

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

CENTRO DE POSTGRADO



MAESTRÍA EN AGRONOMÍA

Tema: “Evaluación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi.”

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de Magister en Agronomía mención Producción Agrícola Sostenible

Autora: Jácome Lucero Haddy Daniela

Tutor: Ortiz Tirado Paúl Santiago M. Sc.

Tulcán, 2024

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la maestrante Jácome Lucero Haddy Daniela con el número de cédula 0401854443 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi ”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas en el Reglamento de la Unidad de Titulación de Postgrado con RESOLUCIÓN N° 150-CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.

f.....

M. Sc. Paúl Santiago Ortiz Tirado

DOCENTE EXAMINADOR TUTOR

Tulcán, agosto de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Agronomía mención Producción Agrícola Sostenible.

Yo, Jácome Lucero Haddy Daniela con cédula de identidad número 0401854443 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Haddy Daniela Jácome Lucero

AUTORA

Tulcán, agosto de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jácome Lucero Haddy Daniela declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Evaluación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Haddy Daniela Jácome Lucero

AUTORA

Tulcán, agosto de 2024

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme fortaleza y sabiduría necesaria para culminar con éxito una meta más.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, a sus docentes por su experticia, paciencia y don de enseñanza.

A mi familia por su confianza, apoyo incondicional y consejos en los momentos más importantes de mi vida.

Mi agradecimiento al M. Sc. Paúl Ortiz asesor de la investigación por su confianza y apoyo en el desarrollo y culminación de la investigación.

A mis docentes Ph. D. Jorge Mina, M. Sc. Marcelo Ibarra, M. Sc. David Herrera, M.Sc. Hernán Benavides, M. Sc. Freddy Torres, Qco. Vinicio Revelo, M. Sc. Anita Cerón; quienes con sus conocimientos contribuyeron a mi formación y más que eso supieron brindarme un consejo como grandes amigos.

A Javier, mil gracias por su paciencia, apoyo incondicional y consejos.

DEDICATORIA

La presente investigación es el resultado de la constancia y perseverancia diaria, y está dedicada a:

A Dios, por ser mi luz y guía en el camino, regalándome sabiduría para cumplir uno más de mis objetivos.

A mis padres: Wilmer y Jimena, el motor principal de mi vida.

A mis hermanos: Gabriela, Alexander, Anderson, Kevin, Liseth y Kelly, a mis sobrinos: Tiffany, Sofia y Joaquín, quienes con sus ocurrencias han alegrado este trayecto.

ÍNDICE

RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	12
I. PROBLEMA	13
1.1. Planteamiento del Problema	13
1.2. Preguntas de Investigación	14
1.3. Objetivos de Investigación	14
1.3.1. Objetivo General.....	14
1.3.2. Objetivos Específicos	14
1.4. Hipótesis	14
1.5. Justificación	15
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	16
2.1. Antecedentes de Investigación	16
2.2. Marco Teórico	19
2.2.1 Suelo	19
2.2.1.1 Degradación.	20
2.2.1.2 Manejo Convencional.	20
2.2.1.3 Fertilidad del Suelo.	21
2.2.1.4 Alternativas de Manejo Sostenible.....	21
2.2.2 Microorganismos Eficientes	22
2.2.2.1 Características	22
2.2.2.2 Beneficios de Microorganismos Eficientes.....	23
2.2.3 Cultivo de Fresa.....	23
2.2.3.1 Manejo Agronómico	24
2.2.3.2 Requerimiento Nutricional.....	24
2.3. Marco Legal.....	25
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador.....	25
2.3.2 Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales	29
2.3.3 Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura (Objeto, ámbito y fines).....	32
2.3.4 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria	37
III. METODOLOGÍA.....	42

3.1. Descripción del Área de Estudio/Grupo de Estudio.....	42
3.2. Enfoque y Tipo de Investigación.....	42
3.2.1. Enfoque.....	42
3.2.2. Tipo de Investigación	43
3.2.2.1 Experimental	43
3.3. Definición y Operacionalización de Variables.....	43
3.4. Procedimientos	46
3.4.1. Tratamientos.....	46
3.4.2. Métodos	47
3.4.2.1 Análisis Estadístico.....	47
3.4.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación	47
3.4.3.1 Técnicas.....	47
3.4.3.1.1 Captura de Microorganismos Eficientes.....	47
3.4.3.1.2 Recolección de Microorganismos Eficientes.	48
3.4.3.1.3 Elaboración de Solución Madre.	48
3.4.3.1.4 Propagación de Microorganismos Eficientes.	48
3.4.3.1.5 Cultivo de Fresa.....	48
3.4.3.1.6 Fertilidad del Suelo.....	48
3.4.3.1.7 Uso de Placas Compact Dry.	49
3.4.3.2 Variables a Evaluar.....	51
3.4.3.2.1 Nivel de pH.....	51
3.4.3.2.2 Conductividad Eléctrica.	51
3.4.3.2.3 Macronutrientes (NPK, Ca, Mg, S).	51
3.4.3.2.4 Contenido de Materia Orgánica.....	51
3.4.3.2.5 Organismos del Suelo.....	52
3.4.3.2.6. Diámetro de Coronas.....	52
3.4.3.2.7. Número de Flores por Planta.....	52
3.4.3.2.8. Número de Frutos por Planta.....	52
3.4.3.2.9. Rendimiento.....	52
3.4.3.2.10. Contenido de Azúcares.....	52
3.4.3.2.11. Microorganismos.....	52
3.4.3.3 Instrumentos.....	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1. Resultados.....	54
4.2. Discusión	67

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
Conclusiones.....	70
Recomendaciones	70
REFERENCIAS	71
ANEXOS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pirámide de Kelsen	41
Figura 2 Ubicación del Centro Experimental San Francisco UPEC	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requerimiento nutricional para el cultivo de fresa.....	24
Tabla 2 Requerimiento nutricional de la fresa durante la etapa de floración y fructificación	25
Tabla 3 Operacionalización de variables	44
Tabla 4 Distribución de tratamientos.....	46
Tabla 5 Análisis de varianza.....	47
Tabla 6 Instrumentos para el desarrollo de la investigación.....	53
Tabla 7 Prueba de Normalidad Shapiro Wilk de los tratamientos en estudio	54
Tabla 8 Acidez del suelo (pH) por tratamiento	56
Tabla 9 Conductividad eléctrica por tratamiento.....	58
Tabla 10 Contenido de materia orgánica por tratamiento	60
Tabla 11 Diámetro de coronas por tratamiento	61
Tabla 12 Número de flores por tratamiento.....	63
Tabla 13 Número de frutos por tratamiento	64
Tabla 14 Rendimiento total	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificado de validación del abstract.....	79
Anexo 2 Análisis de suelo inicial	81
Anexo 3 Análisis de suelo final por cada tratamiento de estudio	82

RESUMEN

Se evaluó los microorganismos eficientes recolectados en San Pedro de Huaca y El Carmelo, además se consideraron microorganismos eficientes adquiridos en almacenes de agroquímicos y un testigo químico. Se aplicaron diferentes dosis sobre la fertilidad del suelo, en un cultivo establecido de fresa (*Fragaria x ananassa*) en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi, bajo un diseño de bloques completamente al azar. En esta investigación se evaluaron 10 tratamientos, los primeros con los microorganismos capturados en San Pedro de Huaca T1 (0,5L/20L), T2 (1L/20L), T3 (1,5L/20L), los siguientes con los capturados en El Carmelo T4 (0,5L/20L), T5 (1L/20L), T6 (1,5L/20L), tres con los microorganismos comerciales T7 (5g/20L), T8 (10g/20L), T9 (15g/20L) y el último T10 con un testigo químico. Cada tratamiento con 4 repeticiones dando un total de 40 unidades experimentales. Se realizó un análisis inicial de la fertilidad del suelo y se aplicaron los tratamientos semanalmente para evaluar su efecto. Se evaluaron las variables de suelo: pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica y nivel de macronutrientes y variables productivas: diámetro de corona, número de flores y frutos por planta, rendimiento, grados Brix. Con los datos resultantes se realizó una prueba de Normalidad – Shapiro Wilks y para los datos no paramétricos se aplicó Kruskal Wallis. En las variables de suelo como pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica y nivel de macronutrientes, las dosis evaluadas presentan resultados favorables mejorando la calidad del suelo. Los tratamientos T1, T2, T4 y T5 presentaron mayor productividad, aportando a la calidad organoléptica de la fruta.

Palabras clave: fertilidad, suelo, microorganismos eficientes, fresa.

ABSTRACT

The efficient microorganisms collected in San Pedro de Huaca and El Carmelo were evaluated. In addition, efficient microorganisms purchased in agrochemical stores and chemical controls were considered. Different doses were applied to soil fertility in an established strawberry crop (*Fragaria x ananassa*) at the San Francisco Experimental Center, Huaca canton, Carchi province, under a completely randomized block design. In this research ten treatments were evaluated, the first with the microorganisms captured in San Pedro de Huaca T1 (0.5L/20L), T2 (1L/20L), T3 (1.5L/20L), the following with those captured in El Carmelo T4 (0.5L/20L), T5 (1L/20L), T6 (1.5L/20L), three with the commercial microorganisms T7 (5g/20L), T8 (10g/20L), T9 (15g/20L) and the last T10 with a chemical control. Each treatment with four repetitions gives a total of 40 experimental units. An initial soil fertility analysis was carried out, and treatments were applied weekly to evaluate their effect. The following soil variables were evaluated: pH, electrical conductivity, organic matter content, macronutrient level, and productive variables: crown diameter, number of flowers and fruits per plant, yield, and Brix degrees. A Normality – Shapiro Wilks test was carried out with the resulting data, and Kruskal Wallis was applied to the non-parametric data. In soil variables such as pH, electrical conductivity, organic matter content, and level of macronutrients, the doses evaluated present favorable results, improving soil quality. Treatments T1, T2, T4, and T5 presented greater productivity, contributing to the organoleptic quality of the fruit.

Keywords: fertility, soil, efficient microorganisms, strawberry.

INTRODUCCIÓN

La agricultura, como motor de desarrollo económico y social, juega un papel fundamental en la búsqueda de alternativas de producción que impulsen la sostenibilidad agrícola y aseguren la seguridad alimentaria en Ecuador. Sin embargo, la adopción generalizada de la agricultura convencional ha generado una serie de desafíos que amenazan la salud de los suelos, la calidad del entorno y la viabilidad a largo plazo de esta actividad (Fierro y Maldonado, 2023).

El desgaste de los suelos, la pérdida de microbiota, cambios en la salinidad y el pH, toxicidad, lixiviación de nutrientes y contaminación del agua son solo algunas de las problemáticas que han surgido desde el auge de la revolución verde (Ulibarry, 2019), centrada en la utilización masiva de fertilizantes químicos solubles para incrementar los rendimientos, ha resultado en una serie de consecuencias perjudiciales para los suelos y el entorno.

La conservación de los suelos se vuelve imperativa para garantizar la seguridad alimentaria y desarrollo sostenible; técnicas como la rotación de cultivos, cultivos de cobertura, terrazas, labranza mínima y uso de abonos verdes han demostrado ser efectivas en la preservación de la calidad del suelo y la promoción de la sostenibilidad agrícola (F. Martínez *et al.*, 2017)

Entre las alternativas para el manejo sostenible del suelo, la aplicación de microorganismos eficientes emerge como una estrategia prometedora. Estas especies autóctonas, como levaduras, actinomicetos, bacterias fotosintéticas, ácido lácticas y hongos filamentosos, contribuyen a mejorar la estructura física y la fertilidad química del suelo. Además, promueven la supresión de microorganismos patógenos y estimulan el crecimiento, la reproducción y la producción de cultivos, lo que se traduce en incrementos en los rendimientos productivos y económicos (Orozco-Corral *et al.*, 2016).

En contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa en la provincia del Carchi, ya que la aplicación de estos microorganismos permiten regular el pH y la conductividad eléctrica, mejoran la absorción de nutrientes, controlan microorganismos patógenos, solubilizan nutrientes y, sobre todo, restauran la microbiota del suelo, generando así un camino más sostenible y equilibrado para la producción agrícola en busca de una seguridad alimentaria duradera y un medio ambiente saludable.

I. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El manejo del cultivo de fresa demanda una amplia fertilización, este proceso se lo realiza mediante aplicaciones edáficas, técnicas de fertirriego e incluso de forma foliar con la finalidad de aumentar los rendimientos de este cultivo (Acuña y Fischer, 2020). Entre los fertilizantes empleados con mayor frecuencia se destacan triple quince, fosfato di amónico, superfosfato triple de calcio, sulfato de magnesio, generando dependencia y resistencia ante el desarrollo del plagas y enfermedades e incluso contaminación del suelo (Grasso y Díaz-Zorita, 2020).

La agricultura convencional ha generado dependencia en el uso de fertilizantes químicos solubles, con la única finalidad de aumentar los rendimientos de los cultivos y satisfacer la demanda del mercado (Alarcón-Zayas *et al.*, 2018). Esta forma de cultivar el suelo ha generado pérdida del microbiota, salinidad, variación en el pH, toxicidad del suelo, lixiviación de nutrientes, aguas contaminadas, degradación biológica del suelo y ambiente (Ulibarry, 2019).

La erosión del suelo uno de los procesos resultantes del uso indiscriminado de productos de síntesis química, ha reducido gradualmente la capa arable de los suelos, disminución de los niveles de materia orgánica, el uso intensivo de tecnificación agrícola solo ha generado compactación de esta capa arable reduciendo la capacidad de infiltración de agua llevando así a un proceso de erosión masiva (Castelán *et al.*, 2017), sumado a esto sobredosificación de enmiendas o fertilizantes conlleva a bajas producciones de los cultivos e incluso intensificación en los procesos degenerativos del suelo, elevados costos de producción y contaminación ambiental y humana (Fierro y Maldonado, 2023).

La contaminación del suelo genera una reacción en cadena, puesto que altera la biodiversidad interna del suelo y la pérdida de macronutrientes, reduciendo la producción alimenticia (Tenorio, 2020).

No obstante, con la eliminación de microorganismos innatos del suelo se pierden los procesos biológicos que éstos realizan, lo cual conlleva a una forma de agricultura insostenible, repercutiendo así la economía del productor (Rodríguez *et al.*, 2019).

Con lo antes mencionado, se busca mejorar la fertilidad de un suelo en estado de producción mediante la aplicación de microorganismos eficientes y con ello reducir el impacto social y ambiental que trae la aplicación excesiva de productos de síntesis química.

1.2. Preguntas de Investigación

¿Qué microorganismos presentan óptimos resultados de acuerdo con la zona de captura?

¿Cuál es la dosis óptima de microorganismos eficientes que influyen sobre la producción del cultivo de fresa?

¿Qué propiedades edáficas se mejoraron con la aplicación de microorganismos eficientes?

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo General

- ✓ Evaluar microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar los microorganismos que de acuerdo con la zona de captura presenten óptimos resultados.
- ✓ Establecer la dosis óptima de microorganismos eficientes sobre la producción del cultivo de fresa.
- ✓ Analizar las propiedades edáficas con la aplicación de microorganismos eficientes.

1.4. Hipótesis

H1: La aplicación de dosis de microorganismos eficientes influye sobre la fertilidad del suelo.

H0: La aplicación de dosis de microorganismos eficientes no influye sobre la fertilidad del suelo.

1.5. Justificación

El suelo es un recurso no renovable, base primordial de la agricultura por lo que su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible de la humanidad (Peñuela *et al.*, 2017). Al ser este recurso el pilar fundamental para la obtención de alimentos, pastos y forrajes para los animales, combustible, producción de fibras y la prestación de servicios ecológicos, se vuelve crucial su conservación mediante la aplicación de técnicas ancestrales como rotación o asociatividad de cultivos, cultivos de cobertura, desarrollo de terrazas, eliminación de maquinaria agrícola e inclusión de labranza mínima, uso de abonos verdes como técnicas de sostenibilidad agrícola (F. Martínez *et al.*, 2017).

Una alternativa de manejo sostenible es la aplicación de microorganismos eficientes, estas variedades de especies autóctonas del suelo como levaduras, actinomicetos, bacterias fotosintéticas, ácido lácticas y hongos filamentosos (Morocho y Leiva-Mora, 2019), que mejoran la estructura física del suelo, incrementan la fertilidad química, además que ayudan en la supresión de microorganismos patógenos mientras que en los cultivos promueve la germinación y desarrollo, estados de reproducción y producción de las especies incrementando el rendimiento a nivel productivo – económico (Orozco-Corral *et al.*, 2016).

Álvarez y Rimski-Korsakov (2016), mencionan que las características físicas, químicas y biológicas del suelo están estrechamente relacionadas con las cantidades de materia orgánica, macro y micronutrientes, existencia de microbiota y microfauna, integran los niveles de fertilidad del suelo y se complementan a través de la proporción adecuada de temperatura para el proceso de desarrollo de las plantas desde el inicio de la germinación de semillas hasta los procesos de conversión de nutrimentos y elementos esenciales para procesos fotosintéticos y con ello la obtención de alimento (Labrador, 2012).

Por consiguiente, una producción limpia, libre de residuos de plaguicidas, que se focalice en la recuperación del recurso suelo, sobre todo, que logre garantizar la disponibilidad del alimento y avale la nutrición de la humanidad, se encuentra correlacionada con el dominio de la seguridad alimentaria, una de las bases de los objetivos de desarrollo sostenible (Friedrich, 2014).

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de Investigación

Acosta-Almánzar (2012), evaluó los efectos de aplicaciones foliares de microorganismos eficientes (EM) y de microorganismos de montañas (MM) en el cultivo de tomate, variedad Montaña plus, bajo condiciones experimentales (experimento 1) y comerciales (experimento 2), ambos en invernaderos. Para el experimento 1 con activación de los MM a tres tiempos (1, 2, y 3 semanas) se estableció un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con cinco repeticiones para evaluar la aplicación semanal de 12 tratamientos formados por diferentes combinaciones de cinco productos: MM⁻¹, MM⁻², y MM⁻³ provenientes de tres productores, EM comercial, agua + melaza, más un testigo absoluto. Se registraron los siguientes parámetros: altura, número de flores, número de hojas y número de frutos por plantas, color de plantas, inicio de las etapas fenológicas (floración, fructificación, y madurez de frutos), incidencia de enfermedades, severidad de infección, y presencia de insectos. Para el experimento 2 (DBCA, cuatro repeticiones) se evaluó la aplicación semanal de MM⁻¹, EM, Agua + melaza, y un testigo absoluto sobre un subset de los parámetros del experimento 1. En el experimento 1, solamente los tratamientos con MM⁻¹ fueron significativamente superiores que los demás tratamientos para los parámetros de hojas y flores por plantas. Para el experimento 2, los tratamientos con microorganismos, sobre todo con MM, generaron valores significativamente superiores al EM y a los demás tratamientos para el número de flores y frutos por planta y para el rendimiento. Estos resultados evidencian el potencial de que los MM funcionen mejor que EM bajo las condiciones del lugar donde son nativos comparados con EM como un producto comercial externo. Mientras que estos resultados indican un efecto benéfico sobre algunos parámetros, la falta de consistencia de los resultados entre los experimentos 1 y 2 revela que el comportamiento de los tratamientos es muy variado, y sugiere que los trabajos deberían ser complementados por otros estudios futuros.

Jácome (2013), menciona que el proceso tecnológico inicio con la recolección de la materia prima, que fue sometida al proceso de compostaje, por un espacio de 16 semanas, se empleó un Diseño Completamente al Azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, cada unidad experimental estuvo conformada con 50 kg de materia orgánica a compostar, se utilizaron dos dosis de cabello humano: de 5 y 10 %, dos grupos diferentes de microorganismos: microorganismos eficientes (EM) y *Trichoderma spp*, conjuntamente con estiércol y pasto. Se comprobó que la formulación del tratamiento T2 (2% Microorganismos Eficientes + 10% Cabello humano + 24% Estiércol de cuy + 64% Poda de pasto) fue la más adecuada para obtener

una concentración óptima de macronutrientes, elementos secundarios y micronutrientes con valores de: 0.12% de Nitrógeno, 0.028% de Fósforo, 0.60% de Potasio, 0.56% de Calcio, 0.085% de Azufre, 0.059% de Magnesio, 6.01 ppm de Boro, 4.11 ppm de Cobre, 127.13 ppm de Hierro, 56 ppm de Manganeso y 22.29 ppm de Zinc y además, alcanzó un pH ligeramente ácido de 6.27, una conductividad eléctrica de 12.91 mS/cm que se traduce en un compost con una concentración salina fuerte, el rendimiento fue del 65% y el costo de producción por kilogramo de compost mereció un valor de 0.07 USD.

Callisaya-Quispe y Fernández-Chávez (2017), evaluaron el comportamiento agronómico del pepinillo y su rendimiento bajo condiciones controladas. En esta investigación se inició captando y recolectando los Microorganismos del suelo en la comunidad de Suiqui – Chulumani, se multiplicó y a partir de ello posteriormente se aplicó el EM en el cultivo de pepinillo, en la comunidad de Marquirivi, Municipio de Achocalla. El diseño utilizado fue bloques al azar; con 3 repeticiones y 6 tratamientos, en cada tratamiento se evaluaron 12 muestras. Las concentraciones de EM utilizadas fueron: C1=10%, C2= 50% y C3 = 80%. Se registraron datos sobre las variables agronómicas y variables de rendimiento desde el inicio hasta la culminación de la investigación. Llegando a determinar estadísticamente diferencias respecto al efecto de la aplicación de EM en cuanto a la altura de planta, número de frutos por planta, y el rendimiento registrándose un rendimiento más alto del T5 con 14.57 kg/4.2 m², resultado de la variedad SMR-58 con la concentración 2 (50% de EM diluida en 5 litros de agua), en comparación al T1, la variedad Eureka con la concentración 1 (10% de EM diluida en 5 litros de agua) que no fueron favorables los datos registrados. En el análisis económico por tratamientos se determinó la relación beneficio/costo, donde los tratamientos 2, 4, 5 y 6, obtuvieron valores aceptables ($B/C \geq 1$). Más al contrario los tratamientos 1 y 3 no se registraron ganancias a partir de lo invertido.

De acuerdo con, Álvarez *et al.* (2018), se evaluó el efecto de microorganismos benéficos (MOBs) en el desarrollo del cultivo de fresa (*Fragaria sp.*), inocularon en el suelo un consorcio microbiano, con cuatro repeticiones por cada piso altitudinal; posteriormente se plantó fresa. En los medios de cultivo constató la presencia de levaduras, *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.*, y actinomicetos, donde comprobó que, según la procedencia, los microorganismos presentan efectos heterogéneos en el desarrollo de las plantas. Por lo que, concluye que en cada piso altitudinal existen microorganismos benéficos de acuerdo con la especie vegetal, que su inoculación en el suelo incrementa el número de hojas, así como también favorece el desarrollo longitudinal, diametral y de raíces, de las plantas de fresa.

Por otro lado, Hurtado-Calero *et al.* (2019), valoraron la utilización individualizada y asociada de los biofertilizantes microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado en el incremento agro productivo del pepino. Los tratamientos aplicados fueron un control, inoculación al suelo y aplicaciones foliares de Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado a 100 y 200 mL*L⁻¹ y la inoculación al suelo con Microorganismos eficientes, a 100 mL*L⁻¹ y aplicaciones foliares con vermicompost lixiviado a 100 mL*L⁻¹. Las variables evaluadas fueron el número de hojas, de flores femeninas y de frutos por planta, longitud de frutos en cm, masa de los frutos en g y el rendimiento en kg*m⁻². Los resultados mostraron que la aplicación individual y combinada de los biofertilizantes tuvieron un efecto bioestimulante en la producción de pepino y la aplicación de microorganismos eficientes a 100 mL*L⁻¹ y la combinación con vermicompost lixiviado a 100 mL*L⁻¹ constituyen una alternativa en la productividad del cultivo, especialmente, porque aumentaron el número de hojas, flores femeninas, frutos, masa y longitud de los frutos e incrementaron el rendimiento en 42% con relación al tratamiento control.

Según, Calero H. *et al.* (2019), analizó diferentes formas de aplicación de microorganismos en la producción de plántulas de tomate, con un Diseño de Bloques al Azar, en esquema factorial 4x3, el tamaño de las parcelas fue de 2m² y los factores de estudios fueron la aplicación de microorganismos eficientes en cuatro niveles: sin (0), inoculación de la semilla a 100 mL*L⁻¹ (S), aplicaciones foliares a 100 mL*L⁻¹ (F) y la inoculación a la semilla más aplicaciones foliares (S+F) y tres variedades (Amalia, Rilia y Seen⁻²), con tres repeticiones. Los descriptores evaluados fueron el porcentaje de germinación, diámetro del tallo en cm, altura de planta en cm, número de hojas, rendimiento (plántulas m⁻²) y el ciclo de producción de las plántulas (días). Los resultados mostraron que, en las tres variedades de tomate, la combinación de la inoculación a las semillas con las aplicaciones foliares de microorganismos eficientes incrementó el diámetro del tallo, la altura de la planta, el número de hojas y el rendimiento en las variedades Amalia y Rilia en 26 % y en la Seen⁻² un 25% con relación al tratamiento control y el ciclo de producción de plántulas fue reducido en las variedades Amalia y Seen⁻² un 24% y en la Rilia un 22%.

Por otro lado, Alejo y Mesa (2019), emplearon un diseño experimental en bloques al azar con tres tratamientos y cuatro replicas. Se muestrearon 40 plantas por tratamiento, con un área experimental de 33 m² por parcela y total de 99 m². Se asperjaron el área foliar y el suelo alrededor de la planta con el biopreparado, a dosis de 48 y 60 L* ha⁻¹ en cuatro aplicaciones, con un intervalo de 10 días, a partir del décimo día de la emergencia. Fueron evaluados

indicadores morfoagronómicos y se realizó la valoración económica del experimento. Al analizar los resultados, determinaron que todos los tratamientos evaluados, superaron estadísticamente al testigo y que el tratamiento ME-UCf a dosis de $60 \text{ L}^* \text{ ha}^{-1}$, resultó el mejor, seguido por ME-UCf a $48 \text{ L}^* \text{ ha}^{-1}$, lo que demostró la factibilidad del biopreparado. En todos los tratamientos con microorganismos eficientes evaluados, se redujo la distribución de plagas, mientras que, en el testigo, se incrementó. Al determinar la factibilidad económica, ME-UCf a la dosis de $60 \text{ L}^* \text{ ha}^{-1}$, resultó el mejor, con $34005.45 \text{ CUP}^* \text{ ha}^{-1}$ de ganancia con relación al testigo.

Por otra parte, Avilés León (2020), en su análisis bibliográfico detalla que existen microorganismos que promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas, concluyendo que son beneficiosos para las plantas, ayudando a la regulación de pH, conductividad eléctrica, absorción de nutrientes, control de microorganismos patógenos, solubilizando nutrimentos para la nutrición vegetal, y sobre todo devolviendo la vida microbiológica del suelo.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Suelo

La conceptualización del suelo es muy relativa, puesto que, morfológicamente, se lo conoce como un cuerpo natural compuesto de minerales, materia orgánica, líquidos y gases que se encuentran en la superficie terrestre, y se caracteriza por su estructura en capas u horizontes resultantes de las adiciones, supresiones o transformaciones de materia y energía (Schoonover y Crim, 2015). Mientras que por sus componentes genéticos el suelo es materia mineral no consolidada existente en la superficie de la Tierra que ha sufrido cambios en su estructura debido a factores ambientales, efectos del agua, temperaturas a desnivel, macro y micronutrientes, causales condicionantes por la topografía de la zona, los cuales difieren en las propiedades físico, químicas y biológicas de este recurso (González-Cueto *et al.*, 2009).

El suelo se ha visto sometido a elevados cambios tanto en su estructura como en su composición. I. Martínez *et al.*, (2019), la erosión es uno de los principales procesos que repercute la calidad de este recurso, este problema ambiental se ha generado a través del tiempo mediante la llegada de la agricultura moderna con la revolución industrial en los años ochenta mediante este legado se introdujo semillas modificadas genéticamente, la falta de adaptabilidad de estas semillas generó aparición de plagas y enfermedades y con ello la introducción de

pesticidas que a pesar de incrementar el rendimiento, el suelo se ha degradado constantemente (Castelán *et al.*, 2017).

2.2.1.1 Degradación. El proceso de degradación del suelo se caracteriza por el deterioro masivo de los contenidos de materia orgánica, macro y micronutrientes, microfauna, estructura, niveles de acidez y salinidad y disminución en los servicios ecosistémicos que presenta el suelo, siendo así uno de los principales limitantes la producción agrícola masiva (Lal, 2015). Entre las consecuencias de este proceso erosivo a nivel físico, químico y biológico destaca la contaminación de los recursos agua, aire, aumento de la toxicidad por liberación de concentrados químicos, disminución de la productividad agrícola, migración, suelos compactados, pérdida de biodiversidad y con ello inseguridad alimentaria (Suquilanda, 2008).

Según Espinoza *et al.* (2011), mencionan que la degradación del suelo es un proceso generado por la mano del hombre, pues la introducción de maquinaria agrícola, liberación de semillas sin previa adaptación, ampliación de la cartilla de productos de síntesis química, demografía, son pastillas que conducen a cambios en el clima, repercutiendo de esta manera la capa arable del suelo.

Por otro lado, Jácome (2013), menciona que el uso indiscriminado de herbicidas, plaguicidas y productos derivados del petróleo para el control de los principales monocultivos y pastizales son la causa principal de desertificación y destrucción de muchas áreas productivas que se han convertido en páramos, la destrucción de la macrofauna del suelo pone en riesgo los índices productivos puesto que estos microorganismos son la base de la función productora del suelo.

2.2.1.2 Manejo Convencional. Los sistemas de producción convencional se caracterizan por el monocultivo, siendo los rubros principales papa, leguminosas, gramíneas y pastizales, uso dependiente y excesivo de productos de síntesis química, semillas modificadas genéticamente, uso inadecuado de maquinaria agrícola Bai *et al.*, (2018), prácticas que han degradado el suelo en un 47% Suquilanda, (2008), elevando las formas de contaminación ambiental, reduciendo la capacidad productiva de los suelos, bajos índices de servicios ecosistémicos, porcentajes de enfermedades en la humanidad y productos alimenticios con altos niveles de residualidad contaminante (Gil *et al.*, 2012).

2.2.1.3 Fertilidad del Suelo. Según Álvarez y Rimski-Korsakov (2016), los procesos de suministro de nutrientes se conocen como fertilidad del suelo. Mientras que Andrades y Martínez (n.d.), consideran que la capacidad de un suelo para proporcionar las condiciones fisicoquímicas y biológicas favorables para el desarrollo óptimo de los cultivos se conoce como fertilidad del suelo, de tal manera que se garantice la producción y rendimiento sostenible de los alimentos en el tiempo. Entre los parámetros físicos del suelo se consideran rocas y minerales, partículas que han sufrido procesos de cambio estableciendo así agregados como limos y arcillas, componentes que determinan la textura del suelo (Galarza, 2019).

Villalba Martínez *et al.* (2020), indican que la fertilidad química de los suelos se encuentra denotada por indicadores como pH, cantidad de macro y microelementos minerales, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y el componente biológico esta referenciado por los organismos vivos que influyen en el suelo, desde plantas u hongos, hasta bacterias y protozoos, pasando por animales de gran tamaño como insectos o lombrices, siendo estos responsables de procesos de transporte de agua y nutrientes, así como de reciclaje, degradación y mineralización de sustentos y poner a disposición de las plantas (Anaya, 2022).

Es por lo que la introducción de tecnologías de manejo sostenible como alternativa para el mejoramiento de los suelos, permitirá mejorar la capacidad de absorción de nutrientes disponibles dentro de ecosistemas agrícolas, entre las tecnologías de mejoramiento sostenible del suelo se menciona la aplicación de microorganismos eficientes, uso de abonos orgánicos como biol, bocashi, lombricomposta con la finalidad de restituir la capa arable de este recurso (Sánchez *et al.*, 2011).

2.2.1.4 Alternativas de Manejo Sostenible. La agroecología se enfoca en prácticas sostenibles que en sí buscan devolver la capacidad productiva de los suelos, garantizar la conservación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo a través del tiempo, sin provocar su degradación (Sullivan, 2007). Además, Mateos-Marcos (2017), manifiesta que la agroecología es una agricultura de procesos y principios agroecológicos con componentes de alta diversidad entre plantas, animales, microorganismos del suelo y el hombre.

De tal manera que la recuperación de técnicas ancestrales como labranzas mínimas, aplicación de terrazas en terrenos con pendientes pronunciadas, cultivos en contorno, uso de semillas nativas, rotación de especies, siembras asociadas con las finalidad de obtener mejoras

en la estructura del suelo que ayudan a su capacidad de retención de nutrimentos y almacenaje de agua, facilitando el labrado para su producción, reducción en procesos erosivos, producción de sistemas de raíces más profundos y prolíficos en las especies (León-Duran y Acevedo-Osorio, 2021). Es esencial mantener un equilibrio entre los niveles de materia orgánica y humus para llevar un suelo sostenible.

Ramos *et al.* (2019), mencionan que los abonos orgánicos son alternativas para mejorar la calidad del suelo, como la lombricomposta ya que contiene macro y micronutrientes indispensables para el desarrollo de los cultivos, además ayuda a restablecer cadenas tróficas por medio de la biota edáfica que se genera, bioestimula los procesos intrínsecos para reconstruir la funcionalidad del suelo. Es así como, Álvarez y Rimski-Korsakov (2016), indican que el bocashi es otro ejemplo de alternabilidad del suelo que se emplea como mejorador de este recurso que aumenta la diversidad microbiana, mejora condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

2.2.2 Microorganismos Eficientes

Según, Pedraza *et al.* (2010), los microorganismos eficientes son una sociedad microbiana de distintas especies de microorganismos benéficos aerobios y anaerobios que son cultivados en medios líquidos, de este cultivo madre se destacan bacterias fototrópicas, ácido lácticas, levaduras, hongos y actinomicetos, siendo utilizados en el suelo como regeneradores. Jácome (2013), indica que los microorganismos nos ayudan a controlar enfermedades en los cultivos, tal es el caso de *Bacillus thuringiensis* que funciona en el control de plagas como el gusano cogollero del maíz, larvas de orugas en frutales, además se menciona que el complejo de microorganismos se lo emplea como inoculantes en la diversificación microbiana del suelo. Además, Salazar (2021), argumenta que los microorganismos eficientes no solo se emplean como acondicionador de suelos, sino que también entre sus funciones se esclarece la producción de alimento con altos estándares de calidad, libres de residuos químicos, idóneos en el manejo de desechos sólidos y líquidos provenientes del campo agropecuario, procesamientos en la industria alimenticia, entre otros.

2.2.2.1 Características de Microorganismos Eficientes. Las *bacterias* son el grupo mayoritario en el suelo, millones de estos microorganismos son responsables de proveer nutrientes a las plantas, algunas sueltan nitrógeno, azufre, fósforo y algunos micronutrientes procedentes de la materia orgánica, otras se encargan de la descomposición de minerales, mientras que otros ejemplares se encargan de la

producción de hormonas promotoras de crecimiento ejerciendo mayor potencial en el desarrollo radicular (Sullivan, 2007).

Los *hongos* tienen formas multivariadas en el suelo, la mayoría de estos colonizan la materia orgánica misma que ayudan a descomponer y liberar nutrientes para ser asimilados por las plantas, también producen hormonas vegetales y antibióticos, e incluso actúan como antagonistas de organismos unicelulares patógenos Pedraza *et al.*, (2010), además, las micorrizas incrementan el consumo de agua y fósforo siendo eficaces en suelos infértiles o con alto porcentaje de degradación, su acción provee crecimiento radicular y supresión de enfermedades (Delgado-Silva y Gutiérrez-Montoya, 2022).

En cuanto, a los *actinomicetos* son bacterias filamentosas que contribuyen en la desintegración de materia orgánica principalmente convirtiéndola en humus, además de la producción de antibióticos para control de enfermedades radiculares Sullivan, (2007), son indicadores de suelos biológicamente activos.

2.2.2.2 Beneficios de Microorganismos Eficientes. Los microorganismos benéficos son empleados en la producción de alimentos de alta calidad y libres de agroquímicos; que favorecen al restablecimiento del equilibrio microbiológico del suelo, mejorando así sus condiciones fisicoquímicas, también incrementa la producción de los cultivos y su protección, además de conservar los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Sarmiento-Sarmiento *et al.*, 2019).

Por consiguiente, Acosta-Almánzar (2012), señala que los microorganismos ayudan a la fijación de nitrógeno atmosférico, descomposición de desechos y residuos orgánicos, degradan pesticidas, mejoran la sanidad y nutrición de las plantas, suprimen patógenos del suelo, incrementan el acceso y reciclaje de nutrientes, y producen componentes bioactivos como enzimas y hormonas que estimulan el desarrollo de los cultivos (Luna-Feijoo y Mesa-Reinaldo, 2016).

2.2.3 Cultivo de Fresa

El cultivo de fresa es un producto con alta demanda productiva a nivel mundial, los países que sobresalen son China, Estados Unidos y México, entre los principales (Hernández-Valencia *et al.*, 2022). Esta es una baya que en estado de producción requiere de bastante agua de ahí su composición, es una fruta muy susceptible al ataque de enfermedades de carácter fungoso y bacterianas (Cano, 2013).

2.2.3.1 Manejo Agronómico del Cultivo de Fresa. La fresa al ser una fruta muy apetecida por los mercados nacionales y extranjeros prefiere suelos con alto contenido de materia orgánica, con buen drenaje y pH que oscilen entre 5.5 a 6.5 Rivadeneira, (2016), en cuanto a condiciones climáticas se adapta rápidamente en zonas templadas, pero se favorece en ambientes que fluctúan entre 10 a 25 °C Acosta, (2013), hay que tomar en cuenta variaciones climáticas que retardan el desarrollo de las plantas (aparición de plagas y enfermedades).

García *et al.* (2012), mencionan que el riego por goteo es ideal para el desarrollo del cultivo de fresa ya que mediante este sistema hay una óptima distribución de agua y nutrientes hacia la zona de influencia radicular, siendo así la fresa consume de 400 a 600 mm*ha⁻¹ (Gijón, 2017).

Además, se recomienda hacer podas fitosanitarias y desarrollo, como el cultivo en estudio ya se encuentra establecido, se debe mantener podas de inflorescencias con la finalidad de darle mantenimiento y vigor a las plantas de fresa, y eliminar hojas viejas con ello se evita la proliferación de patógenos (Rivadeneira, 2016).

2.2.3.2 Requerimiento Nutricional. El proceso de fertilización de la fresa se debe realizar previo a un análisis de suelo y de acuerdo con las necesidades requeridas por el cultivo (Ávila, 2015). Para el caso de la fresa se emplea fertirriego por aprovechamiento de nutrientes puesto que la distribución y absorción es equitativa por parte de la planta Molina, (2018), como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Requerimiento nutricional para el cultivo de fresa

Nutrientes	Dosis (kg*ha ⁻¹)
N	200 – 300
P ₂ O ₅	200 – 300
K ₂ O	300 – 400
MgO	40 – 60
CaO	100 – 150
S	40 – 60

Nota. La tabla nos indica el requerimiento nutricional de *Fragaria x annassa*. Tomado de E. Molina, (2018).

Sin embargo, (Chirinos, 2019), menciona que el cultivo de fresa durante la producción (etapas de floración y fructificación), demanda de los siguientes nutrientes que se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2

Requerimiento nutricional de la fresa durante la etapa de floración y fructificación

Macronutrientes (%)		Micronutrientes	
N	2.50 – 4	Fe	50 – 250 ppm
P	0.25 – 1	Mn	30 – 350 ppm
K	1.25 – 3	B	20 – 75 ppm
Ca	1– 2.50	Cu	6 – 100 ppm
Mg	0.25 – 1	Zn	20 – 250 ppm
S	0.13 – 0.48	Mo	0.25 – 0.50 ppm
		Cl	0.10 – 0.50 %
Elementos no esenciales			
	Na		0 – 2000 ppm
	Al		0 – 250 ppm

Nota. Esta tabla muestra los requerimientos nutricionales de *Fragaria x annassa* durante la etapa de producción. Tomado de (Chirinos, 2019)

2.3. Marco Legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

En el **Capítulo II** de la Constitución, titulado **Derechos del Buen Vivir, Sección primera (Agua y Alimentación)** se hace referencia a los artículos siguientes:

Art.13.- “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria”(Ecuador, 2011, pág.13).

Art. 14.- “Se 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. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados” (Ecuador, 2011, pág.13).

Art.15.- “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional” (Ecuador, 2011, pág.15).

En el **Capítulo VII** denotado *Derechos de la naturaleza*, nos menciona que:

Art.72.- “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. De tal manera que la investigación hace referencia a este antecedente porque mediante la aplicación de microorganismos eficientes se busca regenerar el suelo, fuente de producción de los ecosistemas” (Ecuador, 2011, pág.32).

En el **Capítulo III** denominado *Soberanía alimentaria*.

Art. 281.- “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente” (Ecuador, 2011, pág.92).

En el **Capítulo II** titulado *Biodiversidad y recursos naturales*, **Sección primera (Naturaleza y ambiente)**

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. “El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras” (Ecuador, 2011, pág.121).

2. “Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional” (Ecuador, 2011, pág.121).

3. “El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales” (Ecuador, 2011, pág.121).

4. “En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza” (Ecuador, 2011, pág.121).

Art. 397.- “En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental” (Ecuador, 2011, pág.122). Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. “Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado” (Ecuador, 2011, pág.122).

2. “Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales” (Ecuador, 2011, pág.122).

3. “Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente” (Ecuador, 2011, pág.122).

4. “Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado” (Ecuador, 2011, pág.122).

5. “Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad” (Ecuador, 2011, pág.122).

En la Sección segunda (Biodiversidad):

Art. 400.- “El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país” (Ecuador, 2011, pág.123).

Art. 401.- “Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales” (Ecuador, 2011, pág.123).

Art. 402.- “Se prohíbe el otorgamiento de derechos, incluidos los de propiedad intelectual, sobre productos derivados o sintetizados, obtenidos a partir del conocimiento colectivo asociado a la biodiversidad nacional” (Ecuador, 2011, pág.123).

Art. 403.- “El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza” (Ecuador, 2011, pág.123).

Mientras que en la **Sección cuarta (Recursos naturales)**:

Art. 408.- “Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución. El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota. El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad” (Ecuador, 2011, pág. 124).

Además, en la **Sección quinta (Suelo)**:

Art. 409.- “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” (Ecuador, 2011, pág. 125).

Art. 410.- “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” (Ecuador, 2011, pág.125).

2.3.2 Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales

Art. 11.- “De la función social. La propiedad de la tierra rural deberá cumplir con la función social. Esta presupone que el sistema productivo agrario establecido en el predio mantenga una producción sostenible y sustentable para garantizar la soberanía alimentaria, la generación de trabajo familiar o de empleo, el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de producción, agroindustria y exportación agropecuaria, de conformidad con la Ley. Además, la función social de la propiedad de la tierra rural implica que el derecho del propietario o

poseionario no afecta otros derechos individuales y colectivos que concurren con este” (MAAE, 2016, pág.7).

El predio rural con aptitud productiva cumple la función social cuando reúne las siguientes condiciones:

a) “Se realizan en él actividades productivas de manera continua, sostenible y sustentable, incluyendo los períodos de descanso” (MAAE, 2016, pág.7).

b) “Genera trabajo familiar o empleo” (MAAE, 2016, pág.7).

c) “Que por su extensión y eficiencia productiva no constituye latifundio, establecido por la Autoridad Agraria Nacional, ni concentración de tierra rural, en los términos de esta Ley” (MAAE, 2016, pág.7).

d) “Se aprovechen sosteniblemente las obras de riego, drenaje, infraestructura existente y otras que el Estado ha ejecutado para mejorar la producción y la productividad agropecuaria” (MAAE, 2016, pág.7).

e) “Mantenga los promedios de producción y productividad establecidos por la Autoridad Agraria Nacional de acuerdo con la zona en que se encuentra y al sistema de producción” (MAAE, 2016, pág.7).

f) “Su aprovechamiento respete los derechos individuales y colectivos de las y los trabajadores y poblaciones humanas en el área de influencia del predio” (MAAE, 2016, pág.7).

g) “Se empleen tecnologías que no afecten a la salud de las y los trabajadores y de la población. Los criterios para establecer los promedios de producción y productividad de cada zona agroecológica los definirá la Autoridad Agraria Nacional, a partir de los siguientes parámetros”(MAAE, 2016, pág.7).

1. “La aptitud del suelo considerando condiciones físicas, químicas y biológicas, climáticas, altitud, topografía, humedad del suelo y fertilidad, salinidad, alcalinidad, entre otros elementos, tales como la capacidad de resiliencia, calidad de semillas y tipo de insumos” (MAAE, 2016, pág.7).

2. “Potencial productivo de los suelos que permite obtener beneficios económicos, considerados de acuerdo con el tipo de producto para cada zona, semillas e insumos de conformidad con la metodología que se establecerá en el reglamento a esta Ley” (MAAE, 2016, pág.7).

3. “Cartografía zonal de suelos de acuerdo con las características edáficas y topográficas” (MAAE, 2016, pág.7).

Art. 12.- “De la función ambiental. La propiedad de la tierra rural deberá cumplir con la función ambiental. En consecuencia, deberá contribuir al desarrollo sustentable, al uso racional del suelo y al mantenimiento de su fertilidad de tal manera que conserve el recurso, la agrobiodiversidad y las cuencas hidrográficas para mantener la aptitud productiva, la producción alimentaria, asegurar la disponibilidad de agua de calidad y contribuya a la conservación de la biodiversidad. El sistema productivo existente en el predio permitirá optimizar la relación de las actividades agrarias con las características biofísicas del ambiente natural. El cumplimiento de la función ambiental conlleva también el respeto a los derechos ambientales individuales, colectivos y los derechos de la naturaleza” (MAAE, 2016, pág.8).

El predio rural con aptitud agraria cumple la función ambiental cuando su sistema productivo reúne las siguientes condiciones:

a) “Se empleen prácticas productivas que promuevan la sustentabilidad de los recursos naturales renovables y de la agrobiodiversidad aplicados a la actividad agraria” (MAAE, 2016, pág.8).

b) “Se cumplan con las leyes y los parámetros técnicos de calidad ambiental en materia agraria, de acuerdo con las regulaciones vigentes” (MAAE, 2016, pág.8).

c) “Se observen los criterios de manejo de recursos naturales y de zonificación para el uso del suelo con aptitud agraria contenido en el plan de producción, para evitar procesos como: erosión, salinidad, compactación, pérdida de fertilidad y productividad, pérdida de la cobertura vegetal; degradación de la estructura del suelo, entre otros” (MAAE, 2016, pág.8).

d) “Se realicen acciones a fin de evitar la contaminación, sedimentación de cuerpos de agua, disminución de caudales y desperdicio de agua” (MAAE, 2016, pág.8).

e) “Se observen los parámetros que establezca la Autoridad Agraria Nacional en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la protección del suelo, cuando exista cobertura vegetal, bosque natural plantado, páramo o manglar y especies arbustivas” (MAAE, 2016, pág.8).

“En el reglamento a la presente Ley se establecerán los parámetros de cumplimiento de estas condiciones y se incorporarán los mecanismos de coordinación interinstitucional para determinar el cumplimiento de la función ambiental, según la metodología de aplicación de las

variables a considerarse, de acuerdo con el anexo técnico número dos de esta Ley” (MAAE, 2016, pág.8).

“Cumple la función ambiental la tierra rural de propiedad privada o comunitaria dedicada a conservación de recursos naturales renovables reconocidos por la autoridad competente, tales como áreas bajo incentivo estatal para la conservación, protección o producción forestal reguladas legalmente, recreación o actividades ecoturísticas” (MAAE, 2016, pág.8).

“El Estado establecerá políticas y generará estímulos e incentivos para quienes cumplan la función social y la función ambiental. El incumplimiento de la función ambiental será establecido por la Autoridad Agraria Nacional previo informe de la Autoridad Ambiental Nacional” (MAAE, 2016, pág.8).

“Para la determinación del cumplimiento de la función ambiental, se utilizarán las variables establecidas en el anexo técnico número dos que forma parte de esta Ley, aplicadas de conformidad con el reglamento a la misma” (MAAE, 2016, pág.8).

En el **Capítulo IV De la protección y recuperación de la fertilidad de la Tierra rural de producción.**

Art. 49.- “Protección y recuperación. Por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas” (MAAE, 2016, pág.19).

2.3.3 Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura (Objeto, ámbito y fines)

Art. 1.- “Objeto. La presente Ley tiene por objeto proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en lo relativo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; asegurar la producción, acceso libre y permanente a semillas de calidad y variedad, mediante el fomento e investigación científica y la regulación de modelos de agricultura sustentable; respetando las diversas identidades, saberes y tradiciones a fin de

garantizar la autosuficiencia de alimentos sanos, diversos, nutritivos y culturalmente apropiados para alcanzar la soberanía alimentaria y contribuir al Buen Vivir o Sumak Kawsay” (MAAE, 2018, pág.2).

“Garantiza el uso, producción, fomento, conservación e intercambio libre de la semilla campesina que comprende las semillas nativa y tradicional; y la producción, certificación, comercialización, importación, exportación y acceso a la semilla certificada, mediante la investigación y el fomento de la agricultura sustentable” (MAAE, 2018, pág.2).

Art. 2.- “Ámbito de Aplicación. La presente Ley regula las actividades de las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades; y su aplicación es general en el territorio nacional. Es de interés nacional la investigación, producción, certificación, abastecimiento, uso, exportación y comercialización de semillas de calidad” (MAAE, 2018, pág.2).

Art. 3.- “De la Agrobiodiversidad. Para efectos de la presente Ley la agrobiodiversidad comprende únicamente los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura” (MAAE, 2018, pág.2).

Art. 4.- “Principios. Constituyen principios de aplicación de esta Ley los siguientes” (MAAE, 2018, pág.3).

a) “Sostenibilidad: Garantiza la producción de semillas mediante el fortalecimiento del adecuado uso de la agrobiodiversidad” (MAAE, 2018, pág.3).

b) “Sustentabilidad: Aprovechamiento eficiente y conservación de la agrobiodiversidad, para garantizar la soberanía y seguridad alimentarias” (MAAE, 2018, pág.3).

c) “Interculturalidad: Respeto a los valores tradicionales, prácticas culturales y fortalecimiento de la interculturalidad y de la identidad nacional, que facilite la producción, uso e intercambio de semillas nativa y tradicional, así como compartir sus usos y prácticas, según lo previsto en la Ley” (MAAE, 2018, pág.3).

d) “Prevención: Adopción de medidas para evitar el desabastecimiento de semillas de calidad a nivel nacional, en caso de déficit de semilla causado por desastres naturales, cambio climático o efectos tecnológicos” (MAAE, 2018, pág.3).

e) “Solidaridad: Promoción de la solidaridad entre los productores y productoras de semilla para alcanzar la soberanía alimentaria y fomentar el equilibrio campo – ciudad” (MAAE, 2018, pág.3).

f) “Participación, control social y transparencia: Ejercicio del derecho constitucional de participación ciudadana, control y transparencia en la gestión de la agrobiodiversidad” (MAAE, 2018, pág.3).

g) “Abastecimiento nacional: Fomento del abastecimiento nacional de semilla para la producción de alimentos suficientes que garantice el derecho a la alimentación” (MAAE, 2018, pág.3).

h) “Equidad social, de género y generacional: Participación de hombres y mujeres en igualdad de condiciones para el acceso equitativo a semilla nativa, campesina y certificada, así como en la formulación de políticas de conservación de la agrobiodiversidad y semilla, y en la producción y comercialización de semilla” (MAAE, 2018, pág.3).

i) “Eficiencia: Promoción del uso óptimo de los factores productivos en la generación de semillas de calidad y conservación de la agrobiodiversidad” (MAAE, 2018, pág.3).

j) “Patrimonio: Las semillas nativas y el recurso biológico en ellas contenido, constituyen parte del acervo cultural de los pueblos y nacionalidades” (MAAE, 2018, pág.3).

En el **Capítulo I (De los derechos)**

Art. 8.- “Derechos en el ámbito de la agrobiodiversidad. La presente Ley garantiza los siguientes derechos individuales y derechos colectivos de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades” (MAAE, 2018, pág.4).

c) “Derecho de las personas naturales o jurídicas a la libre asociación para investigar, producir, comercializar semillas nativas, tradicionales y certificadas” (MAAE, 2018, pág.4).

e) “Derecho a la conservación, restauración y sostenibilidad de la agrobiodiversidad y de las buenas prácticas y producción sustentable de alimentos” (MAAE, 2018, pág.4).

Título I (De la institucionalidad), Capítulo I (De la rectoría)

Art. 14.- “Deberes del Estado. El Estado tendrá los siguientes deberes” (MAAE, 2018, pág.6).

l) “Garantizar la soberanía alimentaria y la conservación de la agrobiodiversidad mediante el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica participativa” (MAAE, 2018, pág.6).

n) “Asegurar la producción agrícola sustentable para garantizar la agrobiodiversidad y el mantenimiento de los saberes y conocimientos asociados” (MAAE, 2018, pág.6).

q) “Establecer y aplicar medidas de precaución, control y restricción a las actividades que puedan conducir a la destrucción, erosión y contaminación fitosanitaria y genética de la agrobiodiversidad y de los ecosistemas” (MAAE, 2018, pág.6).

s) “Fomentar la formación integral, capacitación, educación técnica y científica, adecuadas para el desarrollo de la agrobiodiversidad, la agricultura sustentable en los centros de educación que tengan este carácter y en los demás niveles educativos que corresponda” (MAAE, 2018, pág.6).

Título IV (De la Agricultura Sustentable), Capítulo I (De las Buenas Prácticas)

Art. 48.- “Agricultura Sustentable. Para efectos de aplicación de esta Ley, se entiende por agricultura sustentable a los sistemas de producción agropecuaria que permiten obtener alimentos de forma estable, saludable, económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y preservando el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer la calidad presente y futura del recurso suelo, disminuyendo los riesgos de degradación del ambiente y de contaminación física, química y biológica de los productos agropecuarios. Constituyen modelos de agricultura sustentable: la agroecología, agricultura orgánica, agricultura ecológica, agricultura biodinámica, agricultura biointensiva, permacultura, agricultura sinérgica, bosque de alimentos, agricultura natural, y otras que se establezcan” (MAAE, 2018, pág.14).

Art. 49.- “Prácticas y tecnologías. Constituyen prácticas y tecnologías de agricultura sustentable, destinadas al uso de alternativas de innovación tecnológica, que debe fomentar el Estado las siguientes” (MAAE, 2018, pág.15).

a) “Promover la recuperación y conservación de los recursos fitogenéticos para la diversificación de los sistemas productivos de esta agricultura” (MAAE, 2018, pág.15).

b) “Garantizar la fertilidad y biodinámica del suelo mediante prácticas de conservación y evitar su erosión, degradación y contaminación” (MAAE, 2018, pág.15).

c) “Promover la regeneración de los recursos naturales renovables y de los sistemas productivos” (MAAE, 2018, pág.15).

d) “Prevenir y controlar las plagas y enfermedades mediante el uso de biopreparados, repelentes y atrayentes, así como la diversificación, introducción y conservación de enemigos naturales” (MAAE, 2018, pág.15).

e) “Difundir mediante programas y campañas de educación e información pública los beneficios que reporta esta producción agrícola, tanto para productores como para consumidores” (MAAE, 2018, pág.15).

j) “Incrementar la inmunidad natural de los sistemas agrícolas” (MAAE, 2018, pág.15).

k) “Recuperar el equilibrio y capacidad regenerativa de los sistemas agrícolas, liberándolos de pesticidas y agrotóxicos” (MAAE, 2018, pág.15).

l) “Incrementar y optimizar la productividad agrícola de forma sostenible y permanente” (MAAE, 2018, pág.15).

Art. 50.- “Fomento e incentivos de las buenas prácticas. A fin de apoyar e impulsar el trabajo agrícola de los productores que desarrollan sistemas de agricultura sustentable, orientados a garantizar la seguridad y soberanía alimentarias, el Estado a través de la Autoridad Agraria Nacional realizará las siguientes acciones” (MAAE, 2018, pág.15).

a) “Dictará políticas públicas destinadas a desarrollar estos sistemas de producción” (MAAE, 2018, pág.15).

b) “Impulsará el desarrollo de programas y proyectos de emprendimiento de agricultura sustentable con asistencia técnica y financiera” (MAAE, 2018, pág.15).

c) “Desarrollará y ejecutará programas de ampliación de la producción, agroindustria, comercialización y exportación de productos generados por estos sistemas de producción agrícola” (MAAE, 2018, pág.15).

d) “Priorizará la adquisición de productos de la agricultura sustentable en los procesos de compras públicas para los programas de inversión social” (MAAE, 2018, pág.15).

g) “Fomentará la información al consumidor en materia de nutrición, seguridad y soberanía alimentaria” (MAAE, 2018, pág.15).

2.3.4 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

En el Título I (Principios generales)

Artículo 2. “Carácter y ámbito de aplicación.” - Las disposiciones de esta Ley son de orden público, interés social y carácter integral e intersectorial. Regularán el ejercicio de los derechos del buen vivir -sumak kawsay- concernientes a la soberanía alimentaria, en sus múltiples dimensiones” (Soberanía, 2010, pág.1).

“Su ámbito comprende los factores de la producción agroalimentaria; la agrobiodiversidad y semillas; la investigación y diálogo de saberes; la producción, transformación, conservación, almacenamiento, intercambio, comercialización y consumo; así como la sanidad, calidad, inocuidad y nutrición; la participación social; el ordenamiento territorial; la frontera agrícola; los recursos hídricos; el desarrollo rural y agroalimentario; la agroindustria, empleo rural y agrícola; las formas asociativas y comunitarias de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, las formas de financiamiento; y, aquellas que defina el régimen de soberanía alimentaria” (Soberanía, 2010, pág.1).

“Las normas y políticas que emanen de esta Ley garantizarán el respeto irrestricto a los derechos de la naturaleza y el manejo de los recursos naturales, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental y las buenas prácticas de producción” (Soberanía, 2010, pág.1).

Artículo 3. Deberes del Estado. - Para el ejercicio de la soberanía alimentaria, además de las responsabilidades establecidas en el Art. 281 de la Constitución el Estado, deberá:

a) “Fomentar la producción sostenible y sustentable de alimentos, reorientando el modelo de desarrollo agroalimentario, que en el enfoque multisectorial de esta ley hace referencia a los recursos alimentarios provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuicultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales” (Soberanía, 2010, pág.1).

b) “Establecer incentivos a la utilización productiva de la tierra, desincentivos para la falta de aprovechamiento o acaparamiento de tierras productivas y otros mecanismos de redistribución de la tierra” (Soberanía, 2010, pág.2).

d) “Incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, evitando en lo posible la expansión del monocultivo y la utilización de cultivos

agroalimentarios en la producción de biocombustibles, priorizando siempre el consumo alimenticio nacional” (Soberanía, 2010, pág.2).

e) “Adoptar políticas fiscales, tributarias, arancelarias y otras que protejan al sector agroalimentario nacional para evitar la dependencia en la provisión alimentaria” (Soberanía, 2010, pág.2).

f) “Promover la participación social y la deliberación pública en forma paritaria entre hombres y mujeres en la elaboración de leyes y en la formulación e implementación de políticas relativas a la soberanía alimentaria” (Soberanía, 2010, pág.2).

Título II (Acceso a los factores de producción alimentaria), Capítulo II (*Protección de la Agrobiodiversidad*)

Artículo 7. “Protección de la agrobiodiversidad. - El Estado, así como las personas y las colectividades protegerán, conservarán los ecosistemas y promoverán la recuperación, uso, conservación y desarrollo de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella. Las leyes que regulen el desarrollo agropecuario y la agrobiodiversidad crearán las medidas legales e institucionales necesarias para asegurar la agrobiodiversidad, mediante la asociatividad de cultivos, la investigación y sostenimiento de especies, la creación de bancos de semillas y plantas y otras medidas similares, así como el apoyo mediante incentivos financieros a quienes promuevan y protejan la agrobiodiversidad” (Soberanía, 2010, pág.3).

Capítulo III (*Investigación, asistencia técnica y diálogo de saberes*)

Artículo 9. “Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. Además, asegurará la investigación aplicada y participativa y la creación de un sistema de extensión, que transferirá la tecnología generada en la investigación, a fin de proporcionar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de saberes con los pequeños y medianos productores, valorando el conocimiento de mujeres y hombres” (Soberanía, 2010, pág.3).

“El Estado velará por el respeto al derecho de las comunidades, pueblos y nacionalidades de conservar y promover sus prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, garantizando las condiciones necesarias para que puedan mantener, proteger y desarrollar sus conocimientos colectivos, ciencias, tecnologías, saberes ancestrales y recursos

genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad” (Soberanía, 2010, pág.4).

“Se prohíbe cualquier forma de apropiación del conocimiento colectivo y saberes ancestrales asociados a la biodiversidad nacional” (Soberanía, 2010, pág.4).

Artículo 10. “Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento” (Soberanía, 2010, pág. 4).

“El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma” (Soberanía, 2010, pág.4).

Título III (Producción y comercialización agroalimentaria), Capítulo I (*Fomento a la producción*)

Artículo 14. “Fomento de la producción agroecológica y orgánica. - El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de fomento, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros” (Soberanía, 2010, pág.5).

“En sus programas de compras públicas dará preferencia a las asociaciones de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y a productores agroecológicos” (Soberanía, 2010, pág.5).

Capítulo IV (Sanidad e inocuidad alimentaria)

Artículo 24. “Finalidad de la sanidad. - La sanidad e inocuidad alimentarias tienen por objeto promover una adecuada nutrición y protección de la salud de las personas; y prevenir, eliminar o reducir la incidencia de enfermedades que se puedan causar o agravar por el consumo de alimentos contaminados” (Soberanía, 2010, pág.8).

Artículo 25. “Sanidad animal y vegetal. - El Estado prevendrá y controlará la introducción y ocurrencia de enfermedades de animales y vegetales; asimismo promoverá prácticas y tecnologías de producción, industrialización, conservación y comercialización que

permitan alcanzar y afianzar la inocuidad de los productos. Para lo cual, el Estado mantendrá campañas de erradicación de plagas y enfermedades en animales y cultivos, fomentando el uso de productos veterinarios y fitosanitarios amigables con el medio ambiente” (Soberanía, 2010, pág.8).

“Los animales que se destinen a la alimentación humana serán reproducidos, alimentados, criados, transportados y faenados en condiciones que preserven su bienestar y la sanidad del alimento” (Soberanía, 2010, pág.8).

Artículo 26. “Regulación de la biotecnología y sus productos. - Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrá introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales” (Soberanía, 2010, pág.8).

“Las materias primas que contengan insumos de origen transgénico únicamente podrán ser importadas y procesadas, siempre y cuando cumplan con los requisitos de sanidad e inocuidad, y que su capacidad de reproducción sea inhabilitada, respetando el principio de precaución, de modo que no atenten contra la salud humana, la soberanía alimentaria y los ecosistemas. Los productos elaborados en base a transgénicos serán etiquetados de acuerdo a la ley que regula la defensa del consumidor” (Soberanía, 2010, pág.8).

“Las leyes que regulen la agrobiodiversidad, la biotecnología y el uso y comercialización de sus productos, así como las de sanidad animal y vegetal establecerán los mecanismos de sanidad alimentaria y los instrumentos que garanticen el respeto a los derechos de la naturaleza y la producción de alimentos inocuos, estableciendo un tratamiento diferenciado a favor de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores” (Soberanía, 2010, pág.8).

Título IV (Consumo y nutrición)

Artículo 27. “Incentivo al consumo de alimentos nutritivos. - Con el fin de disminuir y erradicar la desnutrición y malnutrición, el Estado incentivará el consumo de alimentos nutritivos preferentemente de origen agroecológico y orgánico, mediante el apoyo a su comercialización, la realización de programas de promoción y educación nutricional para el

consumo sano, la identificación y el etiquetado de los contenidos nutricionales de los alimentos, y la coordinación de las políticas públicas” (Soberanía, 2010, pág.8).

Figura 1

Pirámide de Kelsen



Nota: La figura indica las leyes que sustentan la investigación usando la pirámide de Kelsen.

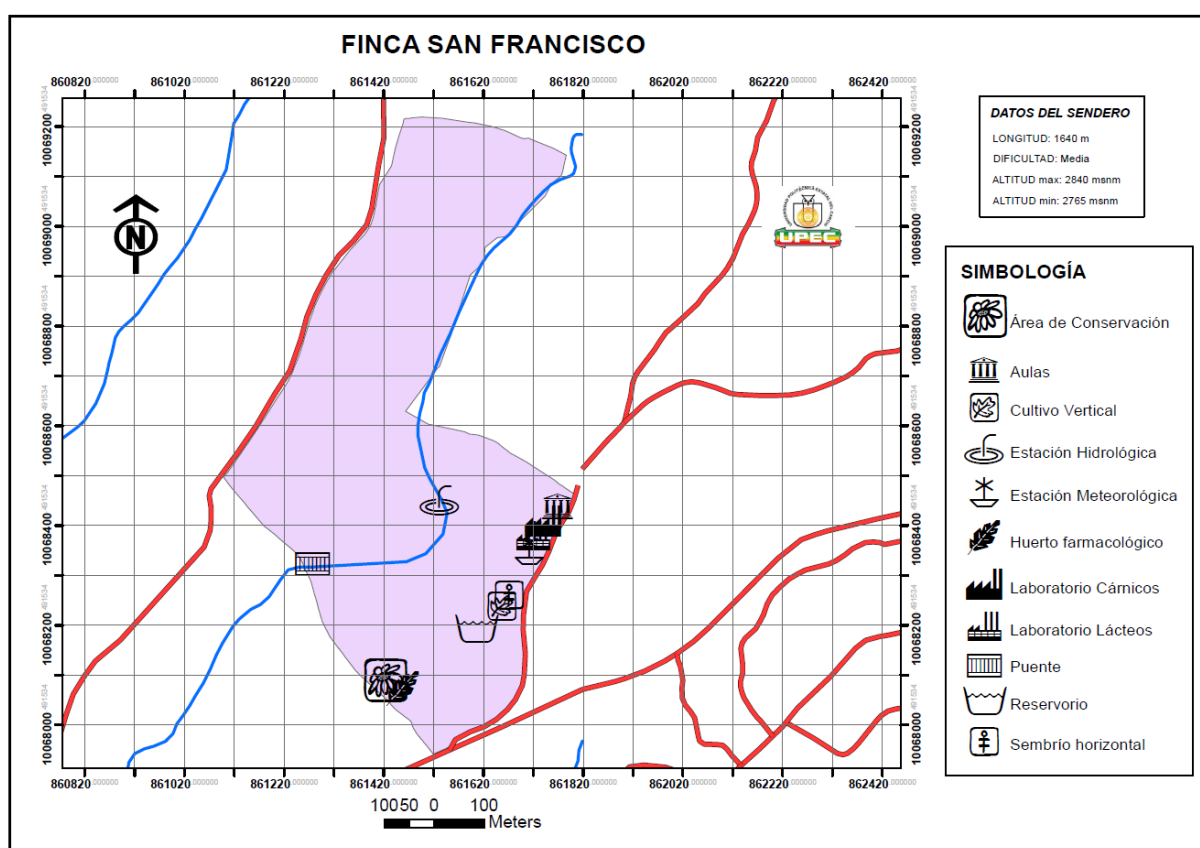
III. METODOLOGÍA

3.1. Descripción del Área de Estudio/Grupo de Estudio

La investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, como se detalla en la Figura 2, se encuentra ubicada en la provincia del Carchi, en el cantón San Pedro de Huaca, sector La Calera, cuyas coordenadas geográficas son X: 00 37'04'' latitud N, Y: 77 45'03'' longitud W, Z: 2834 m.s.n.m (Peña, 2012). Es de clima frío de altura, su temperatura varía de 3°C a 18°C con un promedio de 12°C, precipitación promedio 1200 mm anual, humedad relativa 80% (Peña *et al.*, 2019).

Figura 2

Ubicación del Centro Experimental San Francisco UPEC



Nota. El gráfico indica la locación del Centro Experimental San Francisco – UPEC.

3.2. Enfoque y Tipo de Investigación

3.2.1. Enfoque

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo puesto que se recolectó datos en campo Vega *et al.*, (2014), como características edáficas del suelo, dosis de microorganismos,

cantidad de flores y fruto, este tipo de variables permitieron desarrollar técnicas de estudio para el análisis y hallazgo de resultados.

3.2.2. Tipo de Investigación

3.2.2.1 Experimental. La investigación experimental se caracteriza porque hay la manipulación de variables no comprobadas bajo condiciones controladas con la finalidad de describir el porqué del suceso Ramos-Galarza, (2021), de tal manera que, se evaluaron dosis de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa mediante la aplicación de un diseño experimental (DBCA).

3.3. Definición y Operacionalización de Variables

Tabla 3

Operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Definición conceptual de la variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
H1: La aplicación de dosis de microorganismos eficientes influye sobre la fertilidad del suelo.	V.D.: Fertilidad del suelo.	Capacidad que posee el suelo para sostener de manera continua el desarrollo de los cultivos tomando como base las propiedades fisicoquímicas del mismo. *	Nivel de pH	Escala de pH	Solución de suelo	Potenciómetro
			Conductividad eléctrica	Nivel de CE	Solución de suelo	Potenciómetro
			Macronutrientes (NPK, Ca, Mg, S)	Cantidad de elementos existentes en el suelo	Análisis de suelo	Barreno
			Contenido de materia orgánica	Porcentaje de M.O. en el suelo	Calcinación	Mufla
			Organismos del suelo	Cantidad de organismos aislados	Aislamiento y conteo de organismos	Placas Compact Dry
			La fresa es una fruta exótica de gran aroma, pertenece a la	Diámetro de coronas	Diámetro en cm	Medición de coronas

V.D.: Productividad del cultivo de fresa		familia <i>Rosaceae</i> , y presenta gran expansión agrícola – comercial*.	Número de flores por planta	Cantidad de flores por planta	Conteo de flores	Bitácora
			Número de frutos por planta	Cantidad de frutos por planta	Conteo de frutos	Bitácora
			Rendimiento en Tn	Peso en Tn	Conteo de frutos cosechados	Balanza
			Contenido de azúcares	Grados Brix	Medición de grados Brix	Brixometro
H0: La aplicación de dosis de microorganismos eficientes no influye sobre la fertilidad del suelo.	V.I.: Microorganismos eficientes.	Son un grupo multivariado de microorganismos cuya finalidad es mantener el orden normal de algunas sustancias y desarrollan un sinnúmero de funciones en el suelo*.	Microorganismos capturados	Cantidad de microorganismos capturados en las zonas de estudio: Huaca y El Carmelo	Captura y aislamiento de microorganismos Observación	Trampas

Nota. La tabla describe las variables en estudio.

*C. R. Álvarez y Rimski-Korsakov, (2016); Ferrucho-González y Ruíz-González, (2013); Luna y Ramón, (2016)

3.4. Procedimientos

En la investigación la población denotada fue el cultivo de fresa, el ensayo constó de 10 tratamientos con 4 repeticiones, teniendo un total de 40 unidades experimentales. Cada unidad experimental fue una cama sobre nivel con un cultivo de fresa establecido con 20 meses de edad, esta cama fue de 10 m de largo por 0.60 m de ancho y constaba de 40 plantas, de las cuales la parcela neta fue 5 plantas donde se evaluaron variables cuantitativas durante la etapa de producción del cultivo de fresa, las que son: diámetro de coronas, cantidad de flores y frutos por planta, rendimiento, contenido de azúcares de la fruta (grados Brix) y para la fertilidad del suelo: nivel de pH, conductividad eléctrica, cantidad de N, P, K, Ca, Mg, S, contenido de materia orgánica y organismos del suelo.

3.4.1. Tratamientos

Se utilizó tres dosis de microorganismos eficientes para los siguientes, a excepción del testigo que se valorará con dosis única, como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

Distribución de tratamientos

Tratamientos	Simbología	Dosis
EMAs 1 (zona de captura San Pedro de Huaca)	T1E1D1	0.5L/20L
	T2E1D2	1L/20L
	T3E1D3	1.5L/20L
	T4E2D1	0.5L/20L
EMAs 2 (zona de captura El Carmelo)	T5E2D2	1L/20L
	T6E2D3	1.5L/20L
	T7E3D1	5g/20L
EMAs 3 (comerciales)	T8E3D2	10g/20L
	T9E3D3	15g/20L
Testigo químico	T10	Dosis única

Nota. La tabla indica la distribución de los tratamientos de estudio

3.4.2. Métodos

3.4.2.1 Análisis Estadístico. La investigación se desarrolló en base a un Diseño de Bloques Completamente al Azar, caracterizándose por la distribución equitativa de unidades experimentales en bloques que cumplen con características similares mientras que los tratamientos se encuentran al azar en cada bloque Gutiérrez, (2015), por tanto, la experimentación consta de diez tratamientos cada uno con cuatro repeticiones respectivamente, dando un total de cuarenta unidades experimentales. Se realizaron pruebas de Normalidad (Shapiro Wilks) y Kruskal Wallis con el uso del programa Infostat versión 2020. A continuación, en la Tabla 5 se muestra el esquema del análisis de varianza.

Tabla 5

Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	9
Repeticiones	3
Error experimental	27
Total	39

Nota. La tabla muestra el esquema de análisis de varianza del ensayo.

3.4.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.4.3.1 Técnicas. Para la evaluación de Microorganismos eficientes se aplicó las técnicas siguientes:

3.4.3.1.1 Captura de Microorganismos Eficientes. Se siguió las recomendaciones metodológicas descritas por Callisaya Quispe y Fernández Chávez (2017), quienes mencionan que la zona de estudio no debe tener intervención de la mano del hombre, ni de animales domésticos y reúna condiciones climáticas como temperatura, humedad y pendiente ideales para la captura.

Además, Chaparro *et al.* (2020), recomiendan usar 200 g de arroz cocinado a 89°C con sal sin manteca, 2 cucharadas de melaza o miel de panela, 2 cucharadas de harina de pescado o caldo de carne, recipientes plásticos, nylon y ligas para la elaboración de las trampas (Quesada *et al.*, 2012).

Para la preparación de los capturadores se colocó 200 g de arroz cocinado con sal sin manteca, 2 cucharadas de melaza o miel de panela, 2 cucharadas de harina de pescado o caldo de carne, cubrir con una tela de nylon y sujetar con una liga (Quesada *et al.*, 2012).

J. Molina (2012), recomienda elaborar un promedio de 20 a 50 trampas con la finalidad de conseguir una elevada variedad de microorganismos. Estas trampas de captura se las colocó a 10 cm de profundidad en senderos cercanos a la quebrada Santo Tomás en el caso del Centro Experimental San Francisco, primer lugar de captura y cerca del humedal en la finca San Vicente, segundo lugar de captura, sobre ellos se colocó materia orgánica en estado de descomposición y se identificó con estacas pintadas de color blanco.

3.4.3.1.2 *Recolección de Microorganismos Eficientes.* Transcurrido dos semanas de la colocación de las trampas se procedió a colectarlas, extrayendo las tarrinas y el arroz con la presencia de microorganismos eficientes y se las colocó en un contenedor (J. Molina, 2012).

3.4.3.1.3 *Elaboración de Solución Madre.* Quesada *et al.* (2012), recomienda colocar 9 L de agua libre de cloro al contenedor con los microorganismos cosechados, agregar 3 L de melaza y batir la mezcla por un lapso de 5 a 10 min y finalmente filtrar la mezcla para eliminar los residuos sólidos, obteniendo 12 L de EMAs.

3.4.3.1.4 *Propagación de Microorganismos Eficientes.* Para la reproducción de las EMAs J. Molina (2012), recomienda mezclar en un contenedor de plástico los 12 L de EMAs, 4 L de leche, 4 L de melaza, 4 L de yogurt natural, 2 kg de torta de soya, agua libre de cloro, dejando un espacio de 15 cm de borde del tanque y cerrarlo para su fermentación durante 15 días aproximadamente, se debe abrir el tanque periódicamente con el objeto de facilitar el escape de gases durante la fermentación (Loarte *et al.*, 2018).

3.4.3.1.5 *Cultivo de Fresa.* Para la intervención en el cultivo de fresa se suspendió las fertilizaciones durante un mes, previo a la aplicación de EMAs, se realizó podas de mantenimiento y de sanidad, con el fin de no afectar la etapa de producción en la que se encuentra la fresa (Undurraga y Vargas, 2013). Para la toma de datos se diseñó una bitácora en donde describa las variables: diámetro de coronas, número de flores y frutos por planta, rendimiento y contenido de azúcares en la fruta, estos datos se tomaron cada quince días.

3.4.3.1.6 *Fertilidad del Suelo.* Mientras que, para la evaluación de la fertilidad del suelo también se utilizó una bitácora que contuvo las variables a medir como, pH, conductividad eléctrica, cantidad de materia orgánica en donde se tomó los datos de

manera quincenal y en cuanto a macronutrientes se realizó un análisis en los laboratorios del INIAP y para la variable organismos del suelo se empleó placas Compact Dry que se detalla a continuación:

3.4.3.1.7 *Uso de Placas Compact Dry.* Según, 3M (2017a), en el manual de uso recomienda emplear los siguientes protocolos para el uso de las placas Compact Dry, tal como se detalla:

Para el almacenamiento recomiendan almacenar los paquetes a temperaturas $\leq 8^{\circ}\text{C}$, en lugares con altos niveles de humedad es recomendable que los paquetes sean atemperados al ambiente del lugar de trabajo antes de su uso. Las placas Compact Dry tienen vida útil de 18 meses desde la fecha de elaboración.

Para la conservación se debe mantener los paquetes cerrados a temperaturas $\leq 25^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa $\leq 50\%$, no se debe refrigerar los paquetes que se encuentren abiertos. Además, las placas Compact Dry deben ser usadas máximo 30 días después de ser abierto el paquete.

Para la preparación de la muestra se debe hacer una dilución 1:10 de la muestra. Pesar o pipetear la muestra en un contenedor esterilizado. Adicione la cantidad apropiada de uno de los siguientes diluyentes estériles: tampón Butterfield (tampón IDF fosfato, 0.0425 g/L de KH_2PO_4 y con pH ajustado a 7.2); agua de peptona al 0.1%; diluyente de sal peptonada (método ISO 6887); buffer de agua de peptona (método ISO 6579); solución salina (0.85 a 0.90 %); caldo Lethen libre de bisulfato o agua destilada. Finalmente, homogenizar la muestra ajustando los niveles de pH en rangos de 6.6 a 7.2 para un crecimiento óptimo de microorganismos.

Para la inoculación se debe colocar la placa Compact Dry en una superficie plana y nivelada. Levantar la lámina semitransparente superior. En forma perpendicular a la Compact Dry colocar 1mm de disolución de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior con ayuda de una pipeta. Liberar la película superior dejando que caiga sobre la disolución. Deslizar la película inferior hacia abajo para evitar sacar la muestra de la placa y evitar atrapar burbujas de aire. No se debe dejar caer la película superior. Con el lado rugoso hacia abajo, colocar el dispersor sobre la película superior logrando cubrir la muestra en su totalidad. Presionar suavemente el dispersor para distribuir la muestra sobre el área circular. Después de realizar esta acción no se debe girar ni deslizar el dispersor. Levantar el dispersor, se debe esperar a razón de 1 minuto para que el gel se solidifique y proceda a la incubación.

Para la incubación se debe ubicar las placas caras arriba en grupos no mayor a 20 ejemplares, se recomienda humectar la incubadora con un contenedor de agua esterilizada para reducir la pérdida de humedad.

Para la interpretación las placas Compact Dry pueden ser contabilizadas en contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Las colonias pueden ser aisladas para su identificación posterior. Levantar la película superior y recoger la colonia del gel.

- **Mohos y Levaduras.** En este particular, 3M (2017b), indica que la placa Compact Dry para el recuento rápido de mohos y levaduras es un sistema con medio de cultivo listo para usar que está compuesta por una lámina de papel con una cuadrícula impresa recubierta de polipropileno que contiene nutrientes del medio “sabhi”, dos antibióticos (clorotetraciclina y cloramfenicol), indicador de fosfatos (BCIP) y un agente gelificante soluble en agua fría. Se complementa en la parte superior con otra lámina de polipropileno que contiene nuevamente los dos antibióticos (clorotetraciclina y cloramfenicol), indicador BCIP y gel soluble en agua fría.

Para la comparación de colonias de mohos y levaduras se procede de la siguiente manera:

1.- Recuento de levaduras: 44, se observa colonias pequeñas, colonias con bordes definidos, de color canela rosado a verde azulado. Las colonias parecen elevadas (tridimensionales) y tienen un color uniforme.

2.- Recuento de mohos: 12, se observa colonias grandes, colonias con bordes difusos, de color verde azulado después de una incubación prolongada. Las colonias parecen planas y tienen un centro oscuro con bordes difusos.

3.- Para el crecimiento y formación de colonias: la guía específica incubar las placas a temperaturas entre 25 a 28 °C durante 48 ± 2 horas* (*si las colonias son apenas visibles, déjelas en un período de incubación de 12 horas adicionales para una mejor interpretación) en posición horizontal, con la película transparente hacia arriba, en pilas de no más de 40 placas.

4.- Para la interpretación se lee los resultados para las levaduras y los mohos a las 48 horas. Ciertos mohos y levaduras de crecimiento más lento pueden aparecer apenas visibles a las 48 horas.

3.4.3.2 Variables a Evaluar. Antes de la valoración de los parámetros establecidos para la fertilidad del suelo, se tomó como base un análisis de suelo inicial, cabe recalcar que el cultivo de fresa tenía dieciséis meses de establecimiento y en estado de producción.

3.4.3.2.1 Nivel de pH. Se midió niveles de acidez del suelo haciendo una solución 1:9 de la muestra Beretta *et al.*, (2014), para cada tratamiento tras la aplicación de los microorganismos con un potenciómetro portátil marca Hanna Instruments, estas tomas se realizó cada quince días de una muestra representativa de suelo.

3.4.3.2.2 Conductividad Eléctrica. En este parámetro se cuantificó el nivel de conductividad eléctrica haciendo una solución 1:9 de la muestra Beretta *et al.*, (2014) con un potenciómetro marca Hanna Instruments, las tomas se realizó cada quince días extrayendo una muestra representativa de suelo y los datos se compiló en una bitácora.

3.4.3.2.3 Macronutrientes (NPK, Ca, Mg, S). Los niveles de macronutrientes se valoraron en base al análisis de suelo que se realizó en los laboratorios del INIAP, se aplicó el método de solución extractante de Olsen modificado, para N y P se empleó el método colorimétrico, Ca y Mg se evaluó mediante absorción atómica y S a través del método turbidimétrico con fosfato monobásico de Calcio Vaca y Valverde, (2010), partiendo de un análisis inicial y un final para comparación e interpretación de resultados.

3.4.3.2.4 Contenido de Materia Orgánica. Se tomó una muestra de suelo y se empleó el método de la determinación de materia orgánica por calcinación (LOI) propuesto por Schulte y Hopkins, (1996). La metodología recomendó pesar cinco gramos de suelos depositados en cápsulas de porcelana taradas, posteriormente se secó por 24 horas en la estufa marca Binder a 105°C, lo anterior para retirar la humedad remanente en las muestras, y que permanezca solo el agua constitutiva de los elementos de la muestra.

Transcurrido 24 horas y con las muestras estables, se dejó enfriar en un desecador de vidrio 300 MM y obtener el peso inicial que se midió en una balanza analítica marca Mettler Toledo MS304S de 0,0001 g de precisión. Luego la muestra se colocó en la mufla multipropósito marca Comecta Snol para calcinación MM10 a una temperatura de 360°C por 2 horas, nuevamente se enfriaron en un desecador de vidrio 300 MM y se pesó la muestra en balanza analítica marca Mettler Toledo MS304S (Izquierdo-Bautista y Arévalo-Hernández,

2021). Para la obtención de materia orgánica contenida en la muestra se calculó con la ecuación que se detalla:

$$\% \text{ MOS} = \frac{\text{peso a } 105^{\circ}\text{C} - \text{peso a } 360^{\circ}\text{C}}{\text{peso a } 105^{\circ}\text{C}} \times 100$$

3.4.3.2.5 Organismos del Suelo. El trabajo se realizó con placas Compact Dry en donde se contabilizó la cantidad de microorganismos, previo a ello se realizó la captura en el cantón San Pedro de Huaca y en la parroquia El Carmelo y su aislamiento respectivamente.

En cuanto a la productividad de la fresa, al cultivo se le realizó podas de sanidad y mantenimiento, con la finalidad eliminar arvenses y con ello estandarizar las plantas para la investigación.

3.4.3.2.6. Diámetro de Coronas. Se empleó un calibrador Vernier para determinar el área de las coronas en cm (Rivadeneira, 2016). Las mediciones se realizaron quincenalmente, y los datos se registraron en una bitácora para posterior análisis estadístico.

3.4.3.2.7. Número de Flores por Planta. Se realizó el registro de la cantidad de flores por cada planta, esta actividad se la desarrolló cada quince días Hidalgo, (2016) y los datos se registraron en una bitácora para posterior análisis estadístico.

3.4.3.2.8. Número de Frutos por Planta. Se contabilizó el número de frutos en cada planta de forma quincenal, tomando en cuenta que el fruto alcance el 80% de madurez fisiológica durante dos meses de producción y los datos se registraron en una bitácora para posterior análisis estadístico (Undurraga y Vargas, 2013).

3.4.3.2.9. Rendimiento. Se cuantificó el rendimiento en $\text{Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$, tomando como base un día por semana de cosecha y los datos se registraron en una bitácora para posterior análisis estadístico (Rivadeneira, 2016).

3.4.3.2.10. Contenido de Azúcares. Tras la colecta de la fruta cada quince días en el laboratorio se empleó un Brixometro marca France a escala 0 - 32 °Bx que permitió determinar la cantidad de azúcares de la fresa, y los datos se registraron en una bitácora para posterior análisis estadístico (Solórzano *et al.*, 2015).

3.4.3.2.11. Microorganismos. Después de establecer las zonas de estudio, se aplicó trampas para capturar los microorganismos y posteriormente se llevó las muestras al laboratorio en donde se aisló estas cepas y se contabilizó para determinar la cantidad de

especies logradas (Kondo, 2022). Se aplicó al suelo las respectivas dosis, tomando en cuenta las recomendaciones establecidas en investigaciones ya realizadas y se especificó que se obtuvo dos fuentes de EM provenientes de zonas sin intervención y una dosis de EM comerciales empleando la técnica en drench (Quesada *et al.*, 2012).

3.4.3.3 Instrumentos. Para el desarrollo de la investigación se empleó los siguientes equipos, como se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6

Instrumentos para el desarrollo de la investigación

Nombre del equipo	Marca	Variable que se medirá
Potenciómetro portátil	Hanna Instruments	pH, conductividad eléctrica
Balanza analítica	Mettler Toledo MS304S	
Mufla	Thermo Scientific	Contenido de materia orgánica
Estufa	Binder	
Calibrador Vernier	Tesa Technology	Diámetro de coronas
Balanza digital	Truper	Peso de frutos
Brixometro	France	Contenido de azúcar de la fruta

Nota. La tabla muestra los equipos de medición de las variables de estudio

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En la tabla 7 se presentan los resultados de la prueba de Normalidad Shapiro Wilk en donde cada variable presenta datos no paramétricos por lo que se realizó la prueba de Kruskal Wallis.

Tabla 7

Prueba de Normalidad Shapiro Wilk de los tratamientos en estudio

Variable	N	Media	D.E.	W*	p (one tail)
pH1	40	6.19	0.0	0.07	<0.0001
pH2	40	6.50	0.22	0.82	<0.0001
pH3	40	6.48	0.20	0.90	0.0069
pH4	40	6.45	0.37	0.77	<0.0001
C.E.1	40	0.29	0.0	0.09	<0.0001
C.E.2	40	0.14	0.04	0.78	<0.0001
C.E.3	40	0.08	0.05	0.82	<0.0001
C.E.4	40	0.17	0.02	0.90	0.0062
M.O.1	40	1.17	0.0	0.67	<0.0001
M.O.2	40	2.46	0.33	0.87	0.0003
M.O.3	40	2.95	0.96	0.80	<0.0001
M.O.4	40	2.53	2.37	0.68	<0.0001
Diámetro 1	40	13.55	3.71	0.90	0.0048
Diámetro 2	40	13.55	3.71	0.90	0.0048
Diámetro 3	40	13.55	3.71	0.90	0.0048
Diámetro 4	40	13.55	3.71	0.90	0.0048
Flores 1	40	3.67	1.05	0.98	0.9720
Flores 2	40	3.30	1.28	0.95	0.2993
Flores 3	40	2.88	0.64	0.96	0.4155
Flores 4	40	4.24	0.98	0.85	<0.0001
Frutos 1	40	5.84	1.58	0.94	0.1385
Frutos 2	40	8.96	3.62	0.95	0.2999
Frutos 3	40	4.91	1.05	0.90	0.0062

Frutos 4	40	3.38	0.46	0.86	0.0010
Rendimiento 1	40	0.45	0.02	0.91	0.0122
Rendimiento 2	40	0.81	0.06	0.71	<0.0001
Rendimiento 3	40	1.27	0.06	0.88	0.0007

Nota. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba de Normalidad Shapiro Wilk

En el ensayo no hubo diferencias significativas por lo que se realizó pruebas no paramétricas Kruskal Wallis.

4.1.1. Acidez del suelo (pH) por tratamiento

La tabla 8, denota los resultados de acidez del suelo en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus respectivas medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) para cada muestra de pH (pH1 a pH10). Cada tratamiento mantiene un valor constante de 6.19 para pH1, mientras que pH2, pH3 y pH4 presentan variaciones significativas.

Las medias de acidez del suelo en pH2, pH3 y pH4 muestran diferencias notables entre tratamientos: en pH2, la media más alta es observada en T1 (6.82), mientras que la más baja se presenta en T6 (6.21); en pH3, el valor más alto es para T3 (6.80), y el más bajo para T7 (6.14); en pH4, la mayor media es observada en T1, T6 y T7 (6.95), y la menor en T5 (6.00).

Los valores de p para pH2, pH3 y pH4 son <0.0001, lo que indica diferencias altamente significativas para acidez del suelo entre los tratamientos. La falta de un valor de p para pH1 (nd) es estable con la ausencia de variación en los valores de pH1 entre los tratamientos. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: pH1 presenta un CV de 0.00%, reflejando una uniformidad total en los valores; pH2 tiene un CV de 3.44%, indicando una variabilidad moderada; pH3 presenta un CV de 3.10%, indicando una variabilidad considerable; pH4 muestra el CV más alto 5.67%, indicando una alta dispersión y heterogeneidad en los datos.

La variabilidad en pH2, pH3 y pH4 sugiere que los diferentes tratamientos tienen un impacto significativo en la acidez del suelo. En particular, la alta variabilidad en pH4 (CV de 5.67%) puede ser atribuida a diferencias extremas en los valores observados, como el máximo de 6.95 en T1, T6 y T7 y el mínimo de 6.00 en T5. Estos resultados podrían estar asociados con factores específicos de cada tratamiento que influyen en el aumento o disminución de pH en el suelo.

El análisis de la tabla indica que, aunque algunos tratamientos (como T1 y T7) resultan en altos niveles de pH en ciertos parámetros (pH2 y pH4), otros tratamientos (como T5 y T2) muestran bajos contenidos, lo que podría implicar la necesidad de optimización y ajuste de dichos tratamientos para lograr resultados más homogéneos.

La uniformidad en los valores de pH1 sugiere que este parámetro no se ve afectado por los tratamientos aplicados. Por otro lado, la alta significancia estadística y la variabilidad observada en pH2, pH3 y pH4 indican que los tratamientos influyen de manera diferenciada en el pH. El CV destaca la dispersión de los datos, siendo crítico para la interpretación de la consistencia y fiabilidad de los resultados obtenidos.

La tabla 8 proporciona una visión detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre el pH, resaltando la necesidad de un análisis más profundo para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas y optimizar los tratamientos para lograr un equilibrio en la acidez del suelo para todo el experimento.

Tabla 8

Acidez del suelo (pH) por tratamiento

Tratamiento	pH 1	pH2	pH3	pH4
	Media			
T1	6.19	6.82	6.63	6.95
T2	6.19	6.23	6.67	6.18
T3	6.19	6.42	6.80	6.24
T4	6.19	6.69	6.46	6.10
T5	6.19	6.38	6.25	6.00
T6	6.19	6.21	6.40	6.95
T7	6.19	6.33	6.14	6.95
T8	6.19	6.42	6.52	6.28
T9	6.19	6.70	6.63	6.24
T10	6.19	6.81	6.30	6.65
p- valor	nd	<0.0001	<0.0001	<0.0001
CV	0.00%	3.44%	3.10%	5.67%
\bar{x}	6.19	6.50	6.48	6.45

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados de pH del suelo.

4.1.2. Conductividad eléctrica por tratamiento

La tabla 9, presenta los resultados de conductividad eléctrica en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus correspondientes medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) respectivamente (CE1 a CE10). Cada tratamiento mantiene un valor constante de 0.29 mS/cm para CE1, mientras que CE2, CE3 y CE4 presentan variaciones significativas.

Las medias para conductividad eléctrica en CE2, CE3 y CE4 muestran diferencias notables entre tratamientos: en CE2, la media más alta es observada en T1 (0.20 mS/cm), mientras que la más baja se presenta en T4 (0.05 mS/cm); en CE3, el valor más alto es para T1 (0.20 mS/cm), y el más bajo para T8, T9 y T10 (0.03 mS/cm); en CE4, la mayor media es observada en T7 (0.20 mS/cm), y la menor en T5 (0.13 mS/cm).

Los valores de p para CE2, CE3 y CE4 son <0.0001 , lo que indica diferencias altamente significativas para conductividad eléctrica entre los tratamientos. La falta de un valor de p para CE1 (nd) es estable con la homogeneidad en los valores de CE1 entre los tratamientos. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: CE1 presenta un CV de 0.00%, reflejando una igualdad total en los valores; CE2 tiene un CV de 26.04%, indicando una variabilidad considerable; CE3 presenta el CV más alto 65.07%, presentando una alta dispersión y heterogeneidad en los datos; CE4 muestra un CV de 12.35%, indicando una variabilidad moderada.

La variabilidad en CE2, CE3 y CE4 sugiere que los diferentes tratamientos tienen un impacto significativo respecto a conductividad eléctrica. En particular, la alta variabilidad en CE3 (CV de 65.07%) puede ser atribuida a diferencias extremas en los valores observados, como el máximo de 0.20 mS/cm en T1 y el mínimo de 0.03 mS/cm en T8, T9 y T10. Estos resultados podrían estar asociados con factores específicos de cada tratamiento que influyen en el aumento o reducción de transmisión de cargas eléctricas en el agua.

El análisis de la tabla indica que, aunque algunos tratamientos (como T1 y T7) resultan elevados para conductividad eléctrica en ciertos parámetros (CE2 y CE4), otros tratamientos (como T8, T9 y T10) muestran resultados bajos, lo que podría implicar la necesidad de extender el tiempo de estudio de dichos tratamientos para lograr mejores resultados.

La uniformidad en los valores de CE1 sugiere que este parámetro no se ve afectado por los tratamientos aplicados. Por otro lado, la significancia estadística y variabilidad observada

en CE2, CE3 y CE4 indican que los tratamientos influyen de manera diferenciada en CE. El CV denota la dispersión de los datos.

La tabla 9 proporciona una visión detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre la CE, resaltando la necesidad de un estudio más prolongado para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas para lograr un equilibrio en la capacidad de transmisión de corriente eléctrica en el agua para el ensayo.

Tabla 9

Conductividad eléctrica por tratamiento

Tratamiento	CE1	CE2	CE3	CE4
	Media (mS/cm)			
T1	0.29	0.20	0.20	0.18
T2	0.29	0.14	0.11	0.18
T3	0.29	0.13	0.06	0.18
T4	0.29	0.05	0.04	0.14
T5	0.29	0.13	0.09	0.13
T6	0.29	0.14	0.10	0.16
T7	0.29	0.14	0.13	0.20
T8	0.29	0.13	0.03	0.17
T9	0.29	0.15	0.03	0.16
T10	0.29	0.16	0.03	0.15
p- valor	nd	<0.0001	<0.0001	<0.0001
CV	0.00%	26.04%	65.07%	12.35%
\bar{x}	0.29	0.14	0.08	0.17

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados de conductividad eléctrica del suelo.

4.1.3. Contenido de materia orgánica por tratamiento

La tabla 10, presenta los resultados de contenido de materia orgánica en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus respectivas medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos (MO1 a MO10). Cada tratamiento mantiene un valor constante de 1.76 para MO1, mientras que MO2, MO3 y MO4 presentan variaciones significativas.

Las medias para materia orgánica en MO2, MO3 y MO4 muestran diferencias notables entre tratamientos: en MO2, la media más alta es observada en T2 (2.92), mientras que la más baja se presenta en T10 (1.70); en MO3, el valor más alto es para T4 (4.55), y el más bajo para T5 (1.71); en MO4, la mayor media es observada en T5 (8.99), y la menor en T9 (0.48).

Los valores de p para MO2, MO3 y MO4 son <0.0001 , lo que indica diferencias altamente significativas para materia orgánica entre los tratamientos. La ausencia de un valor de p para MO1 (nd) es estable con la igualdad en los valores de MO1 entre los tratamientos. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: MO1 presenta un CV de 0.00%, reflejando una similitud total en los valores; MO2 tiene un CV de 13.47%, indicando una variabilidad considerable; MO3 presenta un CV de 32.60%, indicando una variabilidad moderada, MO4 presenta el CV más elevado 93.78%, mostrando una alta dispersión y heterogeneidad en los datos.

La variabilidad en MO2, MO3 y MO4 indica que los diferentes tratamientos tienen un impacto significativo respecto a contenido de materia orgánica. En particular, la alta variabilidad en MO4 (CV de 93.78%) puede ser atribuida a diferencias extremas en los valores observados, como el máximo de 8.99 en T5 y un mínimo de 0.48 en T9. Estos resultados podrían estar asociados con factores específicos de cada tratamiento que influyen en el aumento o disminución de contenido de materia orgánica en el suelo.

El análisis de la tabla indica que, aunque algunos tratamientos (como T4 y T5) resultan elevados para contenidos de materia orgánica en ciertos parámetros (MO3 y MO4), otros tratamientos como (T5 y T9) muestran resultados bajos, lo que podría implicar la necesidad de optimización y ajuste de dichos tratamientos.

La uniformidad en los valores de MO1 indica que este parámetro no se ve afectado por los tratamientos aplicados. Por otro lado, la significancia estadística y variabilidad observada en MO2, MO3 y MO4 indican que los tratamientos influyen de manera diferenciada en MO. El CV denota la dispersión de los datos.

La tabla 10 proporciona una visión detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre los contenidos de materia orgánica, resaltando la necesidad de un estudio más prolongado para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas para lograr consistencia y eficacia en materia orgánica.

Tabla 10*Contenido de materia orgánica por tratamiento*

Tratamiento	MO1	MO2	MO3	MO4
	Media			
T1	1.76	2.79	2.65	2.29
T2	1.76	2.92	2.75	3.64
T3	1.76	2.24	2.86	1.85
T4	1.76	2.26	4.55	2.33
T5	1.76	2.38	1.71	8.99
T6	1.76	2.67	4.83	0.76
T7	1.76	2.47	2.41	1.94
T8	1.76	2.61	3.00	2.45
T9	1.76	2.57	2.69	0.48
T10	1.76	1.70	2.02	0.59
p- valor	nd	<0.0001	<0.0001	<0.0001
CV	0.00%	13.47%	32.60%	93.78%
\bar{x}	1.76	2.46	2.95	2.53

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados de materia orgánica.

4.1.4. Diámetro de coronas por tratamiento

La tabla 11, presenta los resultados del diámetro de coronas de la planta de fresa en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus respectivas medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos (diámetro 1 a diámetro 10). Cada tratamiento mantiene valores constantes respectivamente.

Las medias para diámetro de coronas son semejantes en diámetro 1, diámetro 2, diámetro 3 y diámetro 4, siendo la media más alta en T6 (15.90 cm), mientras que la más baja se presenta en T5 (11.00 cm).

Los valores de p para diámetro 1, diámetro 2, diámetro 3 y diámetro 4 son 0.8472, lo que indica significancia para diámetro de coronas entre los tratamientos. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: 27.37% para el estudio indicando una homogeneidad en los datos.

La igualdad en diámetro 1, diámetro 2, diámetro 3 y diámetro 4 podría estar asociada al mal manejo del cultivo antes de realizar el ensayo con microorganismos eficientes, factores climáticos que influyen en la falta de crecimiento de coronas de la planta de fresa.

La tabla 11 proporciona una visión detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre el diámetro de coronas, resaltando la necesidad de un estudio más prolongado para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas para logara mejores resultados en cuanto una de las variables productivas del ensayo (diámetro de coronas).

Tabla 11

Diámetro de coronas por tratamiento

Tratamiento	Diámetro 1	Diámetro 4
	Media (cm)	
T1	12.45	12.45
T2	13.80	13.80
T3	14.00	14.00
T4	15.13	15.13
T5	11.00	11.00
T6	15.90	15.90
T7	13.68	13.68
T8	13.25	13.25
T9	13.00	13.00
T10	13.30	13.30
p- valor	0.8472	0.8472
CV	27.37%	27.37%
\bar{x}	13.55	13.55

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados del diámetro de coronas en la planta de fresa.

4.1.5. Número de flores por tratamiento

La tabla 12, presenta los resultados del número de flores de la planta de fresa en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus respectivas medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos (flores 1 a flores 10). Cada uno de los tratamientos flores 1, flores 2, flores 3 y flores 4 presentan variaciones significativas.

Las medias para número de flores en flores 1, flores 2, flores 3 y flores 4 muestran diferencias notables entre tratamientos: en flores 1, la media más alta es observada en T4 (4.50 flores/planta), mientras que la más baja se presenta en T10 (2.80 flores/planta); en flores 2, el valor más alto es para T9 (4.10 flores/planta), y el más bajo para T4 (2.55 flores/planta); en flores 3, la mayor media es observada en T9 (3.60 flores/planta), y la menor en T5 (2.35 flores/planta); en flores 4, la media más alta se muestra en T8 y T10 (5.40 flores/planta), mientras que la más baja se detalla en T3 (2.60 flores/planta).

Los valores de p para flores 1 (0.6381), flores 2 (0.9721), flores 3 (0.1932) y flores 4 (<0.0001), lo que indica diferencias altamente significativas para número de flores entre los tratamientos. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: flores 1 y flores 2 presentan el CV más elevado 28.72%, reflejando un contraste en los datos; flores 3 presenta un CV de 22.32%, indicando una variabilidad moderada, flores 4 presenta un CV de 23.19%, mostrando una variabilidad considerable en los datos.

La variabilidad en flores 1, flores 2, flores 3 y flores 4 indica que los diferentes tratamientos tienen un impacto significativo respecto al número de flores por planta de fresa. En particular, la alta variabilidad en flores 1 y flores 2 (CV de 28.72%) puede ser atribuida a diferencias extremas en los valores observados, como el máximo de 4.50 flores/planta en T4 y un mínimo de 2.80 flores/planta en T10. Estos resultados podrían estar asociados con factores específicos de cada tratamiento que influyen en el aumento o disminución de la cantidad de flores en cada planta de fresa.

El análisis de la tabla indica que, aunque algunos tratamientos (como T4 y T9) resultan elevados para número de flores en ciertos parámetros (flores 1 y flores 2), otros tratamientos como (T10) muestran resultados bajos, lo que podría implicar la necesidad de ajuste de dichos tratamientos.

Por otro lado, la significancia estadística y variabilidad observada en flores 1, flores 2, flores 3 y flores 4 indican que los tratamientos influyen de manera diferenciada en la cantidad de flores por planta de fresa. El CV denota la dispersión de los datos.

La tabla 12 proporciona una visión detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre el número de flores, enfatizando en la necesidad de un estudio más amplio para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas y de esta manera lograr una maximización en la producción de flores.

Tabla 12*Número de flores por tratamiento*

Tratamiento	Flores 1	Flores 2	Flores 3	Flores 4
	Media(flores/planta)			
T1	3.30	3.30	2.40	2.80
T2	3.20	3.35	3.05	4.60
T3	3.90	3.20	2.95	2.60
T4	4.50	2.55	3.10	3.60
T5	3.75	3.30	2.35	4.20
T6	3.80	3.55	3.00	3.80
T7	3.65	3.10	2.80	4.80
T8	4.05	3.50	2.85	5.40
T9	3.75	4.10	3.60	5.20
T10	2.80	3.05	2.65	5.40
p- valor	0.6381	0.9721	0.1932	<0.0001
CV	28.72%	28.72%	22.32%	23.19%
\bar{x}	3.67	3.30	2.88	2.24

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados de la cantidad de flores por planta de fresa.

4.1.6. Número de frutos por tratamiento

La tabla 13, presenta los resultados del número de frutos en la planta de fresa en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus respectivas medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos (frutos 1 a frutos 10). Cada uno de los tratamientos frutos 1, frutos 2, frutos 3 y frutos 4 presentan variaciones significativas.

Las medias para número de frutos en frutos 1, frutos 2, frutos 3 y frutos 4 muestran diferencias notables entre tratamientos: en frutos 1, la media más alta es observada en T9 (7.00 frutos/planta), mientras que la más baja se presenta en T7 (4.80 frutos/planta); en frutos 2, el valor más alto es para T7 (11.20 frutos/planta), y el más bajo para T9 (4.90 frutos/planta); en frutos 3, la mayor media es observada en T7 (5.55 frutos/planta), y la menor en T5 (4.35 frutos/planta); en frutos 4, la media más alta se muestra en T7 (4.00 frutos/planta), mientras que la más baja se detalla en T4 (2.60 frutos/planta).

Los valores de p para frutos 1 (0.4591), fruto 2 (0.7799), frutos 3 (0.8078) y frutos 4 (<0.0001), lo que indica diferencias altamente significativas para el número de frutos entre los tratamientos. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: frutos 1 muestra un CV de 27.09%, indicando una variación constante; frutos 2 presenta el CV más elevado 40.40%, reflejando una diferencia significativa en los datos; frutos 3 presenta un CV de 21.37%, indicando una variabilidad considerable en los datos, frutos 4 presenta un CV de 13.52%, mostrando una variabilidad moderada.

La variabilidad en frutos 1, frutos 2, frutos 3 y frutos 4 indica que los tratamientos tienen un alto impacto respecto al número de frutos por planta de fresa. En particular, la alta variabilidad en frutos 2 (CV de 40.40%) puede ser atribuida a diferencias extremas en los valores observados, como el máximo de 11.20 frutos/planta en T7 y un mínimo de 4.90 frutos/planta en T9. Estos resultados podrían estar relacionados con factores específicos de cada tratamiento que influyen en la producción de fresas.

El análisis de la tabla indica que, aunque el tratamiento T7 resulta elevados para número de frutos en ciertos parámetros (frutos 2, frutos 3 y frutos 4), otros tratamientos como (T9 y T4) muestran resultados bajos, lo que podría implicar la necesidad de ajuste de dichos tratamientos.

Por otro lado, la significancia estadística y variabilidad observada en frutos 1, frutos 2, frutos 3 y frutos 4 indica que los tratamientos influyen de manera particular en la producción de fresa. El CV muestra la dispersión de los datos.

La tabla 13 facilita una visión detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre el número de frutos, enfatizando en la necesidad de un estudio más amplio para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas y de esta manera lograr un aumento en la producción de fresa.

Tabla 13

Número de frutos por tratamiento

Tratamiento	Frutos 1	Frutos 2	Frutos 3	Frutos 4
	Media (frutos/planta)			
T1	6.65	8.40	5.05	3.80
T2	5.10	6.40	4.85	2.80
T3	4.90	10.40	4.90	3.00

T4	5.75	9.95	5.10	2.60
T5	6.75	8.65	4.35	3.80
T6	5.30	9.40	5.35	3.40
T7	4.80	11.20	5.55	4.00
T8	6.30	8.65	4.45	3.20
T9	7.00	4.90	4.90	3.80
T10	5.83	8.30	4.60	3.40
p- valor	0.4591	0.7799	0.8078	<0.0001
CV	27.09%	40.40%	21.37%	13.52%
\bar{x}	5.84	8.96	4.91	3.38

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados de la cantidad de frutos por planta de fresa.

4.1.7. Rendimiento total

La tabla 14, presenta los resultados del rendimiento del cultivo de fresa en diferentes tratamientos (T1 a T10) y sus respectivas medias, así como los valores de p y el coeficiente de variación (C.V.) de los tratamientos (rendimiento 1 a rendimiento 10). Cada uno de los tratamientos rendimiento 1, rendimiento 2 y rendimiento 3 presentan variaciones significativas.

Las medias para producción en rendimiento 1, rendimiento 2 y rendimiento 3 muestran diferencias notables entre tratamientos: en rendimiento 1, la media más alta es observada en T10 (0.73 Tn*ha⁻¹), mientras que la más baja se presenta en T4 (0.20 Tn*ha⁻¹); en rendimiento 2, el valor más alto es para T8 (1.67 Tn*ha⁻¹), y el más bajo para T1 (0.47 Tn*ha⁻¹); en rendimiento 3, la mayor media es observada en T8 (2.00 Tn*ha⁻¹), y la menor en T2 (0.67 Tn*ha⁻¹).

Los valores de p para rendimiento 1, rendimiento 2 y rendimiento 3 (<0.0001), lo que indica diferencias altamente significativas para producción entre los tratamientos en estudio. El CV proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos: rendimiento 1 muestra un CV de 30.68%, indicando una variación moderada; rendimiento 2 presenta el CV más elevado 47.83%, reflejando una diferencia altamente significativa en los datos; rendimiento 3 presenta un CV de 33.29%, indicando una variabilidad considerable en los datos.

La variabilidad en rendimiento 1, rendimiento 2 y rendimiento 3 muestra que los tratamientos tienen un alto impacto respecto al rendimiento del cultivo de fresa. En particular,

la alta variabilidad en rendimiento 2 (CV de 47.83%) puede ser atribuida a diferencias extremas en los valores observados, como un máximo de 1.67 Tn*ha⁻¹ en T8 y un mínimo de 0.47 Tn*ha⁻¹ en T1. Estos resultados podrían estar relacionados con factores específicos de cada tratamiento que influyen en el rendimiento del cultivo de fresa.

El análisis de la tabla indica que, aunque el tratamiento T8 resulta elevado para rendimiento en ciertos parámetros (rendimiento 2 y rendimiento 3), otros tratamientos como (T1 y T2) muestran resultados bajos, lo que podría implicar la necesidad de ajuste de dichos tratamientos.

Por otro lado, la significancia estadística y variabilidad observada en rendimiento 1, rendimiento 2 y rendimiento 3 indica que los tratamientos influyen de manera particular en el rendimiento del cultivo de fresa. El CV muestra la dispersión de los datos.

La tabla 14 suministra una perspectiva detallada del efecto de diferentes tratamientos sobre el rendimiento del cultivo de fresa, haciendo hincapié en la necesidad de una evaluación más extensa para comprender los factores que contribuyen a las variaciones observadas y de esta manera lograr un aumento en el rendimiento del cultivo.

Tabla 14

Rendimiento total

Tratamiento	Rendimiento 1	Rendimiento 2	Rendimiento 3
	Media (Tn*ha ⁻¹)		
T1	0.60	0.47	1.93
T2	0.47	0.60	0.67
T3	0.40	0.73	1.20
T4	0.20	0.53	1.07
T5	0.33	1.40	1.40
T6	0.53	0.60	1.33
T7	0.40	0.73	0.80
T8	0.33	1.67	2.00
T9	0.53	0.80	1.00
T10	0.73	0.53	1.27
p- valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001
CV	30.68%	47.83%	33.29%

\bar{x}	0.45	0.81	1.27
-----------	------	------	------

Nota: En la tabla siguiente se presenta los resultados de rendimiento en el cultivo de fresa.

4.2. Discusión

En la aplicación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo se evaluó por dos meses variables de suelo como pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica y macronutrientes y variables productivas como diámetro de coronas, número de flores y fruto respectivamente y rendimiento, por lo que los resultados que se detallan presentan un inicio de las ventajas de los microorganismos eficientes de tal manera que dichas variables fueron sometidas a pruebas de Normalidad obteniendo datos no paramétricos por lo que se realizó Kruskal Wallis.

Para las variables del suelo se tomó como referencia un análisis general antes de la aplicación de tratamientos con microorganismos, en este caso para la acidez del suelo se observó que las EMAs del Centro Experimental San Francisco - Huaca con una dosis de 0.5 L/20L de agua es el que mejor responde en las tres evaluaciones con un pH de 6.82 a 6.95 respectivamente abriendo una brecha de diferencias puesto que al ser una variable logarítmica cada décima que suma son miles de moléculas que trabajan para contribuir con la mejora de la fertilidad del suelo Beretta *et al.*, (2014). Los tratamientos empleados con microorganismos comerciales y de El Carmelo también responden de manera favorable a la tercera aplicación, concordando así con Orozco-Corral *et al.*, (2016), quienes manifiestan que los microorganismos eficientes alcanzan mejores resultados si provienen de la misma localidad.

Por consiguiente, en la conductividad eléctrica, hay una disminución en la cantidad de sales presentes puesto que los valores obtenidos son menores a 1 considerando al suelo como libre de sales, apto para todo tipo de cultivo (Villalba-Martínez *et al.*, 2020). Por lo que, se observó que en los tratamientos que se emplearon las mismas dosis de 0.5L/20L respondieron de manera favorable puesto que los valores de 0.20 mS/cm se mantienen en las dos primeras aplicaciones mientras que a la dosis final se reduce a 0.18 mS/cm siendo una variación pequeña, además la cantidad de sales es inversamente proporcional a la calidad de la fruta puesto que, Hernández-Valencia *et al.*, (2022), argumentan que si la cantidad de sales aumenta la cantidad de antioxidantes de la fruta disminuye afectando directamente a la calidad del fruto, es por ello que tratamientos como microorganismos de El Carmelo que tuvieron un valor de 0.06 mS/cm presentaron frutos con mayor calidad en cuanto a sólidos solubles totales.

Mientras que, para materia orgánica la dosis de 1L/20L es la que mejor resultados obtuvo en las tres aplicaciones de microorganismos eficientes alcanzando valores de 8.99% de materia orgánica en los tres tipos de EMAs empleadas concordando así con Ramos *et al.*, (2019), quien manifiesta que los microorganismos eficientes aumentan su actividad benéfica en la dosis establecida.

En el caso de macronutrientes en el suelo estos se mantienen como se observan en los (ANEXO 2 y ANEXO 3), considerando a si lo expuesto por Mateos-Marcos, (2017), quienes afirman que un suelo apto para el desarrollo agrícola es el que mantiene las cantidades acordes de nutrimentos, sin embargo, el K en los tratamientos 4, 6 y 9 alcanza un nivel medio mientras que para los tratamientos 7 y 8 arroja un nivel bajo respectivamente concordando con Loarte *et al.*, (2018), quien en su manual argumenta que las condiciones de sequía hace que los niveles de potasio en el suelo reduzcan puesto que es un mineral que solo puede obtenerse a partir de las reservas existentes en el suelo, acotando la falta de un sistema de riego en el cultivo lo que también provocó el desbalance de nutrientes (Ramos *et al.*, 2019).

Mientras que, la falta de crecimiento de las coronas se atribuye a que las plantas tuvieron un tiempo prolongado de producción (20 meses), sumado a esto la poca disponibilidad de agua de riego y las condiciones agroclimáticas desfavorables redujeron el crecimiento manteniendo así un valor promedio de 15.90 cm, concordando con Ávila, (2015), quien argumenta que para obtener un buen desarrollo del cultivo se debe considerar variables climatológicas con el objeto de asegurar una adecuada productividad.

Sin embargo, en el desarrollo de flores por planta se evidencia que los tratamientos con dosis de 1L/20L para los tres casos evaluados responden satisfactoriamente coincidiendo con J. Molina, (2012), quien manifiesta que los microorganismos eficientes a dosis de 1L contribuyen con el desarrollo de los cultivos, sumado a esto el manejo agronómico que se realizó al cultivo ayudo con su desarrollo productivo (García *et al.*, 2012).

Mientras que, para la cantidad de frutos por planta la aplicación de tratamientos con microorganismos eficientes a dosis de 1.5L/20L es la que mejor resultado otorga en las dos primeras fumigaciones generando un desnivel a la última aplicación puesto que los microorganismos ya se encontraban con 30 días de fermentación concordando con Kondo, (2022), quien argumenta que pasado los 15 días de fermentación de las EMAs hay que duplicar su dosis para obtener excelentes resultados en los cultivos.

En cuanto al rendimiento del cultivo se evidencia que la dosis de 0.5L genera una producción de $1.93 \text{ Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$ en la tercera semana de aplicación de EMAs, mientras que, en la primera y segunda semana de aplicación, mantienen un rendimiento de 0.20 a $0.60 \text{ Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$. Sin embargo, la dosis de 1L para los microorganismos obtenidos de la finca San Vicente, perteneciente a la parroquia El Carmelo, reaccionan propiciamente en las dos primeras aplicaciones Jácome, (2013), siendo así la reacción global de microorganismos eficientes en la fresa estando de acuerdo con Luna-Feijoo y Mesa-Reinaldo, (2016), quienes argumentan los beneficios que traen éstos sobre el desarrollo agrícola.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al realizar la prueba de Normalidad se denota escalas no paramétricas para todas las variables en estudio debido a que el cultivo de fresa no contaba con las condiciones agronómicas adecuadas para un buen rendimiento agrícola.

El estudio de microorganismos eficientes fue a corto plazo de tal manera que no generó un impacto positivo en la producción y rendimiento del cultivo de fresa, y a su vez no se observaron diferencias significativas en las variables de número de flores, número de frutos y rendimiento total del cultivo.

Los microorganismos provenientes de la quebrada Santo Tomás del Centro Experimental San Francisco a dosis de 1L incrementaron el porcentaje de materia orgánica en 8.99%.

Después de la aplicación de microorganismos eficientes, se observó una tendencia positiva en la cantidad de cenizas contenidas en el suelo, así como en el crecimiento de organismos vivos como levaduras y mohos. Además, se observó un mejoramiento en la calidad organoléptica de la fruta. Sin embargo, esta aplicación no resultó favorable para los niveles de pH, conductividad eléctrica y macronutrientes del suelo.

Recomendaciones

Se recomienda la aplicación de la dosis de 1L de microorganismos eficientes como bioestimulantes en el cultivo, estableciéndola como la base de un plan de manejo integrado para el cultivo de fresa y otros cultivos de interés comercial.

Se propone llevar a cabo caracterizaciones a nivel microbiológico de los microorganismos eficientes con el fin de determinar qué microorganismos están trabajando de manera óptima para mejorar la fertilidad de los suelos.

Se sugiere llevar a cabo ensayos a largo plazo con microorganismos eficientes para evidenciar las ventajas que ofrecen sobre el suelo y su contribución al campo agrícola.

REFERENCIAS

- 3M. (2017a). *3M™ Placas Petrifilm™ para el Recuento de Aerobios AC. Guía de interpretación.* www.3M.com/
- 3M. (2017b). *Placas Petrifilm™ para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras.*
- Acosta, A. (2013). *Aplicación foliar de tres dosis de calcio y tres dosis de boro en el cultivo de fresa cultivar Oso grande, bajo cubierta.*
- Acosta-Almánzar, H. A. (2012). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica.*
- Acuña, J., & Fischer, G. (2020). *Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca.*
- Alarcón-Zayas, A., Barreiro-Elorza, P., Boicet-Fabré, T., Ramos-Escalona, M., & Morales-León, J. Á. (2018). Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y físico-químicos de la calidad del tomate. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 243–255.
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Alejo, L., & Mesa, J. (2019). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) en un suelo Pardo sialítico mullido, sin carbonatos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 111–118.
- Álvarez, C. R., & Rimski-Korsakov, H. (2016). *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos.*
- Álvarez, M., Tucta, F., Quispe, E., & Meza, V. (2018). Incidence of the inoculation of beneficial microorganisms in the strawberry (*Fragaria* sp.) crop. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 33–42. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.04>
- Anaya, M. (2022). *Agrociencia.*
- Andrades, M. S., & Martínez, E. (n.d.). *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen.*
- Ávila, E. (2015). *Manual del cultivo de fresa.*

- Avilés-León, D. J. (2020). *Análisis de la información científica de microorganismos eficientes de montaña para potenciar la diversidad biológica de los suelos agrícolas.*
- Bai, Z., Caspari, T., Gonzalez, M. R., Batjes, N. H., Mäder, P., Bünemann, E. K., de Goede, R., Brussaard, L., Xu, M., Ferreira, C. S. S., Reintam, E., Fan, H., Mihelič, R., Glavan, M., & Tóth, Z. (2018). Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.028>
- Beretta, A., Bassahum, D., & Musselli, R. (2014). ¿Medir el pH del suelo en la mezcla suelo: agua en reposo o agitando? In *Agrociencia (Uruguay)* (Vol. 18, Issue 2). Facultad de Agronomía - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482014000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Calero-H., A., Quintero-R., E., Pérez-D., Y., Olivera-V., D., Peña-C., K., Castro-L., I., & Jiménez-H., J. (2019). Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(1), 67–78. <https://doi.org/10.22267/rcia.193601.99>
- Callisaya-Quispe, Y., & Fernández-Chávez, M. C. (2017). Evaluación del efecto microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Revista de La Carrera de Ingeniería Agronómica -UMSA*, 3(3), 652–666.
- Cano, M. (2013). *Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (Fragaria spp.).*
- Castelán, R., López, L., Tamariz, V., Linares, G., & Cruz, A. (2017). *Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla, México.*
- Chaparro, E., Vera, M., Herrera, F., & Barahona, J. C. (2020). *Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos.*
- Chirinos, H. (2019). *Fertilización de la fresa (Fragaria x ananassa).*

- Delgado-Silva, H. D., & Gutiérrez-Montoya, L. V. (2022). Hongos micorrizas arbusculares: la simbiosis de los múltiples beneficios. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 12(2), 2–14. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v12i2.15196>
- Ecuador. (2011). *Constitución de la República del Ecuador*. 1–140.
- Espinoza, M., Andrade, E., Rivera, P., & Romero, A. (2011). *Degradación de suelos por actividades antrópicas en el Norte de Tamaulipas, México*.
- Ferrucho-González, A., & Ruíz-González, D. (2013). *Evaluación y comparación del comportamiento agronómico de dos cultivares de fresa (Albión y Monterrey) sembrados a libre exposición y bajo macrotúnel en la Sabana de Bogotá (Colombia)*.
- Fierro, E., & Maldonado, C. (2023). *Evaluación de la degradación física del suelo en ecosistemas agrícolas de la Parroquia Pimampiro*.
- Friedrich, T. (2014). La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48, 319–322. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193033033001>
- Galarza, S. (2019). *Análisis de la fertilidad del suelo del jardín universitario de la Universidad Estatal del Sur Manabí*.
- García, J., Montesinos, P., Rodríguez, J., Camacho, E., & Hess, T. (2012). *Hacia la sostenibilidad del cultivo de la fresa: demanda real de riego y posibilidades de mejora*. <https://www.researchgate.net/publication/285776870>
- Gijón, I. (2017). *Estrategias de manejo para el control de araña roja (Tetranychus urticae) en fresa*.
- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*, 7(2), 52–73. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552012000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- González-Cueto, O., Iglesias-Coronel, C. E., & Herrera-Suárez, M. (2009). Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2), 57–63. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215937011>
- Grasso, A., & Díaz-Zorita, M. (2020). *Manual de buenas prácticas de manejo de fertilización*. www.fertilizar.org.ar

- Gutiérrez, J. (2015). *Diseño de Bloques al Azar*.
- Hernández-Valencia, R. D., Juárez-Maldonado, A., Pérez-Hernández, A., Lozano-Cavazos, C. J., Zermeño-González, A., & González-Fuentes, J. A. (2022). Influence of organic fertilizers and silicon on the physiology, yield, and nutraceutical quality of the strawberry crop. *Nova Scientia*, 14(28). <https://doi.org/10.21640/ns.v14i28.3032>
- Hidalgo, D. (2016). *Evaluación de controladores Biológicos: Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis, en el cultivo de fresa (Fragaria vesca L) variedad Albión, para el control de podredumbre gris (Botrytis cinerea) en el Centro experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi*.
- Hurtado-Calero, A., Quintero-Rodríguez, E., Pérez-Díaz, Y., González-Pardo, Y., & González-Lorenzo, N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1167>
- Izquierdo-Bautista, J., & Arévalo-Hernández, J. J. (2021). Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación. *Ingeniería y Región*, 26, 20–28. <https://doi.org/10.25054/22161325.2527>
- Jácome, G. (2013). *Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y Trichoderma spp, como agentes aceleradores de compostaje*.
- Kondo, S. (2022). *Microorganismos Guía Técnica 4*.
- Labrador, J. (2012). *Avances en el conocimiento de la dinámica de la materia orgánica dentro de un contexto agroecológico*.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability (Switzerland)*, 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- León-Duran, M., & Acevedo-Osorio, Á. (2021). Sustainably soil management in agroecological transition processes. *Ecosistemas*, 30(2). <https://doi.org/10.7818/ECOS.2061>
- Loarte, L., Apolo, V., & Alvarez, P. (2018). *Effect of maturation time and efficient microorganisms on the bocashi nutritional quality*.

- Luna, M., & Ramón, J. (2016). *Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores Efficient microorganisms and its benefits for farmers*. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/>
- Luna-Feijoo, M. A., & Mesa-Reinaldo, J. R. (2016). *Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores*. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/>
- MAAE. (2016). *Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales*. www.lexis.com.ec
- MAAE. (2018). *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura*. www.lexis.com.ec
- Martínez, F., García, C., Gómez, L., Aguilar, Y., Martínez, R., Castellanos, N., & Riverol, M. (2017). *Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana*.
- Martínez, I., Pantoja, G., Cancán, E., Limaico, D., Vizcaíno, M., Añazco, M., & Uribe, H. (2019). Evaluación de la erosión y selección de especies forestales para la rehabilitación de suelos degradados de origen volcánico de Ecuador. *Agro Sur*, 47(3), 55–62. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2019.v47n3-06>
- Mateos-Marcos, S. (2017). *La Agroecología, una nueva ciencia nada discutible*.
- Molina, E. (2018). *Fertilización de fresas*.
- Molina, J. (2012). *Microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) en la producción de cuy*.
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications*. 46(2), 93–103. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Orozco-Corral, A. L., Valverde-Flores, M. I., Martínez-Téllez, R., Chávez-Bustillos, C., & Benavides-Hernández, R. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 441–456. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000400441&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pedraza, R. O., Teixeira, K. R. S., Scavino, A. F., García De Salamone, I., Baca, B. E., Azcón, R., Baldani, V. L. D., & Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el

- crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. In *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (Issue 2).
- Peña, J. (2012). *Zonificación de la Hacienda San Francisco y el aprendizaje de los estudiantes de la escuela de Desarrollo Integral Agropecuario*.
- Peña, J., García, J., & Campos, M. (2019). Planificación de la zonificación de la Finca Experimental San Francisco situada en la provincia del Carchi Ecuador. *Tierra Infinita*, 5(1), 41–61. <https://doi.org/10.32645/26028131.923>
- Peñuela, L., Mejía, A., & Segura, G. (2017). *El manejo sostenible del suelo, clave para adaptarnos al cambio climático. Proyecto: “Implementación de estrategias de adaptación al cambio climático, a través del manejo de los recursos hídrico y suelo, con productores de la estrella hídrica del cerro Zamaricote y en la cuenca alta y media del río Ariporo y río Guachiria, Casanare*. www.horizonteverde.org.co
- Quesada, J., Cerón, A., & Pozo, Á. (2012). *Captura, Identificación, Multiplicación, y Aplicación de Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs), para su aprovechamiento en la Producción Integral Agropecuaria*.
- Ramos, C., Castro, A., León, N., Álvarez, J., & Huerta, E. (2019). *Lombricomposta para recuperar la fertilidad de suelo franco arenoso y el rendimiento de cacahuate (Arachis hypogaea L.)*.
- Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Rivadeneira, D. (2016). *Evaluación de tres dosis de zeolita para optimizar el rendimiento del cultivo de fresa (Fragaria x ananassa), en el cantón Tulcán provincia del Carchi*.
- Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta, FAO*.
- Salazar, Y. (2021). *Evaluación de la calidad de ensilaje a base de forraje de aliso (Alnus acuminata. spp) y Microorganismo Eficientes Autóctonos, EMAS*.
- Sánchez, S., Hernández, M., & Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios Management alternatives of soil fertility in livestock production ecosystems. In *Forrajes* (Vol. 34, Issue 4).

- Sarmiento-Sarmiento, G. J., Amézquita-Álvarez, M. A., & Mena-Chacón, L. M. (2019). Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55–61. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>
- Schoonover, J. E., & Crim, J. F. (2015). An Introduction to Soil Concepts and the Role of Soils in Watershed Management. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 154(1), 21–47. <https://doi.org/10.1111/j.1936-704x.2015.03186.x>
- Schulte, E. E., & Hopkins, B. G. (1996). *Estimation of Soil Organic Matter by Weight Loss-On-Ignition*.
- Soberanía. (2010). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*.
- Solórzano, A. C., Martín, A., Salazar, S. M., Sandoval, J. S., & Kirschbaum, D. S. (2015). Correlación entre la medida del color del fruto y la concentración de sólidos solubles totales en frutilla o fresa (*Fragaria ananassa* Duch.). *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*, 35(1), 55–60.
- http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2015000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Sullivan, P. (2007). *Suelos: El Manejo Sostenible*. www.ncat.org/agri.html
- Suquilanda, M. B. (2008). *El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola*.
- Tenorio, K. (2020). “Efectos de la contaminación del suelo por herbicidas en la productividad del arroz.
- Ulibarry, P. G. (2019). *Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes Autor Resumen*. <http://bcn.cl/28ziq>
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de Frutilla*. 1–112.
- Vaca, E., & Valverde, F. (2010). *Efecto de la vinaza en el rendimiento de una fezcla forrajera en un suelo Andisol, al tercer año de aplicación*.
- Vega, G., Ávila, J., Vega, A., Camacho, N., Santos, A., & Leo-Amador, G. (2014). *Paradigmas en la Investigación. Enfoque Cuantitativo y Cualitativo* (Vol. 10, Issue 15).

Villalba-Martínez, C. J., Merino-García, A., & Etchevers-Barra, J. (2020). Diagnosis of the chemical fertility of soils (Rhodic Paleudult) in agricultural and forest systems of the Eastern region of Paraguay. *Investigación Agraria*, 22(2), 92–99. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2020.diciembre.2202658>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de validación del abstract



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Haddy Daniela Jácome Lucero				
DATE: 12 de agosto de 2024				
Topic: "Evaluación de microorganismos eficientes sobre la fertilidad del suelo en un cultivo establecido de fresa en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi".				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/> Edwin Andrés,5	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Haddy Daniela Jacome Lucero

Fecha de recepción del abstract: 6 de agosto de 2024

Fecha de entrega del informe: 12 de agosto de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MSc Juan Carlos López
Director de los Centros
Académicos y de Formación
Complementaria

Anexo 2

Análisis de suelo inicial

MC-LASPA-2201-01

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. T'fs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 23-0237

NOMBRE DEL CLIENTE: Jácome Lucero Haddy Daniela
PETICIONARIO: Jácome Lucero Haddy Daniela
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Jácome Lucero Haddy Daniela
DIRECCIÓN: Tulcan

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 04/07/2023
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 10:15
FECHA DE ANÁLISIS: 10/07/2023
FECHA DE EMISIÓN: 19/07/2023
ANÁLISIS SOLICITADO: S1

Análisis	Ph	N		P	S*	B*	K		Ca	Mg	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO*	CO.*	Textura (%)			IDENTIFICACIÓN			
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural				
23-1200	6,19	LAc	130,81	A	34,47	A		0,24	M	22,68	A	1,92	A				11,79	7,90	101,03	24,85							Muestra 1

Análisis	AlH*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACIÓN
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Otsen Modificado
S.B = Fostato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Otsen Modificado
	B = Curcúmina

INTERPRETACION		
Elemento		
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Lige. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Fras. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Punto Saturado
M.O. =	Dicromato de Potasio
AlH =	Titración NaOH

INTERPRETACION			
AlH,Al y Na	C.E.		M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

LABORATORISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación, etc. que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Anexo 3

Análisis de suelo final por cada tratamiento de estudio

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tels: (02) 3007284 / (02)2594240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 23-0433

NOMBRE DEL CLIENTE: Jácome Lucero Haddy Daniela
PETICIONARIO: Jácome Lucero Haddy Daniela
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Jácome Lucero Haddy Daniela
DIRECCIÓN: Tulcán / Carchi

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 12/09/2023
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 10:57
FECHA DE ANÁLISIS: 18/09/2023
FECHA DE EMISIÓN: 25/09/2023
ANÁLISIS SOLICITADO: 51

12/09/2023
10:57
18/09/2023
25/09/2023
51

Análisis	pH	N	P	S*	B*	K	Ca	Mg	Zn*	Cu*	Fe*	Mn*	Ca/Mg	Mg/K	Ca/Mg/K	I	MO*	CO*	Textura [%]			IDENTIFICACIÓN	
Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				mg/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
23-1853	6,31	L Ac	95,80	A	26,15	A		0,58	A	18,24	A	0,85	A			23,47	1,58	20,45	19,62				Muestra T 1
23-1854	5,80	Mv Ac	97,50	A	27,13	A		0,72	A	17,85	A	1,23	A			14,74	1,69	26,61	19,78				Muestra T 2
23-1855	5,89	Mv Ac	97,37	A	28,84	A		0,84	A	18,70	A	0,86	A			21,81	1,02	23,25	20,40				Muestra T 3
23-1856	5,94	Mv Ac	104,14	A	28,83	A		0,26	M	17,50	A	1,03	A			16,03	4,01	71,90	18,79				Muestra T 4
23-1857	5,80	Mv Ac	110,63	A	30,16	A		0,53	A	16,47	A	1,94	A			12,25	2,35	33,74	18,34				Muestra T 5
23-1858	5,88	Mv Ac	87,84	A	27,08	A		0,34	M	16,03	A	1,13	A			13,06	3,44	51,41	17,56				Muestra T 6
23-1859	5,94	Mv Ac	95,05	A	28,64	A		0,14	S	16,52	A	1,13	A			18,41	7,05	122,51	17,50				Muestra T 7
23-1860	6,21	L Ac	76,79	A	25,39	A		0,05	S	18,55	A	0,77	A			24,10	14,03	35,14	19,38				Muestra T 8
23-1861	6,17	L Ac	77,37	A	24,05	A		0,24	M	17,20	A	0,70	A			24,47	2,00	76,14	18,14				Muestra T 9
23-1862	5,70	Mv Ac	105,54	A	34,96	A		0,07	S	13,99	A	1,58	A			8,87	24,12	237,00	15,63				Muestra T 10

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g	%	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm	ppm	

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

MÉTODOS USADOS	
pH =	Suelto Agua (1:2.5)
N =	Palatabilidad de Color
LB =	Palatabilidad de Color
B =	Característica

INTERPRETACION	
pH	Elemento
Ac =	Acido
LA =	Liger Acido
PN =	Phos. Neutro
BS =	Resumen Cg
N =	Neutro
LAI =	Liger Alcalino
AL =	Alcalino
S =	Sajo
M =	Medio
A =	Alto
T =	Taloso (Bajo)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

MÉTODOS USADOS	
C.E. =	Palatabilidad
M.O. =	Documento de Procedimiento
Biol =	Medición directa

INTERPRETACION			
AH/L/S y Na	C.E.	M.O. y Cl	
S =	Sajo	NS =	No Salino
M =	Medio	S =	Salino
T =	Taloso	LS =	Lig. Salino
		MS =	May Salino
		M =	Medio
		A =	Alto

LABORATORISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o ha no es el destinatario de la misma, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra estrictamente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de Interpretación, etc. que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.