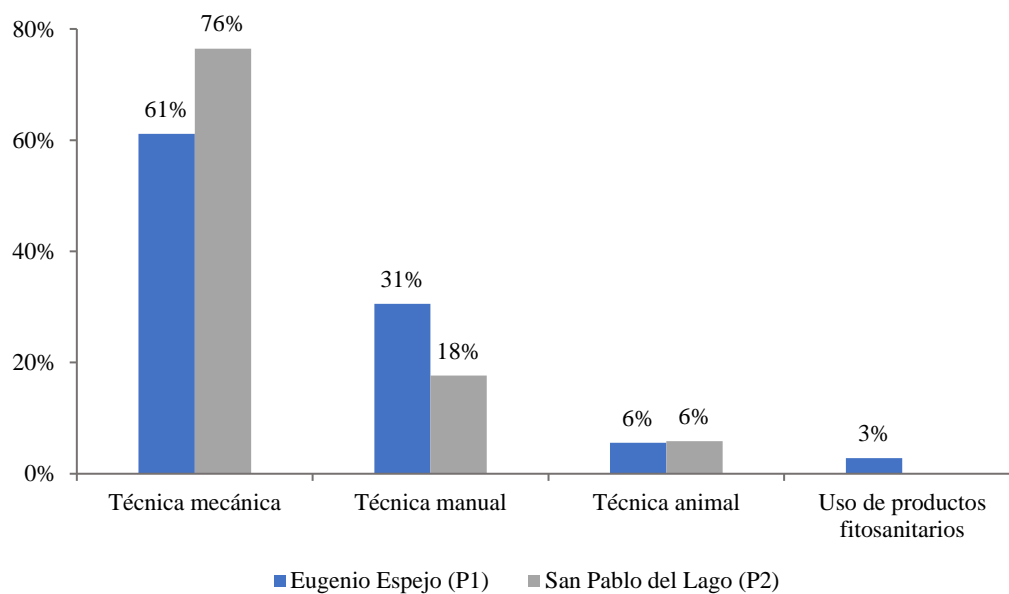
Conforme muestra la Figura 12, la población entrevistada indicó que la técnica de preparación del suelo más frecuente es la mecánica, con el uso de tractor, en un porcentaje del 61% para Eugenio Espejo y 76% para San Pablo del Lago. Aunque no es una técnica recomendada para la conservación del suelo los agricultores de la zona de estudio manifiestan que lo realizan por las siguientes razones: resulta útil en el caso de mayores extensiones que no pueden ser trabajadas de manera manual, escasez de mano de obra y ahorro de tiempo.

El uso de tractor agrícola coincide con la encuesta realizada en Costa Rica por Villagra et al., (2015) donde el 90% de los productores agrícolas preparan el suelo con tractores. Esto demuestra que hay una tendencia contemporánea de los agricultores para el uso de implementos

de corte y desestructuración del suelo como el arado de discos. Un menor porcentaje de respuestas se obtuvo en el caso de la técnica manual mediante el uso de azadón para preparar el suelo y de la técnica de tracción animal utilizando la yunta y el arado tradicional. En cuanto al uso de productos fitosanitarios (herbicidas) para eliminar malezas solo se aplica en la parroquia Eugenio Espejo en un porcentaje del 3%.

Figura 12

Técnicas de preparación y cuidado del cultivo en las zonas de estudio

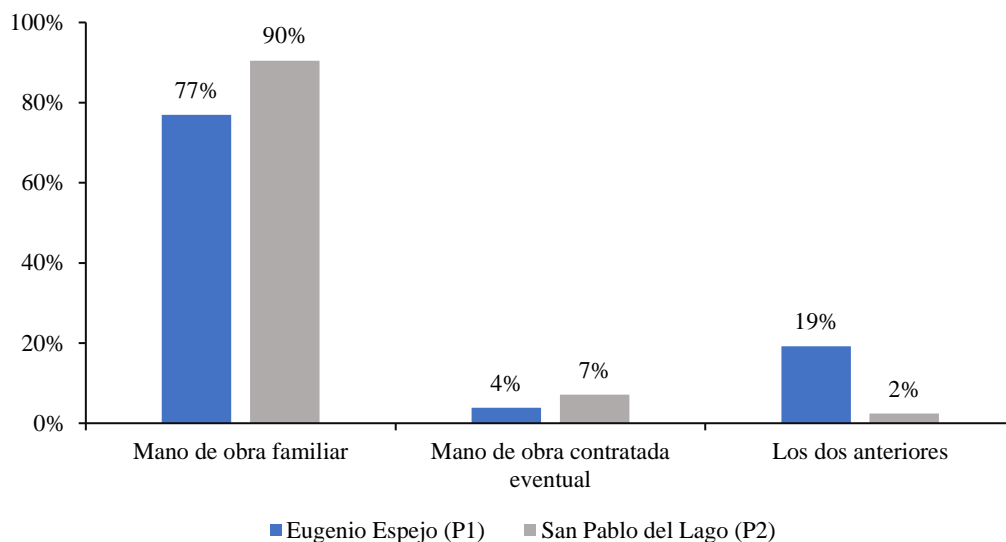


Nota. Preparación y labores culturales aplicadas en las parcelas estudiadas.

En los sistemas agrícolas familiares el uso de la mano de obra familiar fue significativa con más del 70% del total de entrevistas aplicadas en Eugenio Espejo y San Pablo del Lago. Los agricultores mencionaron ser dueños de los terrenos y ocuparse propiamente de las labores agrícolas evitando en gran parte utilizar mano de obra contratada, principalmente por motivos económicos (Figura 13). Por otra parte, de acuerdo con las entrevistas, el 19% de personas usan mano de obra contratada especialmente para labores específicas preparación del terreno, siembra, deshierba y cosecha. En el estudio de Chamba et al., (2019) se puntualiza que en el cantón Catamayo, perteneciente a la provincia de Loja, el 60 % de las familias al ser dueños de sus tierras utilizan mano de obra familiar y en menor porcentaje emplean mano de obra asalariada temporal.

Figura 13

Mano de obra utilizada en Eugenio Espejo y San Pablo del Lago



Nota. Tipos de mano de obra utilizadas en agricultura familiar.

En la Figura 14, se observa que del total de entrevistados en las zonas de estudio más del 45% mencionaron que el principal problema en sus cultivos es la presencia de insectos plaga, especialmente: gusano trozador, gusano cogollero, gusano blanco, palomilla y gorgojo del grano, los cuales ocasionan serios daños. Por ejemplo, el gusano cogollero invade la mazorca y se come el grano en desarrollo dañando la punta de la mazorca, en los granos secos del trigo la polilla se considera como plaga primaria provocando perforaciones irregulares y formación de polvillo en los granos enteros (García et al., 2007).

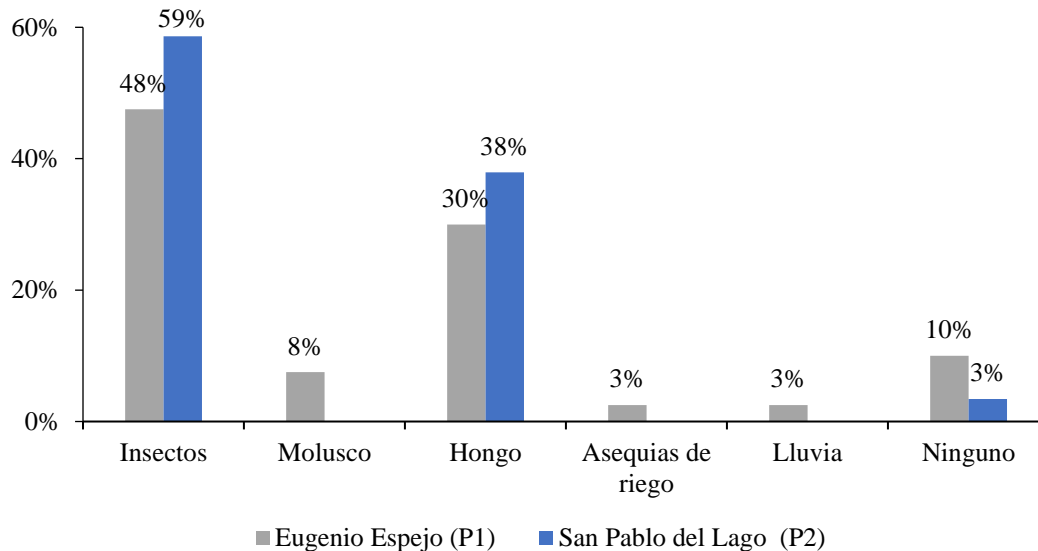
Cabe mencionar que este tipo de respuestas se relaciona con el estudio realizado por Hernández et al., (2019) donde indican que los insectos plaga, son una de las principales limitantes en la producción de cultivos provocando daño en el desarrollo de la planta y el rendimiento. El gusano cogollero *Spodoptera fugiperda* J. E. Smith y *Heliothis zea* (Boddie), (Lepidoptera: Noctuidae) son las de mayor presencia en el cultivo de maíz.

Para el control de insectos plagas en las localidades estudiadas se determinó que existe la necesidad de utilizar insecticidas químicos. Los agricultores afirmaron que es un método rápido y eficaz de eliminación de plagas, que evita pérdidas en la producción y que es fácil adquirir en los almacenes agrícolas. El uso de insecticidas químicos se evidencia en el estudio de Chirinos et al., (2019), quienes señalan que, dentro del Ecuador en las provincias de Chimborazo, El Oro, Guayas, Loja y Santa Elena, el uso de insecticidas químicos es la principal alternativa de manejo contra plagas en cultivos. Estos autores entrevistaron a 539 agricultores

de los cuales el 58% aseguró la efectividad del uso de insecticidas químicos y que su uso se da con el asesoramiento de técnicos de los almacenes agrícolas o por la experticia del agricultor.

Figura 14

Problemas o plagas en cultivos asociados en las áreas de estudio



Nota. Plagas o problemas presentes en cultivos agrícolas familiares.

4.1.4 Producción, Transformación y Consumo

En la Figura 15 se ilustra estadísticamente la forma como se destina la producción de los cultivos asociados en sistemas familiares de Eugenio Espejo y San Pablo del Lago respectivamente. Según los datos obtenidos el principal destino de la producción en Eugenio Espejo (n=33) y San Pablo del Lago (n=51) es el “consumo familiar o autoconsumo” con un porcentaje mayor al 45% del total de respuestas, seguido por el “consumo y venta” con un 33% en los dos sitios de estudio. Los entrevistados mencionaron que el dinero obtenido por la venta de los productos es destinado según la necesidad, por ejemplo: primero gastos del hogar y luego para cubrir necesidades del proceso de producción. Finalmente, el 18% de los entrevistados en Eugenio Espejo y el 20% en San Pablo del Lago mencionaron que destinan sus cosechas también para la alimentación de animales: cuy, vaca, borrego, cerdo y gallina.

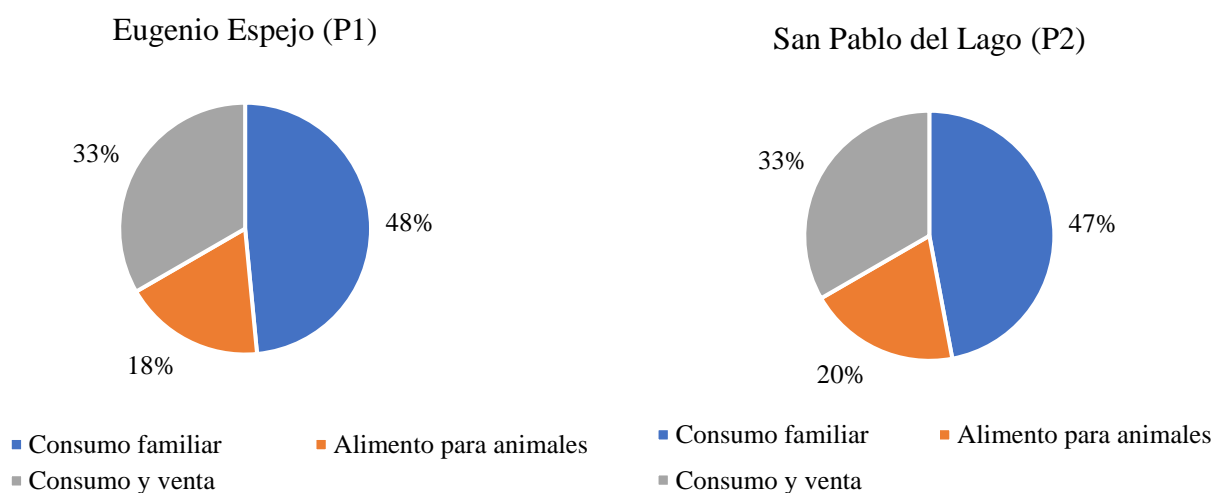
Los resultados antes mencionados concuerdan con lo encontrado por Becerril y Albornoz (2010), quienes al realizar un trabajo en México encontraron que la producción familiar de cultivos asociados mediante el método llamado milpa también son destinados en su mayoría al autoconsumo ya que, el financiamiento agrícola es netamente del hogar; la semilla es de producción propia, es decir, se guarda del ciclo anterior. También según los autores Salcedo y Guzmán (2014), se menciona que el aporte de las mujeres en la producción de

autoconsumo es significativo en comparación con la producción dedicada al mercado debido a que las mujeres de edades avanzadas aumentan la proporción de horas semanales dedicadas a la agricultura para consumo propio y otro dato interesante es que las mujeres indígenas destinan más horas para las labores agrícolas que las mujeres no indígenas.

La mayoría de las personas entrevistadas de las poblaciones en estudio mencionaron que el consumo familiar se basa en la preparación de alimentos como tostado, mote, humitas, coladas, chuchuca, machica, arroz de cebada; también mencionaron el consumo de papas, habas y maíz en varias preparaciones. Por otro lado, los alimentos menos mencionados fueron pan de harina de trigo, “jaucha de col”¹, ocas, melloco y “choclomote”². Lo antes mencionado se relaciona con la encuesta realizada en Ecuador por Gross et al., (2016) donde indican que la gran parte de los pobladores crecieron consumiendo alimentos preparados propios de la zona como arroz de cebada, máchica (colada dulce a base de cebada tostada), habas tiernas cocinadas, tostado, morocho (bebida dulce hecha a partir de maíz blanco triturado) y, por supuesto, papas cocinadas con cáscara. Dicho esto, se pudo determinar que los adultos y jóvenes en el pasado eran más saludables debido a sus dietas y prácticas agrícolas más amigables con la naturaleza.

Figura 15

Destino de la producción



Nota. Clasificación destinos de la producción de cultivos agrícolas familiares.

¹ Jaucha de col es una sopa tradicional preparada a base de granos tiernos como fréjol, mellocos, habas, papas y hojas de col en abundancia las mismas que brindan un sabor representativo a este plato.

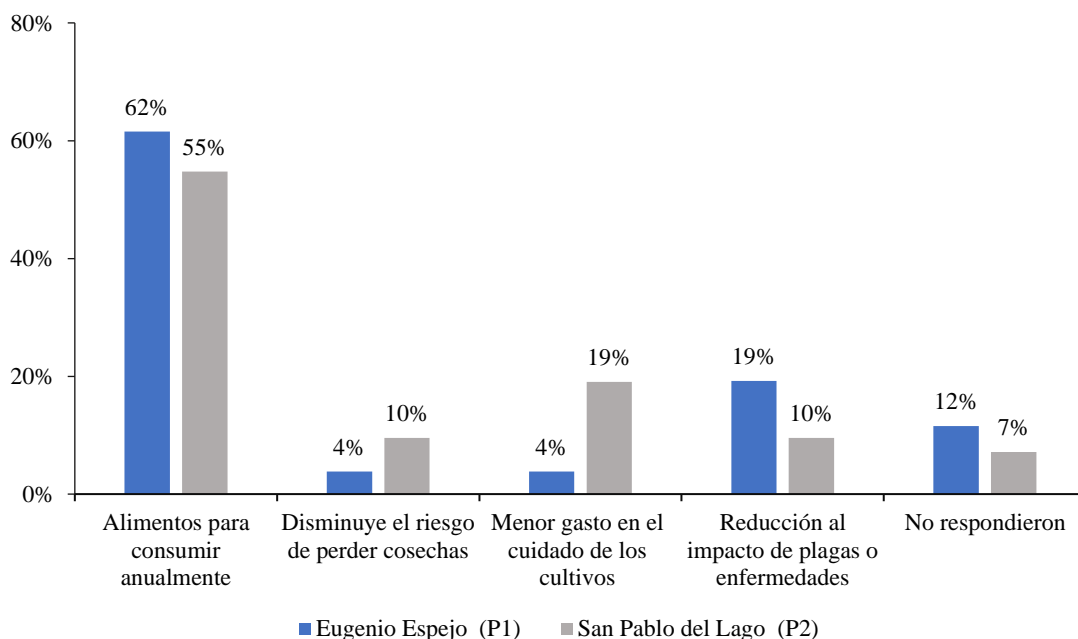
² Choclomote es un plato que se prepara a base de choclo y fréjol tierno desgranado, estos se cocinan conjuntamente logrando así obtener un sabor característico y delicioso.

Las entrevistas realizadas a pobladores en las áreas de estudio recopilaron datos significativos sobre los beneficios y ventajas que aporta la práctica de policultivo al suelo y plantas cultivadas. El 62% de los encuestados de Eugenio Espejo y el 55% de San Pablo del Lago manifestaron que esta práctica les provee alimentos para consumir durante todo el año. Por otra parte, el 4% y 10% de entrevistados mencionaron que sembrar policultivos disminuye el riesgo de perder las cosechas. Finalmente, del 100% de respuestas obtenidas en las zonas de estudio tan solo el 19% de Eugenio Espejo y 10% de San Pablo del Lago señalaron que sembrar en asociación les ha ayudado a la “reducción de plagas o enfermedades” en sus cultivos (Figura 16). Debido a los impactos positivos que presentan los policultivos sobre el valor fértil de la capa del suelo los agricultores presentaron interés en continuar aplicando esta práctica de producción.

Cabe mencionar que las respuestas obtenidas en este estudio se relacionan con lo encontrado por Vásquez et al., (2018), quienes indican que las personas dedicadas a la agricultura familiar conservan sus diferentes cultivos para disponer de alimentos durante todo el año como parte de su identidad como campesinos y para mantener sus raíces culturales. Así también la asociación de cultivos disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, y proporciona protección contra daños por plagas y enfermedades (Zavaleta y Gómez, 2001).

Figura 16

Beneficios de los policultivos



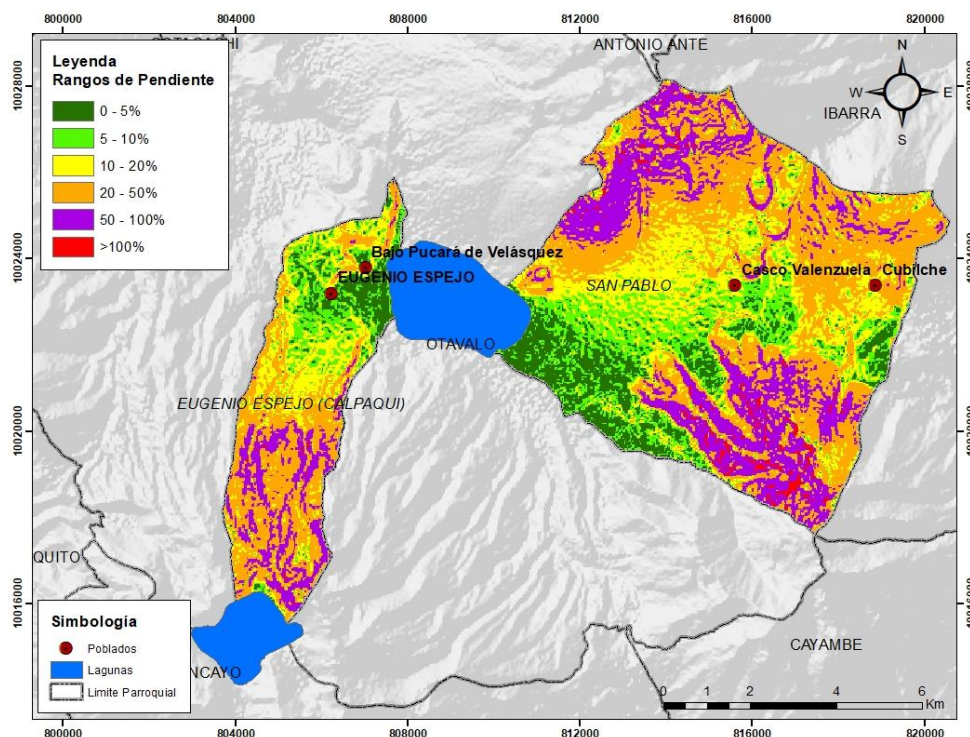
Nota. Gráfica de los beneficios de los cultivos asociados en las áreas de estudio.

4.1.5 Análisis de Pendiente

En la parroquia rural de Eugenio Espejo se estableció seis tipos de pendientes en porcentajes de inclinación que corresponden a pendientes planas con el 40.23% en base a su superficie, pendientes ligeramente onduladas el 9.15% repartidas en la zona baja de la parroquia, pendientes onduladas el 20.18%, pendientes montañosas con el 21.81%, pendientes muy montañosas el 6.33% y pendientes escarpadas el 2.31% correspondientes a la zona sur de la parroquia (GAD Parroquia Eugenio Espejo, 2015-2019).

Figura 17

Mapa de rangos de pendiente de las parroquias en estudio



Nota. Data obtenida de Instituto Geográfico Militar IGM (2017).

En la parroquia de Eugenio Espejo las pendientes desde 0-5% (P. Plana), 5-12% (Ligeramente ondulada) y 12-25% (P. Ondulada) son destinadas a actividades agropecuarias y forestales esto debido a la facilidad para sembrar sin necesidad de implementar zanjas de infiltración o terrazas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018). Por otro lado, se observó que en San Pablo del Lago la actividad agrícola se encuentra en pendientes de un rango de 10-20 % que corresponde a un relieve ondulado, seguido del rango de 20-50 % con un relieve montañoso, ante lo mencionado los agricultores han desarrollado sus actividades en una extensión del 48,92 con relación al total de la superficie del territorio parroquial (GAD Parroquial Rural San Pablo del Lago, 2019-2023).

4.2 Análisis de la Relación de Policultivos-Soberanía Alimentaria y Fertilidad del Suelo

4.2.1 Análisis de los Policultivos en Relación con la Soberanía Alimentaria

Los agricultores de las parroquias en estudio que en su mayoría son indígenas siendo 74% en Eugenio Espejo y 41.74% en San Pablo del Lago, se caracterizaron por ser pequeños productores familiares y por poseer una superficie de tierra cultivada no mayor a tres hectáreas. Los campesinos conocen de técnicas ancestrales de cultivos en sus chakras y se dedican a la producción de cultivos de ciclo corto como el maíz, fréjol y haba que contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria. Dentro de los cultivos que están incorporados en las parroquias en estudio se mencionan en la Tabla 10.

Tabla 10

Cultivos andinos en las áreas de estudio

| Parroquia | Eugenio Espejo | San Pablo del Lago |
|-----------|----------------|--------------------|
| Cultivos | Maíz | Maíz |
| | Fréjol | Fréjol |
| | Haba | Haba |
| | Mellico | Mellico |
| | Arveja | Papa |
| | Hortalizas | Oca |
| | | Cebada |
| | Trigo | |

Nota. La presente tabla muestra la clasificación de cultivos

Como se puede observar en la Tabla 10 los cultivos comunes en las dos parroquias resultaron ser maíz, fréjol, haba y mellico. En las comunidades de Eugenio Espejo se encontró también el cultivo de arveja y hortalizas; mientras que en San Pablo del Lago se cultivan también papa, oca, cebada y trigo.

De estos cultivos los que se encuentran en el marco de la soberanía alimentaria local son el maíz que tuvo su origen y diversificación inicial en México por medio de la participación de los antiguos pobladores de esa zona en un desarrollo coevolutivo que se dirigió a la formación de una de las especies cultivadas de gran diversidad genética, la misma que aún se mantiene gracias al trabajo de los productores del medio rural. En la actualidad este cultivo conforma la base de una agricultura diversificada situándola en una posición de gran valor económico, generando una sostenibilidad económica, social, crecimiento comercial y proceso tecnológico para las futuras generaciones (Kato et al., 2009).

La papa tuvo su origen hace siete mil años atrás, siendo domesticada en las zonas altoandinas de Perú por las culturas preincaicas e introducida de América del Sur a Europa a finales del siglo XVI. El género *Solanum* posee una amplia diversidad genética con más de doscientas especies silvestres identificadas y agrupadas desde diploides hasta hexaploides mismas que se cultivan desde el norte de México hasta el sur de Chile (Rodríguez L. , 2010).

En cuanto al lugar de origen del melloco King (1987) menciona a Flannery, quién en 1973 indicó que el melloco, se encuentra entre las plantas domesticadas en los Andes, y cita además a Yacorleff y Herrera quienes en 1934 encontraron ilustraciones de *Ullucus* en vasijas ceremoniales de la arqueología andina. De acuerdo con esta información afirman que el lugar de origen del melloco sería en la Zona Andina. Finalmente, la oca (*Oxalis tuberosa*), es un tubérculo importante que se ha cultivo desde la antigüedad en la Región Andina, su origen podría estar en el sur de Perú y Bolivia, actualmente ha sido domesticado a lo largo de América del Sur (Zhu y Cui, 2019). Las pequeñas explotaciones campesinas cultivan en sus parcelas cultivos en asocio como la papa, mashua (melloco) y oca, siendo parte de la dieta del agricultor familiar y que han sido alimentos básicos en la preparación de una variedad de platos típicos y además que forman parte de la soberanía alimentaria de las localidades en estudio.

El 100% de los entrevistados de las parroquias en estudio indicaron que el maíz es el grano más importante en la preparación de platos autóctonos propios de su dieta diaria, el 60.29% consume tostado, 47.06% mote, 36.76% chuchuca, 23.53% choclomote, 48.53% humitas y colada de maíz siendo estos porcentajes significativos al momento de priorizar la conservación de un grano como recurso genético. Los cultivos maíz, fréjol y haba brindan altos valores energéticos, debido a su alto contenido de grasa y almidón, y su bajo nivel de fibra (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios ASERCA, 2018). Lo antes mencionado concuerda con el estudio realizado por Basantes et al., (2022), quienes indican que el maíz es utilizado mediante la preparación de choclo cocinado, tostado, harinas, bebidas, mote, humitas entre otros. Si bien el aporte proteico resulta fundamental es necesario combinarlo con fréjol y habas para un mejor contenido nutricional.

De acuerdo con Guacho et al, (2023) existen tres componentes importantes para la siembra de cultivos andinos, el primero componente es garantizar la seguridad alimentaria y nutricional, por medio de la producción continua y apropiada de alimentos saludables, el segundo componente es la calidad nutricional y el tercer componente es la extensión y demanda de estas cosechas. Las prácticas para la producción de cultivos andinos implican el uso de

prácticas agrícolas culturales que son conocidas por no producir el agotamiento de los recursos, lo que significa que impulsa la disposición de alimentos para asegurar la soberanía alimentaria (Franco et al., 2021).

En lo referente al sistema alimentario las personas entrevistadas consumen además alimentos como hortalizas (brócoli, col, cebolla, culantro, apio y zanahoria), granos (trigo, cebada, maíz), leguminosas (fréjol, arveja, habas) y tubérculos (papa, oca, melloco). Es decir, la dieta alimentaria de los habitantes de las parroquias en estudio se basa en alimentos que son parte de su identidad cultural y que cultivan en sus chakras. Autores como Merino et al., (2011) mencionan que las chakras son una forma de soberanía alimentaria ya que en ellas se produce alimentos sanos, que mantienen un adecuado contenido nutricional, permiten abastecer con alimentos básicos durante un año a los hogares, mejoran su dieta y además permiten la obtención de ingresos mediante la venta de sus excedentes.

Por último, se destaca la labor de la agricultura familiar de las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago quienes conservan una amplia agrobiodiversidad bajo sus propias técnicas de manejo de cultivos, representados por las épocas de siembra y cosecha, asociación de cultivos, uso de abono orgánico, labores culturales. Estas acciones constituyen una estrategia para conservar el conocimiento ancestral y que beneficia a la soberanía alimentaria. Con respecto a esto, Núñez et al., (2018) destaca el valor de la agricultura familiar andina, representada por desarrollar prácticas agroecológicas y rescatar el conocimiento ancestral.

4.2.2 Análisis de los Policultivos en Relación con la Fertilidad del Suelo

A continuación, se detallan las propiedades físicas y químicas del suelo evaluadas en campo y laboratorio a partir de un total de 12 muestras tomadas en las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago, en suelos con asociaciones de cultivos: Maíz-Fréjol (A), Maíz-Fréjol-Haba (B).

Densidad Aparente

Los valores de la densidad aparente se ubicaron en el rango 0,85 a 1,39 g/cm³ para la asociación Maíz-Fréjol (A), mientras que en la asociación Maíz-Fréjol-Haba (B) se ubicaron en el rango de 0,99 a 1,27 g/cm³ (Tabla 11). Los valores de la DA varían según el tipo de textura, los resultados obtenidos en el análisis de muestras no superaron el umbral de densidad aparente de 1,65 g/cm³ establecido como límite para el crecimiento radical para suelos francos (Martínez et al., 2020).

Tabla 11*Propiedades físicas del suelo en cultivos Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba*

| Cultivo | Parroquia | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural | Densidad Aparente g/cm ³ |
|---------|--------------------|---------|--------|-----------|----------------|-------------------------------------|
| A | Eugenio Espejo | 52 | 34 | 14 | Franco-Arenoso | 1,01 |
| | | 44 | 42 | 14 | Franco | 0,85 |
| | San Pablo del Lago | 38 | 46 | 16 | Franco | 1,02 |
| | | 46 | 38 | 16 | Franco | 1,28 |
| | | 42 | 44 | 14 | Franco | 1,02 |
| | | 34 | 46 | 20 | Franco | 1,39 |
| B | Eugenio Espejo | 52 | 36 | 12 | Franco-Arenoso | 1,00 |
| | | 48 | 40 | 12 | Franco | 1,03 |
| | San Pablo del Lago | 40 | 44 | 16 | Franco | 1,01 |
| | | 46 | 42 | 12 | Franco | 1,27 |
| | | 36 | 46 | 18 | Franco | 0,99 |
| | | 44 | 40 | 16 | Franco | 1,23 |

Nota. La tabla muestra la clasificación textural y la densidad aparente de los suelos en estudio.

En la Tabla 12 se puede observar el resultado de la prueba estadística Kruskal Wallis con un valor $p > 0.211$ que es mayor a 0.05, lo cual indica, que se acepta la hipótesis nula. Es decir, la práctica de policultivo no influye en la densidad aparente. Esto significa que existió semejanza o que no hay diferencia entre asociaciones para este parámetro, lo que se debe fundamentalmente a la textura del suelo.

Tabla 12*Prueba Kruskal Wallis para la variable densidad aparente*

| Variable | Cultivo | Parroquia | Medias | D.E | Medianas | H | P |
|----------|---------|-----------|--------|------|----------|------|-------|
| DA | A | P1 | 0.96 | 0.1 | 1.01 | 4.47 | 0.211 |
| | | P2 | 1.23 | 0.19 | 1.28 | | |
| | B | P1 | 1.01 | 0.02 | 1.01 | | |
| | | P2 | 1.16 | 0.15 | 1.23 | | |

Nota. A= Maíz-Fréjol. B= Maíz-Fréjol-Haba. P1=Eugenio Espejo; P2= San Pablo del Lago

Textura

Según la clase textural, los suelos resultaron ser de tipo franco y franco-arenoso. La textura predominante en las extensiones con cultivo Maíz-Fréjol (A) y Maíz-Fréjol-Haba (B) ubicados en los predios de la parte alta (A1-B1) y media (A2-B2) de la parroquia Eugenio Espejo es de tipo franco, este tipo de suelo tiene una mezcla relativamente uniforme es blando o friable, que se desmenuza fácilmente, además de bastante suave y ligeramente plástico. En la parte baja (A3-B3) se determinó que el suelo es de tipo franco-arenoso y presenta mayor cantidad de arena pero que cuenta también con limo y arcilla en porcentajes bajos, este tipo de suelos son producto de la erosión producida por el viento o escorrentía que arrastra las partículas finas de la capa fértil superficial del suelo disminuyendo la productividad del suelo agrícola (Sanchoyarto, 2020). En San Pablo de Lago los suelos muestreados de los policultivos de Maíz-Fréjol (A) y Maíz-Fréjol-Haba (B) tanto en la parte alta, media y baja resultaron ser de tipo franco Tabla 13.

Tabla 13

Textura de suelo en cultivos Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba

| Parroquia | Codificación | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase textural |
|-------------------|---------------------|----------------|---------------|------------------|-----------------------|
| Eugenio Espejo | A1 | 38 | 46 | 16 | Franco |
| | A2 | 44 | 42 | 14 | Franco |
| | A3 | 52 | 34 | 14 | Franco-Arenoso |
| | B1 | 40 | 44 | 16 | Franco |
| | B2 | 48 | 40 | 12 | Franco |
| | B3 | 52 | 36 | 12 | Franco-Arenoso |
| San Pablo de Lago | A1 | 34 | 46 | 20 | Franco |
| | A2 | 42 | 44 | 14 | Franco |
| | A3 | 46 | 38 | 16 | Franco |
| | B1 | 44 | 40 | 16 | Franco |
| | B2 | 36 | 46 | 18 | Franco |
| | B3 | 46 | 42 | 12 | Franco |

Nota. A= Maíz-Fréjol y B= Maíz-Fréjol-Haba.

Considerando lo anterior las muestras de suelo analizadas de las parroquias en estudio la mayoría son de suelos francos. Porta et al., (2003), señala que la textura ideal para un buen desempeño en tierras agrícolas corresponde a los suelos francos. El resultado que se relaciona

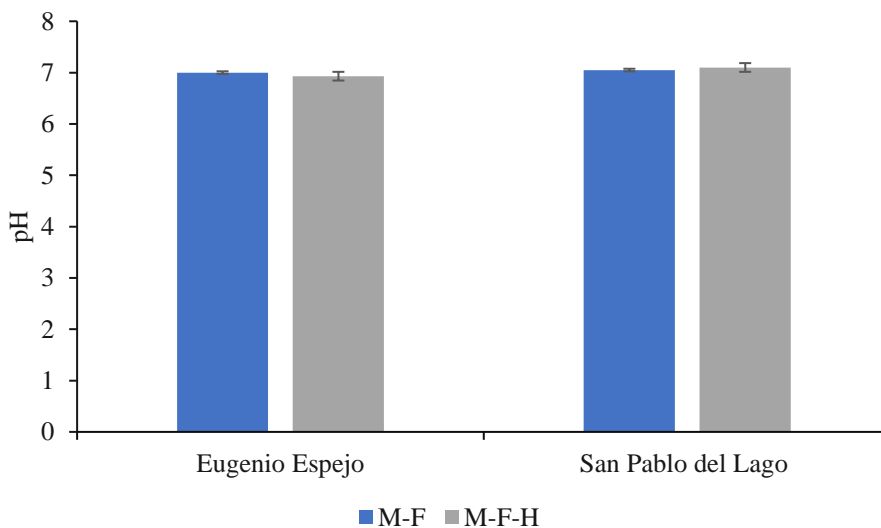
con la investigación de Cadena et al., (2021), en donde evaluaron las propiedades fisicoquímicas de suelos destinados a la siembra de maíz en el valle Sinú- Colombia, señalando que los suelos se clasificaron de manera primordial en texturas francas a franco arenosas, predominando las texturas francas (85%) seguido por las texturas franco-arenosas (15%).

Potencial de Hidrógeno (pH)

Los resultados obtenidos del pH a 25°C mediante la metodología Electrométrica registran que, a través del análisis de varianza no existe diferencia significativa (Tabla 18). Entre las medias de las variables de clasificación ($p=0.75$; $gl:1$; 8), por lo cual se acepta la hipótesis nula, donde los tipos de asociación de cultivos y los sitios no tienen dominio sobre el pH esto debido al similar contenido de minerales que existe en el suelo ya que toda el área de estudio perteneciente a la parroquia de San Pablo de Lago y la parte media y baja de la parroquia de Eugenio de Espejo se caracterizaron por ser suelos francos. Por ello, se establece similitud del parámetro en los policultivos. Al efectuar las regresiones lineales simples se determinó que, mediante el modelo, la materia orgánica puede explicar el 6% de la presencia de los niveles de pH en los tipos de policultivo en estudio. Demostrando así una relación muy débil entre los dos parámetros. Finalmente se estableció que los dos tipos de asociación en las áreas de estudio presentan suelos prácticamente neutros (P1- pH 6.93 a 7) (P2- pH 7.05 a 7.10), este tipo de suelo es óptimo para la agricultura ya que presenta rangos donde los nutrientes son más fáciles de asimilar por las plantas (Catalán, 2016) (Figura 18).

Figura 18

Medias del pH por tipo de asociación



Nota. La presente gráfica de barras de error presenta las medias del pH.

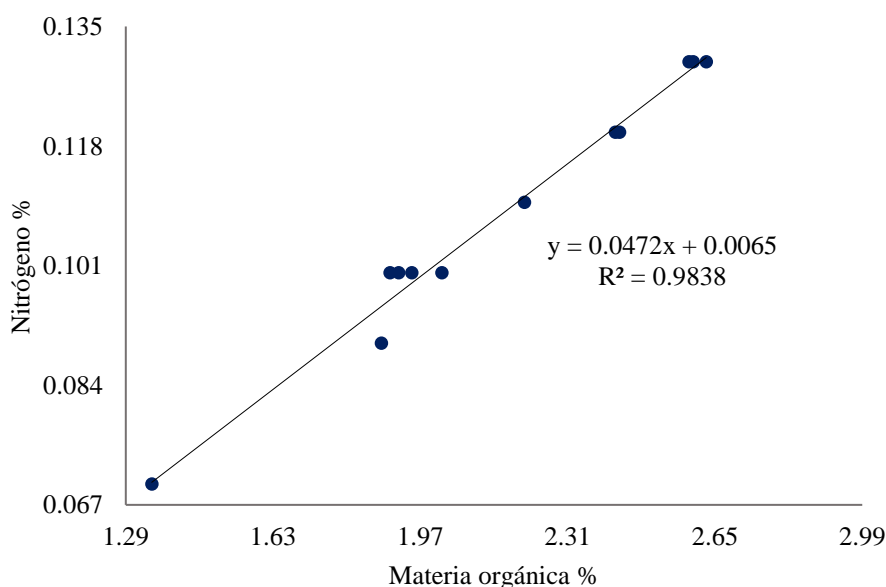
Según López et al., (2002) el pH óptimo de los suelos para un desarrollo satisfactorio de los cultivos es alrededor de la neutralidad ya que en estos valores la disponibilidad de nutrientes esenciales que se encuentra en sus niveles máximos. En este sentido, Rivera et al. (2018), señalan que los suelos más idóneos para el crecimiento óptimo de un cultivo es el suelo con pH neutro, ya que los nutrientes en mayor y menor contenido están presentes, brindando salud idónea a la planta por lo que las hojas presentarán un pigmento apropiado y la captación adecuado de nutrientes (Rivera et al., 2008).

Nitrógeno

Los resultados obtenidos del N mediante el método Volumétrico registran que, por medio del análisis de varianza se estableció que no existe diferencia significativa (Tabla 19) entre las medias de las variables de clasificación ($p=0.27$; $gl:1$; 8) aceptando la hipótesis nula. En los tipos de policultivo Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba de la parroquia Eugenio Espejo el N es bajo con valores 0.12 a 0.10% al igual que en San Pablo del Lago donde el N es 0.11% en ambas asociaciones. Al efectuar las regresiones lineales simples se determinó que existe una relación muy fuerte y altamente significativa entre el N y la materia orgánica, siendo el 98% ($r^2=0.98$; Figura 19) del N predicho y explicado por la materia orgánica en el modelo de regresión. Por último, la gráfica barras de error muestra que los dos tipos de policultivo (M-F y M-F-H) presentan una diferencia pequeña entre las medias (0.10 a 0.12%).

Figura 19

Relación lineal entre el nitrógeno y materia orgánica



Nota. El presente modelo de dispersión lineal presenta normalidad en los datos con un $r^2=0.98$.

Carrasco et al., (2003) realizaron la evaluación de prácticas para el manejo de los recursos naturales para la recuperación de los suelos agrícolas degradados en Chile, obteniendo como resultados que el 95% de nitrógeno forma parte de la materia orgánica que se encuentra en el suelo. Por lo tanto, en un suelo con porcentajes bajos de nitrógeno existe menos aporte de materia orgánica limitando el crecimiento de las plantas.

Los datos obtenidos del análisis sobre los niveles bajos de Nitrógeno en los tipos de policultivos en estudio se relacionan con la investigación de Vilca y Pérez (2017), quienes encontraron que el nivel de nitrógeno disponible en los suelos agrícolas osciló entre 24,31 y 29,8 ppm, ubicándose en un rango de baja presencia. De acuerdo con Viteri et al., (2004), el bajo nivel de nitrógeno presente en el suelo puede darse por los bajos niveles de materia orgánica o por la descomposición incompleta de la misma, mal uso de los fertilizantes con contenido de nitrógeno, suelos poco profundos o muy ligeros (López et al, 2001).

Fósforo

Los resultados obtenidos del fósforo mediante la metodología del análisis colorimétrico registraron que a través de la prueba estadística Kruskal Wallis se obtuvo un valor mayor al nivel de significancia con un valor de $p=0.399$, lo cual indica que, se acepta la hipótesis nula, es decir que la práctica de policultivo no influye en el porcentaje de fósforo presente en el suelo. Esto significa que no existe diferencia significativa entre las medias de las variables (Tabla 14). Al efectuar las regresiones lineales simples se determinó que la materia orgánica tiene una capacidad limitada de aproximadamente el 12% ($r^2=0.12$) para explicar los niveles de fósforo en los tipos de policultivos estudiados. Mediante la gráfica barras de error se concluyó que el mayor nivel de fósforo se encontró en la asociación Maíz-Fréjol de San Pablo del Lago una media de 81.76 mg/kg y el nivel más bajo se encontró en la asociación Maíz-Fréjol-Haba de Eugenio Espejo con una media de 24.03 mg/kg respectivamente (Figura 20).

Tabla 14

Prueba Kruskal Wallis para la variable Fósforo

| Variable | Cultivo | Parroquia | Medias | D.E | Medianas | H | P |
|-----------------|----------------|------------------|---------------|------------|-----------------|----------|----------|
| P | A | P1 | 42.63 | 29.36 | 43.60 | 2.95 | 0.3996 |
| | A | P2 | 81.77 | 91.86 | 45.60 | | |
| | B | P1 | 24.03 | 14.83 | 21.40 | | |
| | B | P2 | 65.80 | 46.21 | 46.10 | | |

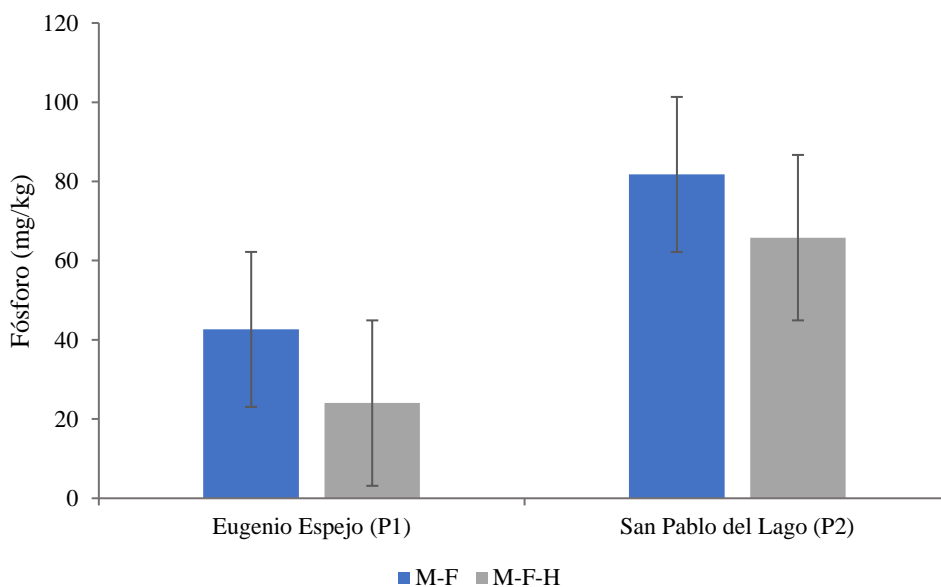
Nota. A=Maíz-Fréjol. B=Maíz-Fréjol-Haba.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los niveles de nitrógeno en los policultivos de M-F y M-F-H se encuentran en rangos bajos (<0.15%) y los niveles de fósforo son medios (10-20 mg/kg) y altos (>20mg/kg). El fósforo es uno de los elementos más relevantes para el crecimiento de las plantas. Conforman un factor primordial en las funciones encargadas de la captación, almacenamiento y transferencia de energía, y es un factor base en la formación de macromoléculas de importancia, así como ácidos nucleicos y fosfolípidos, es decir el rol del fósforo se encuentra en todos los mecanismos fisiológicos (Fernández, 2007).

Lo cual puede ser justificado por el estudio realizado por López (2001), quién menciona que los niveles muy altos de nitrógeno foliar pueden provocar la reducción de los niveles de fósforo, la explicación estaría en la poca respuesta a las aplicaciones de fósforo en suelos con alta capacidad de fijación del elemento. En nuestro caso de estudio existen bajos niveles de nitrógeno y, por ende, los niveles del fósforo tienden a ser significativos en la composición de los suelos agrícolas.

Figura 20

Medias del fósforo por tipo de asociación



Nota. La presente gráfica de barras de error presenta las medias del fósforo.

Por otra parte, los resultados obtenidos de porcentajes de materia orgánica en los dos tipos de asociación de cultivos fueron alta (>2%) y media (1.0-2.0%), lo cual guarda relación con los niveles de P, ya que, la presencia de materia orgánica permite el aumento del elemento P en segundo plano y el progreso de los cultivos (Hernández y Bautis, 2005). Flores y Méndez (2011), encontraron que la cantidad de fósforo al final de la cosecha van de 245 a 295 ppm;

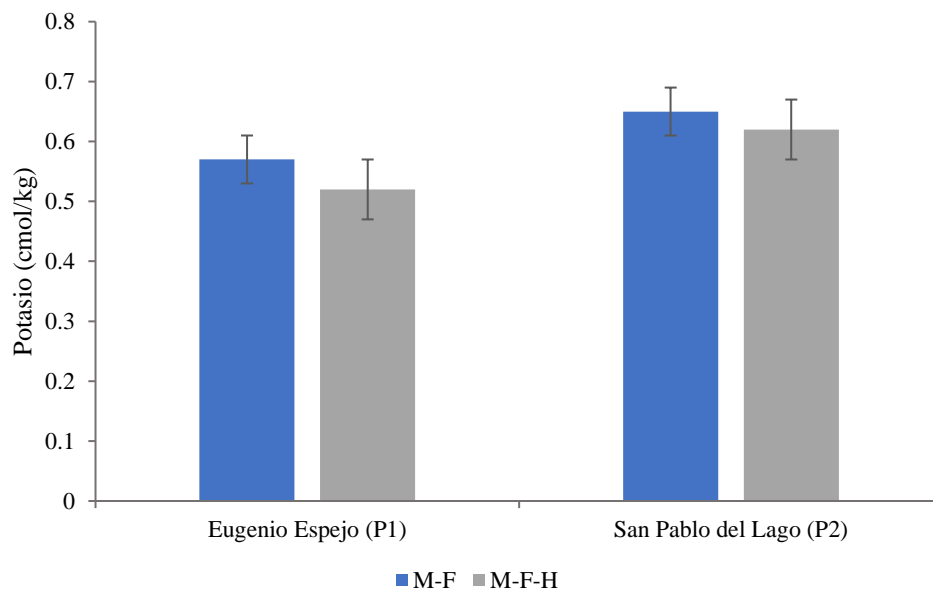
tomando en consideración que al principio obtuvieron un valor de 150.5 ppm, llegando a la conclusión de que el elemento aumenta al añadir los abonos orgánicos, permitiendo así un correcto desarrollo en los tratamientos del cultivo.

Potasio

Los resultados obtenidos del potasio mediante la metodología de espectrofotometría por absorción atómica registran que, a través del análisis de varianza se concluyó que no existe diferencia significativa (Tabla 20) entre las medias de las variables de clasificación ($p=0.94$; $gl:1; 8$), por lo cual se acepta la hipótesis nula. En los suelos con asociación de M-F y M-F-H de Eugenio Espejo y San Pablo del Lago el rango de K es alto (0.40 a 1.01cmol/kg; 0.39 a 0.79cmol/kg). Al efectuar las regresiones lineales simples se determinó que, mediante el modelo, la materia orgánica puede explicar el 11% de la presencia de los niveles de potasio en los tipos de policultivo en estudio. Se demuestra así que existe una correlación tenue entre los dos parámetros. En último término, se pudo observar que los niveles de potasio fueron altos, sin embargo, en San Pablo del Lago se presentaron los valores más altos en los dos tipos de asociación con medias de 0.65cmol/kg a 0.62cmol/kg respectivamente (Figura 21).

Figura 21

Medias del potasio por tipo de asociación



Nota. La presente gráfica de barras de error presenta las medias del potasio.

Los altos niveles de K encontrados en las muestras de suelo de los tipos de cultivos asociados pueden ser explicados por la investigación realizada por Delli (2022), en Riobamba.

Este investigador, encontró que los valores de potasio en el suelo con sembradío de col fueron de 1,32 meq/100g y en las extensiones de lechuga fue de 1,038 meq/100g los cuales presentan rangos altos (Agrolab, 2016) ya que los niveles normales del elemento en el suelo son de 0.4 a 0.6 meq/100g. Esto indica que en los 2 cultivos se podría mostrar problemas de salinidad y es aconsejable no adicionar en un lapso determinado fertilizantes potásicos para disminuir sus valores (Hernández et al., 2010).

Con respecto a los niveles de potasio en beneficio de los cultivos López et al., (2001), mencionan que los altos valores de potasio presentes en el suelo pueden deberse a la correcta incorporación de este, riego efectivo; o, suelos pobres en contenidos sódicos. Este componente favorece la disponibilidad de K para los cultivos, también mejora el régimen hidrológico de los cultivos e incrementa la resistencia a la sequía, heladas y salinidad por lo que las plantas bien dotadas con potasio son menos frágiles a enfermedades (Delli, 2022).

Materia Orgánica

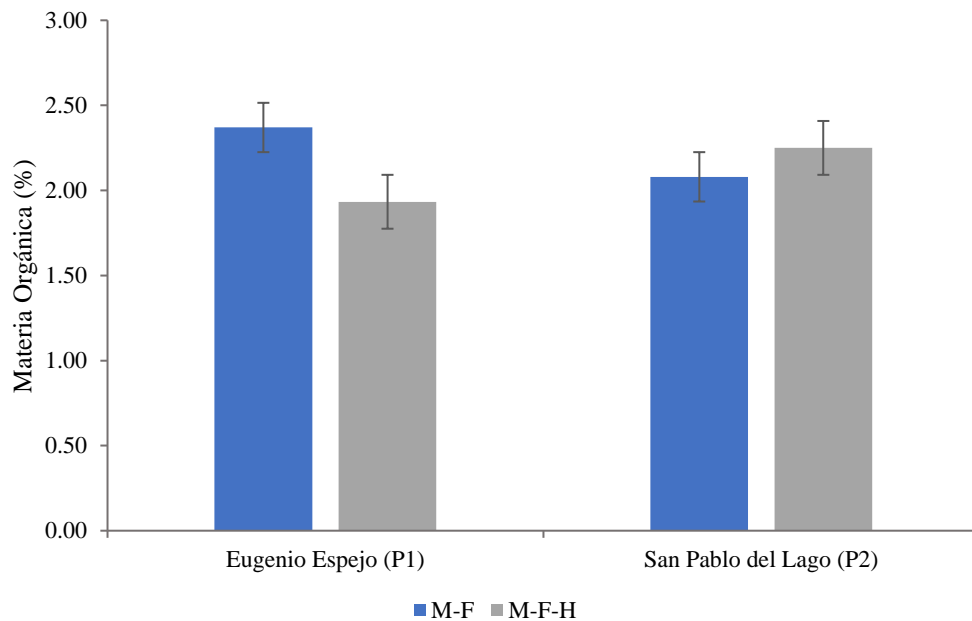
Los resultados de la materia orgánica (MO) obtenidos mediante la metodología Volumétrica registran que, a través del análisis de varianza se definió que no existe diferencia significativa (Tabla 21) entre las medias de las variables de clasificación ($p=0.23$; $gl:1$; 8). Es decir, se acepta la hipótesis nula donde se indica que el tipo de asociación y el sitio (parroquias) estudiados no influyen en el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo de las chakras. En los suelos agrícolas de los tipos de policultivo Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba de Eugenio Espejo la MO es media y alta (1.93-2.37%) y en el área de estudio San Pablo del Lago mismas asociaciones de cultivo la MO es alta ($>2\%$). Por último, en la gráfica de barras de error se determinó que los niveles de materia orgánica son significativos en la zona de estudio Eugenio Espejo presentando una media de 2.37% seguido por el cultivo M-F-H del área de estudio San Pablo del Lago en una media de 2.25%, siendo así estos los valores de mayor significancia entre las medias (Figura 22).

Los resultados obtenidos se relacionan con el estudio sobre el manejo sustentable del suelo mediante el uso de materia vegetal realizado por Flores y Méndez (2011), donde indican que un suelo agrícola con alto porcentaje de materia orgánica ($>2\%$) contribuirá a la mejora de las cualidades de la capa fértil de la tierra, mejorando la estructura y regulando la temperatura; además, evita la pérdida de nitrógeno y el lavado de los nutrientes elevando el rendimiento de los cultivos. Según Cepeda (1991) el incremento de materia orgánica en suelos escasos de propiedades es beneficioso, ya que la estructura del suelo favorece a la formación de agregados

individuales, reduce y disminuye la plasticidad y en suelos de textura gruesa mejora la infiltración del agua.

Figura 22

Medias de la materia orgánica por tipo de asociación



Nota. Gráfica de barras de error presenta las medias de la materia orgánica.

Por último, el contenido de materia orgánica (MO%) en su mayoría resultó ser adecuada ya que fue de mediana a alta disponibilidad. Este tipo de suelos por su textura fina son adecuados para todos los sistemas agrícolas y necesitan escaso cuidado, en especial un manejo apropiado. Sin embargo, en Eugenio Espejo en los cultivos Maíz-Fréjol y Maíz-Fréjol-Haba el contenido de MO % es menor a diferencia del resto, esto debido a la textura franco-arenosa, estos suelos son considerados como adecuados para la agricultura. En este sentido, Orias y Noellemeyer (2015), indican que a superior porcentaje de MO y textura fina se da una adecuada fertilidad del suelo, además de que la cantidad de materia orgánica aumenta notablemente las propiedades físicas del suelo.

4.3 Propuesta de Conservación de Suelos Agrícolas Mediante Policultivos en Sistemas de Agricultura Familiar

De acuerdo con los resultados obtenidos se elaboró una propuesta de conservación de suelos agrícolas a través de la aplicación de policultivos en chakras de agricultura familiar, los programas y proyectos se detallan a continuación.

Programa de Implementación de Siembra Integrada Efectiva

Justificación

En las áreas de estudio se evidenció la presencia de monocultivo, resultado de la siembra de una sola especie. Según Truitt, 2019 el monocultivo crea un espiral destructivo que provocan el deterioro de los suelos agrícolas, desequilibrio de los nutrientes de la capa de suelo cultivable, dificulta la lucha contra plagas y afecta la diversidad biológica.

El Manejo de la siembra integrada efectiva es el uso óptimo de técnicas de producción en forma secuencial y adecuada, que asegura el desarrollo sostenible, procurando el equilibrio entre la naturaleza y el ser humano, así como la reducción de los efectos negativos de actividades antrópicas. Por otra parte, hay que desarrollar prácticas que hagan parte de un sistema integral de producción pero que sean sencillas en su aplicación, que puedan irse adoptando en forma gradual y especialmente generar aumentos de rendimiento y reducción de costos (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas [FENALCE], S.f).

A través de este programa se establecen varias estrategias para lograr una óptima asociación de cultivos, combinando varias especies vegetales con diferentes velocidades de crecimiento sobre un mismo agroecosistema. Con esto es posible disminuir o eliminar el uso de agroquímicos que alteran el funcionamiento del suelo, el crecimiento de las plantas y la salud de los consumidores.

Objetivo General

- Fomentar la asociación de cultivos de ciclo corto para incrementar la diversificación de alimentos en las parroquias rurales de Eugenio Espejo y San Pablo del Lago.

Objetivos Específicos

- Capacitar a la población dedicada a la agricultura familiar sobre el manejo adecuado de policultivos.
- Implementar huertos familiares de acuerdo con las necesidades de consumo de las familias.

Tabla 15

Marco ordenador presión-estado-respuesta y actividades para el programa de implementación de siembra integrada efectiva

| Presión | Estado | Respuesta/Actividades | Estrategia/Técnica |
|---|--|---|----------------------------------|
| Insuficiente implementación de buenas prácticas agro-productivas en las áreas de estudio por predominio del monocultivo | Escasa diversificación de producción agrícola en las chacras | <ul style="list-style-type: none"> • Selección de especies vegetales andinas que garanticen la seguridad alimentaria y contribuyan a la calidad de vida de los habitantes. | Planificación estratégica |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Combinación de especies de diferentes velocidades de crecimiento como maíz (<i>Zea mays</i>), fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), zapallo (<i>cucúrbita pepo</i>), además la siembra de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) y chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) asociado o intercalado con maíz, fréjol y haba (<i>Vicia faba</i>). • Implementación de huertos familiares para incrementar la diversidad de productos alimenticios y a su vez mejorar la eficiencia del uso de los recursos naturales. | Rotación de cultivos |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Brindar capacitación a los agricultores del área de estudio en el manejo y producción de los principales cultivos alimentarios en la modalidad de policultivos. • Seguimiento del desarrollo de los policultivos establecidos. | Monitoreo y control |
| | | Capacitación sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas y beneficios del manejo integrado de cultivos. • Reducción del monocultivo para impulsar la diversificación agrícola de productos alimentarios autóctonos de la zona. | Educación Ambiental |

Programa de Manejo de Suelo para Garantizar la Soberanía Alimentaria

- **Proyecto de Manejo para el Mejoramiento de la Calidad del Suelo**

Justificación

En las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo de Lago la agricultura familiar se basa en la producción de varios cultivos, siendo la mayoría de ciclo corto que rotan de acuerdo con la temporada de siembra de cada localidad. Este tipo de agricultura ayuda no solo a proveer de alimentos a los agricultores, sino también contribuye directamente a mejorar la calidad del suelo. Por ejemplo, en las áreas de estudio la siembra de maíz-fréjol y maíz-fréjol-habas son las más comunes y útiles para fijar nitrógeno y mejorar el balance de carbono en el suelo (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2020). Además, el maíz en su etapa final de vida aporta un gran volumen de rastrojo al suelo convirtiéndose en materia orgánica que disminuye la erosión hídrica y eólica (Limagrain-LG Seeds, 2020).

En base a este proyecto se procura establecer técnicas para el mejoramiento de la calidad del suelo como abonos orgánicos, rotación de cultivos, barreras vivas, cultivo de cobertura y labranza cero ya que, en las parroquias de Eugenio Espejo y San Pablo de Lago se evidenció porcentajes medios de materia orgánica, bajos niveles de nitrógeno y altos niveles de fósforo y potasio.

Objetivo general

- Fortalecer la agricultura familiar responsable, a través de la incorporación de estrategias de manejo sostenible de suelos para mejorar la calidad de este en las áreas de estudio.

Objetivos específicos

- Difundir la importancia de las buenas prácticas agrícolas para el mantenimiento de la fertilidad del suelo en ecosistemas agrícolas.
- Promover el uso de técnicas de mejoramiento productivo del suelo en las chakras.

Tabla 16

Marco ordenador presión-estado-respuesta y actividades para el proyecto de manejo para el mejoramiento de la calidad del suelo

| Presión | Estado | Respuesta/Actividades | Estrategia/Técnica |
|---|--|---|---|
| Escaso conocimiento del manejo adecuado del suelo | Inestabilidad de la presencia de los macronutrientes | <ul style="list-style-type: none"> • Selección las diferentes técnicas de manejo sobre la calidad del suelo acorde con los conocimientos ancestrales de la zona de estudio. | Planificación estratégica |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Implementación de técnicas sobre el manejo sostenible dirigido a mejorar la calidad del suelo como: combinación de sistemas de cultivos, cultivo de cobertura, labranza cero y compost. • Uso de abonos verdes compuestos por leguminosas (vicia y avena) debido a su capacidad para fijar altas cantidades de nitrógeno atmosférico al suelo. • Reducción del uso de agroquímicos para el control y eliminación de las plagas en el cuidado de los cultivos. | Mejoramiento de la calidad del suelo |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la viabilidad de las prácticas agrícolas con enfoque agroecológico en el marco del desarrollo sostenible (FAO Y UMP, 2021). • Seguimiento del proceso de elaboración y uso de abonos verdes para el mejoramiento del suelo en los sistemas agro productivos. | Monitoreo y Control |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Charlas sobre el mejoramiento de la calidad del suelo. • Capacitación sobre la importancia del buen uso de suelo en relación con la productividad de cultivos. | Educación ambiental |

- **Proyecto de Agricultura Para la Soberanía Alimentaria**

Justificación

En San Pablo de Lago y Eugenio Espejo se trabaja con diferentes ministerios especialmente con el MAGAP, que implementa programas que garantizan significativamente la seguridad y soberanía alimentaria con el propósito de rescatar algunos cultivos andinos y asegure la alimentación de las familias (GAD Parroquial Rural San Pablo del Lago, 2019-2023). Dentro de los cultivos que se están incorporando en el territorio se puede identificar a la quinua, que es un producto relacionado con la soberanía alimentaria. Así mismos, se establecen estrategias locales para mantener cultivos ancestrales de ciclo corto como el maíz, fréjol y haba que no solo garantizan la seguridad sino sobre todo la soberanía alimentaria (GAD Parroquia Eugenio Espejo, 2015-2019).

A través de este proyecto se pretende impulsar la agricultura sostenible que contribuye a mejorar factores socioeconómicos y ambientales y la soberanía alimentaria, ya que se promueve la producción de alimentos sanos, relacionados con la agricultura alimentaria de los pueblos. También porque los mismos fomentan el mejoramiento de la nutrición de las poblaciones en especial rurales.

Objetivo General

- Promover la producción local aprovechando los recursos naturales y socio económicos mediante un enfoque en la agricultura sostenible para fortalecer la soberanía alimentaria.

Objetivos Específicos

- Identificar la variedad de productos autóctonos con importancia nutricional en las zonas de estudio.
- Implementar estrategias dirigidas a recuperar los cultivos ancestrales que garanticen una soberanía alimentaria a partir de la agricultura familiar.

Tabla 17

Marco ordenador presión-estado-respuesta y actividades para el proyecto de la agricultura sostenible para la soberanía alimentaria

| Presión | Estado | Respuesta/Actividades | Estrategia/Técnica |
|--|---|---|--|
| Exclusión agronómica y sociocultural de los cultivos ancestrales | Déficit de conocimiento del valor nutricional de los cultivos ancestrales | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de estrategias para la recuperación y salvaguarda de las especies de cultivos andinos. | Planificación estratégica |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Promoción para la siembra de cultivos andinos como: quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>), amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i>) y chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>) en asocio con cultivos que realizan los agricultores: maíz, fréjol, haba, trigo, cebada, melloco y oca. • Diversificar cultivos para asegurar la soberanía alimentaria. • Intercambio de semillas y saberes ancestrales para fortalecer la siembra de cultivos andinos. | Agricultura sostenible para garantizar la soberanía alimentaria |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento de los sistemas de policultivos aplicados por los productores agrícolas en las chakras, para mejorar la calidad del suelo y producción en el esquema de soberanía alimentaria. | Monitoreo y control |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Capacitación sobre el valor nutricional de los cultivos andinos producidos en la zona de estudio. • Charlas sobre la cosmovisión de los pueblos indígenas en relación con la agricultura sostenible. | Educación Ambiental |

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- En los sistemas agrícolas familiares de las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago persisten las asociaciones de cultivos de maíz (*Zea mays*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*) y haba (*Vicia faba*), así como de cultivos andinos: papa (*Solanum Tuberosum*), trigo (*triticum sp*), cebada (*Hordeum vulgare*), melloco (*Ullucus Tuberosus*), ocas (*Oxalis tuberosa*); de igual manera las actividades agrícolas desarrolladas mediante técnicas de labranza tradicional caracterizada por el uso de implementos de tracción animal, la consideración de las fases lunares para la siembra, cuidado del cultivo (deshierbe-fertilización), cosecha y conservación de los productos provenientes de las chakras.
- Las familias objeto de estudio en la presente investigación mostraron predominio de la soberanía alimentaria en la producción y consumo de productos alimenticios provenientes de las chakras en espacios no mayores a tres hectáreas, superficies que concuerdan con los pequeños espacios o minifundios donde se practica la agricultura familiar. Los cultivos más frecuentes son: maíz, fréjol, haba, arveja, trigo, melloco, papa, cebada y hortalizas cuya producción permitiendo abastecer con alimentos a los hogares durante todo el año.
- La diversidad de alimentos resultado de las cosechas es la base de la dieta diaria mediante de la preparación de platos ligados al conocimiento ancestral como la chuchuca, tostado, mote, choclomote, humitas, harinas, chicha, coladas y menestras, machica, uchujaku, arroz de cebada, entre otros. Los alimentos son obtenidos por procesos de cultivo relacionados con el saber ancestral de los pueblos y brindan un adecuado contenido nutricional y además mantienen la tradición cultural de los pueblos originarios de América que producían alimentos peculiares de acuerdo con cada zona.
- También cabe mencionar que, dichos cultivos tienden a desarrollarse de mejor manera en suelos con pH neutro, textura media, presencia media-alta de macronutrientes y

porcentajes altos y medios de materia orgánica que son característicos de las áreas estudiadas.

- Los suelos agrícolas dedicados a la producción de policultivos (maíz-fréjol y maíz-fréjol-haba) en las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago se caracterizan por presentar suelos de textura: franco y franco-arenosa, lo cual favorece al buen desempeño de tierras agrícolas. En este sentido la textura guarda relación con los valores obtenidos de densidad aparente que se ubicaron en el rango 0.85 a 1.39 g/cm³ para la asociación Maíz-Fréjol, y en Maíz-Fréjol-Haba se situaron entre 0.99 a 1.27 g/cm³, los valores no sobrepasaron el umbral de la densidad aparente (DA) lo que indica que no existe compactación del suelo y por lo tanto están aptos para el mejor desarrollo de los cultivos.
- Mediante el análisis de los parámetros químicos en las asociaciones maíz, fréjol (A) y maíz, fréjol, haba (B), se determinó un pH neutro (6.93 a 7.10), media-alta disponibilidad de materia orgánica (>2 %). En cuanto al contenido de nitrógeno en los policultivos A y B de Eugenio Espejo son bajos con valores 0.12 a 0.10 % al igual que en San Pablo de Lago donde el N es 0.11% en ambas asociaciones, el mayor nivel de fósforo se encontró en la asociación A de P2 con una media de 81.76 mg/kg y el nivel más bajo se encontró en la asociación B de P1 con una media de 24.03 mg/kg respectivamente. Por último, se pudo observar que en San Pablo del Lago se presentaron los valores más altos en los dos tipos de asociación con medias de 0.65cmol/kg a 0.62cmol/kg respectivamente
- El programa de implementación de siembra integrada efectiva y el programa de manejo de suelos se propone con el fin de garantizar la soberanía alimentaria en las parroquias de Eugenio Espejo y San Pablo de Lagos. La ejecución de estos programas permitirá además la conservación de suelos agrícolas mediante sistemas de policultivos dirigidos a mantener las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en el margen de la sostenibilidad.

5.2 Recomendaciones

- Fortalecer el conocimiento de los agricultores de las parroquias de Eugenio Espejo y San Pablo del Lago en cuanto a la calidad nutricional de los alimentos que producen en sus chakras. Por cuanto, los productores familiares conocen cómo producir aplicando sus saberes ancestrales transmitidos de generación en generación.
- Realizar capacitaciones con base en los resultados de esta investigación, dirigidas a los agricultores de las parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del Lago, sobre propuestas de conservación de suelos agrícolas con la implementación de policultivos sustentados por una agricultura sostenible, con el fin de obtener una mayor diversificación de cultivos andinos y fortalecer los saberes agrícolas tradicionales.
- Considerar los resultados obtenidos en esta investigación, como base para futuros estudios en las parroquias rurales de Eugenio Espejo y San Pablo de Lago, en lo que concierne a la evaluación de las prácticas de policultivos en sistemas agrícolas familiares. Esto con la finalidad de hacer actualizaciones y generar nueva información y también para gestionar políticas de fortalecimiento de la agricultura familiar en estas parroquias cuya principal actividad productiva es la agricultura.

Referencias

- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios ASERCA. (2018). <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico>
- Agrolab. (2016). GUIA DE REFERENCIA PARA LA INTERPRETACION. *ANALISIS DE SUELOS AGROLAB*. Pachuca Hidalgo, México. http://www.agrolab.com.mx/sitev002/sitev001/assets/interpretacion_fertsuel.pdf
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco. *Salud en Tabasco*, 11(1), 333-338.
- Aguirre, S. (2017). *Policultivos y silvopastoreo como estrategias agroecológicas de productores familiares en Colonia Gestido: Universidad de Antioquia*. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/8887/1/AguirreSergio_2017_PolicultivosSilvopastoreoAgroecologicas.pdf
- Alba, S., Alcazar, M., Cermeño, F., & Barbero, F. (2011). Erosión y manejo del suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos. En *Agricultura ecológica en secano: soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos* (págs. 13-38). Ministerio De Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Altamirano, E. (2019). *PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS SUELOS EN LA MICROCUENCA JUN-JUN*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30131/1/Tesis-238%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20641.pdf>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2004). Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 8-20. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6873>
- Álvarez, U., & Cairo, P. (2017). Effect of manure on the soil and the soybean [Glycine max (L.) Merr.] crop. *Pastos y Forrajes*, 40(1), 34-39.
- Araujo, E. (2014). *Caracterizacion y evaluacion de la asociacion y rotacion de policultivos de maíz y hortalizas en la parroquia San Joaquin de la provincia del Azuay*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7219/1/UPS-CT004086.pdf>
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Lexis.

- Asamblea Nacional. (2019). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Ediciones Legales.
- Asamblea Nacional. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. Lexis.
- Basantes, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Quito : Universidad de las Fuerzas Armadas .
- Basantes, F., Aragón, J. P., & Albuja, M. (2022). *Cultivos Andinos de importancia agro productiva y comercial en la Zona 1 del Ecuador*. Ibarra: Editorial Universidad Técnica del Norte UTN.
- Bautista, A., Etchevers, J., Castillo, J., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.
- Becerril, J., & Albornoz, L. (2010). Respuestas y opciones de los productores de subsistencia a las señales de política pública ambiental: un enfoque de análisis multisectorial. *Revista Problemas del Desarrollo*, 85-102. <https://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v41n162/v41n162a5.pdf>
- Bernier, R. (1982). Profundidad de muestreo de suelos para determinación de la fertilidad actual en praderas permanentes. *Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile*, 10-11.
- Boada, R., & Espinosa, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra*, 3(1), 67-82. <https://doi.org/10.29166/siembra.v3i1.262>
- Caballero, S. (15 de Febrero de 2018). *Policultivos: plantas que trabajan en equipo para mejorar la cosecha*. <https://ecomandanga.org/2018/02/15/policultivos-plantas-que-trabajan-en-equipo-para-mejorar-la-cosecha/>
- Cadena, J., Novoa, R., Grandett, L., Contreras, J., & Agamez, A. (2021). Caracterización físico-química de los suelos dedicados al cultivo de maíz en el Valle del Sinú, Colombia. *Temas Agrarios*, 26(1), 68-79. <https://doi.org/10.21897/rta.v26i1.2584>
- Calvo, A. (21 de Marzo de 2016). *Características de la agricultura tradicional y moderna*. <https://www.agroptima.com/es/blog/caracteristicas-de-la-agricultura-tradicional-y-moderna/>

- Camacho, J., Forero, N., Ramírez, L., & Rubiano, Y. (2016). Evaluación de textura del suelo con espectroscopía de infrarrojo cercano en un oxisol de Colombia. *Colombia Forestal*, 20(1), 5-18.
- Carrasco, J., Squella, F., & del Castillo, R. (2003). *Técnicas y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de suelos degradados de la VI región*. San Fernando, Chile: INIA-INDAP-SAG.
- Catalán, G. (08 de Noviembre de 2016). *AGROPAL*. [https://agropal.com/es/el-ph-del-suelo/#:~:text=En%20general%2C%20el%20pH%20%C3%B3ptimo,\(Figuras%201%20y%202\).](https://agropal.com/es/el-ph-del-suelo/#:~:text=En%20general%2C%20el%20pH%20%C3%B3ptimo,(Figuras%201%20y%202).)
- Cepeda, M. (1991). *Química de suelos*. D. F, México: Trillas.
- Chamba, M., Lapo, L., & Vásquez, E. (2019). La agricultura familiar campesina en el cantón Catamayo, provincia de Loja. *CEDAMAZ*, 9(2), 66-74. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/886/711>
- Chará, J., Reyes, E., Peri, P., Otte, J., Arce, E., & Schneider, F. (2020). *Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina*. (CIPAV, FAO, & A. Benchmark, Edits.) Editorial CIPAV.
- Chavarría, A., Sánchez, O., Navarrete, G., & Rivera, A. (2013). *Guía Técnica para la Implementación de Sistemas Agroforestales con Árboles Forestales Maderables*. Editorial de la Oficina Nacional Forestal.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieto, S., Solis, L., & Pouey, F. (2020). 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), 1276. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276
- Código Orgánico del Ambiente. (12 de abril de 2017). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica: Código Orgánico del Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2020). *Qué nos aportan los frijoles*. https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/que-nos-aportan/N_frijoles
- Conti, M., & Guiffré, L. (2014). *Edafología, Bases y Aplicaciones Ambientales Argentinas*. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía .
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*(83), 5-71.
- Delli, B. (2022). Caracterización físico-química del suelo en cultivos de ciclo corto comunidad, Corazón de Jesús. Riobamba, Ecuador: Repositorio Universidad Nacional de Chimborazo.
- Di Riezo, J., Balzarini, M., Casanovez, F., Gonzáles, L., Tablada, E., & Robledo, C. (2010). *Infostat: software para análisis estadístico*. Córdoba: Brujas Argentina.
- Domínguez, H. (2017). *Repositorio Institucional Universidad de Manizales*. Estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo producidas por la quema controlada de vegetación en el municipio de Cumaribo, departamento del Vichada. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2974>
- Enciso, A., & Espinoza, J. (2010). Evaluación del uso equivalente de terreno y eficiencias de extracción de tres dosificaciones de nutrientes en un sistema de policultivo de maíz dulce, habichuela y pepino en Zamorano, Honduras. *Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/>
- Fajardo, J. (2010). Impacto causado en la fertilidad del suelo por aplicación de prácticas agrícolas en los terrenos de la cooperativa Jesús Obrero en el cantón Cañar. [*Tesis de Maestría*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4853>
- FAO Y UMP. (2021). *Metodología para el monitoreo y evaluación de buenas prácticas en agricultura para la adaptación al cambio climático y la gestión integral del riesgo de desastres*. Panamá. <https://doi.org/10.4060/cb4486es>
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas [FENALCE]. (S.f). *Biblioteca digital agropecuaria de Colombia*.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19450/45077_60887.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Fernández, M. T. (2007). Fósforo: Amigo o enemigo. *ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *XLI*(2), 51-57.
- Flores, M., & Méndez, M. (2011). *Repositorio utn*. Propuesta para el manejo sustentable del suelo mediante el uso de tres abonos orgánicos elaborados con materias primas vegetales en la Playa de Ambuquí, Provincia de Imbabura: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/218>
- Franco, C., Andrade, V., & Baldeón, S. (2021). Identificación de modelos de producción sostenible de alimentos en el cantón Píllaro como aporte a la soberanía alimentaria. *Idesia (Arica)*, *39*(3).
- García, S., Espinosa, C., & Bergvinson, D. (2007). *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternativas para su manejo y control*. México D. F: CIMMYT.
- Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] de la Parroquia Eugenio Espejo. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Eugenio Espejo*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] Parroquial Rural San Pablo del Lago. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Godoy, L., Díaz, G., Vásconez, G., Defaz, E., & Gonzales, B. (2011). *Recibido: 30-Noviembre-2010. Recibido en forma corregida: 18-Mayo-2011. Aceptado: 24-Junio-2011. Publicado como NOTA TÉCNICA en Ciencia y Tecno EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE FRÉJOL DURANTE TRES ÉPOCAS DE SIEMBRA BAJO SISTEMA DE CULTIVO ASOCIADO CON MAIZ*. Quevedo : Ciencia y Tecnología .
- Gómez Betancur, L. M., Márquez Girón, S. M., & Restrepo Betancur, L. F. (2018). La milpa como alternativa de conversión agroecológica de sistemas agrícolas convencionales de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en el municipio El Carmen de Viboral, Colombia. *Idesia (Arica)*, *36*(1), 123-131. //dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018000100123
- Gómez, O., & Zavaleta, E. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, *19*(1), 94-99.

- Gross, J., Guerrón, K., Bertí, P., & Hammer, M. (2016). Caminando hacia adelante, mirando hacia atrás: en la primera línea de las transformaciones alimentarias en Ecuador. *Iconos. Revista de Ciencias Sociales*, 49-70. <http://dx.doi.org/10.17141/iconos.54.2016.1719>
- Guacho, L., Atehortua, M., Curruchich, W., & Hernández, A. (2023). Consecuencias de la reducción de cultivos andinos: situación nutricional de tres comunidades Kichwa de Ecuador. *Innovare: Revista De Ciencia Y tecnología*, 12(1), 16-22. [//doi.org/10.5377/innovare.v12i1.15954](http://doi.org/10.5377/innovare.v12i1.15954)
- Guardado, A. (18 de Enero de 2022). *POR QUÉ LA AGRICULTURA TRADICIONAL NO ES UNA TÉCNICA DE CULTIVO RECOMENDADA*. Sistema de Filtrado: <https://www.lamastore.es/blog/agricultura-tradicional/>
- Gutiérrez, A., Aguilar, C., Galdamez, J., Mendoza, S., & Martínez, F. (2007). Impacto socioeconómico de los sistemas de policultivos maíz-frijol-calabaza en Frailesca, Chiapas, México. <http://www.indirural.ual.es/descargas/docDescargas/2-3.pdf>
- Guzmán, G., & Mielgo, A. (2008). *Buenas prácticas en Producción ecológica: Asociaciones y rotaciones*. (D. Lopez, Ed.) Santa Fe: Grafismo, S.L.
- Heinisch, C. (2013). *Soberanía alimentaria: un análisis del concepto*. HAL.
- Henao, A., Altieri, M., & Nicholls, C. (2015). AGROECOLOGÍA Y EL DISEÑO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO. *Agroecología*, 7-31. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711/216131>
- Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J. M., Patiño, S., & Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 803-813. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000400803
- Hernández, I., & Bautis, M. (2005). CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE FÓSFORO EN EL SUELO SUPERFICIAL POR LA CONVERSIÓN DE SABANAS EN PINARES. *BIOAGRO*, 17(2), 69-78. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85717201>
- Hernández, J., Barbazán, M., & Perdomo, C. (2010). Potasio. *El Potasio*. <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/Potasio.p>
- Hidalgo, F. (2009). Soberanía alimentaria, constitución y leyes. *Flacso Andes*, 5-6.

- Ibarra, D., Ruíz, J., José, F., & Diego, G. (2007). Distribución espacial del contenido de materia orgánica de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco. *Terra Latinoamericana*, 25(2), 187-194.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas*. <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/EI%20Sue>
- Jadán, O., Torres, B., & Gunter, S. (2012). Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 1(3), 173-186. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5259033>
- Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y Diversificación del Maíz Una Revisión Analítica*. México: Apolo, S.A. de C.V. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/Origen_deMaiz.pdf
- King, S. (1986). Evaluación Nutritiva de tres tubérculos andinos: *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropeolum tuberosum*. En *Congreso Internacional de Cultivos Andinos V* (págs. 10-14). Puno: UNA.
- Lesur, S. (2014). *Manual de Fertilidad del Suelo Agrícola*. México: Trillas.
- Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria. (7 de Abril de 2018). *rganización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. https://siteal.iiiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/siteal_ecuador_0228.pdf
- Liebman, M. (1999). Sistema de policultivos. En M. A. Altieri, *Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable* (págs. 191-202). Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Limagrain-LG Seeds. (16 de Mayo de 2020). *Los múltiples beneficios del cultivo de maíz en segunda cosecha*. <https://www.cerealesarasanz.com/noticias/los-multiples-beneficios-del-cultivo-de-maiz-en-segunda-cosecha/#:~:text=Se%20sabe%20que%20el%20ma%C3%ADz,volumen%20de%20rastrojo%20que%20aporta>.

- López, A., Vargas, A., Espinosa, J., & Vargas, R. (2001). *Síntomas de Deficiencias Nutricionales y otros Desórdenes Fisiológicos en el Cultivo del Banano (Musa AAA). Descripción, Causas, Prevención, Corrección*. San José, Costa Rica: International Plant Nutrition Institute.
- López, R., Murillo, B., Benson, M., López, E., & Valle, G. (2002). Manual de análisis químicos de suelos. *Centro de investigaciones biológicas del Noroeste*, 5-7. <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2065/1/MANUAL%20DE%20AN%C3%81LISIS%20QU%C3%8DMICOS%20DE%20SUELOS.PDF>
- Loyola, J. (2016). Conocimientos y prácticas ancestrales y tradicionales fortalecen la sustentabilidad de los sistemas hortícolas de la parroquia San Joaquín. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2), 29-42. <http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.03>
- Madrigal, S., Acevedo, D., Hernández, E., & Romo, J. (2019). Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(51), 201-223. doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.113
- Mancano, B. (2014). Cuando la agricultura familiar es campesina. En *Agriculturas Campesinas en Latinoamérica Propuestas y Desafíos* (pág. 19). Editorial Instituto de Altos Estudios Nacionales .
- Martínez, A., Cruz, A., Sangerman, D., Díaz, S., Cervantes, J., & Ramírez, B. (2019). El estudio de los saberes agrícolas como alternativa para el desarrollo de las comunidades cafetaleras. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7), 1615-1626.
- Martínez, J. P., Crespo, C., Cuervo, M., Sainz, H., Echeverría, H., Martínez, F., . . . Barbieri, P. (2020). Soybean-dominated crop sequences: effect on physical soil quality indicators. *Ciencia del Suelo*, 38(2), 224-235.
- Martínez, L. (2015). *La Agricultura Familiar en el Ecuador*. Quito: Manu. <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/la-agricultura-familiar-en-el-ecuador>
- Medranda, E., Cedeño, G., Cargua, J., Villacorta, H., & Lucas, L. (26 de Abril de 2016). EFFECT OF COW AND CHICKEN MANURE COMPOST TEAS ON PEPPER (*Capsicum annum* L.) PRODUCTION. *SPAMCIENCIA*, 15-21.

http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/157/140

Merino, F., Avalos, F., Jordan, R., & Aras, A. (2011). *La chakra integral: Guía técnica para capacitación a capacitadores*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigadores Agropecuarias INIAP.

Mínguez, I., & Bardají, I. (23 de Abril de 2021). *Cultivos asociados (intercropping). Más allá de la diversificación y de las rotaciones: Centro de Estudios e Investigación de Riesgos Agrarios y Medioambientales*. <https://ceigram.upm.es/wp-content/uploads/2021/05/Seminario-DIVERSify-Cultivos-asociados-Minguez-y-Bardaji-23-abril-2021.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAGAP]. (2022). *Adultos mayores impulsan agricultura orgánica en Imbabura*. <https://www.agricultura.gob.ec/adultos-mayores-impulsan-agricultura-organica-en-imbabura/#:~:text=Proceso%20de%20cuidado%20del%20cultivo,a%20poco%20dan%20sus%20frutos>.

Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2015). *Acuerdo Ministerial 061. Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. Quito.

Molina, A., Chávez, S., Gil, A., López, P., & Hernández, E. (2016). Eficiencias productivas de asociaciones de maíz, frijol y calabaza (*Curcubita pepo* L.), intercaladas con árboles frutales. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 36-50.

Molina, E. (2015). *Análisis de suelos y su interpretación: InfoAgro*. <http://www.infoagro.go.cr/Info regiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>

Moya, F. (Octubre de 2020). *EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO AGRÍCOLAS QUÍMICAS EN SUELOS AGRÍCOLAS QUÍMICAS EN SUELOS MEDIANTE ABONOS ORGÁNICOS EN CULTIVO DE PAPA (Solanum tuberosum L .) EN SANTA MARTHA DE CUBA, CARCHI*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10639/2/03%20RNR%20367%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Navarrete, A., Morán, N., Vergara, K., Suárez, B., Martínez, F., & Centanaro, P. (2019). Diagnóstico de los conocimientos tradicionales de los campesinos en policultivos en el Recinto La Inmaculada, Yaguachi, Guayas. *Revista de Producción, Ciencia e Investigación*, 3(20), 11-21. [//dx.doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss20.2019pp11-21](https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss20.2019pp11-21)
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2007). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Icaria Editorial, S.A.
- Núñez, J., Carbajal, J., Mendoza, O., & Carrero, D. (2018). Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(7), 824-831.
- Ochoa, J. (2018). *Farmer crop variety mixtures to cope with disease epidemics in the common bean cropping system of the Ecuadorian highlands*. Sapienza Università di Roma. [//iris.uniroma1.it/handle/11573/1077355](https://iris.uniroma1.it/handle/11573/1077355)
- Odum, H., Odum, E., Brown, M., LaHart, D., Berkson, C., & Sendzimir, J. (1988). *Sistemas Ambientales y Políticas Públicas. Programa de Economía Ecológica*. Universidad de Florida, Gainesville.
- Ondarse, D. (30 de Septiembre de 2021). *Ejemplos de sistemas de policultivos*. <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-policultivos/>
- Ordoñez, H., Navia, J., & Ballesteros, W. (2018). Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia. *Temas agrarios*, 24(1), 53-65. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1779>
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Convenio Sobre las Naciones Unidas*. <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo*. Madrid: Mundi Prensa.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. Bogotá: S.ed. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2002). *Indicadores Ambientais: Rumo a um desenvolvimento Sustentable*. (Vol. 9). Serie Cadernos de referencia Ambiental.
- Orias, J., & Noellemeyer, E. (2015). Materia orgánica y textura en la fertilidad de los suelos de San Pedro del Zapallar, Chuquisaca. *Agro-Ecología*, 2(1), 42-49.
- Osorio, N. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1-4.
- Peralta, E. (2016). *El chocho en Ecuador "Estado del arte"*. Quito: INIAP, PRONALEG. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3938>
- Pérez, A., & Ruíz, K. (Diciembre de 2016). *Evaluación de un sistema de policultivos de maíz dulce, habichuela, lechuga, rábano y yuca en el uso equivalente de terreno, ingresos y control de malezas en Zamorano, Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/655/1/T3048.pdf>
- Pimienta, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas Política y Cultura. *Política y Cultura*(13), 263-276.
- Porta, J., López, M., & Poch, R. (2013). *Edafología. Uso y Protección de Suelos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Porta, J., López, M., & Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi Prensa.
- Poveda, V., Orozco, L., Medina, C., Cerda, R., & López, A. (2013). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de cacao en Waslala, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 49, 42-50. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5760>
- Pozas, J., Ebel, R., Florencio, M., & Cruz, J. (2017). Organic milpa: yields of maize, beans, and squash in mono-and polycropping systems. *Terra Latinoamericana*, 149-160.
- Reyes, E., Bellagamba, A., Molina, J., Izquierdo, L., Deblitz, C., Chará, J., . . . Enrique. (2017). Measuring sustainability on cattle ranches Silvopastoral systems. *Agri benchmark*. [//www.agribenchmark.org/fileadmin/Dateiablage/B-Beef-and-Sheep/Reports-Abstracts/ReportSPS6-Colombiancasestudies.pdf](http://www.agribenchmark.org/fileadmin/Dateiablage/B-Beef-and-Sheep/Reports-Abstracts/ReportSPS6-Colombiancasestudies.pdf)

- Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (23 de Junio de 2008). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, IV, 101-105. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1829>
- Rodríguez, A. (2018). *Calidad del suelo empleado con fines agrícolas en el valle de Joa, cantón Jipijapa*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1050/1/terminada-tesis%20correcciones2.pdf>
- Rodríguez, H. (2015). Método del cilindro de volumen conocido. En *Métodos de Análisis de Suelos y Planta* (pág. 113). México: Editorial trillas.
- Rodríguez, L. (17 de Septiembre de 2010). Origins and evolution of cultivated potato. A review. *Agronomía Colombiana*, 1(28), 9-17.
- Romero, M., Santamaría, D., & Zafra, C. (2009). Bioengineering and soil: microbiological abundance, ph and electrical conductivity under three strates of erosion. *Umbral Científico*(15), 67-74.
- Saad, P. (2005). Los adultos mayores en América Latina y el Caribe: arreglos residenciales y transferencias informales. *Revista Notas de Población*, 1(80), 127-154. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/12970>
- Salamanca, A., & Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56(4), 381-397.
- Salcedo, S., & Guzmán, L. (2014). *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política*. Santiago de Chile: FAO.
- Samper, M. (2016). *Sistemas Territoriales de Agricultura Familiar*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://repiica.iica.int/docs/B4236e/B4236e.pdf>
- Sanchoyarto, R. (2020). *Texturas del Suelo en el Videño*. <https://www.aprenderdevino.es/suelos-textura/>
- Sarandón, S. (2002). El agroecosistema: Un ecosistema modificado. En S. Sarandón, *Curso de Agroecología y Agricultura Sustentable* (págs. 44-46). La Plata : Ediciones Científicas Americanas .

- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. Quito.
- Sentís, I. (2012). PROBLEMAS DE DEGRADACIÓN DE SUELOS EN AMÉRICA LATINA: EVALUACIÓN DE CAUSAS Y EFECTOS. Quito, Ecuador: X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.
- Sergieieva, K. (7 de Abril de 2022). *Cultivo En Franjas: Cómo Y Por Qué Adoptar Esta Técnica: EOS DATA ANALYTICS*. EOS DATA ANALYTICS: <https://eos.com/es/blog/cultivo-en-franjas/>
- Sierra, S., Cano, J., & Rojas, F. (2015). Policultivos y sistemas silvopastoriles. Estrategias para la adaptación al cambio climático. En S. Sierra, J. Cano, & F. Rojas. Bogotá: Centro Editorial UNIMINUTO. https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7884/1/Modulo_Policultivosystemassilvopastoriles.pdf
- Silva, J., Pérez, S., & Ríos, L. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 255-366. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5752>
- Tamayo, C., & Alegre, J. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *SIEMBRA*, 9(1), 1-21. [//doi.org/10.29166/siembra.v9i1.328](https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.328)
- Truitt, G. (28 de Febrero de 2019). *The Nature Conservancy*. <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/monocultivos-amenaza-desiertos-verdes-produccion-alimentaria/#:~:text=Esto%20se%20debe%20a%20que,vez%20mayores%20de%20fertilizantes%20sint%C3%A9ticos>.
- Vásquez González, A. Y., Chávez Mejía, C., Herrera Tapia, F., & Carreño Meléndez, F. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(2), 24-36. [//doi.org/10.31876/rcs.v24i2.24817](https://doi.org/10.31876/rcs.v24i2.24817)
- Vásquez, A., Chávez, C., Herrera, F., & Carreño, F. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(2), 24-36. <https://www.redalyc.org/journal/280/28059579003/html/>

- Vilca, G., & Pérez, E. (Mayo de 2017). *RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LAS PARCELAS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR COCHAPAMBA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6872/1/03%20RNR%20242%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Villagra, K., Solorzano, M., & Gómez, N. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Tecnología en Marcha*, 31(1), 168-177. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- Viteri, P., León, J., & Mejía, A. (2004). Boletín técnico No. 118. *Guía para la determinación de deficiencias Nutricionales en el suelo*. Quito, Imbabura, Ecuador: INIAP - Estación Experimental Santa Catalina.
- Volverás, B., Merchancano, J., Campo, J., & López, J. (2020). Propiedades físicas del suelo en el sistema de siembra en wachado en Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 743-760.
- Zavaleta, E., & Gómez, O. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con Tagetes spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(1), 94-99. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61219114>
- Zhu, F., & Cui, R. (2019). Comparison of molecular structure of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *Food Chemistry*, 296, 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.192>

Anexos

Anexo 1. Análisis de varianza parámetros químicos

Tabla 18

Análisis de varianza pH

| F.V. | gl | F | p-valor |
|-------------------|-----------|----------|----------------|
| Cultivo | 1 | 2.4e-03 | 0.96ns |
| Parroquia | 1 | 0.29 | 0.60ns |
| Cultivo*Parroquia | 1 | 0.11 | 0.75ns |
| Error | 8 | | |
| Total | 11 | | |

Nota. Análisis de varianza del pH entre las variables.

Tabla 19

Análisis de varianza Nitrógeno

| F.V. | gl | F | p-valor |
|-------------------|-----------|----------|----------------|
| Cultivo | 1 | 0.35 | 0.57ns |
| Parroquia | 1 | 0.09 | 0.77ns |
| Cultivo*Parroquia | 1 | 1.39 | 0.27ns |
| Error | 8 | | |
| Total | 11 | | |

Nota. Análisis de varianza del nitrógeno entre las variables.

Tabla 20

Análisis de varianza Potasio

| F.V. | Gl | F | p-valor |
|-------------------|-----------|----------|----------------|
| Cultivo | 1 | 0.15 | 0.70ns |
| Parroquia | 1 | 0.62 | 0.45ns |
| Cultivo*Parroquia | 1 | 0.01 | 0.94ns |
| Error | 8 | | |
| Total | 11 | | |

Nota. Análisis de varianza del potasio entre las variables.

Tabla 21

Análisis de varianza de materia orgánica

| F.V. | Gl | F | p-valor |
|-------------------|-----------|----------|----------------|
| Cultivo | 1 | 0.32 | 0.59ns |
| Parroquia | 1 | 3.2e-03 | 0.96ns |
| Cultivo*Parroquia | 1 | 1.65 | 0.23ns |
| Error | 8 | | |
| Total | 11 | | |

Nota. ANOVA de la materia orgánica entre las variables.

Anexo 2. Guía de entrevista semiestructurada dirigida a los agricultores familiares de las parroquias rurales Eugenio Espejo y San Pablo del Lago

Objetivo: Recopilar información relacionada con las prácticas de policultivos aplicadas en los sistemas agrícolas familiares de la parroquia San Pablo del Lago

| Información del encuestado | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|--|---------------------|--|---------------|------|------------------------|--|
| Nombre (Opcional) | | | | | | | | | |
| Género: | | Auto-identidad: | | Edad | | Idioma | | Nivel Académico | |
| Masculino | | Mestizo | | 25-35 | | Kichwa | | Primaria | |
| Femenino | | Indígena | | 36-50 | | Español | | Secundaria | |
| | | Afroecuatoriano | | 51 años en adelante | | | | Tercer Nivel | |
| | | | | | | | Otro | | |
| Preguntas Abiertas | | | | | | | | | |
| ¿El encuestado es nacido en el lugar de estudio? | | | | | | | | | |
| ¿Cuántos años lleva viviendo en la zona de estudio? | | | | | | | | | |
| ¿Cómo está constituido el hogar? | | | | | | | | | |

PREGUNTAS

1. ¿Desde hace cuánto tiempo se dedica a la agricultura?

- 1-5 años
- 6-10 años
- 11-20 años
- 21 años en adelante
- Otro

2. ¿Qué siembra en su chacra como cultivos asociados?

.....

3. ¿En qué meses/época realizan la siembra?

.....

4. ¿Qué tipo de abono/fertilizante utiliza?

- Estiércol
- Humus
- Urea

- Fertilizantes compuestos
.....
5. ¿Cómo prepara el terreno y qué labores culturales/ cuidado realizan del cultivo?
 - Técnica mecánica (Rastra con tractor)
 - Técnica manual (azadón y pala)
 - Tracción animal (yunta, caballo)
 - Uso de productos fitosanitarios (Fertilizantes, Fungicidas, Pesticidas, Insecticidas, Herbicidas)
 6. ¿Qué tipo de mano de obra utiliza?
 - Mano de obra familiar
 - Mano de obra contratada
 - Los dos anteriores
 7. ¿Qué problemas o plagas se le han presentado en sus cultivos?
.....
 8. ¿Cómo controlan las plagas de los cultivos?
.....
 9. ¿En qué meses/cuándo realiza la cosecha?
.....
 10. ¿Cuál es el destino de la producción?
 - Consumo familiar
 - Alimento para animales
 - Venta
 - Consumo y venta
 - Trueque/Intercambio
 - Otro:
 11. ¿Cuáles son las formas de consumo de lo que Ud. produce?
.....
 12. En caso de venta ¿Para qué le sirve/utiliza el dinero de la venta?
.....

13. ¿Cuándo asocia cultivos que ventajas o beneficios ha tenido

.....

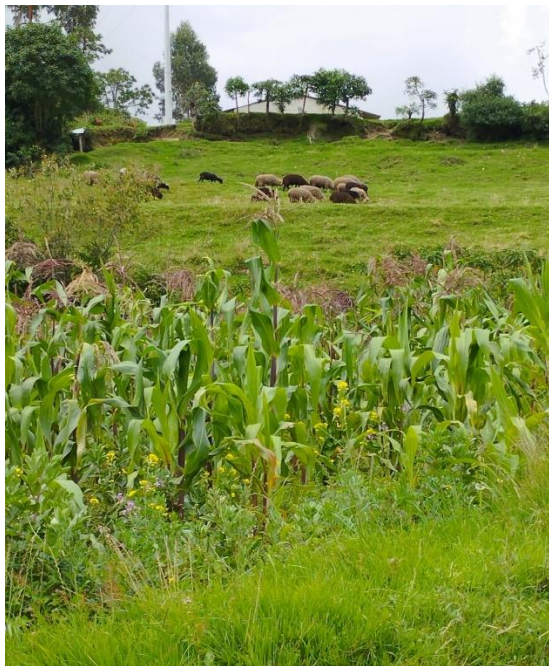
Anexo 3. Registro Fotográfico



Fotografía 1. Entrevista a los agricultores de la Parroquia Eugenio Espejo



Fotografía 2. Observación en campo de la Parroquia San Pablo del Lago



Fotografía 3. Elección de área de muestreo



Fotografía 4. Toma de muestras de suelo en asociación de cultivo número 1 (Maíz- Fréjol)



Fotografía 5. Toma de muestras de suelo en asociación de cultivo número 2 (Maíz-Fréjol-Haba)



Fotografía 6. Muestras de suelo para análisis de densidad aparente



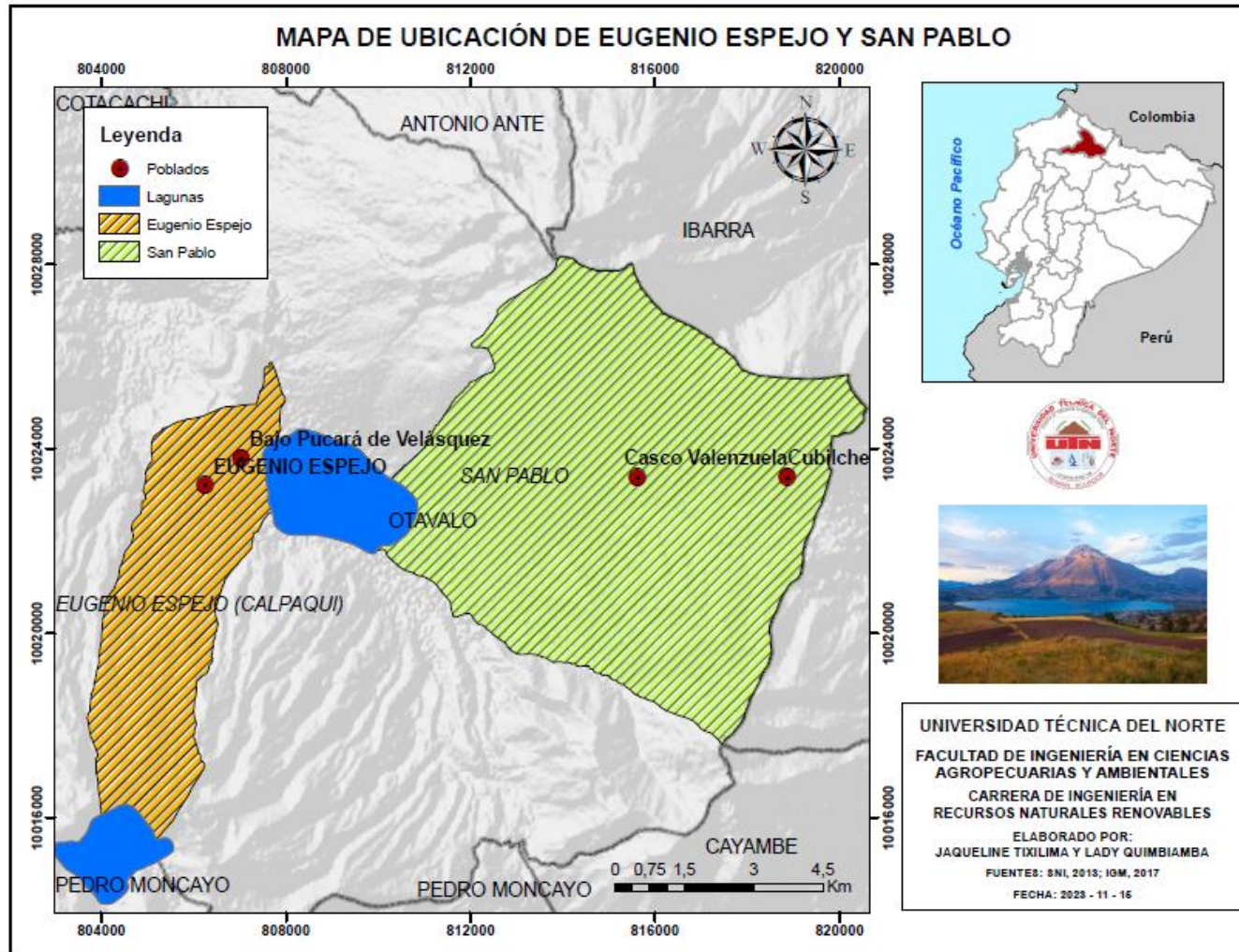
Fotografía 7. Pesado de muestras de suelo



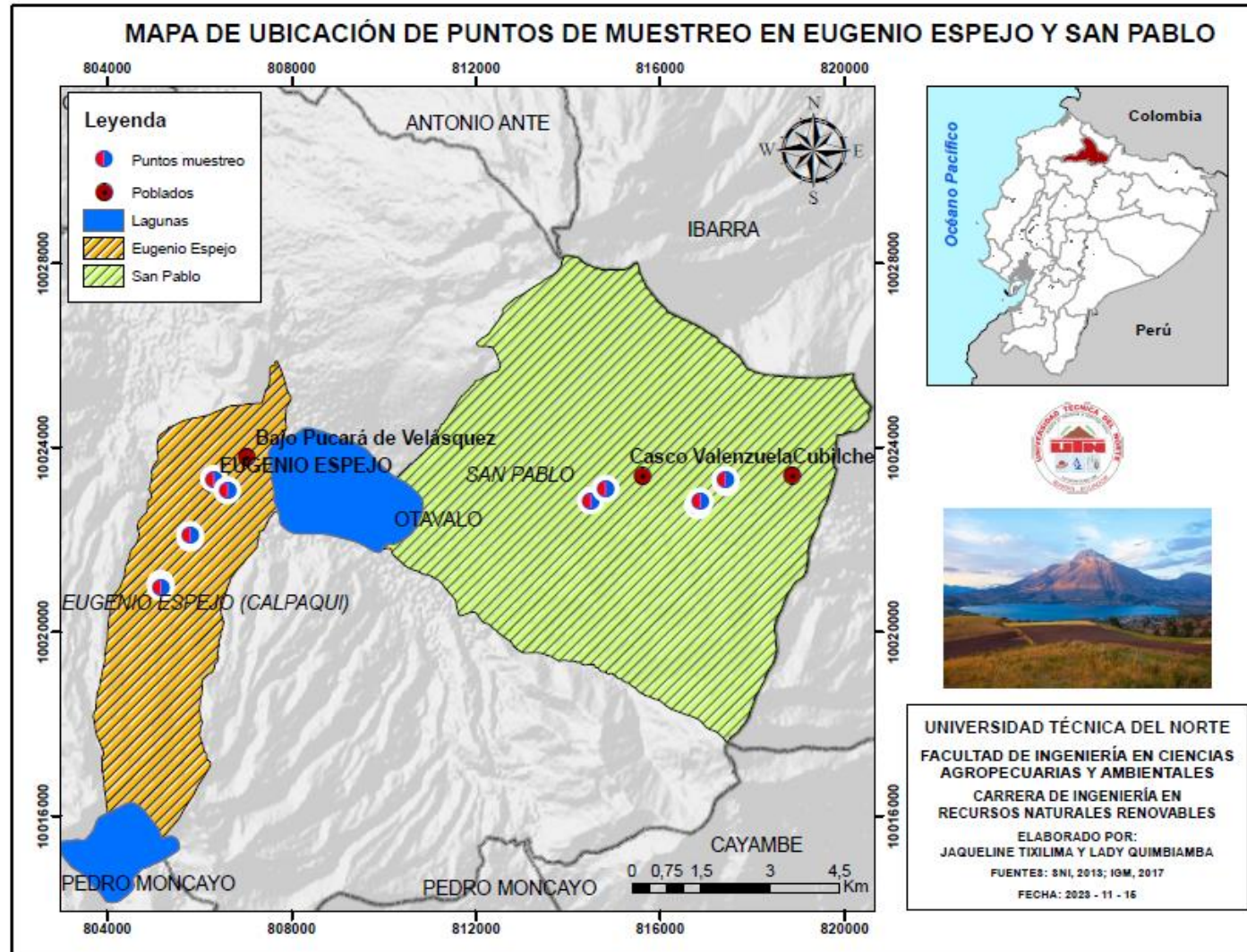
Fotografía 8. Secado de muestras de suelo

Anexo 4. Mapas

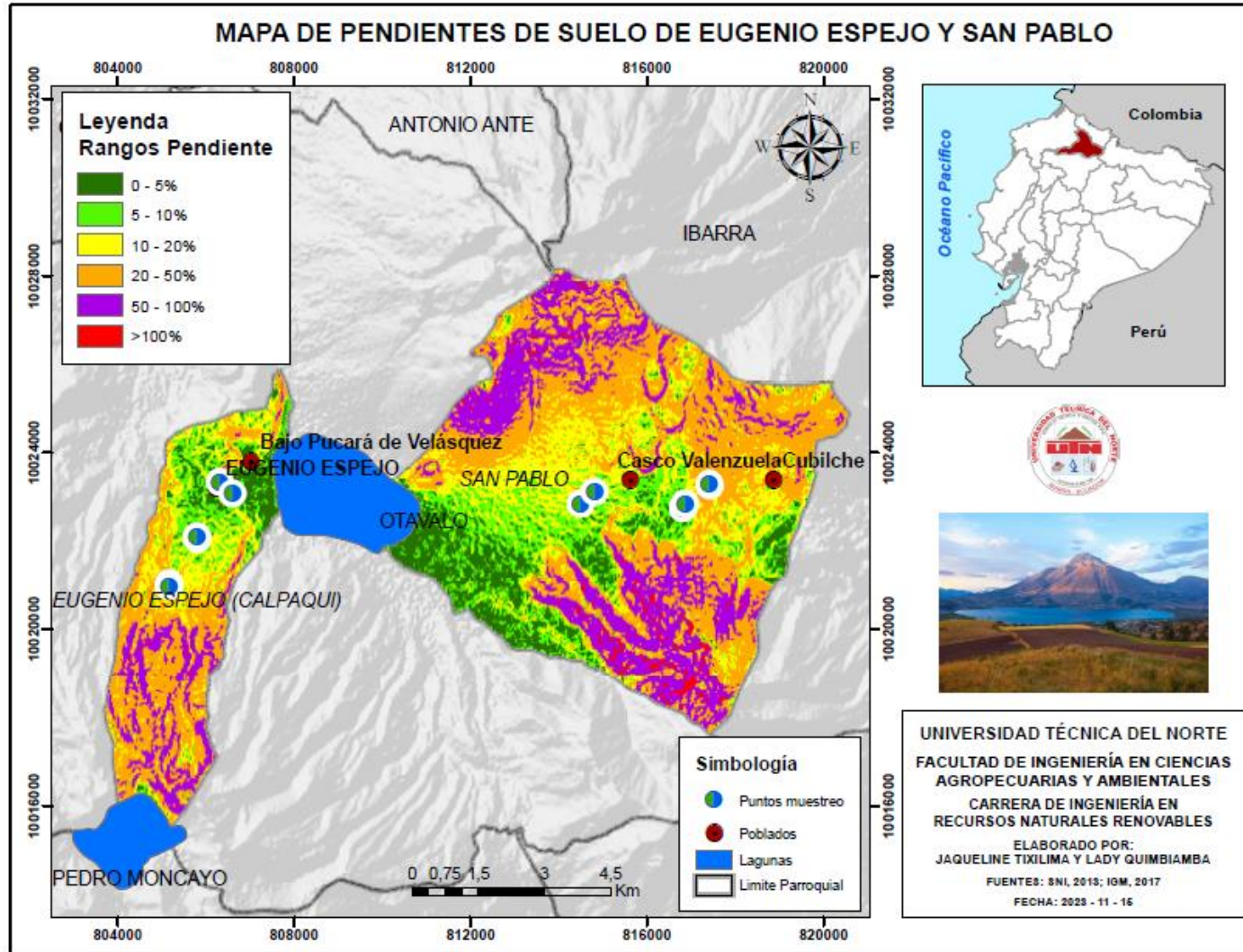
1. Mapa de Ubicación de las Parroquias Eugenio Espejo y San Pablo del lago




2. Mapa de Puntos de Muestreo en las Parroquias de Eugenio Espejo y San Pablo



3. Mapa de Pendientes de Suelo de la Parroquia de Eugenio Espejo y San Pablo



| | | |
|---|--|---|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1412
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba
 Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138
 Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com
 N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798
 N° Factura/Documento: 026-001-18298

Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : Eugenio Espejo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1478 | E-A1 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 6,76 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,60 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,13 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 12,8 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,48 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 8,50 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,49 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 332,2 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 12,90 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 9,22 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 2,10 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 2 de 2 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1478 | E-A1 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 38 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 46 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 16 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llve, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|---|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1414
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba
 Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138
 Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com
 N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798
 N° Factura/Documento: 026-001-18298

Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : Eugenio Espejo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1480 | E-A2 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,16 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,63 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,13 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 43,6 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,65 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 9,94 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,56 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 214,6 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 14,69 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 8,51 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 4,43 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|---|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 2 de 2 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1480 | E-A2 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 44 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 42 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 14 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1417
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

N° Factura/Documento: 026-001-18298

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : Eugenio Espejo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1483 | E-A3 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,09 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 1,88 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,09 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 71,5 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,59 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 7,25 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,38 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 192,3 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 8,45 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 5,69 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 5,36 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 2 de 2 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|----------------|
| SFA-23-1483 | E-A3 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 52 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 34 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 14 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco Arenoso |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1413
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

N° Factura/Documento: 026-001-18298


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol - haba | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : Eugenio Espejo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1479 | E-B1 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 6,75 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,43 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,12 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 21,4 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,51 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 8,34 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,57 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 356,5 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 9,92 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 9,64 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 2,09 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 2 de 2 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1479 | E-B1 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 40 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 44 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 16 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llve, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1415
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

N° Factura/Documento: 026-001-18298

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol - haba | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : Eugenio Espejo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1481 | E-B2 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,01 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,02 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,10 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 40,0 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,66 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 8,08 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,46 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 197,2 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 13,14 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 8,27 |
| Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 3,65 | | |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1481 | E-B2 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 48 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 40 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 12 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1416
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

N° Factura/Documento: 026-001-18298


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol - haba | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : Eugenio Espejo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1482 | E-B3 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,02 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 1,35 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,07 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 10,7 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,39 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 5,52 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,09 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 107,0 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 5,35 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 6,44 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | <1,60 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|----------------|
| SFA-23-1482 | E-B3 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 52 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 36 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 12 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco Arenoso |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1419
 Fecha emisión Informe: 13/06/20

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

N° Factura/Documento: 026-001-18298


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : San Pablo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1485 | S-A1 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 6,76 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 1,97 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,10 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 13,5 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,40 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 9,46 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,57 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 218,3 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 13,74 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 10,05 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 2,03 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1485 | S-A1 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 34 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 46 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 20 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1422
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

N° Factura/Documento: 026-001-18298

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : San Pablo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1488 | S-A2 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 6,61 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 1,92 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,10 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 45,6 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,56 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 5,58 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,89 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 283,1 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 14,50 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 7,89 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 2,74 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1488 | S-A2 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 42 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 44 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 14 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1421
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

N° Factura/Documento: 026-001-18298


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : San Pablo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1487 | S-A3 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,77 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,42 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,12 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 186,2 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,01 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 15,95 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,56 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 185,4 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 17,80 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 7,23 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 7,11 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1487 | S-A3 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 46 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 38 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 16 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1423
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

N° Factura/Documento: 026-001-18298

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol - haba | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : San Pablo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1489 | S-B1 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,03 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 1,95 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,10 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 46,1 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,79 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 9,64 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,27 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 251,2 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 15,51 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 9,35 |
| Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 3,21 | | |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1489 | S-B1 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 44 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 40 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 16 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1420
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

N° Factura/Documento: 026-001-18298


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol - haba | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : San Pablo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1486 | S-B2 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 7,29 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,59 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,13 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 118,6 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,66 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 13,30 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,67 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 252,7 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 14,04 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 9,94 |
| | | Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 3,71 |


¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1486 | S-B2 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 36 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 46 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 18 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | | Rev. 5 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Hoja 1 de 2 |

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E23-1418
 Fecha emisión Informe: 13/06/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Lady Quimbiamba

Dirección¹: Ibarra

Teléfono¹: 0991230138

Correo Electrónico¹: ladyquimbiamba18@gmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-23-CGLS-00798

Provincia¹: Imbabura

Cantón¹: Ibarra

N° Factura/Documento: 026-001-18298


DATOS DE LA MUESTRA:

| | | |
|--|---|--------------|
| Tipo de muestra ¹ : Suelo | Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco | |
| Cultivo ¹ : Maíz - fréjol - haba | | |
| Provincia ¹ : Imbabura | Coordenadas ¹ : | X: --- |
| Cantón ¹ : Otavalo | | Y: --- |
| Parroquia ¹ : San Pablo | | Altitud: --- |
| Muestreado por ¹ : Lady Quimbiamba | | |
| Fecha de muestreo ¹ : 30/31-05-2023 | Fecha de inicio de análisis: 31-05-2023 | |
| Fecha de recepción de la muestra: 31-05-2023 | Fecha de finalización de análisis: 13-06-2023 | |

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|---|---------|-----------|
| SFA-23-1484 | S-B3 | pH a 25 °C | Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D | --- | 6,99 |
| | | Materia Orgánica* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 2,21 |
| | | Nitrógeno* | Volumétrico PEE/SFA/09 | % | 0,11 |
| | | Fósforo* | Colorimétrico PEE/SFA/11 | mg/kg | 32,7 |
| | | Potasio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 0,41 |
| | | Calcio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 8,11 |
| | | Magnesio* | Absorción Atómica PEE/SFA/12 | cmol/kg | 1,14 |
| | | Hierro* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 177,6 |
| | | Manganeso* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 15,48 |
| | | Cobre* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 7,08 |
| Zinc* | Absorción Atómica PEE/SFA/13 | mg/kg | 3,15 | | |

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

| | | |
|---|--|------------------------|
|  | LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080 | PGT/SFA/09-FO01 |
| | INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO | Rev. 5 |

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹ | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|--|---------------------|-------------------------|--------|-----------|
| SFA-23-1484 | S-B3 | Arena* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 46 |
| | | Limo* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 42 |
| | | Arcilla* | Bouyoucos PEE/SFA/20 | % | 12 |
| | | Clase Textural* | Cálculo PEE/SFA/20 | --- | Franco |

Analizado por: Edison Vega, Paulina Llivera, Katty Pastás

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.