



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN
CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:
Cali Moya Karla Alejandra

Tutor:
Chasi Vizuete Wilman Paolo

LATACUNGA – ECUADOR Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cali Moya Karla Alejandra, con cédula de ciudadanía No. 1727849539, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”**, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 21 de febrero del 2025



Karla Alejandra Cali Moya
C.C: 1727849539
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CALI MOYA KARLA ALEJANDRA**, identificada con cédula de ciudadanía **1727849539** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan: **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2021- Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2025.



Karla Alejandra Cali Moya

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES, 2024”, de Cali Moya Karla Alejandra, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la predefensa.

Latacunga, 21 de febrero del 2025



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite Mg.

C.C: 0502409725

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Cali Moya Karla Alejandra , con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

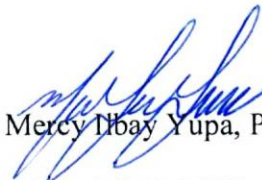
Latacunga, 21 de febrero del 2025



Ing. Alexandra Tapia Borja Mg.

C.C: 0502661754

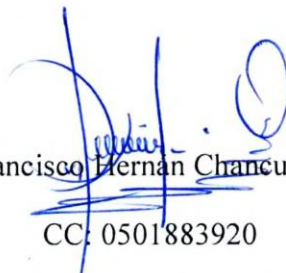
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Mercy Ibay Yupa, Ph.D.

C.C: 0604147900

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

CC: 0501883920

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En esta investigación quiero agradecer primero a Dios y mi familia por haberme ayudado dándome las fuerzas para poder culminar mi carrera universitaria.

A mi querido Ariel por haberme acompañado en todo este trayecto académico, por todas las veces que me ha ayudado y por siempre haber estado para mí.

A mis queridas amigas Jenifer y Gabriela por siempre haberme apoyado moralmente con sus palabras de aliento para no rendirme y también agradecerles por haberme ayudado en toda mi investigación.

A mi querido mejor amigo Andrés Velasco quiero agradecerle por todas las palabras de aliento y la motivación que siempre me decía “Tú puedes rabanito no te rindas será una gran ingeniera”

A mi querida Ing. Alexandra por haberme ayudado en mi proyecto de titulación por su enseñanza, paciencia y apoyo crucial donde sus palabras de aliento han sido cruciales para terminar esta meta A mi tutor Ing. Paolo le agradezco por las veces que me ha escuchado me dio un consejo y sobre todo por haberme acompañado en este proceso de investigación.

Karla Alejandra Cali Moya

DEDICATORIA

La presente investigación es dedicada mi mami Gladys Moya, por todo el apoyo que me ha brindado a lo largo de estos años de mi carrera por

haber sido la persona que siempre confió en mí, por haberme dado la sabiduría y las fuerzas para poder culminar mi logro académico con sus palabras de aliento “Tu puede mi amor”.

A mi papi Antonio Cali por siempre haberme ayudado y darme palabras de aliento para poder no rendirme a lo largo de mi carrera. A mi querida Catilica, Ermelinda Amores por estado siempre en sus pensamientos y sus oraciones, por haber sido un apoyo fundamental a lo largo de mi carrera por todas sus palabras de fuerza y amor que siempre me decía.

A mi querido Hermano Smith, gracias por haberme enseñado que la vida es más bonita cuanto tienes compañía, por haber sido mi cómplice en todo este proceso académico y por siempre decirme “Negra tu si puedes”

A mis queridos Amigos Jenifer, Gabriela y Andrés por siempre haberme dado las fuerzas y sus palabras de aliento para no rendirme.

A mi amado Ariel Farah por haber sido mi cómplice en este viaje académico, ha sido mi mayor apoyo, quien siempre creyó en mi incluso en las situaciones difíciles por valorar cada uno de mis esfuerzos y sobre todo creer en mi cuando ni yo misma lo hacía por haberme tenido paciencia en mi momento de estrés y frustración y sobre todo por haberme brindado su amor.

Karla Alejandra Cali Moya

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”.

AutorD:
Cali Moya Karla Alejandra

RESUMEN

El mal manejo de los suelos productivos en Ecuador es la principal causa de la erosión de los y la pérdida de fertilidad lo que afecta la productividad y sostenibilidad de la agricultura. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar indicadores de salud de suelos de cuatro sistemas productivos (natural, agroecológico, tradicional y convencional) en tres localidades de las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua en las cuales se analizó los siguientes indicadores: estabilidad de agregados, relación hongo-bacteria, color del suelo utilizando aplicaciones tecnológicas móviles como SLAKES y MicroBIOMETER respectivamente, así como también se determinó el porcentaje de materia orgánica mediante el método de calcinación. En cada sistema productivo de las localidades se recolectó una muestra compuesta de suelo y se las analizó en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con los datos obtenidos de las colectas realizadas se determinó que el índice de agregados, en la localidad de Machachi indicando una alta estabilidad agregados en sus sistemas productivos, mientras que en la localidad de Salache se muestra una estabilidad agregados medianamente, frente a la localidad de Pillaro que tiene un bajo valor mostraron mayor fragilidad y degradación, especialmente en donde los valores descendieron al 0.2, evidenciando una baja estabilidad en los sistemas productivos debido a las malas prácticas agrícolas. La relación hongo-bacteria, medida con MicroBIOMETER, mostró valores altos en la zona de Machachi con valores que van desde 0.6 hasta el 1.1 de MBC tuvimos un indicador de microbiota alto debido al buen manejo de prácticas agrícolas, frente a las localidades de Salache y Píllaro observamos una baja relación hongo bacteria con valores de 0 hasta 0.1 debido a la falta de MBC que ayuda a la promover el microbiota dentro de los sistemas productivos. En términos de materia orgánica, el sistema agroecológico en Machachi registró el valor más alto con 1.62%, mientras que en Salache, los sistemas naturales y tradicionales mostraron niveles de 0.21% y 0.32%, respectivamente, lo que sugiere suelos empobrecidos y de baja fertilidad. Estos datos obtenidos de los sistemas productivos en las diferentes localidades nos permiten recomendar el uso de las aplicaciones tecnológicas utilizadas para el análisis de indicadores de salud del suelo de forma rápida y de libre acceso al agricultor.

Palabras clave: Salud del suelo, MicroBIOMETER, sistemas productivos, Biomasa microbiana y materia orgánica.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: "EVALUATION OF SOIL HEALTH INDICATORS IN FOUR PRODUCTIVE SYSTEMS IN THREE LOCALITIES, 2024"

Author:

Cali Moya Karla Alejandra

ABSTRACT

The mismanagement of productive soils in Ecuador is the main cause of erosion and loss of fertility, which negatively affects the productivity and sustainability of agriculture. This research aimed to evaluate soil health indicators in four productive systems (natural, agroecological, traditional, and conventional) across three localities in the provinces of Pichincha, Cotopaxi, and Tungurahua. The following indicators were analyzed: aggregate stability, fungal-to-bacterial ratio, and soil color, using mobile technological applications such as SLAKES and MicroBIOMETER, respectively. Additionally, the percentage of organic matter was determined using the calcination method. In each productive system within the localities, a composite soil sample was collected and analyzed in the Soil and Water Laboratory of the Technical University of Cotopaxi. The data obtained from the collections revealed that the aggregate index in the “Machachi” locality indicated high aggregate stability across its productive systems. In contrast, “Salache” locality showed moderate aggregate stability, while “Píllaro” locality exhibited a low value, with levels dropping to 0.2, indicating greater fragility and degradation. This low stability is attributed to poor agricultural practices. The fungal-to-bacterial ratio, measured with MicroBIOMETER, showed high values in “Machachi” zone, ranging from 0.6 to 1.1 MBC, indicating a rich microbiota due to good agricultural practices. In contrast, “Salache” and “Píllaro” localities displayed a low fungal-to-bacterial ratio, with values between 0 and 0.1, due to a lack of MBC necessary for promoting microbiota within the productive systems. In terms of organic matter, the agroecological system in “Machachi” locality recorded the highest value at 1.62%, while in “Salache”, the natural and traditional systems showed levels of 0.21% and 0.32%, respectively, suggesting impoverished soils with low fertility. The data obtained from these productive systems in different localities allow us to recommend the use of the technological applications employed in this study for the rapid analysis of soil health indicators, providing farmers with accessible tools to improve soil management.

Keywords: Soil health, MicroBIOMETER, productive systems, microbial biomass and organic matter.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii	ÍNDICE
DE FIGURAS	xiv	
1. INFORMACIÓN GENERAL	1	
Línea de investigación	2	
Línea de vinculación	2	
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3	
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4	
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5	
5. OBJETIVO	6	
Objetivo general	6	
Objetivos específicos	6	
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7	
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	8	
8. PREGUNTA CIENTÍFICA	15	
9. METODOLOGÍA	15	
9.1. Gestores bibliográficos	15	
9.2. Fase de campo	17	
9.3. Metodología tecnológica móvil para la estabilidad de agregados	20	
9.4. Método test rápido microBIOMETER.	22	
9.3.1. Preparación de las muestras de suelo para microBIOMETER.	22	
9.5. Fase de laboratorio microscopia	25	
9.6. Determinar Materia Orgánica mediante el método de Calcinación	28	
10. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	30	
10.1. Determinar el índice de estabilidad de agregados de suelo de las diferentes zonas de estudio.		

10.2.	Índice relación hongo bacteria mediante Microbiometer	31
10.3.	Relación Hongo/Bacteria en fase de laboratorio	33
10.4.	Porcentaje de materia orgánica	34
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
11.1.	CONCLUSIONES	35
11.2.	RECOMENDACIONES	36
12.	BIBLIOGRAFÍAS	37
13.	ANEXO	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	8
Tabla 2	Nomenclatura de muestras	18

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Mapa de los Cantones	16
Ilustración 2	metodo de zigzag	18
Ilustración 3	Empaquetado y etiquetación	19
Ilustración 4	Almacenamiento de muestras	19
Ilustración 5	Estabilidad de la aplicación	20
Ilustración 6	Colacion de muestras en forma triangular	20
Ilustración 7	Toma de fotografías con disolución	21
Ilustración 8	Porcentaje de estabilidad	21
Ilustración 9	Tamización de muestras	22
Ilustración 10	Agua destilada para dilucion	22
Ilustración 11	Reactivo	23
Ilustración 12	Compacta miento de suelo.....	23
Ilustración 13	Batidor de muestras	24
Ilustración 14	Reposo de muestras	24

Ilustración 15 Tarjeta de microbiometer	25
Ilustración 16 Resultados de la App	25
Ilustración 17 Materiales	26
Ilustración 18 Pesos del suelo	26
Ilustración 19 Dilución de muestras	27
Ilustración 20 Verificación de crecimiento	27
Ilustración 21 Contador de colonias	28
Ilustración 22 Secado de crisoles.....	28
Ilustración 23 Pesos de crisoles	28
Ilustración 24 Enfriamiento de crisoles	29
Ilustración 25 Toma de pesos de crisoles secos	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice de estabilidad de agregados	30
Figura 2 Índice de relación hongo/bacteria	31
Figura 3 Índice de carbono de la biomasa microbiana	32
Figura 4 Índice de relación hongo bacteria en medios de cultivo	33
Figura 5 Porcentaje de materia orgánica	34

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: “EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”

Fecha de inicio:

30 de octubre

Fecha de finalización:

21 de febrero

Lugar de ejecución

Barrio: Puichig, Tunguipamba y Salache

Parroquias: Machachi, Píllaro y Eloy Alfaro

Cantones: Mejía, Santiago de Píllaro y Latacunga

Provincias: Pichincha, Tungurahua y Cotopaxi

Zona: 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales **Carrera que auspicia:** Carrera de Agronomía.

Proyecto de investigación vinculado:

“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE SALUD DEL SUELO EN CUATRO SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES LOCALIDADES,2024”

Equipo de Trabajo

- **responsable del Proyecto** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
- **Tutor:** Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
- **Lector 1:** Ing. Alexandra Tapia Borja.Mg.
- **Lector 2:** Ing. Mercy Lucila Ilbay, Ph.D.
- **Lector 3:** Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

Coordinador del Proyecto

Karla Alejandra Cali Moya

Correo electrónico: Karla.cali9539@utc.edu.ec

Numero celular: 0967047102

Área de conocimiento:

Línea de investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales, biotecnología, biodiversidad y gestión para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El suelo es un sistema equilibrado donde existen relaciones físicas, químicas y biológicas que producen una estabilidad en todo su sistema, en la actualidad las acciones antrópicas y productivas ha hecho que esta relación se vaya deteriorando y esto conlleva a la pérdida de fertilidad y salud del suelo. El uso de tecnologías actuales en las que se encuentran las aplicaciones tecnológicas y los métodos de determinación de parámetros de suelos con procedimientos sencillos en laboratorio ha hecho posible evaluar la salud de los suelos de sistemas productivos. (Arias et al., 2005: 13).

Evaluar indicadores como la presencia y actividad de hongos, bacterias, y la cantidad de materia orgánica es fundamental para entender y mejorar las condiciones del suelo, los hongos y las bacterias son componentes esenciales del microbiota del suelo, desempeñando roles vitales en la descomposición de materia orgánica, ciclado de nutrientes, y la promoción del crecimiento de las plantas. En la provincia de Cotopaxi tenemos el 25% de presencia de hongos y bacterias que nos ayuda a la descomposición de los suelos debido a esta pequeña cantidad tenemos gran degradación en el suelo mientras que en las provincias de Pichincha y Tungurahua su degradación es menor debido a que existen un 70% de microelementos en el suelo (Hernán Burbano Orjuela, 2017).

La materia orgánica, por su parte, mejora la estructura del suelo, aumenta la retención de agua y proporciona nutrientes esenciales. La evaluación de estos indicadores permite identificar prácticas agrícolas que pueden optimizar la salud del suelo, promover la sostenibilidad del sistema productivo. (García, Con 2024). Se sabe que la pérdida de materia orgánica en las tierras agrícolas y de producción es limitada debido al tratamiento indiscriminado de productos químicos. El 50% de la tierra del Ecuador está degradada, afectando el agotamiento del agua y la creciente inestabilidad de algunos fenómenos climáticos en la agricultura (Hernán Burbano Orjuela, 2017).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de este proyecto serán los 100 productores de las tres diferentes localidades

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos serán todos los estudiantes de la Universidad Técnica Cotopaxi.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La degradación del suelo es un problema para la productividad de los cultivos así menciona zonas donde indica que la pérdida de producción y bajos rendimientos se debe principalmente al mal manejo del suelo un 56% se debe a la erosión hídrica causadas por fuertes lluvias, también la degradación eólica afecta en un 28% debido a los fuertes vientos levantan y transportan partículas produciendo acumulación de dunas o medanos y torbellinos de polvo a la vez la sobredosificación de químicos nos ayuda a la degradación del suelo químico en un 12%, mientras un 4% se debe a la degradación física por la pérdida de textura, estructura, porosidad y color debido a las malas prácticas de labranza(*Semarnat,2025*).

Esta erosión es causada por el desconocimiento de las características físicas, biológicas y químicas de los suelos cultivables esto equivalente al 25 % de erosión en el suelo debido a las malas prácticas agrícolas como quema de campos, monocultivo ,uso excesivo de fertilizantes y riego excesivo esto desencadena el incremento del porcentaje de terrenos afectados por la degradación y la pérdida de materia orgánica del suelo, esto puede traer consecuencias en gran magnitud a la producción de alimentos y a la seguridad alimentaria en la alta demanda en los precios (Iván & David, 2021).

La degradación de los suelos implica un descenso de las capacidades actuales o reales de los suelos para producir bienes o servicios. Donde se ha visto como un problema social, tomando en cuenta que ha derivado efectos sobre los seres vivos y en particular sobre la especie humana, o cuando los impactos o daños producidos sobre los suelos eran grandes y de difícil recuperación (Amparo Cortés, 2018).

Los sistemas productivos se ven afectados debido a la degradación lo que está conllevando a un problema en la sostenibilidad agrícolas y la seguridad alimentaria aumentando los costos de producción y generan impactos ambientales debido a la falta de análisis de suelos que nos permitan conocer las deficiencias que se encuentran para poder adaptas técnicas de cuidado y manejo del suelo (*UNESCO,2024*).

5. OBJETIVO

Objetivo general

- Evaluar indicadores de salud del suelo en diferentes sistemas productivos mediante aplicaciones tecnológicas y procedimientos rápidos de laboratorio.

Objetivos específicos

- Determinar el índice de estabilidad de agregados de suelo de las diferentes localidades de estudio.
- Establecer la relación hongo bacteria de los suelos en estudio.
- Analizar el porcentaje materia orgánica presente en los sistemas productivos de las localidades de estudio

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ● Determinar el índice de estabilidad de agregados de suelo de las diferentes zonas de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Determinación de las áreas del estudio. ● Toma de muestras de suelo ● Preparación de muestras para análisis ● Análisis de agregación de suelos mediante la aplicación tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> ● Área de estudio delimitada y georreferenciada ● muestras por cada sistema de producción ● Muestras secadas y estabilizadas ● Índices de estabilidad de agregados 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mapa del área de estudio. ● Zonas muestreadas ● Tabla de IEA de cada sistema productivo
OBJETIVO 2	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer la relación hongo bacteria de los suelos en estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Preparación de las muestras de suelo. ● Identificación de hongos y bacterias mediante microscopía. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Muestras preparadas ● Número de hongos y Número de bacterias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tabla de datos de UFC y conidios *gr-1 ● Tabla de relación H/B de diferentes sistemas productivos ● Tabla de índice biomasa microbiana MBC

	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificación de hongos y bacterias mediante medios de cultivos ● Calcular la relación Hongo/bacteria 	<ul style="list-style-type: none"> ● Conteo de UFC de bacterias y hongos ● Relación H/B 	
OBJETIVO 3	ACTIVIDADES	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ● Determinar la relación de materia orgánica del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Preparación de las muestras de suelo. ● Determinar M.O de suelo mediante método de calcinación. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Porcentaje de materia orgánica de las muestras ● 	<ul style="list-style-type: none"> ● Registro de datos de materia orgánica.

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Elaborado por: Cali Karla, 2024

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

Suelo

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre está conformada por la interacción de minerales, materia orgánica, agua, aire y otros organismos vivos, esto es un recurso esencial para la vida ya que ayuda al crecimiento y desarrollo de vegetación aportando nutrientes para aportar a la fertilidad y equilibrio ecológico (FAO, 2025).

Suelos Agrícolas

Los suelos agrícolas son fundamentales en la producción de cultivos estos se caracterizan por la capacidad de sostener el crecimiento de plantas debido a su aporte de nutrientes, materia orgánica y minerales que poseen una estructura que permite la retención de agua y intercambio de gases, los suelos agrícolas dependen de varios factores esenciales como PH, textura fertilidad y manejo de productividad (Barreiro, n.d.).

Salud del suelo

La salud del suelo es un fundamento para la sostenibilidad agrícola y ambiental. Un suelo saludable es capaz de mantener la capacidad del desarrollo de plantas y microorganismos ofreciendo nutrientes y condiciones necesarios para el desarrollo de ecosistemas equilibrados con la interacción de propiedades físicas, químicas y biológicas (Cristina & Maritza, 2021).

Indicadores

Son herramientas de medición que permiten la evaluar el desempeño, progreso o impacto de un proceso, actividad o sistema en relación con un objetivo determinado. Funcionan como referencias cuantificables o cualitativas que facilitan la toma de decisiones y permiten realizar comparaciones en distintos periodos de tiempo o entre diferentes entidades (Drew, 2021).

Indicadores del suelo

Los indicadores del suelo son herramientas fundamentales para evaluar su calidad, salud y funcionalidad en diversos contextos, como la agricultura, la conservación ambiental y la planificación urbana. Estos indicadores permiten medir características físicas, químicas y biológicas del suelo, proporcionando información clave sobre su capacidad para sostener la vida vegetal, regular el agua y reciclar nutrientes. La evaluación de estos indicadores es crucial para identificar problemas como la erosión, la compactación o la contaminación, y para implementar prácticas de manejo sostenible (Cantú et al., 2025).

Existen tres tipos principales de indicadores del suelo: físicos, químicos y biológicos. Los indicadores físicos incluyen la textura, la estructura, la porosidad y la capacidad de retención de agua, aspectos fundamentales para la aireación y el crecimiento de las raíces.

Los indicadores químicos evalúan el pH, la salinidad, la cantidad de materia orgánica y la presencia de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Finalmente, los indicadores biológicos miden la actividad microbiana, la presencia de lombrices y otros organismos que contribuyen a la fertilidad del suelo (FAO, 2025)

Aplicaciones tecnológicas

Las aplicaciones tecnológicas para la agricultura es el conjunto de herramientas, innovadoras en sistemas tecnológicos que se utilizan para ayudar a la eficiencia de la productividad y sostenibilidad de las actividades agrícolas. Dichas tecnologías permiten optimizar el uso de recursos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental, asegurando una producción más eficiente y sostenible (AgroSpray, 2021).

Softwares agrícolas

Son programas agrícolas informáticos diseñados para ayudar a mejorar la gestión y el rendimiento de las actividades agrícolas mediante la recopilación, análisis y automatización de datos. Estas herramientas permiten a los agricultores optimizar el uso de los recursos, tomar decisiones basadas en información precisa y aumentar la eficiencia en la producción de cultivos, debido a su capacidad de integración con otras tecnologías como sensores, drones, satélites y maquinaria automatizada, los softwares agrícolas han revolucionado la manera en que se lleva a cabo la agricultura moderna (Petro,D, 2023).

MicroBIOMETER

Microbiometer es una herramienta tecnológica diseñada para medir rápidamente la calidad y la salud del suelo a través de la a través de la biomasa microbiana esto permite a los agricultores, investigadores y profesionales del medio ambiente tener datos precisos sobre la microbiología del suelo en cuestión de minutos, sin necesidad de tener equipos de laboratorios de alta gama donde analizar la proporción de microorganismos presentes en una muestra, proporciona una medida clave para evaluar la fertilidad y sostenibilidad del suelo(*MicroBIOMETER® Starter Kit*, 2024).

La aplicación tecnológica de Microbiometer destaca por su fácil portabilidad y fácil manejo, lo que se convierte en una solución fácil de monitoreo simplemente mesclado una muestras con una solución activa, filtran el contenido y utilizan el dispositivo para escanear y analizar los resultados(*MicroBIOMETER® Starter Kit*, 2024).

Relación Hongo: Bacteria

La relación hongo: bacteria es una medida de la proporción del microbiota as asociaciones entre bacterias y hongos existe un intercambio de hongos y bacterias que ayudan a descomponer la materia orgánica y poder liberar nutrientes (Montemayor A,1993).

$$\text{Relación hongo/bacteria} = \frac{\text{UFC de hongos}}{\text{UFC de bacterias}}$$

Fuente: (Labster, 2024)

Microbiota del suelo

El microbiota del suelo es el conjunto de microorganismos, que incluyen bacterias, hongos, protozoos y virus, que habitan en las capas superficiales del suelo. Los microorganismos desempeñan un rol importante en los ciclos biogeoquímicos, como el ciclo del nitrógeno, el carbono y el azufre, estos fundamentales para la fertilidad del suelo y la salud de los ecosistemas. El microbiota también influye en la descomposición de materia orgánica, convirtiéndola en nutrientes esenciales para las plantas (Sivila De Cary & Angulo, 2006).

Hongos

Los hongos son organismos eucariotas que pertenecen al reino Fungí y se caracterizan por su incapacidad para realizar la fotosíntesis. Se encuentran en una amplia variedad de formas, tamaños y hábitats, y cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, como la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes (Pfenning & Magalhães De Abreu, n.d.).

UFC

Unidad Formadora de Colonias (en inglés: CFU-Colony Forming Units) es un término de la microbiología. Es un indicador de la cantidad de microorganismos vivos en un líquido. Este valor, determinado por el número de colonias individuales, describe el número de células de un organismo (Sánchez et al., 2017).

$$\text{UFC/g} = \frac{\text{Número de colonias} \times \text{Factor de dilución}}{\text{Volumen sembrado (ml)}}$$

Fuente: (Labster, 2024)

Estabilidad de agregados

La estabilidad de los agregados (EA) se refiere a la capacidad del suelo para conservar sus características de espacio sólido y poroso cuando se ve expuesto a procesos de degradación. Se considera un buen indicador de la sostenibilidad del suelo, ya que refleja el grado de erosión, la aeración, la actividad biológica y la emisión de carbono. Todo esto puede ser influenciado por factores como las gotas de lluvia, la presencia de presiones mecánicas externas o internas, y la liberación de aire atrapado por la humedad (Lince-Salazar et al., 2020).

Gestor de recursos terrestres – SLAKES

La medición de la estabilidad de los agregados se usa ampliamente para establecer clasificaciones cuantitativas de la condición del suelo. Estas clasificaciones proporcionan información valiosa a los gestores y científicos sobre prácticas efectivas de manejo del suelo e identifican áreas donde las malas condiciones del suelo pueden estar afectando al medio ambiente y la productividad. Sin embargo, muchos de los métodos actuales para evaluar las condiciones del suelo son complejos, requieren mucho tiempo y dependen de equipos especializados, especialmente para medir la estabilidad de los agregados. SLAKES es una aplicación para teléfonos inteligentes desarrollada por la Universidad de Sydney, Australia, que mide la estabilidad de los agregados mediante un experimento sencillo (Flynn et al., 2020).

Propiedades físicas del suelo

El suelo tiene propiedades físicas clave que proporciona información valiosa sobre su composición, estructura y estado. Esta característica está influenciada principalmente por los minerales, el contenido de materia orgánica y la presencia de agua. Los suelos oscuros suelen ser ricos en materia orgánica, indicando una alta fertilidad y una capacidad significativa para retener nutrientes y humedad. Por otro lado, los suelos claros o blanquecinos suelen estar relacionados con la presencia de minerales como carbonatos o sales, o con una baja cantidad de materia orgánica (NUÑEZ et al., 2025).

Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es producto de los diversos ciclos de vida de los seres vivos, cuyos cuerpos liberan residuos y sustancias que, al descomponerse, conforman una masa diversa, rica en nutrientes y altamente aprovechable por los organismos autótrofos como las plantas (Liz, 2020).

Metodología de calcinación

La calcinación es una técnica empleada para determinar la cantidad de materia orgánica en las muestras de suelo. Consiste en la combustión controlada de la materia orgánica presente, dejando únicamente las cenizas inorgánicas. La diferencia de peso entre la muestra antes y después del proceso de calcinación se usa para calcular el porcentaje de materia orgánica eliminada (Martínez et al., 2017).

Es esencial tener en cuenta que este método solo ofrece una estimación del contenido de materia orgánica, ya que parte de la materia volátil podría perderse durante la calcinación. Además, algunos compuestos inorgánicos en el suelo pueden interferir con los resultados, por lo que es crucial seguir con precisión los procedimientos establecidos y considerar las limitaciones del método (Martínez et al., 2017).

Sistemas productivos

Se refieren a los diferentes enfoques y prácticas de uso del suelo con el propósito de generar bienes y servicios, especialmente en los sectores agropecuarios, forestales y de conservación. Estos sistemas dependen de la capacidad del suelo para sustentar la vida y están influenciados por factores como su composición, fertilidad, manejo y las interacciones con otros componentes del ecosistema (Altina, 2018).

Sistema natural

La principal particularidad del sistema es la ausencia de actividades humanas intensivas, debido que no emplean maquinaria agrícola ni se llevan a cabo de manejo de prácticas agrícolas, que alteren significativamente el ecosistema. Debido a dicho aislamiento permite

que el ambiente conserve sus características originales, manteniendo su biodiversidad intacta y funcionando de manera autónoma (Charo Castaño,2024).

Dicho áreas de este suelo , al no ser sometido a procesos de explotación agrícola, tiende a conservar su fertilidad y estructura natural, mientras que la planta, este tipo de sistema representa un modelo ideal de conservación ecológica, donde los recursos naturales se encuentran en equilibrio y desempeñan un papel crucial en la regulación de los ciclos hidrológicos y climáticos (RAE, 2017).

Sistema agroecológico

Este sistema se distinguen principalmente por pequeñas unidades de producción, profundamente enraizadas en los principios ecológicos y en las tradiciones de la agricultura ancestral, debido a su enfoque está orientado hacia el uso sostenible de los recursos naturales, con prácticas utilizando materia orgánico y compostaje que reflejan una conexión intrínseca entre la cultura local y el entorno natural, es decir, una cosmovisión que valora el equilibrio entre el ser humano y la naturaleza (Labrador & Ciencias Biológicas, n.d.).

Sistema convencional

El sistema representa un modelo de agricultura convencional, caracterizado por un elevado grado de tecnificación y la implementación masiva de tecnología avanzada. Las prácticas empleadas son altamente estandarizadas, enfocadas en optimizar la producción y adaptarse a las demandas del mercado, lo que lo asocia directamente con cultivos comerciales a gran escala (Arriaga et ,2017).

El rasgo más distintivos del sistema es el uso intensivo de insumos químicos, como fertilizantes, pesticidas y herbicidas, con el propósito de maximizar los rendimientos y garantizar la protección de los cultivos frente a plagas y enfermedades. Además, las capacidades técnicas y el conocimiento especializado de los agricultores son elementos clave para el éxito de este sistema, ya que las decisiones precisas en el manejo de maquinaria, riego y otros procesos tecnológicos son determinantes para obtener altos niveles de productividad (Arriaga et ,2017).

Sistema tradicional

Se caracteriza por prácticas agrícolas basadas en conocimientos empíricos, que se han transmitido de generación en generación. Este enfoque se caracteriza por el uso de herramientas simples y técnicas rudimentarias, junto con una dependencia mínima de insumos químicos industriales (*Agricultura Ecológica vs Agricultura Tradicional*, 2018).

Las particularidades de dicho sistema es la preservación y aprovechamiento de la vegetación autóctona, donde se cultivan diversas especies en el mismo terreno. Esta biodiversidad no solo contribuye a la estabilidad y resiliencia del ecosistema, sino que también permite una producción más equilibrada a lo largo del tiempo. Los alimentos obtenidos suelen ser destinados principalmente al consumo familiar, fortaleciendo la autosuficiencia de las comunidades (*Agricultura Ecológica vs Agricultura Tradicional*, 2018).

8. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se puede evaluar tres indicadores de salud del suelo mediante aplicaciones tecnológicas y metodologías rápidas de laboratorio en diferentes sistemas productivos en las zonas de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua?

9. METODOLOGÍA

La investigación realizada tiene una metodología experimental con un método cualitativo y cuantitativo con observación directa y revisión bibliográfica.

Determinar la salud de los suelos en 4 sistemas productivos de las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua mediante aplicaciones tecnológicas.

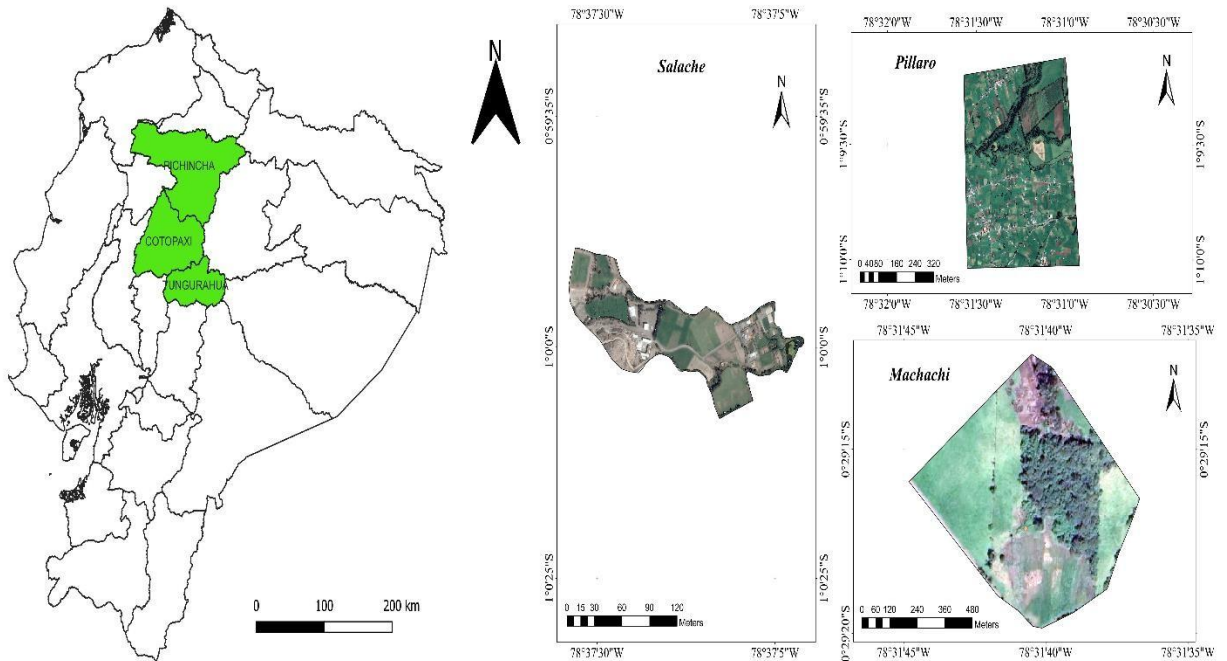
9.1. Gestores bibliográficos

9.1.1. Área de estudio

En el presente proyecto de investigación se desarrolla en tres localidades (Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua) para la georreferenciación del área del estudio, se buscó 4 sistemas productivos en diferentes cantones como (Mejía, Latacunga y Santiago de Pillaro) utilizando herramientas de ubicación geográfica como (Google earth y Google maps GPS)

se procedió al levantamiento geográfico con una altitud desde los 2,700 msnm hasta los 3,000 msnm de altitud.

Ilustración 1 Mapa de los Cantones



Elaborado por: Cali Karla, 2024

9.1.2. Descripción de las zonas

El presente estudio se presente en cuatro sistemas productivos (agroecológico, tradicional, convencional, y natural) de las zonas Machachi, Píllaro y Salache en las Provincias de Pichincha, Tungurahua y Cotopaxi con una altura entre los 2700 a 3000 msnm con una temperatura promedio que oscila entre 8°C a 12°.

9.1.2.1. Salache

Salache está ubicada en la Provincia de Cotopaxi en parroquia de Eloy Alfaro la zona tiene una variedad de sistemas productivos también presenta una gran diversidad de hortalizas como la brocoli, lechuga, remolacha y maíz son los cultivos más cosechados debido a suelo que es cangahua, también se realiza producción agroecológica para poder realizar la recuperación del suelo (Marlene, 2022).

9.1.2.2. Machachi

Machachi está ubicada en la provincia de Pichincha en la parroquia Machachi la zona la está estrechamente vinculada a las prácticas agrícolas y ganaderas de la región. Adoptar métodos sostenibles no solo beneficiará al suelo, sino que también garantizará la productividad a largo plazo y la conservación del entorno natural de la zona (MA, 2017).

9.1.2.3. Pillaro

Pillaro está ubicado en la provincia de Tungurahua en la parroquia de Santiago de Pillaro el suelo en esta área enfrenta desafíos debido a prácticas agrícolas intensivas, como el monocultivo y el uso excesivo de agroquímicos, que han generado problemas como la compactación, erosión y pérdida de materia orgánica. A pesar de ello, iniciativas locales de conservación, como la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y la reforestación, buscan restaurar la calidad del suelo, promoviendo una agricultura sostenible y la preservación de los ecosistemas andinos (Yanchatipán et al., n.d.).

9.2. Fase de campo

9.2.1. Muestreo de los sistemas productivos Recolección

Para la toma de muestras en los diferentes sistemas productivos se escogió el método de muestreo en zigzag según mencionan (Martino, 2022) en este método es uno de los más prácticos.

- Para cada sistema productivo se recolecto 20 muestras con la ayuda de un barreno a una profundidad 20 cm.

Ilustración 2 metodo de zigzag



Elaborado por: Cali Karla,2024

Numero de sectores	Sectores	Sistemas por sector	Tipos de sistemas productivos	Código de muestra
1	Sectores Machachi	1	Natural	PM-NM1
		2	Agroecológico	PM-AM2
		3	Tradicional	PM-TM3
		4	Convencional	PM-CM4
2	Sectores Salache	1	Natural	CS-NM1
		2	Agroecológico	CS-AM2
		3	Tradicional	CS-TM3
		4	Convencional	CS-CM4
3	Sectores Pillaro	1	Natural	TP-NM1
		2	Agroecológico	TP-AM2
		3	Tradicional	TP-TM3
		4	Convencional	TP-CM4

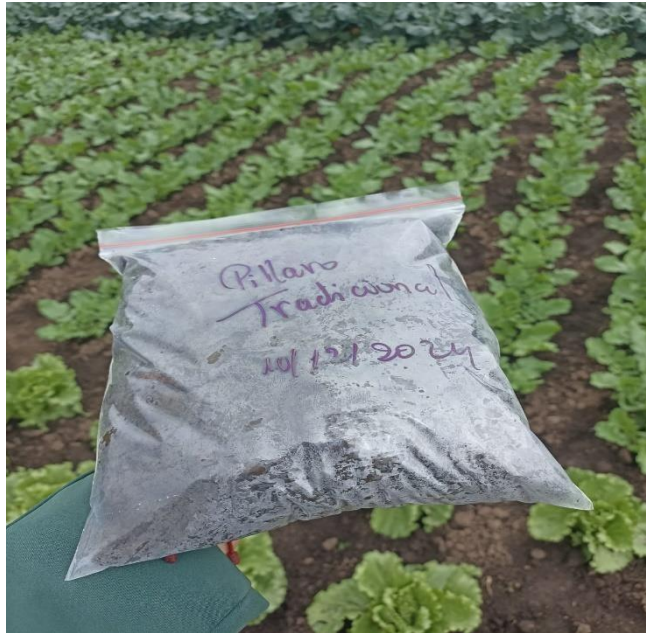
Tabla 2 Nomenclatura de muestras

Elaborado por:Cali Karla,2024

9.2.2. Empaquetado y etiquetado de muestras.

Las muestras se colocaron en fundas ziploc con su respectiva identificación del lugar y que tipo de sistema productivo donde fueron tomadas cada una, previo a su análisis.

Ilustración 3 Empaquetado y etiquetación



Elaborado por: Cali Karla, 2024

9.2.3. Almacenamiento de las muestras de suelo

Recolectadas las muestras se procede a colar en una bandeja de aluminio para dejarlas en aireación para poder iniciar las practicas de laboratorio.

Ilustración 4 Almacenamiento de muestras



Elaborado por: Cali Karla, 2024

9.3. Metodología tecnológica móvil para la estabilidad de agregados

- Obtenemos una muestra de suelo para la práctica previamente seca por 24 horas a medida ambiente.
- Se debe descargar la app Slakes en Play Store
- Se procede a tomar un trípode de 10 -20cm de altura para poder tomar la fotografía

Ilustración 5 Estabilidad de la aplicación



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- En una caja Petri se coloca los 3 agregados que deben tener un diámetro entre 4 a 8 milímetros en forma de un triángulo.

Ilustración 6 Colacion de muestras en forma triangular

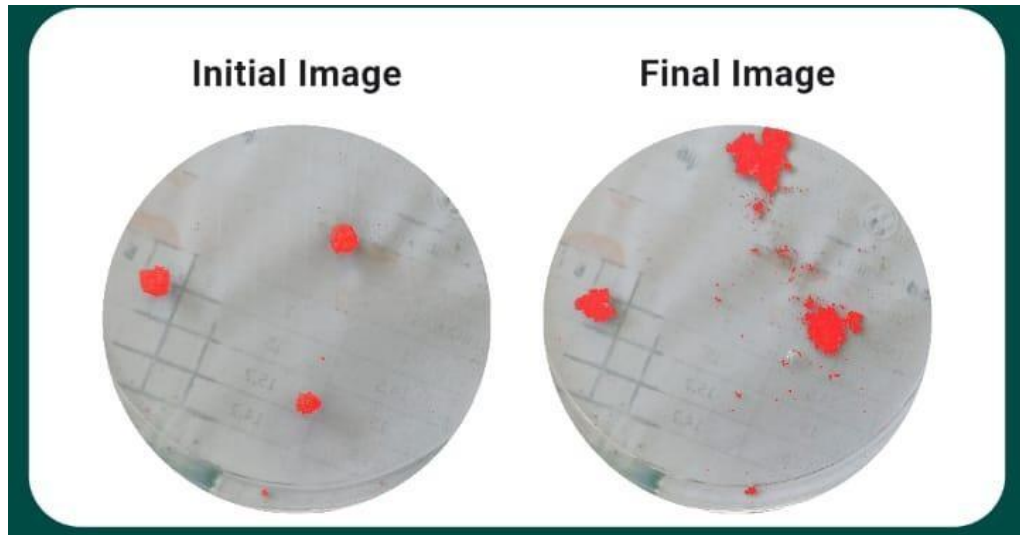


Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Se toma la primera foto de los agregados ajustándole el color a la base que corresponde.

- También se procede a poner agua destilada en la caja Petri hasta cubrir los agregados y se debe esperar 10 minutos para poder tomar la segunda fotografía.
- Se procede a tomar la segunda fotografía después del tiempo transcurrido.

Ilustración 7 Toma de fotografías con disolución



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Después de los 10 minutos transcurridos la app realizara su analisis el cual debemos tener en cuenta que el celular no debe tener movimiento, el resultado obtenido nos dara valores cercanos al 1 el cual es suelo es altamente estable y si son menores a 0.50 tienen baja estabilidad de agregados (Slakes, 2023).

Ilustración 8 Porcentaje de estabilidad



Elaborado por: Cali Karla, 2024

9.4. Método test rápido microBIOMETER.

Se realizó la fase de laboratorio para poder identificar la relación hongo y bacteria mediante microBIOMETER.

9.3.1. Preparación de las muestras de suelo para microBIOMETER.

- Se procede a tamizar las muestras de suelo en un recipiente de aluminio y se debe retirar la materia orgánica, ramas y piedras de gran tamaño.

Ilustración 9 Tamización de muestras



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Se procedió a llenar el tubo hasta el límite con agua destilada y le añadí a un tubo de extracción, el volumen del tubo es de 10ml.

Ilustración 10 Agua destilada para dilución



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Añadimos el polvo de extracción en el tubo de extracción se procede a batir por 30 segundos para poder mezclar con la disolución

. Ilustración 11 Reactivo



Elaborado por: Cali Karla,2024

- Se procedio a medir el suelo con la jeringa del muestreo con la tierra ya tamizada hasta la marca de 1ml se presiona el dedo contra la jeringa para poder compactar la tierra hasta la marca de 0.5 ml.

Ilustración 12 Compacta miento de suelo



Elaborado por: Cali Karla,2024

- Mezclamos la solución con la muestra de suelo y la batimos por 30 segundos utilizando un temporizador.

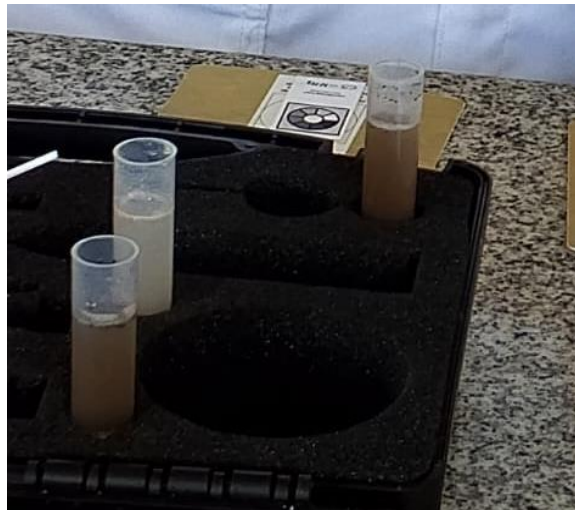
Ilustración 13 Batidor de muestras



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Se dejó reposar el tubo de extracción durante 5 minutos, después de haber transcurrido el tiempo se debe golpear contra la superficie de 3 a 4 para poder sedimentar los restos flotantes y dejamos reposar el tubo durante 15 minutos.

Ilustración 14 Reposo de muestras



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Se utilizó una pipeta pequeña para poder tomar la muestra aproximadamente 2 ml por debajo de la superficie evitando los residuos

- Se aplica 3 gotas de la solución dejando que cada gota sea absorbida por la tarjeta

Ilustración 15 Tarjeta de microbiometer

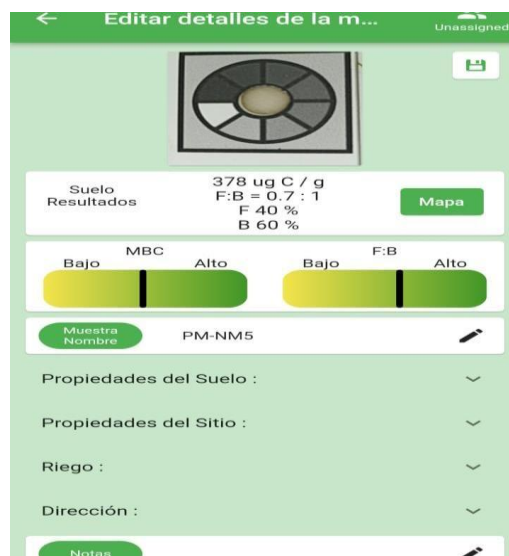


Elaborado por: Cali

Karla,2024

- Una vez colocado las 3 gotas en el orificio de la tarjeta dejamos transcurrir 2 minutos para proceder a escanear con la aplicación para que nos dará la relación hongo/bacteria de cada sistema muestreado (*MicroBIOMETER*®, 2024).

Ilustración 16 Resultados de la App



Elaborado por: Cali Karla,2024

9.5. Fase de laboratorio microscopia

- Relación hongo bacteria mediante PDA y Agar.
- Preparación de medios de cultivo

Ilustración 17 Materiales



Elaborado por: Cali Karla,2024

- Se procedió a medir 10 gramos de suelo para colocar el agua destilada

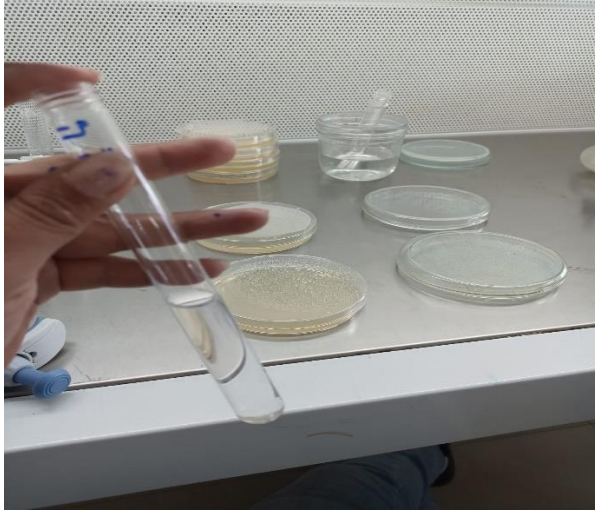
Ilustración 18 Pesos del suelo



Elaborado por: Cali Karla,2024

- Se procedió a color la disolución en las cajas Petri de PDA y AGAR

Ilustración 19 Dilusion de muestras



Elaborado por: Cali Karla, 2024

□ Se procedio a esperar a verificar el crecimiento de las colonias

Ilustración 20 Verificación de crecimiento



Elaborado por: Cali Karla, 2024

□ Se procedio a la cuantificación de las colonias de PDA Y AGAR (Arenazas, 2025).

Ilustración 21 Contador de colonias



Elaborado por: Cali Karla, 2024

9.6. Determinar Materia Orgánica mediante el método de Calcinación

- Tomar una muestra de 100gr de suelo y tamizarla a 2mm
- Dejar secar el suelo tamizado en una estufa a temperatura 105°C durante un periodo de 24 horas
- Introducir los crisoles dentro de la mufla durante 2 horas a una temperatura de 430 °C, esto es para eliminar la humedad de los crisoles.

Ilustración 22 Secado de crisoles



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Procede a tomar nota del peso total de cada crisol y enmarcar el número de muestra pesamos en la balanza analítica de precisión añadimos 3 gr de la muestra de suelo al crisol.

Ilustración 23 Pesos de crisoles



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Coloco los crisoles con los 3 gr de suelo dentro de la mufla a 430 °C por cuatro horas después de tiempo transcurrido extraer el crisol con la muestra de suelo y dejar en el desecador para que alcance la temperatura ambiente.

Ilustración 24 Enfriamiento de crisoles



Elaborado por: Cali Karla, 2024

- Finalmente se pesó de nuevo los crisoles con los gr de suelo anotando el peso final después de estar dentro de la mufla a 430 °C (Cervantes-Alava et al., n.d.).

Ilustración 25 Toma de pesos de crisoles secos



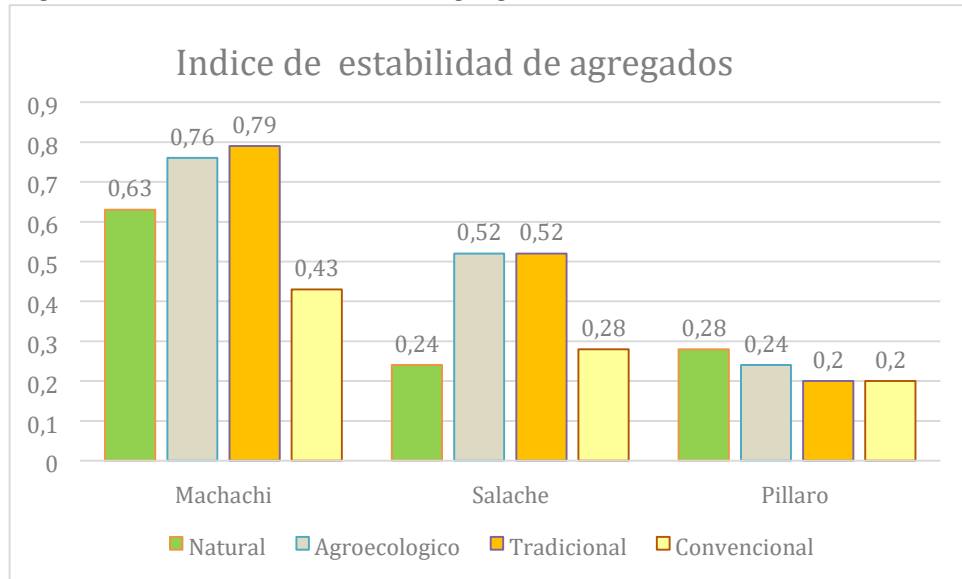
Elaborado por: Cali Karla, 2024

10. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

10.1. Determinar el índice de estabilidad de agregados de suelo de las diferentes zonas de estudio.

Como se puede observar en la figura 1, en la localidad de Machachi es donde existe mayor de estabilidad de agregados en los cuatro sistemas productivos con índices que van desde el 0.43 hasta el 0.79, seguido de la localidad de Salache donde tiene índice desde los 0.24 hasta los 0.52, la localidad de Píllaro tiene menor estabilidad de agregados esto puede ser debido a que la localidad es una de las zonas productivas y se ven afectadas por el uso indiscriminado de las malas prácticas agrícolas . Según nos menciona Ochoa (2023.) que la estabilidad de los agregados en el suelo es un factor clave para la salud y productividad de los sistemas productivos. Los agregados del suelo son estructuras formadas por partículas minerales, materia orgánica y microorganismos que se agrupan debido a procesos físicos, químicos y biológicos. Esto coincide con Cabria (2020) que debido a las buenas prácticas agrícolas como el uso adecuado del sistema de riego el manejo de rotación de cultivos y buen manejo de fertilización ayuda a la contribución de los procesos físicos, químicos y biológicos por lo cual también contribuye a la disminución de la degradación del suelo y a obtener un mayor índice de agregados.

Figura 1 Índice de estabilidad de agregados

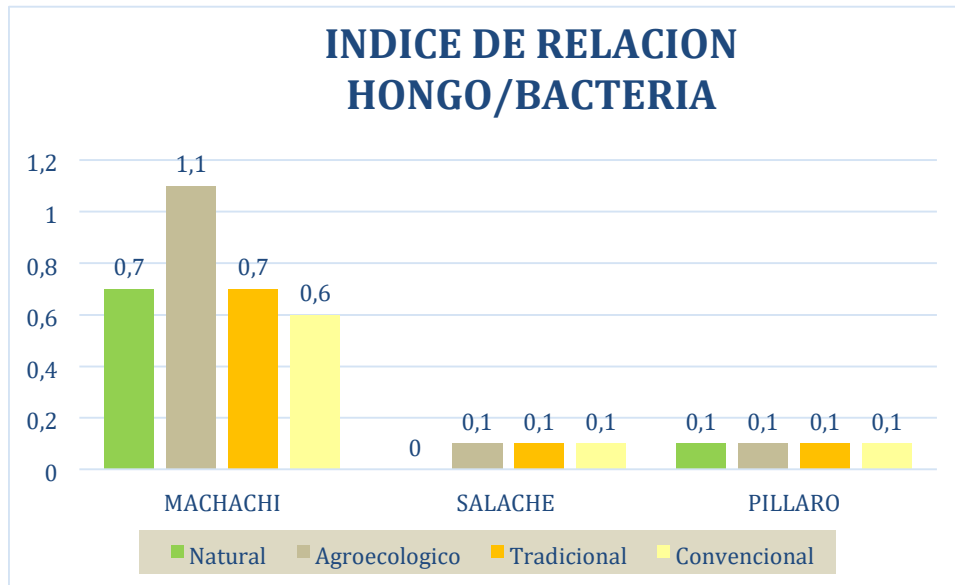


Elaborado por: Cali Karla, 2025

10.2. Índice relación hongo bacteria mediante Microbiometer

En la figura 2 se puede observar que la localidad que presenta mayor índice de relación hongo:bacteria es en de Machachi es los cuatro sistemas productivos que van sus valores desde los 0.7 hasta los 1.1 frente a índices bajos en las localidades de Salache y Píllaro sus valores van respectivamente desde el 0 hasta 0.1. Según menciona María Marín (2023) que esto se puede deber a que en la localidad de Machachi tiene en los cuatro sistemas productivos un buen manejo de prácticas agrícolas como la integración de materia orgánica en los suelo, además el manejo de cultivos rotativos que favorecen a la producción de bioma microbiana lo que aumenta respiración así promoviendo en aumento de los índice de la relación hongo bacteria. Esto menciona Téllez-Jurado (2025) que el bajo índice de relación hongo bacteria se debe al motivo del uso intensivo de agroquímicos, como fungicidas y pesticidas, que no solo eliminan patógenos dañinos, sino que también afecta a hongos y bacterias beneficiosos en el suelo. Estos productos químicos alteran el equilibrio microbiano, reduciendo la diversidad de hongos y favoreciendo a ciertas bacterias más resistentes. Esto impacta negativamente la simbiosis natural entre hongos y bacterias, lo que afecta la absorción de nutrientes y la salud del suelo, estos resultados resaltan la importancia de prácticas sostenibles en la agronomía, donde el manejo agroecológico puede ser clave para mantener un suelo fértil y productivo sin depender excesivamente de insumos externos.

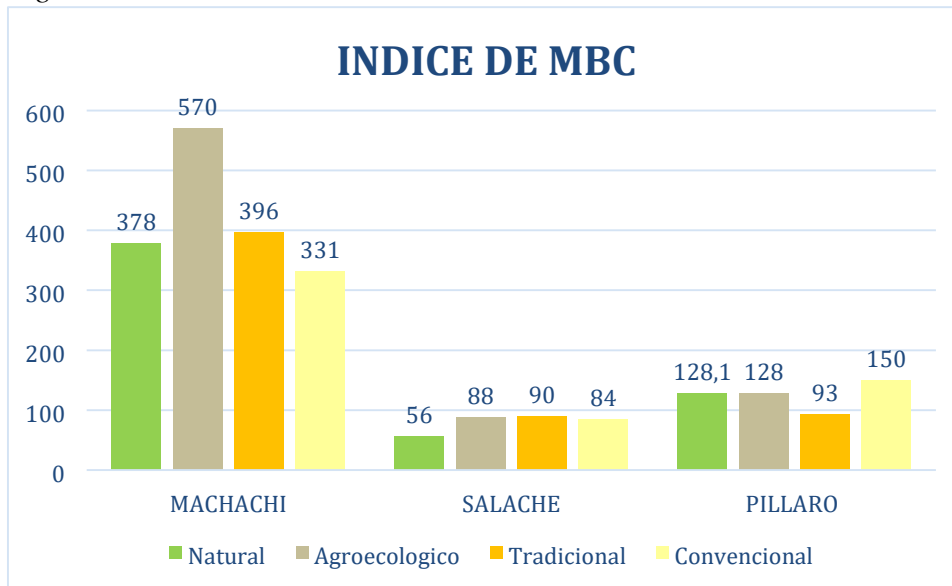
Figura 2 Índice de relación hongo/bacteria



Esto se da por que en estos sistemas tanto como agroecológico como en el tradicional se mantiene las prácticas agrícolas de coberturas vegetales y eso promueve mayor carbono en la biomasa microbiana estos datos concuerdan con Pérez (2020) donde indica que se ha evidenciado cambios importantes del MBC por la incorporación de coberturas vegetales en suelo del valle del Lerma en Argentina.

En el caso del sistema convencional observamos que en las tres localidades presentan valores altos frente a los otros sistemas y se debe que la mayoría aporta constantemente materia orgánica en lo que va favoreciendo a la MBC. Esto concuerda con lo investigado Pérez (2020) donde determina que el aporte constante de materia orgánica en especial de rastrojo favoreció la actividad de enzimas microbianas aumentando la eficiencia metabólica en el uso microbiana de las fuentes de carbono

Figura 3 Índice de carbono de la biomasa microbiana

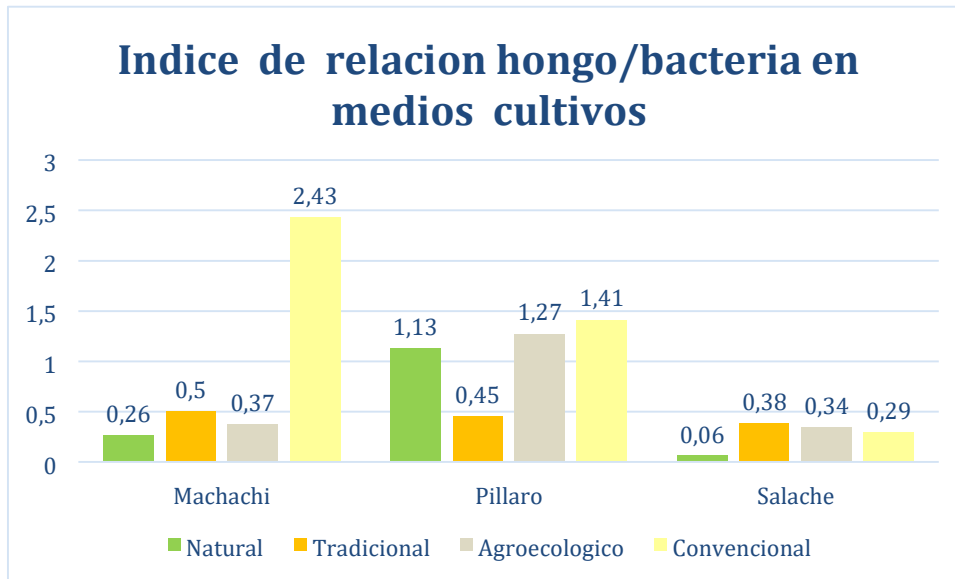


Elaborado por: Cali Karla, 2025

10.3. Relación Hongo/Bacteria en fase de laboratorio

En la figura 4 se puede observar que la localidad de Píllaro tiene un balance de relación hongo frente a los cuatro sistemas productivos que van sus valores desde los 0.45 hasta los 1.41 frente a índices bajos de la localidad de Salache que tiene valores desde el 0.06 hasta el 0.38 nos menciona Steffan(2020) que la relación hongo/bacteria varía según el manejo agrícola, lo que indica una mayor dominancia de hongos, posiblemente debido a la acumulación de materia orgánica y menor perturbación del suelo muestran equilibrio microbiológico favorable. Esto nos menciona (Karina & Fuentes Cruz, n.d.) que promoviendo las buenas prácticas agrícolas como la rotación de cultivo, la incorporación de materia orgánica ayuda a la resiliencia y sostenibilidad agrícola. Esto coincide con lo señalado por Wang (2018), quien menciona que, en suelo dominado por bacterias, posiblemente es debido a un manejo intensivo y menor contenido de materia orgánica.

Figura 4 Índice de relación hongo bacteria en medios de cultivo

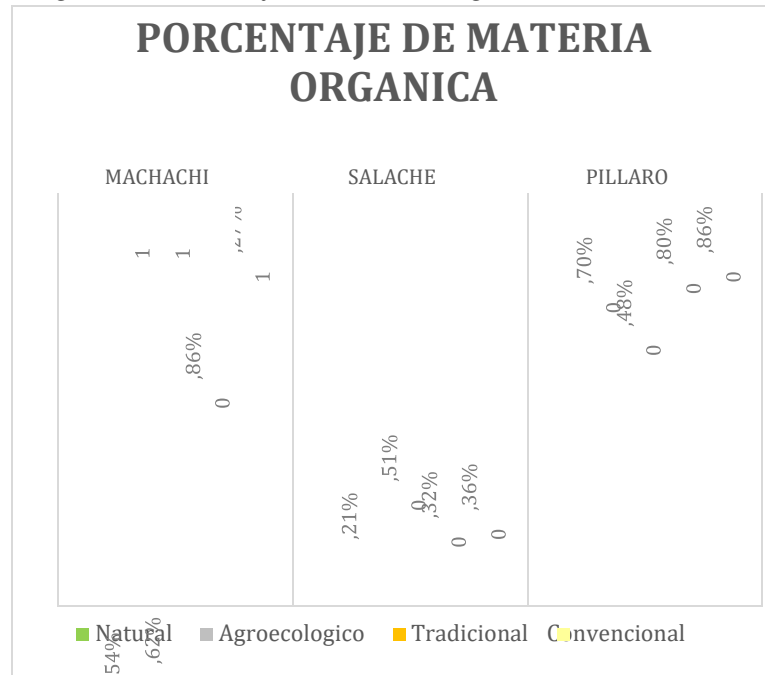


Elaborado por: Cali Karla, 2025

10.4. Porcentaje de materia orgánica

En la figura 4 del porcentaje de materia orgánica tenemos que todos los sistemas de producción en las tres localidades presentan valores por debajo de lo ideal del 3% esto quiere decir según Lomelí (2021) que no presenta incorporación de materia orgánica. Sin embargo, en la localidad de Machachi presentan valores desde el 0.86% hasta el 1.62% MO esto se debe a que la zona estudiada es una localidad productiva el cual promueven las buenas practicas agrícolas como uso de materia orgánica, la rotación de cultivos lo que promueve a un menor desgaste de la materia del suelo, también se presenta un alto contenido de materia orgánico en la localidad de Pillaro que sus valores van desde 0.48% hasta 0.70% debido a que la zona estudia también es una localidad altamente productiva que promueve el incremento de manejo de prácticas agrícolas, frente a la localidad de Salache que presenta valores bajos desde 0.21% hasta 0.51% Mo esto se debe a que la localidad presenta malas prácticas agrícolas debido que no es una zona productiva. Esto menciona Silva(2024) que la contribución de materia orgánico es fundamental para la producción de los sistemas productivos debido que aporta fertilidad y también ayuda a la estabilidad de la microorganismos del suelo, así también ayuda a la estabilidad de agregados facilitando la retención de nutrientes ayudando a las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Figura 5 Porcentaje de materia orgánica



Elaborado por: Cali Karla, 2025

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que en las localidades de Píllaro presenta un índice bajo de estabilidad de agregados de valores 0.2 hasta 0.28, frente a índices altos de la localidad de Machachi con valores 0.43 hasta 0.79
- Se estableció que el índice de estabilidad de agregados guarda relación con el tipo de manejo de los sistemas productivos.
- Se determinó que debido al manejo de los sistemas productivos en diferentes localidades tenemos índices altos como en la zona de estudio de Machachi que tiene un valor de 0.6 hasta 1.1 esto se debe que es una zona altamente productiva en donde su manejo de incremento de materia orgánica es alto debido a que debe incrementar el índice de estabilidad de relación hongo bacteria, frente a las localidades de Salache y Píllaro las que tienen un valor muy bajo representativamente debido a que en las localidades aun no incrementa el uso de materia orgánica que favorezca a la producción de MBC para que así favorezca la relación hongo bacteria.
- Se establece que los suelos de los sistemas naturales y tradicional presentan un valor

0.21%,0.32% MO se sugiere que son suelos más degradado, con menor contenido de materia orgánica y posiblemente malas prácticas agrícolas que afectan al microbiota. En el sistema agroecológico de Machachi, el valor elevado de 1.62% MO podría estar relacionado con el uso intensivo de insumos químicos, los cuales pueden alterar temporalmente la actividad microbiana, favoreciendo a los hongos, sin embargo, estos efectos podrían ser insostenibles a largo plazo.

11.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para mejorar la estabilidad de los agregados del suelo, es esencial adoptar prácticas de manejo sostenible que reduzcan el impacto del monocultivo, como la rotación de cultivos y la diversificación con especies que aportan materia orgánica y nutrientes al suelo.
- Se recomienda la incorporación de compost, estiércol y residuos vegetales, así como implementar cultivos de cobertura y rotación de cultivo para adaptar una mejor practica de agrícola para mejorar el microbiota en el suelo.
- Ajustar el riego en función del color los más oscuros que retienen más humedad pueden necesitar menos agua, mientras que los suelos más claros pueden requerir riegos más frecuentes pero controlados.
- Se recomienda dejar las muestras de suelo en la estufa durante las 24 horas debido a que es uno de los pasos importantes para no obtener variación en los pesos de los crisoles.

12. BIBLIOGRAFÍAS

Marlene, M. (2022, March). Guía fotográfico-descriptiva de la flora del Campus Salache, de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Utc.edu.ec; Ecuador: Latacunga: Universidad Tècnica de Cotopaxi (UTC). <https://repositorio.utc.edu.ec/items/1868686c-7593-4a3f9103-dd5a0bf772d5>

MA. (2017, August 29). Mejía. Pichincha.gob.ec. <https://www.pichincha.gob.ec/component/content/article/105mejia?layout=edit&Itemid=437>

Yanchatipán, M., Francisco, C., Alcalde, E., Beltrán, A., Vicealcalde, E., Tixe, T., Alonso, C., Ibarra, B., Marcelo, N., Ripalda, S., Rodrigo, C., Morales, A., Fabián, A., Moya Jerez, I., Gonzalo, B., De Proyectos, T., Haro, I., & Patricio, D. (n.d.). Créditos elaboración de PD y OT AUTORIDADES Y CONCEJO CANTONAL CONSEJO DE PLANIFICACIÓN CANTONAL. <https://www.pillaro.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/pdot.pdf>

Definiciones | Portal de Suelos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2025). Fao.org. <https://www.fao.org/soilsportal/about/definiciones/es/>

Barreiro, P. (n.d.). Sensores para la caracterización del suelo agrícola usados en agricultura de precisión. https://oa.upm.es/6209/1/Barreiro_87.pdf

Cristina, M., & Maritza, E. (2021). Evaluación de la calidad y salud del suelo de los ríos Zamora y Zamora Huayco, subcuenca del río Zamora, cantón Loja - Ecuador. Ups.edu.ec. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19651>

Cantú, M. P., Becker, A., Camilo, B. J., & Schiavo, H. F. (2025). Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices. *Ciencia Del Suelo*, 25(2), 173–178. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185020672007000200008&script=sci_arttext&tlng=en

NUÑEZ, M., GUADALUPE, M., JIMENEZ, H., FLORES, L., & GONZALEZ, N. (2025). EL SISTEMA AGROFORESTAL MODIFICA EL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA Y LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO. *Aramara.uan.mx*. <https://doi.org/0188789-0>

Bautista-Zúñiga, A., Jiménez-Osornio, F., Navarro-Alberto, J., Manu, J., & Lozano, A. (n.d.). <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321101.pdf>

María, J., Delia, A., Francisco, P. G., & Sandoval, A. (2025). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 141–155. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342012000100010&script=sci_arttext

Land Potential Knowledge System (LandPKS) | Tierras y Aguas | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | Land & Water | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). <https://www.fao.org/landwater/land/land-governance/land-resources-planningtoolbox/category/details/es/c/1043054/>

Team, L. (2019). What is Land Potential? | LandPKS. [Landpotential.org. https://landpotential.org/knowledge/what-is-land-potential/](https://landpotential.org/knowledge/what-is-land-potential/)

Sivila De Cary, R., & Angulo, W. (2006). Efecto del descanso agrícola sobre la microbiota del suelo Patarani -Altiplano Central boliviano Efecto del descanso agrícola sobre la microbiota del suelo (Patarani -Altiplano Central boliviano) Fallow effect on soil microbial population (Patarani -Bolivian central Altiplano). 41(3), 103–115.

<http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/reb/v41n3/v41n3a08.pdf>

Pfenning, L., & Magalhães De Abreu, L. (n.d.). Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas. Retrieved January 5, 2025, from

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[libre.pdf?1446513798=&responsecontent-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[8c9DGk6G-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7et](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[NflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSU](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[ZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbU](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[qAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

[Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39623960/cap8-libre.pdf?1446513798=&responsecontent-disposition=inline%3B+filename%3DHongos.pdf&Expires=1736043955&Signature=fi-8c9DGk6G-3nLa3RtkMULrFcJuAh5ds9YVTK0j4EP2kn8ocsGJbHDM45KOQDD2pEkualrWR9me7etNflAaIXgCwRo06TzdcSutOCt3xJP~zQwvB8onqFK0okqRgRMNd1gLp56DhetKBFdDSUZFqJ4eMW04WyWzTB9OixGF6ZoQM3lu~EOzWc85Yh1BTqkTK5kg7Ou4d7re3QIkHFk5RiUdqX0CWW3371VINkGq7ibhu0qBzgLczG34IwfrbUqAFczyCqvzozLFCMGFwFT52OYJCxpTFsYgrH-7wzcaJNjiFFI-K1tPF9OVHsgeSjc9l2Ik-LEVIjROi0c4YyQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

MicroBIOMETER® Starter Kit. (2024, August 30). Soilneo.

<https://www.soilneo.com/es/productos/instrumentacion/microbiometer-starter-kit>

Lince-Salazar, L. A., Castro, A. F., & Castaño, W. A. (2020). Estabilidad de agregados de suelos de la zona cafetera colombiana. *Revista Cenicafé*, 71(2), 73–91. <https://doi.org/10.38141/10778/71206>

Flynn, K. D., Bagnall, D. K., & Morgan, C. L. S. (2020). Evaluation of SLAKES, a smartphone application for quantifying aggregate stability, in high-clay soils. *Soil Science Society of America Journal*, 84(2), 345–353. <https://doi.org/10.1002/saj2.20012> liz. (2020, May 29). *Ciclo de la Materia Organica - Semillas Capelo*. Semillas Capelo. <https://www.scapelo.com/ciclo-de-la-materia-organica/>

Martínez, J. M., Duval, M. E., López, F. M., Iglesias, J. O., & Galantini, J. A. (2017). Ajustes en la estimación de carbono orgánico por el método de Calcinación en molisoles del sudoeste bonaerense. *Ciencia Del Suelo*, 35(1), 171–180. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672017000100016#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20de%20calcinaci%C3%B3n%20\(MC,adem%C3%A1s%20no%20genera%20residuos%20t%C3%BCxicos.](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672017000100016#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20de%20calcinaci%C3%B3n%20(MC,adem%C3%A1s%20no%20genera%20residuos%20t%C3%BCxicos.)

MEMORIA TÉCNICA CANTÓN MEJÍA PROYECTO: “GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000” GEOPEDOLOGÍA. (2013). https://www.geoportalmg.gov.ec/geodescargas/mejia/mt_mejia_geopedologia.pdf

Charo Castaño. (2024, March 27). Tipos de sistemas de producción agrícola - GRUPO IDAMAR. GRUPO IDAMAR. <https://www.grupo-idamar.com/sistemas-de-produccionagricola/>

Arriaga, F. J., Guzman, J., & Lowery, B. (2017). Conventional Agricultural Production Systems and Soil Functions. Elsevier EBooks, 109–125. <https://doi.org/10.1016/b978-012-805317-1.00005-1>

Labrador, J., & Ciencias Biológicas, D. (n.d.). MANEJO DEL SUELO EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUCCIÓN ECOLÓGICA. <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2019/01/manual-suelos-jlabrador.pdf>
Agricultura ecológica vs agricultura tradicional. (2018). *Agricultura Ecológica vs*

Agricultura Tradicional | Alltech. <https://www.alltech.com/es-es/blog/agriculturaecologica-vs-agricultura-tradicional>

Cuidado del suelo: cómo lograr sistemas de producción sustentables – Altina. (2018). Altina.com.ar. <https://www.altina.com.ar/2018/07/11/cuidado-del-suelo-como-lograrsistemas-de-produccion-sustentables/>

Pawlowska, T. E. (2024). Symbioses between fungi and bacteria: from mechanisms to impacts on biodiversity. *Current Opinion in Microbiology*, 80, 102496–102496. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2024.102496>

Anderson, T. H., & Domsch, K. H. (2010). Soil microbial biomass: The eco-physiological approach. *Soil Biology & Biochemistry*, 22(3), 393-395.

Six, J., Frey, S. D., Thiet, R. K., & Batten, K. M. (2006). Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 70(2), 555-569.

Bardgett, R. D., & van der Putten, W. H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515(7528), 505-511.

Fertilab. (n.d.). El Color del Suelo como Indicador de su Fertilidad. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El%20Color%20del%20Suelo%20como%20Indicador%20de%20su%20Fertilidad.pdf>

Docampo, R. (n.d.). *LA IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y SU MANEJO EN PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>

Lomelí, M. (2021, December 16). *MATERIA ORGÁNICA, UN PEQUEÑO PORCENTAJE MUY IMPORTANTE DEL SUELO* - Gatmeks. Gatmeks. <https://gatkexs.com/materiaorganica-un-pequeno-porcentaje-muy-importante-del-suelo/>

Lama, G. (2024, July 15). *El color del suelo agrícola: ¿qué significa?* | Lamastore. Blog Lamastore. <https://www.lamastore.es/blog/color-del-suelo->

