

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas (*Fragaria*) en el Centro Experimental San Francisco”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Gordon Estrada Edgar David

TUTORA: García Bolívar Judith Josefina, PhD

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Gordon Estrada Edgar David con el número de cédula 0401752373 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas (*Fragaria*) en el Centro Experimental San Francisco "

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

García Bolívar Judith Josefina, PhD

TUTOR

Tulcán, julio de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de Agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Gordon Estrada Edgar David con cédula de identidad número 0401752373 y respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

Gordon Estrada Edgar David

AUTOR

Tulcán, julio de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Gordon Estrada Edgar David y declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: “Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas (*Fragaria*) en el Centro Experimental San Francisco y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

Gordon Estrada Edgar David

AUTOR

Tulcán, julio de 2023

AGRADECIMIENTO

Primero que todo le doy gracias a Dios por permitir llevar a cabo mi carrera, por darme sabiduría, salud y mucha dedicación para cumplir una meta más en mi vida.

Un agradecimiento especial a mis padres Edgar Gordon y Nancy Estrada por su infinito apoyo, por su amor, comprensión para poder alcanzar este logro.

A mi mujer Fernanda Muñoz e hija Isabella Gordon fueron mi motor y mi mayor motivación para salir adelante y culminar con mi carrera.

A mis hermanas Fernanda y Estefania por estar en buenas y en los malos momentos durante mi vida.

A mi tutora. PhD Judith García por su gran dedicación, por su paciencia por su confianza y esfuerzo, que con sus conocimientos inculco en mí grandes cosas para poder llevar con éxito mis estudios.

Finalmente, un eterno agradecimiento a esta prestigiosa UNIVERSIDAD POLICTENICA ESTATAL DEL CARCHI por abrir sus puertas para estudiar.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres y a mi mujer e hija que gracias a su apoyo, amor y esfuerzo estuvieron constantemente conmigo en el transcurso de mi carrera dándome los mejores consejos para que este sueño tan anhelado se haga realidad gracias porque siempre estuvieron allí conmigo sin importar que, dándome ánimos para poder graduarme.

ÍNDICE

RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	15
ABSTRAC	14
I. PROBLEMA	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	22
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. Cultivo de fresa (Fragaria ananassa).....	25
2.2.2. Variedades de fresa	30
2.2.3. Fertilidad del suelo y nutrición.....	32
III. METODOLOGÍA	35
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	35
3.1.1. Enfoque	35
3.1.2. Tipo de Investigación	35
3.2. HIPÓTESIS	35
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	37
3.4.1 Localización del experimento.....	37

3.4.2 Técnicas.....	37
3.4.3 Método	37
3.4.4. Análisis Estadístico	38
3.4.5 Población y muestra	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. RESULTADOS.....	40
4.1.1. Desarrollo de la Planta	40
4.1.2. Producción.....	41
4.1.3. Características del fruto	48
4.2. Relación Costo Beneficio	51
4.3. DISCUSIÓN	56
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1.CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	59
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
VII. ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de fresa	27
Figura 2. Localización del estudio	37
Figura 3. Producción total por tratamiento	48
Figura 4. Dimensiones del fruto en centímetros.....	49
Figura 5. Peso y SS del fruto	50
Figura 6. Preparación de suelo y elaboración de camas	52
Figura 7. Plántulas de fresa Albión – trasplante	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	36
Tabla 2. Tratamientos evaluados	38
Tabla 3. Altura de la planta a los 60, 75 y 90 días después de la siembra.....	40
Tabla 4. Ancho de la planta a los 60, 75 y 90 ddt	41
Tabla 5. Prueba de media de Tukey para ancho de la planta a los 90 dds.....	41
Tabla 6. Peso promedio de producción a los 7 días de cosecha	41
Tabla 7. Peso promedio de producción 14 días de cosecha	42
Tabla 8. Peso promedio de producción a los 21 días de cosecha	42
Tabla 9. Peso promedio de producción a los 28 días de cosecha	42
Tabla 10. Prueba de medias de Tukey para pesos de producción a los 28 días de cosecha.....	43
Tabla 11. Peso promedio de producción a los 35 días de cosecha	43
Tabla 12. Peso promedio de producción a los 42 días de cosecha	43
Tabla 13. Peso promedio de producción 49 días de cosecha	44
Tabla 14. Peso promedio de producción a los 56 días de cosecha	44
Tabla 15. Peso promedio de producción a los 63 días de cosecha	45
Tabla 16. Peso promedio de producción a los 70 días de cosecha	45
Tabla 17. Peso promedio de producción a los 77 días de cosecha	45
Tabla 18. Peso del fruto a los 84 días de iniciada la cosecha	46
Tabla 19. Peso del fruto a los 91 días de iniciada la cosecha	46
Tabla 20. Peso promedio de producción a los 98 días de cosecha	47
Tabla 21. Peso promedio de producción a los 105 días de cosecha	47
Tabla 22. Análisis de varianza para ancho del fruto	48
Tabla 23. Análisis de varianza para largo	49
Tabla 24. Análisis de varianza para grados Brix	50
Tabla 25. Análisis de varianza para peso.....	50

Tabla 26. Análisis de varianza para PH	51
Tabla 27. Costos de producción.....	52
Tabla 28. Análisis C/B en un área de 414 m ² en tres meses de cosecha	53
Tabla 29. Análisis C/B en una hectárea de siembra.....	54
Tabla 30. Costos de producción para una hectárea de siembra	54
Tabla 31. Relación costo beneficio en un año de cosecha	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	63
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	64
Anexo 3. Análisis de suelo	66
Anexo 4. Análisis de biol	67

RESUMEN

La presente investigación se basa en la evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas. Para la gestión adecuada de los desperdicios de materia orgánica generados en la producción agrícola y pecuaria y evitar la generación de contaminación, estos residuos fueron utilizados para elaborar biol. La investigación tiene el fin de determinar la productividad y calidad del fruto en un cultivo de fresa en un área total de 414 m². El diseño fue en bloques completos al azar para controlar la variabilidad correspondiente a la pendiente. El ensayo se desarrolló con tres concentraciones de biol y dos frecuencias de aplicación. Se trabajó con una relación biol/agua del 20%, 30% y 40% y con frecuencias de aplicación de 10 y 20 días, en un total de 960 plantas de la variedad Albión, con un total de 6 tratamientos. El uso de este fertilizante en áreas relativamente pequeñas, 414 m², no es rentable en los primeros tres meses de producción, puesto que se tiene una relación costo-beneficio negativo para todos los tratamientos. La proyección de los costos de producción y las utilidades generadas en la producción de fresa en un cultivo de una hectárea, durante un año de producción, muestra que el tratamiento con mayor eficiencia y rentabilidad en el T2. Finalmente, los mejores resultados se obtienen con una concentración de biol del 30%, 3 litros de biol disueltos en 7 litros de agua, aplicado cada 20 días, lo que genera una relación C/B de 0,77.

Palabras clave: relación biol/agua del 20%, 30% y 40%, frecuencias de aplicación de 10 y 20 días, costo beneficio.

ABSTRACT

The present investigation is based on the evaluation of doses and frequency of application of biol on the productivity in the cultivation of strawberries. For the proper management of organic matter waste generated in agricultural and livestock production and to avoid the generation of contamination, these residues were used to make biol. The purpose of the investigation is to determine the productivity and quality of the fruit in a strawberry crop in a total area of 414 m². The design was randomized complete blocks to control the variability corresponding to the slope. The test was carried out with three Biol concentrations and two application frequencies. We worked with a biol/water ratio of 20%, 30% and 40% and with application frequencies of 10 and 20 days, with a total of 960 plants of the Albion variety, with a total of 6 treatments. The use of this fertilizer in relatively small areas, 414 m², is not profitable in the first three months of production, due to there is a negative cost-benefit relationship for all treatments. The projection of the production costs and the profits generated in strawberry production in a one-hectare crop, during a year of production, shows that the treatment with greater efficiency and profitability in the T2. Finally, the best results are obtained with a 30% biol concentration, 3 liters of biol dissolved in 7 liters of water, applied every 20 days, which generates a C/B ratio of 0.77.

Key words: Biol/water ratio of 20%, 30% and 40%, application frequencies of 10 and 20 days, cost-benefit.

Introducción

La fresa es una planta herbácea perenne y se adapta a diferentes climas, e incluso se puede cultivar desde regiones tropicales y subtropicales hasta regiones templadas de altitudes elevadas de hasta 3000 metros sobre el nivel medio del mar con facilidad de riego asegurada. Es el cultivo frutal de mayor distribución debido a su diversidad genotípica, naturaleza altamente heterocigótica y amplia gama de adaptaciones ambientales. Debido a los constantes esfuerzos de los mejoradores de fresas, el interés mundial por su cultivo ha impulsado enormemente su producción, lo que ha resultado en una gran popularidad en los últimos 50 años.

Actualmente, la fresa es considerada una de las frutas más deliciosas, refrescantes y suaves del mundo. Es una de las frutas blandas más importantes después de la uva y está siendo preferida por varias personas debido a sus atractivos colores y su agradable sabor y aroma. Los frutos frescos y maduros de fresa son una rica fuente de vitaminas y minerales, principalmente vitamina A (60 UI/100g de porción comestible) y vitamina C (30-120mg/100g de porción comestible).

Los cultivos de fresa pueden desarrollarse en una amplia gama de suelos que van desde arcilla pesada hasta arena ligera. La planta tiene un sistema de raíces fibrosas y la mayoría de sus raíces están confinadas a la capa superior de 15 a 20 cm del suelo, y crece mejor en suelos porosos ligeros ricos en humus. La planta es un alimentador de superficie; por lo tanto, la fertilidad, la humedad, el drenaje y el estado microbiano de la capa superior del suelo tienen un gran impacto en el crecimiento, desarrollo, fruto, calidad y producción de brotes.

La aplicación de fertilizantes sintéticos ha mejorado mucho el rendimiento por unidad de área, pero estos fertilizantes son caros y dificultan el equilibrio ecológico del suelo. Hoy en día, en el cultivo convencional de fresa se aplican altas dosis de fertilizantes químicos para obtener mejores rendimientos. Sin embargo, es bien sabido que el uso a largo plazo de fertilizantes químicos y otros agroquímicos afecta negativamente la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos, principalmente debido a sus efectos negativos sobre la fauna y los microbios del suelo, que eventualmente pueden interrumpir el ciclo de nutrientes en el suelo. Como resultado, se requieren más pesticidas y fertilizantes para mantener un rendimiento de cultivo razonable.

Si bien la lista de problemas ambientales asociados con la agricultura convencional se extiende, los científicos han prestado atención a reducir el uso de fertilizantes

químicos, la combinación de los fertilizantes tradicionales con biofertilizantes promueve el crecimiento y mejoran la productividad. Janagard y Raei (2019), mostraron que el cultivo de soya tuvo mejor rendimiento de crecimiento cuando se utilizó la bacteria solubilizadora de fósforo, *Bradyrhizobium japonicum*, junto con un 33 % de fertilizantes químicos. Por su otro lado, Yosefi (2011) observó una mejora en el crecimiento y el rendimiento significativos del maíz con el uso de combinaciones de fósforo bioquímico y químico. La fresa no dista de estos resultados, se han observado mejoras significativas en los cultivos con la aplicación de biofertilizantes junto con una dosis reducida fertilizantes químicos (Zargar et al., 2008; Umar et al., 2010).

El uso de biofertilizantes mejora el crecimiento de las plantas y reduce el riesgo de contaminación ambiental, al tiempo que constituye una alternativa nutritiva (Fawad & Mustafá, 2021). Los abonos orgánicos como vermicompost, compost, biofertilizantes, entre otros, se han utilizado en la agricultura como una fuente importante de fertilización. Estos abonos ayudan no solo a cerrar la amplia brecha existente entre la eliminación y el suministro de nutrientes, sino también a asegurar una proporción equilibrada de nutrientes, mejorando la eficiencia de la respuesta y maximizando la productividad de los cultivos de la calidad deseada.

I. PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La producción de fresa ha incrementado considerablemente en los últimos años, puesto que es más rentable y la cosecha ocupa menos tiempo. No obstante, estos cultivos a menudo involucran el uso intensivo de pesticidas y agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, lo que implica uno de los principales problemas de producción. En la provincia del Carchi, específicamente en la ciudad de Tulcán, la producción de fresa se limita a pequeños huertos con exagerado uso de químicos que puede conlleva a problemas en el suelo, la salud humana y el medio ambiente.

El uso excesivo de agroquímicos desarrolla la resistencia en las plagas y enfermedades, lo que requiere el uso de cantidades aún mayores de agroquímicos o el cambio a pesticidas más tóxicos para mantener la eficacia. Por otra parte, la aplicación de estos compuestos en los campos agrícolas puede llegar a las fuentes de agua subterránea y superficial a través de la escorrentía y la lixiviación, contaminando los recursos hídricos. También persiste en el suelo durante largos períodos y afecta la biodiversidad y los microorganismos beneficiosos.

En cuanto a los efectos en la salud humana, algunos agroquímicos son tóxicos y causan efectos agudos cuando se tiene una exposición a dosis elevadas. Los trabajadores agrícolas y las personas que aplican los agroquímicos corren un mayor riesgo de intoxicación aguda. La exposición repetida o prolongada a bajos niveles de agroquímicos tiene efectos crónicos en la salud. Algunos estudios han relacionado la exposición a ciertos pesticidas con problemas de salud a largo plazo, como trastornos neurológicos, problemas respiratorios, cáncer y alteraciones hormonales.

Bamberg (2016) señala que, el uso de fertilizantes químicos en la mayoría de los cultivos comerciales de fresas, ha proporcionado la aparición de desequilibrios de nutrientes en el suelo, especialmente los contenidos de fósforo (P) y potasio (K), utilizados muy por encima del nivel crítico,

lo que resulta en un crecimiento reducido de la planta, disminución de la síntesis de metabolitos y compuestos estructurales, pérdida de productividad e incremento del riesgo de contaminación ambiental.

Cabe mencionar que, además, a nivel local los cultivos predominantes, como la papa, arveja o fréjol, constituyen monocultivos que desgastan el terreno y afectan la producción futura. Como consecuencia de esta mala práctica agrícola, los cultivos de fresa incrementan notablemente los costos de producción, lo que genera menores ingresos debido a los altos costos de fertilización, deterioro del ambiente, infertilidad en suelos, problemas de salud en los agricultores, etc.

1.2. Formulación del Problema

El excesivo uso de fertilizantes químicos que deterioran el suelo e incrementan los costos de producción, no considerando el aprovechamiento de desechos agrícolas en forma de bioles como alternativas de fertilización

1.3. Justificación

En Ecuador, la agricultura desempeña un papel crucial en la economía, puesto que proporciona alimentos y materia prima que representan también oportunidades de empleo a una importante cantidad de la población, representando un 25% de la población económicamente activa, es decir, constituye una de las principales fuentes de empleo del país, en el que más de 1,6 millones de personas trabajan en este sector. La agricultura constituye uno de los ejes principales sobre los que se desenvuelve la economía de Ecuador, tanto en el ámbito económico como en la seguridad alimentaria, el reporte de Productividad Agrícola señala que esta actividad aporta un promedio de 8,5% al PIB, siendo el sexto sector que aporta a la producción del país (Andrade, 2017)

Como parte importante del eje agrícola esta la producción de fresas, que ha incrementado en los últimos años debido a las condiciones climáticas favorables y al aumento de la demanda tanto en el mercado nacional como en el internacional. En 2021, Ecuador se convirtió en el exportador número 90 de fresas frescas en el mundo. En el mismo año este fruto fue el producto número 2090 más exportado en Ecuador. Los principales destinos de exportaciones de fresas de Ecuador son: Estados Unidos, Emiratos Árabes Unidos, Maldivas, Luxemburgo, y Países Bajos.

El cultivo de fresa puede adaptarse a una extensa gama de condiciones ambientales, Esta amplia distribución geográfica se produce debido a la alta capacidad de adaptación de este fruto a las condiciones de cultivo y clima. En Ecuador, la producción de fresas se expande cada año, en los últimos años la provincia de Tungurahua, específicamente el cantón Tisaleo, cubre gran porcentaje de la demanda de fresa y mora a nivel nacional, seguido de Pichincha y Chimborazo (AME, 2021).

El éxito duradero en la producción de fresas se encuentra en garantizar una nutrición equilibrada y oportuna. Como alternativa eficiente y sostenible a la fertilización química están los biofertilizantes, provenientes de materia orgánica, que, junto al diseño de un adecuado plan de fertilización las plantas reciben los nutrientes que requieren en el momento preciso, lo que conlleva a una cosecha más abundante y frutos de alta calidad.

Los biofertilizantes son productos naturales que contienen microorganismos beneficiosos (bacterias, hongos, algas u otros) y sustancias orgánicas que mejoran la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Uno de los más empleados es el biol, constituye un biofertilizante líquido producido, generalmente en un biodigestor, a través de un proceso de fermentación anaeróbica de materiales orgánicos, como estiércol, residuos vegetales, melaza y agua.

Este proceso de fermentación permite la proliferación de microorganismos benéficos, principalmente bacterias y hongos, que luego son aplicados al suelo para mejorar su fertilidad y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, tiene un alto contenido de materia orgánica, superando el 40% en el caso del biol de bovino, lo que puede incrementar la producción de los cultivos en un 20%, y, además, proporcionar un sistema natural de protección contra insectos, entre otros beneficios (Atlasbig, 2021)

Dentro de la producción agrícola existen diferentes residuos orgánicos, que no son aprovechados al máximo y pueden reutilizarse para producir fertilizantes e insumos agrícolas, cuya composición tiene gran parte de los macronutrientes, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio y otros micronutrientes necesarios para el desarrollo eficiente de un cultivo. También contiene una amplia variedad de microorganismos benéficos que pueden ayudar a mejorar la estructura del suelo, promover la descomposición de materia orgánica y aumentar la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas (Viana, y otros, 2018)

Al ser la agricultura un eje principal en el desarrollo del país es importante promover el uso de bioinsumos en los cultivos de fresa en el país, puesto que aportan beneficios en la salud del consumidor, al ambiente evitando el uso de químicos y a la rentabilidad del sembrío al disminuir los costos de producción para los medianos y pequeños productores.

Este estudio plantea la producción de fresa como una alternativa rentable que puede implementarse en la provincia y, que genera la oportunidad de aprovechar al máximo los desechos de la producción agrícola, generando bioinsumos como el biol; que puede mejorar la producción y calidad del fruto. El uso de este fertilizante en los cultivos de fresa generará fuentes de empleo y estabilidad económica para los pequeños productores, junto al impacto social y ambiental positivo que tiene el uso del biodigestor.

1.4. Objetivos y Preguntas de Investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar dosis y frecuencia de aplicación de un biol procedente de un biodigestor en la productividad del cultivo de fresas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer el efecto de biol bovino en el desarrollo del cultivo de fresa.
- Determinar el efecto del uso de biol en la productividad del cultivo de fresa.
- Establecer el efecto del uso de biol en la calidad de los frutos.
- Determinar la relación costo beneficio en el cultivo de fresa con la aplicación de biol

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son las características del Biol proveniente de un biodigestor compacto?
- ¿Determinar de qué manera influye la aplicación de un biol, producto de heces de bovinos, en la altura de la planta de fresa?
- ¿Como influye en el ancho de la planta, la aplicación directa al suelo de un biol bovino?
- ¿Como afecta el uso de biol bovino aplicado directamente al suelo en el pH de los frutos?
- ¿La calidad del fruto mejoró al utilizar un bioinsumo como el biol bovino?

- ¿Cuál es la dosis y frecuencia adecuadas de biol en el cultivo de fresas?
- ¿Cómo afecta el uso de biol como biofertilizante en la productividad de fresa?
- ¿Cuál es el tratamiento que presenta la mejor relación costo beneficio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes Investigativos

Se han realizado varios estudios sobre el cultivo de fresas con el uso de bioinsumos, principalmente en Brasil, Argentina y Chile, que son grandes productores de fresa a nivel mundial. Uno de ellos fue desarrollado por Pirovani, Prastissoli, Carvalho, y Dalvi (2016), titulado "Manejo de Plagas para el Cultivo de Fresas: Sin residuos Agrotóxicos", en su estudio indican que la producción de fresa puede sufrir diversas afectaciones, de carácter biótico o abiótico, que afectan tanto al desarrollo vegetativo como a la producción, entre estos están: insectos, ácaros, hongos, bacterias, virus y nematodos. La mayoría de los productores buscan erróneamente eliminar las afectaciones basando su control fitosanitario exclusivamente en insumos químicos.

Ante la búsqueda de calidad de vida, el consumidor demanda una mayor oferta de alimentos libres de pesticidas, que respete los preceptos de sostenibilidad, conservación del ambiente y bienestar humano. El estudio determina que la producción de fresa orgánica puede definirse como un sistema de producción que evita o excluye en gran medida el uso de fertilizantes, pesticidas, reguladores del crecimiento y aditivos preparados sintéticamente para la producción de plantas. En la medida de lo posible, los sistemas de agricultura orgánica dependen de la rotación de cultivos, residuos de cultivos, estiércol animal, legumbres, abonos verdes y desechos orgánicos; el estudio señala que el uso de bioinsumos, así como el cultivo mecánico, rocas y minerales, y aspectos de control biológico de plagas y patógenos, mantiene la productividad y la estructura del suelo, proporcionando nutrientes a las plantas y control de insectos, malezas y otras plagas (Pirovani et al., 2016).

Morales, et al. (2016) desarrollaron el estudio titulado "Productividad de la fresa en función de la fertilización orgánica complementaria en cultivos protegidos", cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento, emisión de estolones y contenido de sólidos solubles de frutos de fresa, en función de la fertilización con estiércol de ganado

complementario a la fertilización química, en cultivos protegidos, en la región Centro-Sur de Paraná. El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con los tratamientos dispuestos en un esquema factorial 4 x 4, compuesto por cuatro cultivares (Oso Grande, Sweet Charlie, Dover y Camarosa) y cuatro dosis de fertilización orgánica con estiércol (0, 30, 60 y 90 t. ha⁻¹).

El estudio señala que, en fresa, la fertilización orgánica se considera la base fundamental para el éxito del cultivo, proporcionando una mayor producción comercial de frutos, además de sus efectos sobre las características fisicoquímicas del suelo. La aplicación de materia orgánica puede ser favorable a la fresa porque aporta cantidades adecuadas y graduadas de potasio y nitrógeno. Allí concluye que se obtuvo una mayor productividad con una dosis de 58 t ha⁻¹ de estiércol. Los cultivares Camarosa y Oso Grande tuvieron un aumento de productividad con las dosis intermedias, pero redujeron su producción a la dosis máxima. Por otro lado, la productividad del cultivar Dover se redujo linealmente con dosis crecientes, probablemente debido al aumento en el número de estolones emitidos (Morales et al. 2016).

Lima, Viana, Gomes, Martins, y Moreira (2016) desarrollaron la investigación titulada "Rendimiento de cultivos de fresa bajo diferentes niveles de riego y dosis de biofertilizantes" cuyo objetivo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de riego y dosis de biofertilizante bovino fermentado anaeróbicamente, sobre la acumulación de biomasa y el rendimiento del cultivo de fresa. El experimento se llevó a cabo en el área experimental de la UFC, en Fortaleza, Brasil, bajo un ambiente protegido. El diseño experimental fue bloques al azar diseñados en parcelas subdivididas, en las cuales se aplicaron niveles de riego por goteo (equivalente al 33,3; 66,6; 100, 133,3 y 166,6% de la evaporación medida en el tanque Clase A - ECA), correspondientes a las parcelas. Usaron cuatro dosis de biofertilizante bovino (125, 250, 375 y 500 ml planta⁻¹. semana⁻¹) en las subparcelas, con cuatro repeticiones. Los parámetros evaluados fueron: biomasa (raíz, brote y materia seca total), diámetro del fruto, longitud del fruto, número de frutos por planta, masa media del fruto y rendimiento. El biofertilizante y el riego aumentaron la biomasa de los brotes de fresa y la biomasa total. La interacción entre el riego y el biofertilizante bovino elevó la materia radicular a 3,7 g. El estudio concluye que el biofertilizante fue nutricionalmente eficiente para

la fresa en cuanto a número de frutos, diámetro del fruto y rendimiento (Lima et al. 2016).

Derkowska, Sas Paszt, Trzciński, Przybył, y Wyszczak (2016) investigaron el tema "Influencia de los biofertilizantes en el crecimiento vegetal y microbiología de rizosfera de cultivares de fresa de invernadero" con el objetivo de evaluar el crecimiento y desarrollo de plantas de tres cultivares de fresa fertilizados con biofertilizantes seleccionados en condiciones de invernadero. Los experimentos se llevaron a cabo en un complejo de invernaderos del Instituto de Investigación de Horticultura en Skierniewice. Se plantaron tres cultivares de fresa, 'Elsanta', 'Honeoye' y 'Elkat', en rizocajas y se cultivaron bajo los siguientes regímenes de fertilización: 0-control (sin fertilización), control NPK, Micosat F (sustrato bacteriano-micorrízico), estiércol, Humus UP y Vinassa.

El estudio determina que las aplicaciones de Humus UP resultaron en efectos beneficiosos sobre la altura de la planta, la superficie foliar, el peso fresco y seco de la hoja, el grado de colonización micorrízica en las raíces y el número de esporas de hongos micorrízicos arbusculares en la rizosfera de las plantas de fresa. Los biopreparados Humus UP y Vinassa también influyeron positivamente en el tamaño del sistema radicular, el número total de bacterias, incluidas las bacterias formadoras de esporas, y el número total de hongos filamentosos en el suelo de la rizosfera, en comparación con la fertilización mineral NPK en condiciones de invernadero (Derkowska et al., 2016)

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de fresa (*Fragaria anannasa*)

La fresa es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Rosáceas y al género *Fragaria*, cuenta con un sistema radicular que está formado por raíces adventicias y fasciculadas, se cultiva en regiones frías y también en climas tropicales y subtropicales. Las fresas constituyen una de los frutos más importantes, se cultivan ampliamente en el mundo y son consumidas por millones de personas. Es una fruta vital para la salud ya que contiene componentes anticancerígenos, como el ácido elágico, y son ricas en antioxidantes naturales. Además, contienen altas cantidades de vitamina C (40 a 120 mg/100 g de fruta), proteínas y minerales como potasio, fósforo, calcio y hierro.

Teniendo en cuenta la multitud de componentes esenciales, las fresas son una buena opción entre los alimentos que contienen cantidades abundantes de varios componentes fundamentales, como vitamina C, potasio, calcio y magnesio. Cien gramos de fresas equivalen a alrededor de 1,5 a 2,0 dL de frutas. El Departamento de Agricultura de EE. UU. En comparación con otras frutas, las fresas contienen niveles más altos de vitamina C, compuestos fenólicos y flavonoides.

El cultivo, la variedad, la fertilización, la región y las condiciones climáticas, así como el tiempo de muestreo y el grado de madurez afectan considerablemente el valor nutritivo de las fresas, estas necesitan fertilización e irrigación moderadas y un pH del suelo casi neutro (6–6.5), pueden contaminarse a través del suelo y el aire. Se ha encontrado que la proporción de cadmio en el suelo y el pH del suelo se correlacionan positivamente con el contenido de cadmio en la fruta de la fresa. Las fresas cultivadas convencionalmente se rocían contra insectos, plagas y enfermedades, solo se deben encontrar pequeños rastros de pesticidas después de cualquier fumigación autorizada.

En los últimos años se ha venido incentivando la producción de fresas orgánicas, los investigadores han dirigido su atención a este campo por varias razones, incluidos los efectos negativos de los pesticidas y fertilizantes químicos en el suelo,

el agua, la contaminación del aire y la salud humana. Además del papel que juegan los fertilizantes orgánicos, la biofertilización es vital debido a su respeto por el medio ambiente. Una variedad de especies bacterianas puede tener un impacto positivo en el crecimiento de las plantas y mejorar la sustentabilidad del suelo. Las bacterias con efectos promotores del crecimiento de las plantas que se utilizan en las prácticas agrícolas fijan el nitrógeno atmosférico en el suelo y lo ponen a disposición de la planta aumentando la solubilidad del fósforo y la ingesta de agua y nutrientes; además, también promueven el crecimiento de las plantas al producir fitohormonas (como IAA y citoquinina) y enzimas. Estas bacterias incrementan la resistencia de las plantas a los patógenos, reducen el impacto inducido por condiciones estresantes y, finalmente, minimizan la incidencia de enfermedades y muerte de las plantas.

La importancia de la agricultura sostenible y la producción de alimentos aumenta cada año. Por lo tanto, es importante investigar los efectos de los fertilizantes orgánicos en las plantas para desarrollar la agricultura sostenible y difundir la producción orgánica con el fin de minimizar el daño al medio ambiente y mejorar el suelo, al tiempo que se beneficia la salud humana.

2.2.1.1. Producción Mundial de Fresa

Según la FAOSTAT (2021) en todo el mundo se producen 9.125.913 toneladas de fresa al año, siendo China el mayor productor con un volumen de producción de 3.801.865 toneladas por año, seguido de Estados Unidos y México, como se observa en la **Figura 1**, estos dos primeros producen el 57% de la fresa a nivel mundial. La producción mundial se obtiene de una superficie de siembra de 384.668 hectáreas, es decir, se tiene un rendimiento cercano a las 24 toneladas por hectárea.



Figura 1. Principales países productores de fresa
Fuente: FAOSTAT (2020)

La superficie cultivada con fresa en el mundo se mantuvo constante de 2005 a 2009. En 2009, según datos oficiales publicados por la FAO (2016), se cultivaron 254.523 hectáreas en Polonia, que ocupó la séptima posición en producción en el mismo año, registró la mayor superficie cultivada en comparación con los mayores productores de frutas del mundo, es decir, el 21,04% de la superficie total cultivada con fresa entre los diez mayores productores del mundo en el periodo 2001-2010. No obstante, en el periodo 2011-2020 hubo un decrecimiento del 1,6% en la producción, pero se tiene un notorio cambio en el rendimiento, pasando de 14 a 24 toneladas por hectárea para finales del año 2020.

En el 2020 los países con mayor área de producción de fresa en el mundo fueron China, seguido de Polonia y la Federación Rusa, aportando respectivamente el 32,9%, 8,6% y 8,4% de la demanda mundial, es decir, entre estos tres países se tiene el 50% de la superficie global de este cultivo. Sin embargo, en cuanto a rendimiento se refiere, Estados Unidos conserva el primer lugar, seguido de Países Bajos y Marruecos con un promedio de producción de 60,7; 51,1 y 50,9 toneladas por hectárea, respectivamente, superando por mucho el rendimiento mundial (FAOSTAT, 2021)

En el 2020 México se convirtió en el mayor productor y exportador de fresa de Latinoamérica, alcanzando un promedio de exportación de 140 mil toneladas de este fruto, seguido de Guatemala y Costa Rica, no obstante, la mayoría de las fincas de producción de fresa en Centroamérica no superan las 2 hectáreas de siembra

(Rikolto, 2022). Por su parte, en Sudamérica los tres mayores productores son Colombia con aproximadamente 59 mil toneladas de producción, Venezuela con 28 mil toneladas y Chile con 25 mil toneladas. A pesar de que Ecuador cuenta con condiciones óptimas para la producción de fresa, no es un cultivo que se ha desarrollado en su totalidad, lo que coloca al país en los últimos lugares de la lista con una producción anual inferior a 2.000 toneladas (FAOSTAT, 2021).

2.2.1.2. Planta de fresa

La fresa es una angiosperma dicotiledónea que pertenece a la familia de las rosáceas. Esta familia grande y diversa incluye muchas especies productoras de frutas de valor estimado para el consumo humano, como manzanas, melocotones, frambuesas y moras. La fresa pertenece a la subfamilia Rosoideae, y las plantas de especies pertenecientes al género *Fragaria* L. son muy variables, tanto desde el punto de vista funcional como estructural. Debido a estas variaciones, las especies de este género se caracterizan con base en las diferencias morfológicas de la hoja, planta y fruto. En general, las plantas que componen el género *Fragaria* son herbáceas, aunque las raíces y tallos mayores de un año se lignifican parcialmente (Lorente, 2016).

La altura varía de 15 cm a 30 cm, pudiendo ser rastrera o erecta, formando pequeños grupos, que aumentan de tamaño a medida que la planta envejece. Es una planta perenne cultivada como planta anual, principalmente por razones sanitarias y fisiológicas.

2.2.1.3. Crecimiento de la planta de fresa

Camargo, Montaña, De la Rosa, y Montaña (2015) señalan que el crecimiento y desarrollo de las plantas son fenómenos distintos, aunque a menudo se los considera sinónimos. El crecimiento es un término cuantitativo relacionado con los cambios de tamaño y / o masa. Se mide por el aumento de volumen, masa, número de células y número de protoplastos, además del aumento de complejidad. En las plantas de fresa, el crecimiento puede ser absoluto o relativo, siendo el crecimiento absoluto evaluado principalmente por el aumento de tamaño o masa de la planta. El crecimiento relativo representa el crecimiento por unidad de tiempo, basado en un punto común (área inicial, masa inicial, longitud inicial).

El desarrollo es un término más amplio que el crecimiento; significa la suma de los procesos de crecimiento y diferenciación de una planta. Es decir, son los cambios que sufre una planta a lo largo de su ciclo, desde la germinación de la semilla, pasando por la maduración y floración, hasta alcanzar la senescencia. El desarrollo de la planta de fresa también corresponde a los cambios verificados en la forma de planta o en órganos específicos, por ejemplo, durante las transiciones entre las etapas vegetativa y reproductiva.

La planta de fresa sufre transformaciones entre las fases de desarrollo vegetativo - formación de biomasa, como hojas, tallos y estolones - y desarrollo reproductivo, que consiste en la formación de componentes florales, como pétalos, estambres y pistilos. En cultivos destinados a la producción de frutos, se puede considerar que el desarrollo vegetativo de la planta se inicia inmediatamente después del trasplante de la plántula a la ubicación definitiva. La verificación de la fase vegetativa se da con la actividad de los meristemas apicales de las plantas, cuya actividad mitótica, seguida de los procesos de elongación y diferenciación celular, determina los puntos de crecimiento vegetativo (Barriga, 2017).

En la fase reproductiva, hay una diferenciación del meristemo vegetativo al floral, originando los componentes florales (pétalos, estambres y pistilo), en lugar de órganos vegetativos (hojas, tallos y estolones).

2.2.1.4. Influencia de factores ambientales

El cultivo de la fresa se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 3.500 m de altitud, y a temperaturas que van desde los -10 °C hasta las regiones tropicales. Por tanto, es un producto que tiene una gran adaptabilidad. A pesar de esto, los factores ambientales juegan un papel fundamental en el crecimiento, desarrollo y producción de frutos. La interacción entre el genotipo y el ambiente provoca distintos efectos sobre los fenotipos (Chiqui, 2015).

Varios factores ambientales influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas de fresa, siendo la temperatura y el fotoperiodo los más relevantes. La intensidad de la radiación también es un factor de gran importancia. El aumento del nivel de radiación suele resultar en un aumento de la masa seca de la copa, raíz y hojas, en la fijación y tamaño de los frutos, así como en la formación y masa seca de estolones. La precipitación, la nutrición y la humedad del aire también son factores que pueden afectar el crecimiento y desarrollo de la fresa (Bamberg, 2016).

La inducción floral de la fresa es una etapa del desarrollo de la planta que está muy influenciada por factores ambientales. La producción de plántulas de calidad a través de estolones, así como la inducción floral, depende directamente de factores ambientales, ya sea para inducir a la planta a entrar en la fase de propagación mediante fotoperiodo y temperaturas adecuadas, o para brindar calidad a las plántulas. Esta cualidad se obtiene por la necesaria acumulación de horas frías, lluvias y adecuada radiación solar (Bould y Catlow, 2018).

2.2.1.4. Sustrato para la producción de plántulas

Se pueden utilizar varios materiales como sustrato para la producción de plántulas. Arena de grano grueso, por ejemplo, porque tiene alta estabilidad, porosidad adecuada, de fácil disponibilidad y coste asequible, además de ser un material inerte, puede ser utilizado en varios cultivos sucesivos. Pero su alta densidad es una desventaja, ya que dificulta el manejo y requiere estructuras de soporte reforzadas.

Entre los sustratos orgánicos destacan los residuos vegetales, principalmente los derivados de la industria de la celulosa, que se someten a un procesamiento que incluye la trituración y compostaje. Por lo general, se agregan materiales inertes, como perlita y vermiculita, para mejorar determinadas características físicas, como la porosidad, la capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de retención de agua. Sin embargo, los principales inconvenientes de estos sustratos son su elevado coste y su baja estabilidad (Mazaro et al., 2016).

Durante el desarrollo del cultivo, estos sustratos se descomponen, disminuyendo el volumen y alterando las características físicas. Por lo tanto, deben ser reemplazados completamente después de cada ciclo de producción. La cáscara de arroz es un sustrato orgánico de alta disponibilidad, es un material de baja densidad que se puede manipular fácilmente, sin embargo, se descompone durante el ciclo de producción de la fresa, con reducción de volumen y cambios en la porosidad y capacidad de retención de agua. Por lo tanto, debe ser reemplazado al final de cada ciclo de producción (Pollock, 2018).

2.2.2. Variedades de fresa

La FAO (2016) menciona que existen varias variedades de fresa, sin embargo, en Ecuador la producción se enfoca en pocas variedades. La introducción y evaluación agronómica de nuevos materiales es fundamental para que el productor cuente con

información detallada y confiable sobre la calidad de nuevos cultivos, antes de invertir en estos materiales. Las principales variedades, se detallan a continuación:

2.2.2.1 Palomar.

Lanzado comercialmente en 2008, por la Universidad de California (Davis), con un peso medio de 30,2 g; forma cónica corta; con alto rendimiento. Moderadamente resistente al mildiú polvoriento, antracnosis, pudrición de la corona y marchitez por *Verticillium*; moderadamente susceptible a la pudrición de la corona por *Phytophthora* y la mancha común de *Phytophthora*; tolerante al virus de la fresa, que se encuentra en California; tiene tolerancia condicional al ácaro manchado y responde bien a la siembra temprana (FAO , 2016).

2.2.2.2 Festival.

Cultivar lanzado comercialmente en el año 2000 por la Universidad de Florida (Gainesville) con el nombre de "Festival de la Fresa". Planta con excelente resistencia a enfermedades, tanto foliares como radiculares, mantiene la forma y el tamaño durante todo el ciclo de producción. Buena producción en el segundo año, las frutas tienen forma cónica. Cuando están maduras, tienen un color rojo oscuro. Son firmes y de excelente sabor. Este cultivo es susceptible a la pudrición de la corona y del fruto (*Colletotrichum*) y menos susceptible al mildiú vellosa (FAO , 2016).

2.2.2.3 Aroma.

Lanzado comercialmente en 1994 por la Universidad de California (Davis), tiene fruto de buen calibre, precoz, color rojo vivo, buen sabor, vigor medio, indicado para cultivo de verano. Es relativamente tolerante al mildiú polvoriento (FAO , 2016).

2.2.2.4 Albión.

Lanzado comercialmente en 2004 por la Universidad de California (Davis). Su arquitectura vegetal es más abierta, lo que facilita la recolección. Producción con pocos picos, tiene buen sabor. Color similar a "Aroma". Es más tolerante a la pudrición de la corona, de la raíz y al marchitamiento.

Las plantas de fresa de la variedad Albión crecen rápidamente hasta unos 30,5 cm de altura, con una extensión de 30 a 60 cm. Son de alto rendimiento y perennes, lo que significa que florecerán y fructificarán continuamente. (FAO , 2016).

2.2.2.5 Diamante.

Lanzado comercialmente por la Universidad de California (Davis) en 1997. Tiene una planta erguida y muy compacta, apta para cultivos densos. Es muy productivo, produce frutos grandes, firmes y de excelente calidad, los cuales se recomiendan para consumo en fresco. El color del interior de la fruta es rojo claro; por tanto, no es apto para la industrialización. Es relativamente resistente al mildiú veloso y moderadamente susceptible a las manchas foliares, *Verticillium* y pudrición de la corona (FAO , 2016).

2.2.3. Fertilidad del suelo y nutrición

La fertilidad y nutrición del suelo requiere una evaluación cuidadosa y una revisión frecuente del manejo de fertilizantes, que debe cumplir con los requisitos de los cultivares utilizados y las condiciones del entorno de cultivo. Sin embargo, el manejo de la fertilización no ha recibido la debida importancia en el sistema de producción de fresa. La aplicación de fertilizantes en niveles muy por encima de las recomendaciones técnicas es una práctica habitual entre los productores y solo la mitad de los productores realizan análisis del suelo antes de plantar las plántulas (Bould y Catlow, 2018).

2.2.3.1 Biofertilizantes.

Los biofertilizantes son inoculantes microbianos que pueden promover el crecimiento de las plantas e incrementar su productividad, sus beneficios han sido reportados ampliamente con actividades como la fijación del nitrógeno atmosférico en gramíneas y cereales, así como, la mejora en la absorción de nutrientes. Existen respuestas positivas a la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en diferentes cultivos, tales como palma aceitera, coco y plátano. El uso de biofertilizantes ayuda a que las plantas toleren las condiciones de estrés ambiental, este efecto ha sido reportado en girasol, plantas ornamentales, maíz, entre otros (Zambrano et al., 2016)

Bioles

El biol es un fertilizante líquido de origen orgánico, producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos y sustratos de plantas. Su uso complementa la nutrición de las plantas y asegura mayor rendimiento de producción, contiene una variedad de microbios que tienen la capacidad de mejorar la absorción de nutrientes de las plantas al colonizar la rizosfera y hacer que los nutrientes sean fácilmente accesibles para las raíces.

El uso de biol incrementa la rentabilidad de un cultivo, su naturaleza respetuosa con el ambiente y su composición, lo que constituye una alternativa efectiva a los fertilizantes sintéticos y resulta de gran ayuda para sostener la producción agrícola y satisfacer la demanda de productos agrícolas de la creciente población, al mismo tiempo que conservan los recursos naturales para las generaciones futuras.

Se ha reportado una amplia gama de microorganismos que realizan el control biológico de insectos, plagas y malezas y de otros microorganismos asociados a los vegetales que contribuyen con factores de crecimiento o a los mecanismos de defensa de éstos contra los ataques de insectos y enfermedades, con amplia difusión y empleo tal como el *Bacillus thuringiensis*, el cual ha sido aplicado durante más de 50 años para el control de plagas causadas por lepidópteros. Se sabe que más del 25% de las pérdidas agrícolas son causadas por plagas y que más del 90% son controlados por enemigos naturales que viven en áreas adyacentes a los cultivos (Bashan et al., 2016).

Otro de los usos de los bioinsumos se fundamenta en la interacción de las plantas con los hongos micorrízicos arbusculares, los cuales representan un grupo de microorganismos edáficos que establecen simbiosis con las plantas influyendo positivamente en su crecimiento y desarrollo, estos microorganismos forman un micelio extrarradical que permite una transferencia recíproca de carbono a partir del hospedante y nutrientes tomados del suelo y entre las plantas unidas por la red micelial.

La utilización de estos microorganismos resulta factible para cualquier sistema de producción agrícola debido a las funciones que realizan una vez que se asocian con las plantas, tales como, el incremento en la absorción de nutrientes y agua por medio del aumento en el volumen de suelo explorado, mayor resistencia a las toxinas, incremento de la traslocación y solubilización de elementos esenciales, protección contra patógenos radicales, el aumento de la tolerancia ante

condiciones abióticas adversas y la estabilización de agregados en el suelo producto de la secreción de una glicoproteína recalcitrante, conocida como glomalina (Mujica et al., 2015).

Los bioles se producen en un biodigestor, un sistema biodigestor utiliza desechos orgánicos, particularmente excrementos animales y humanos, para producir fertilizantes y biogás. Un biodigestor consiste en un recipiente hermético de polietileno de alta densidad dentro del cual las excretas diluidas en agua fluyen continuamente y son fermentadas por los microorganismos presentes en los desechos. El proceso de fermentación es anaeróbico, es decir, se lleva a cabo sin oxígeno, y las bacterias responsables de la descomposición son metanogénicas, es decir, producen metano, también conocido como biogás. El estiércol procesado es un fertilizante orgánico, libre de patógenos, rico en nitrógeno, fósforo y potasio (Debmalya y Kumar, 2021)

Los sistemas de biodigestores pueden implementarse en cualquier área rural o urbana con espacio suficiente y una cantidad suficiente de desechos orgánicos. Son particularmente útiles en fincas familiares que tienen ganado como fuente de materia orgánica, en áreas de cultivo donde se pueden usar estos fertilizantes orgánicos y en viviendas que pueden usar biogás. Pueden implementarse en fincas que necesiten mejorar la fertilidad del suelo y por ende, la calidad de vida de los productores, si se dan las condiciones antes mencionadas.

Al producir un fertilizante rico en nutrientes, este sistema reduce la necesidad de insumos agrícolas. La adición a los suelos reduce su deterioro y aumenta su productividad, volviéndolo menos vulnerable a las plagas, la erosión y la sequía. El metano que se produce, en lugar de salir a la atmósfera, se utiliza para actividades domésticas (cocinar, calentar agua), lo que, al convertirlo en dióxido de carbono, disminuye su potencial peligro de calentamiento global.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque Metodológico

3.1.1. Enfoque

El enfoque es cuantitativo debido a que se recolectaron datos e información que fueron sometidos a un análisis estadístico, con el que se probó las hipótesis planteadas a campo abierto.

3.1.2. Tipo de Investigación

La presente investigación es experimental, explicativa y descriptiva, donde se tomó como referencia distinta documentación como: artículos científicos, libros, revistas, páginas web, entre otras, afinando el conocimiento de las variables propuestas.

3.2. Hipótesis

H_A : La aplicación de biol en el cultivo de fresas incrementa la productividad y mejora la calidad del fruto.

H_0 : La aplicación de biol en el cultivo de fresas no incrementa la productividad ni mejora la calidad del fruto.

3.3. Definición y Operacionalización de Variables

Variable independiente: Dosis y frecuencias de aplicación de biol

Variable dependiente: Desarrollo del cultivo, productividad y calidad de los frutos.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Variable Independiente: Dosis y frecuencia de uso de Biol	El biol es un fertilizante líquido de origen orgánico, producto de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos y sustratos de plantas. Su uso complementa la nutrición de las plantas y asegura mayor rendimiento de producción.	Biol	Concentración 20%, 30% y 40% de Biol Frecuencia de aplicación: a los 10 DDT y a los 20 DDT	Elaboración de biol Dosificación técnica Aplicación	Observación y análisis investigativo
Variable dependiente: Desarrollo del cultivo y productividad de fresa	La fresa es una planta precoz de alta producción, cuyo fruto es de buen sabor y posee alto valor nutricional, apetecible en el mercado.	Variación de fresa	Altura de la planta Ancho de la planta Rendimiento en kg/parcela Peso, ancho y largo del fruto PH y sólidos solubles (°Brix)		

3.4. Métodos Utilizados

3.4.1 Localización del experimento

El presente estudio se llevó a cabo en la finca San Francisco en el cantón Huaca, provincia del Carchi, a una altitud de 2950 msnm. Se usó un biodigestor tecnológico compacto, propiedad de la finca, lo que conlleva una ventaja para la investigación.

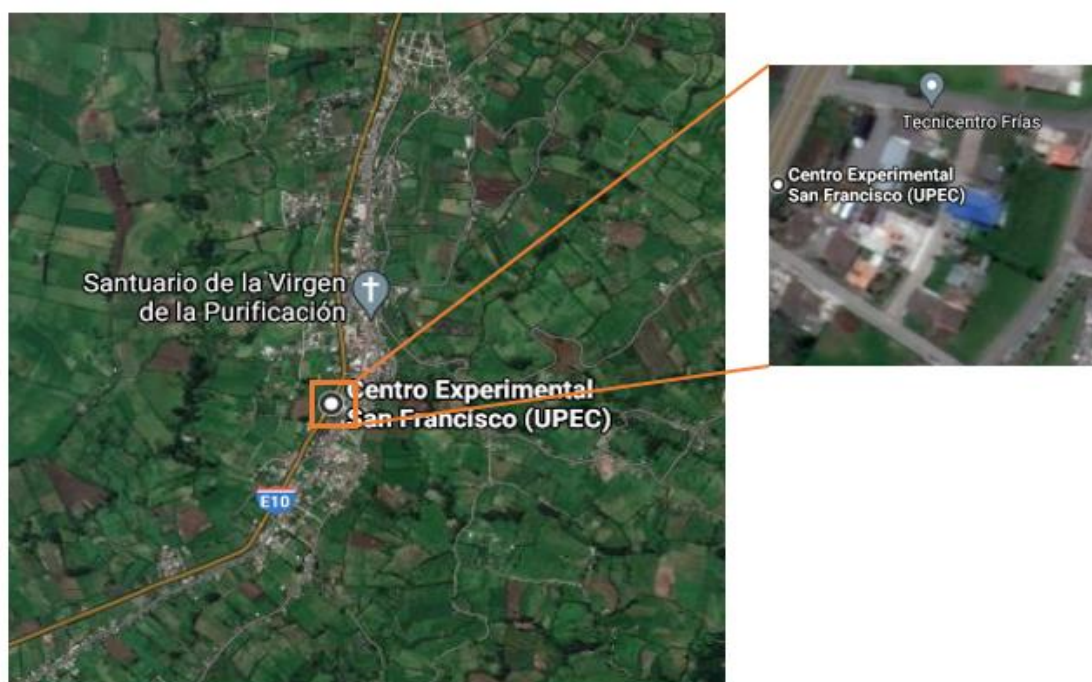


Figura 2. Localización del estudio
Fuente: Google maps

3.4.2 Técnicas

El trabajo inició con la preparación del suelo, arando y rastrillando para dejar un suelo suelto para la formación de camas. Previo a la formación de camas se elaboró el biol, de acuerdo a la siguiente síntesis:

El Biol se elaboró a partir de los desechos orgánicos que se generen en la finca, estos se introducen a un sistema compuesto por bacterias, almacenadas en un tanque biodigestor, que digieren los desechos y los trasforman en gas de uso doméstico y fertilizante líquido, limpio y de alta calidad.

3.4.3 Método

Se elaboraron 24 camas de 10 metros de largo. Se aplicó biol en relación (biol:agua) de 20%, 30% y 40% con una frecuencia de aplicación de 10 y 20 días, se colocaron los acolchados sobre las camas, con agujeros de 10 cm de diámetro en el plástico, a

una distancia de 40 cm entre plantas y 1m entre hileras. En total, se sembraron 960 plantas de la variedad Albión.

El objetivo de este estudio fue evaluar las dosis y frecuencias de aplicación de Biol sobre la productividad en el cultivo de fresas en la finca San Francisco, para lo que se midió el rendimiento y la calidad del fruto. Las mediciones de altura y ancho de la planta, se tomaron a los 60, 75 y 90 días después de la siembra, mientras que los datos de calidad del fruto (peso, largo y ancho de fruto, además de pH y °Brix), se midieron una vez iniciada la cosecha.

3.4.4. Análisis Estadístico

Es un diseño factorial con dos factores 3x2, que se detallan a continuación:

Factor 1: Dosis

- B1: 2 litro de biol disuelto en 8 litros de agua
- B2: 3 litros de biol disueltos en 7 litros de agua
- B3: 4 litros de biol disueltos en 6 litros de agua

Factor 2: Frecuencia

- F1: Cada 10 días
- F2: Cada 20 días

El diseño de esta investigación constituye un diseño en bloques completo al azar para controlar la variabilidad correspondiente. Los tratamientos que se estudiaron en el ensayo se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Código	Descripción
T1	B1F1	2 litros de biol disuelto en 8 litros de agua, aplicado cada 10 días
T2	B2F1	3 litros de biol disuelto en 7 litros de agua, aplicado cada 10 días
T3	B3F1	4 litros de biol disuelto en 6 litros de agua, aplicado cada 10 días
T4	B1F2	2 litros de biol disuelto en 8 litros de agua, aplicado cada 20 días
T5	B2F2	3 litros de biol disuelto en 7 litros de agua, aplicado cada 20 días
T6	B3F2	4 litros de biol disuelto en 6 litros de agua, aplicado cada 20 días

El ensayo se desarrolló con tres concentraciones de Biol y dos frecuencias de aplicación.

3.4.5 Población y muestra

La población la constituyen 960 plantas de un cultivo de fresas. Se tiene una muestra constituida por la parcela neta, esta estuvo formada por ocho plantas en cada unidad experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Desarrollo de la Planta

Altura de la planta a 60, 75 y 90 días después de la siembra

La Tabla 3 muestra el análisis de varianza para altura de la planta respecto a la dosis y frecuencia de aplicación (cada 10 y cada 20 días). En los tres muestreos, los datos obtenidos tienen un valor p por encima de 0,05, indicando que las dosis y frecuencia con que se aplicaron los abonos generan el mismo efecto en la altura de la planta, con coeficientes de variación aceptables para esta investigación.

Tabla 3. Altura de la planta a los 60, 75 y 90 días después de la siembra

FV	GL	60 dds	75 dds	90 dds
REP/BLOQ				
DOSIS	3	0,8014ns	0,5044ns	0,6248ns
FRECU	2	0,5619ns	0,7453ns	0,8866ns
DOSIS*FREC	1	0,4687ns	0,6349ns	0,7645ns
ERROR	2			
TOTAL	15			
MEDIA cm	23	16,328	19,479	21,641
CV (%)		15,54	8,71	8,94

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, FRECU= Frecuencia ns= no significativo, dds= días después de la siembra

Ancho de la planta 60, 75 y 90 días después de la siembra

La Tabla 4 muestra que la aplicación de abono incrementa el ancho de la planta, pasando de 27 cm a los 60 dds a 35 cm a los 90 dds, esto implica que la frecuencia y dosis de aplicación del abono fueron adecuados, con un coeficiente de variación aceptable para esta investigación.

El valor de p menor a 0,05 indica que a los 90 días se observó un cambio estadísticamente significativo en la frecuencia de aplicación ($p=0,0473$); en este caso es necesario realizar una prueba de medias de Tukey (Tabla 5). Se observó que la aplicación del biol cada 10 días dio un mayor ancho de la planta, indicando mayor desarrollo vegetativo, independientemente de la dosis aplicada.

Tabla 4. Ancho de la planta a los 60, 75 y 90 ddt

FV	GL	60 dds	75 dds	90 dds
REP/BLOQ	3			
DOSIS	2	0,8811ns	0,5975ns	0,4762ns
FRECU	1	0,3676ns	0,0651 ns	0,0473*
DOSIS*FREC	2	0,5488ns	0,4746ns	0,7645ns
ERROR	15			
TOTAL	23			
MEDIA cm		27,479	33,198	35,969
CV (%)		12,40	5,95	8,94

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, FRECU= Frecuencia ns= no significativo, dds= días después de la siembra, * significativamente diferentes

Tabla 5. Prueba de media de Tukey para ancho de la planta a los 90 dds

Factores	Medias	Rango
Dosis 1 (20%)	37,047	A
Dosis 3 (30%)	35,500	A
Dosis 2 (40%)	35,359	A
Cada 10 días	37,292	A
Cada 20 días	34,646	B

4.1.2. Producción

Pesos de producción en las unidades experimentales a los 7 días de cosecha

La

Tabla 6 muestra que los pesos promedio de producción en las unidades experimentales son muy variables en las primeras semanas de cosechas, algunas plantas aún no tienen producción y presentan muchas flores que no se han convertido en frutos, presentando un elevado coeficiente de variación (58,54%).

Tabla 6. Peso promedio de producción a los 7 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
BLOQ	3	0,51431	0,17144		
DOSIS	2	0,11856	0,05928	1,39	0,2799
FRECU	1	0,00533	0,00533	0,12	0,7289
DOSIS*FREC	2	0,11710	0,05855	1,37	0,2839
ERROR	15	0,64066	0,04271		
TOTAL	23	1,39596			
MEDIA (kg)		0,3530			
CV (%)		58,54			

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, FRECU= Frecuencia ns= no significativo

Pesos de producción en las unidades experimentales a los 14 días de cosecha

En la Tabla 7 ni dosis ni frecuencia son significativamente diferentes ($p > 0,05$), con un elevado coeficiente de variación (52,88%).

Tabla 7. Peso promedio de producción 14 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P	
BLOQ	3	0,32554	0,11504	0,10851		
DOSIS	2	0,00001	0,01665	0,05752	1,03	0,3813
FRECU	1	0,83857	1,29582	0,00001	0,00	0,9898
DOSIS*FREC	2	0,4471	0,00833	0,15	0,8629	
ERROR	15	52,88	0,05590			
TOTAL	23					
MEDIA (kg)						
CV (%)						

Leyenda: FV= Fuente de variación, GL= Grados de libertad, CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, FRECU= Frecuencia ns= no significativo

Pesos de producción en las unidades experimentales a los 21 días de cosecha

En la Tabla 8 se observa que ni dosis o frecuencias no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), con un elevado coeficiente de variación (69,37%).

Tabla 8. Peso promedio de producción a los 21 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,09383	0,03128		
Dosis	2	0,02290	0,01145	0,23	0,7996
Frec	1	0,02829	0,02829	0,56	0,4655
Dosis*frec	2	0,04778	0,02389	0,47	0,6317
Error	15	0,75655	0,05044		
Total	23	0,94936			
Media (kg)	0,3237				
CV (%)	69,37				

Pesos de producción en las unidades experimentales a los 28 días de cosecha

En la Tabla 9 se observa que el valor de p es menor a 0,05 a los 28 días de iniciada la cosecha, lo que indica que se observó un cambio estadísticamente significativo entre las frecuencias de aplicación ($p=0,0306$); en este caso es necesario realizar una prueba de medias de Tukey, la cual se presenta en la Tabla 10. No obstante, se tiene un elevado coeficiente de variación (60,25%). La aplicación cada 10 días tiene mayor producción que la aplicación realizada a los 20 días; esto significa que la frecuencia tiene un efecto sobre el rendimiento siendo más recomendable la fertilización cada 10 días.

Tabla 9. Peso promedio de producción a los 28 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,34458	0,11486		
Dosis	2	0,07660	0,03830	1,27	0,3104
Frec	1	0,17231	0,17231	5,70	0,0306
Dosis*frec	2	0,04369	0,02184	0,72	0,5019
Error	15	0,45381	0,03025		
Total	23	1,09098			
Media (kg)	0,2887				
CV (%)	60,25				

Tabla 10. Prueba de medias de Tukey para pesos de producción a los 28 días de cosecha

Factores	Medias	Rango
Dosis 2	0,3678	A
Dosis 1	0,2587	A
Dosis 3	0,2395	A
Cada 10 días	0,3734	A
Cada 20 días	0,2040	B

Peso promedio de producción a los 35 días de cosecha

La Tabla 11, muestra que los pesos estimados del fruto no hay diferencias estadísticamente significativas ni en dosis ni en frecuencia ni en la interacción. Adicionalmente, se tiene un elevado coeficiente de variación (70,15%).

Tabla 11. Peso promedio de producción a los 35 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,04612	0,01537		
Dosis	2	0,07519	0,03760	1,43	0,2712
Frec	1	0,01072	0,01072	0,41	0,5335
Dosis*frec	2	0,08183	0,0492	1,55	0,2442
Error	15	0,39571	0,02638		
Total	23	0,60957			
Media (kg)	0,2315				
CV (%)	70,15				

Peso promedio de producción a los 42 días de cosecha

La Tabla 12 muestra que los pesos promedios de producción a los 42 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (21,30%) es aceptable para esta investigación, esto indica que la producción se está estabilizando en las unidades experimentales que se les aplicó un mismo tratamiento.

Tabla 12. Peso promedio de producción a los 42 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,06147	0,02049		
Dosis	2	0,10583	0,05291	1,79	0,2001
Frec	1	0,00034	0,00034	0,01	0,9162
Dosis*frec	2	0,17301	0,08651	2,93	0,0840
Error	15	0,44223	0,02948		
Total	23	0,78288			
Media (kg)	0,8060				
CV (%)	21,30				

Peso promedio de producción a los 49 días de cosecha

La **Tabla 13** muestra que los pesos promedios de producción a los 49 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis,

frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (25,37%) es aceptable para esta investigación, esto indica que la producción continúa estabilizándose en las unidades experimentales en las que se aplicó un mismo tratamiento.

Tabla 13. Peso promedio de producción 49 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,07461	0,02487		
Dosis	2	0,19039	0,09520	1,78	0,2021
Frec	1	0,00832	0,00416	0,08	0,8656
Dosis*frec	2	0,00832	0,00416	0,08	0,9255
Error	15	0,80127	0,05342		
Total	23	1,07617			
Media (kg)	0,9110				
CV (%)	25,37				

Peso promedio de producción a los 56 días de cosecha

La **Tabla 14** muestra que los pesos promedios de producción a los 56 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (31,41%) es ligeramente elevado respecto a la producción registrada a los 42 y 49 días, sin embargo, es aceptable para esta investigación.

Tabla 14. Peso promedio de producción a los 56 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	1,85480	0,61827		
Dosis	2	0,24900	0,12450	0,79	0,4721
Frec	1	0,00039	0,00039	0,00	0,9609
Dosis*frec	2	0,37334	0,18667	1,18	0,3332
Error	15	2,36580	0,15772		
Total	23	4,84333			
Media (kg)	1,2642				
CV (%)	31,41				

Peso promedio de producción a los 63 días de cosecha

La **Tabla 15** muestra que los pesos promedios de producción a los 63 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (23,3%) es aceptable para esta investigación, esto indica que la producción se estabilizó en las unidades experimentales que se les aplicó un mismo tratamiento.

Peso promedio de producción a los 70 días de cosecha

Tabla 15 Peso promedio de producción a los 63 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,85996	0,28665		
Dosis	2	0,11750	0,05875	0,75	0,4904
Frec	1	0,20963	0,20963	2,67	0,1232
Dosis*frec	2	0,07984	0,03992	0,51	0,6117
Error	15	1,17893	0,07860		
Total	23	2,44586			
Media (kg)	1,2032				
CV (%)	23,30				

La **Tabla 16** muestra que los pesos promedios de producción a los 70 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (24,20%) es aceptable para esta investigación, esto indica que la producción se está estabilizando en las unidades experimentales que se les aplicó un mismo tratamiento.

Tabla16 . Peso promedio de producción a los 70 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	1,33977	0,44659		
Dosis	2	0,05045	0,02522	0,21	0,8139
Frec	1	0,01826	0,01826	0,15	0,7029
Dosis*frec	2	0,48777	0,24388	2,02	0,1674
Error	15	1,81256	0,12084		
Total	23	3,70881			
Media (kg)	1,2241				
CV (%)	24,20				

Peso promedio de producción a los 77 días de cosecha

La **Tabla 17** muestra que los pesos promedios de producción a los 77 días de cosecha no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (14,54%) es bajo.

Tabla17. Peso promedio de producción a los 77 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	2,48411	0,82804		
Dosis	2	0,00453	0,00226	0,04	0,9583
Frec	1	0,01202	0,01202	0,23	0,6407
Dosis*frec	2	0,04349	0,02174	0,41	0,6704
Error	15	0,79416	0,05294		
Total	23	3,33829			
Media (cm)	1,5821				
CV (%)	14,54				

Peso promedio de producción a los 84 días de cosecha

La **Tabla 18** muestra que los pesos promedios de producción a los 84 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (17,65%) es aceptable para esta investigación.

Tabla 18. Peso del fruto a los 84 días de iniciada la cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	1,31221	0,43740		
Dosis	2	0,00090	0,00045	0,01	0,9937
Frec	1	0,00054	0,00054	1,01	0,9320
Dosis*frec	2	0,23189	0,11595	1,61	0,2318
Error	15	1,07754	0,07184		
Total	23	2.62308			
Media (kg)	1,5182				
CV (%)	17,65				

Peso promedio de producción a los 91 días de cosecha

La **Tabla 19** muestra que los pesos promedios de producción a los 91 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (16,60%) es bajo.

Tabla 19. Peso del fruto a los 91 días de iniciada la cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	1,28486	0,42829		
Dosis	2	0,00136	0,00068	0,01	0,9901
Frec	1	0,00043	0,00043	0,01	0,9375
Dosis*frec	2	0,16006	0,08003	1,17	0,3364
Error	15	1,02381	0,06825		
Total	23	2.47052			
Media (kg)	1,5738				
CV (%)	16,60				

Peso promedio de producción a los 98 días de cosecha

La **Tabla 20** muestra que los pesos promedios de producción a los 98 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (21,23%) es aceptable para esta investigación. En los promedios dados a los 91 días se obtuvo 1,5738 kg y a los 98 días 1,6888 kg lo que indica que hubo un aumento de producción por unidad experimental.

Tabla 20. Peso promedio de producción a los 98 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,97271	0,32424		
Dosis	2	0,04903	0,02451	0,19	0,8284
Frec	1	0,00435	0,00435	0,03	0,8566
Dosis*frec	2	0,44379	0,22189	1,73	0,2115
Error	15	1,92837	0,12856		
Total	23	3,39823			
Media (kg)	1,6888				
CV (%)	21,23				

Peso promedio de producción a los 105 días de cosecha

La **Tabla 21** muestra que los pesos promedios de producción a los 105 días de cosecha, no tienen diferencias estadísticamente significativas en relación a las dosis, frecuencias o la interacción. El coeficiente de variación (20,29%) es aceptable para esta investigación. En esta última evaluación se obtuvo un promedio de 1,7466 kg por unidad experimental, ello indica que sigue en aumento con relación a la evaluación anterior.

Tabla 21. Peso promedio de producción a los 105 días de cosecha

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,79300	0,26433		
Dosis	2	0,05454	0,02727	0,22	0,8074
Frec	1	0,00770	0,00770	0,06	0,8078
Dosis*frec	2	0,40828	0,20414	1,62	0,2298
Error	15	1,88471	0,12565		
Total	23	3,13823			
Media (kg)	1,7466				
CV (%)	20,29				

Producción total por tratamiento aplicado

La Figura 3 relaciona la producción total obtenida por cada tratamiento. Se observa que el tratamiento con mejores resultados es T2. Biol 30% / 10 días, presenta un total de 54,54 Kg de fresa en 3 meses de cosecha, seguido de T5, T1 y T4 con producciones que bordean los 50 Kg. Por su parte, los tratamientos que presentan un rendimiento menor son T6 y T3, los dos con una producción aproximada de 43 Kg.

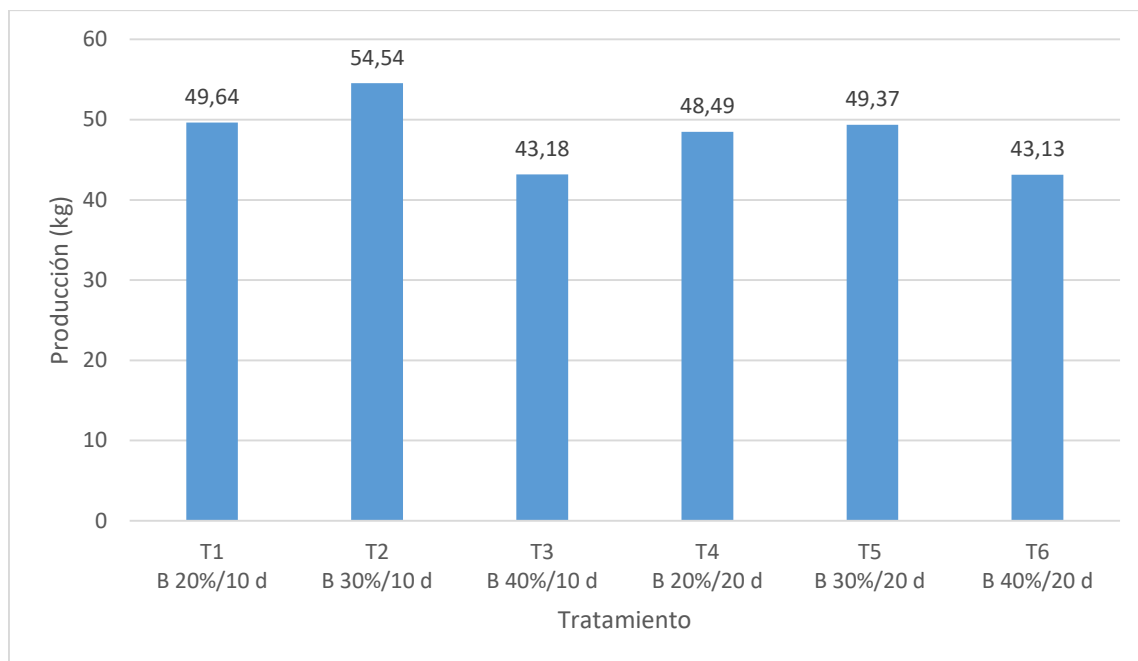


Figura 3. Producción total por tratamiento

4.1.3. Características del fruto

Análisis de varianza para ancho del fruto

La tabla 22 muestra el análisis de varianza para el ancho del fruto, no se observa variación significativa, puesto que todos los valores de P están por encima de 0,05. El análisis presenta una media de 4,12 cm con un coeficiente de variación bajo e igual a 10,49%.

Tabla 22. Análisis de varianza para ancho del fruto

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	1,13458	0,37819		
Dosis	2	0,25083	0,12542	0,67	0,5270
Frec	1	0,00375	0,00375	0,02	0,8894
Dosis*frec	2	0,10750	0,05375	0,29	0,7548
Error	15	2,81292	0,18753		
Total	23	4,30958			
Media (cm)	4,1282				
CV (%)	10,49				

Análisis de varianza para largo

La **Tabla 23** muestra el análisis de varianza para largo, no se observa variación significativa, puesto que todos los valores de P están por encima de 0,05. El análisis presenta una media de 5,49 cm con un bajo coeficiente de varianza (6,79%).

En la figura 3 se muestran los promedios para cada uno de los tratamientos en las dimensiones del fruto: ancho y largo. Se hizo un análisis de correlación lineal simple

entre esas dos variables y resultó no significativo, indicando de que cada variable es independiente ($p = 0,3381 > 0,05$), dicho de otra manera, no están asociadas linealmente. Esto indica que en ocasiones los frutos crecen en diámetro, pero no en largo o viceversa. El crecimiento no es en las dos dimensiones simultáneamente.

Tabla 23. Análisis de varianza para largo

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,68167	0,22722		
Dosis	2	0,08083	0,04042	0,29	0,7516
Frec	1	0,04167	0,04167	0,30	0,5919
Dosis*frec	2	0,81083	0,40542	2,92	0,0850
Error	15	2,08333	0,13889		
Total	23	3,69833			
Media (cm)	5,4917				
CV (%)	6,79				

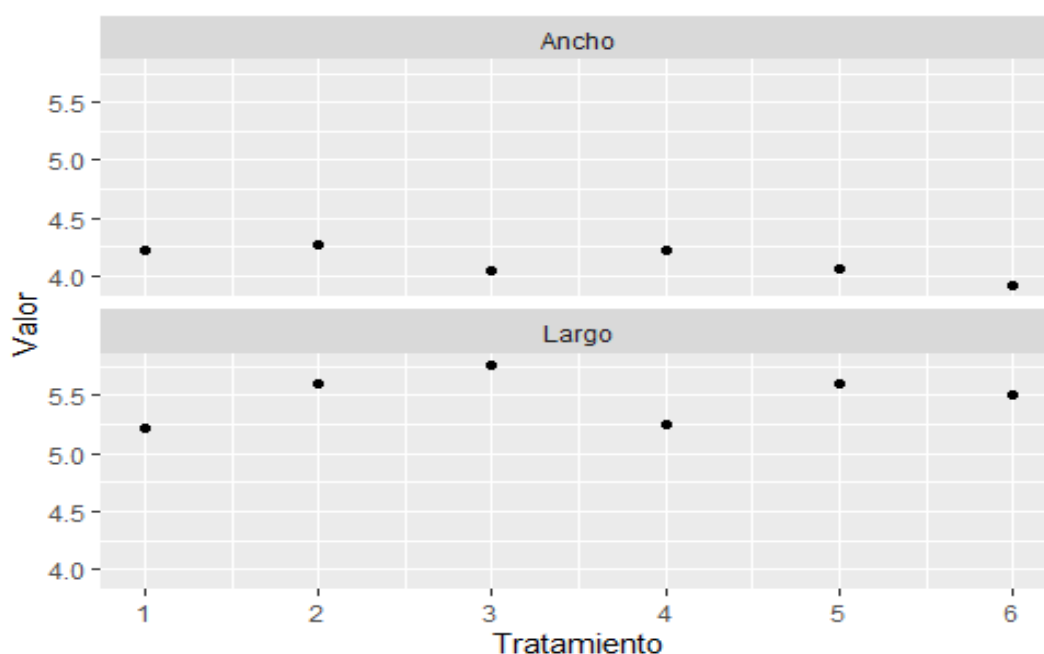


Figura 4. Dimensiones del fruto en centímetros

Análisis de varianza para grados Brix

La **Tabla 24** muestra el análisis de varianza para grados Brix, no se observa variación significativa, puesto que todos los valores de P están por encima de 0,05. El análisis presenta una media de 11,54 con un coeficiente de varianza (12,04%) aceptable para esta investigación.

Tabla 24 . Análisis de varianza para grados Brix

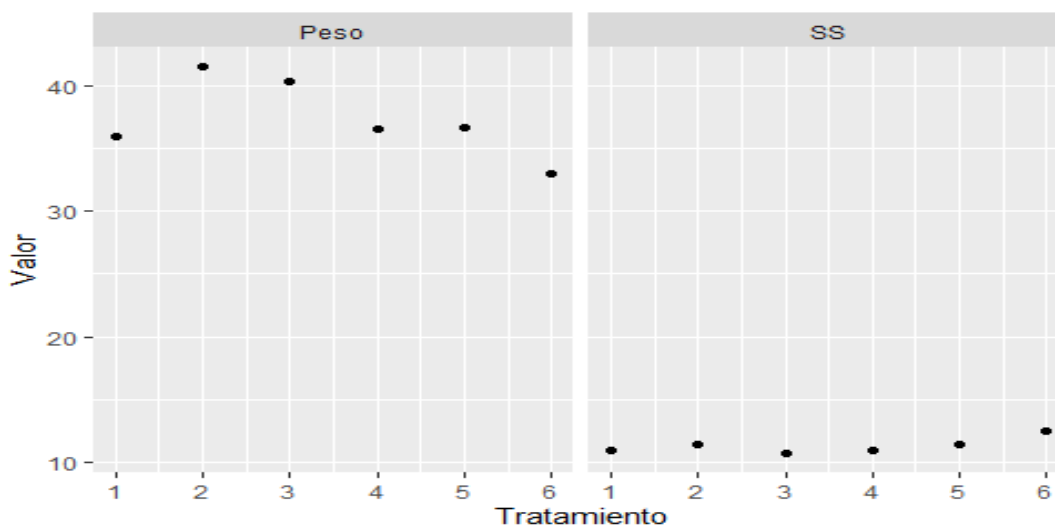
FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	13,7917	4,59722		
Dosis	2	2,5833	1,29167	0,57	0,5700
Frec	1	0,3750	0,37500	0,17	0,6898
Dosis*frec	2	3,2500	1,62500	0,72	0,5038
Error	15	33,9583	2,26389		
Total	23	53,9583			
Media(grados)	11,54				
CV (%)	12,04				

Análisis de varianza para peso del fruto

La tabla 25 muestra el análisis de varianza para peso, no se observa variación significativa, puesto que todos los valores de P están por encima de 0,05. El análisis presenta una media de 37,32 gramos, con un coeficiente de variación (16,04%) aceptable para esta investigación. Se hizo un análisis de correlación simple entre las variables (sólidos solubles y peso del fruto) y no hubo correlación significativa lo cual significa que cada variable es independiente. En la figura 4 se muestran los promedios de los tratamientos evaluados tanto al peso del fruto como para grados Brix. Los mayores promedios de peso de frutos fueron para T2 (Biol al 30% aplicado cada 20 días) y T3 (Biol al 40% aplicado cada 10 días)

Tabla 25. Análisis de varianza para peso

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	214,957	71,6523		
Dosis	2	75,910	37,9549	1,06	0,3715
Frec	1	2,496	2,496	0,07	0,7955
Dosis*frec	2	112,078	56,0388	1,56	0,2418
Error	15	537,909	56,0388		
Total	23	943,350			
Media (g)	37,324				
CV (%)	16,04				

**Figura 5.** Peso y SS del fruto

Análisis de varianza para PH

La **Tabla 26** muestra el análisis de varianza para el pH y no se observan diferencias significativas, puesto que todos los valores de P están por encima de 0,05. El análisis presenta una media de 3,34 con un coeficiente de varianza (5,61%) aceptable para esta investigación

Tabla 26. Análisis de varianza para PH

FV	GL	SS	MS	F	P
Bloque	3	0,30458	0,10253		
Dosis	2	0,06083	0,03042	0,86	0,4413
Frec	1	0,09375	0,09375	2,66	0,1235
Dosis*frec	2	0,03250	0,01625	0,46	0,6389
Error	15	0,52792	0,03519		
Total	23	1,01958			
Media (pH)	3,3458				
CV (%)	5,61				

4.2. Relación Costo Beneficio

La **Tabla 27** muestra los costos directos de producción del cultivo de fresa tipo Albión, ejecutado en un área de 414 m² en la Finca San Francisco del cantón Huaca, provincia del Carchi. Los costos de producción para dicha área alcanzan los 1.200\$ y un valor de 607\$ únicamente por fertilización.

El cultivo inició a principios del año 2022 con la preparación de suelo y formación de camas. A continuación, se trasplantaron las plántulas de fresa de la variedad Albión y se fertilizaron con una combinación de dosis y frecuencia previamente establecidas. La cosecha dio inicio aproximadamente 6 meses después de la siembra, durante este lapso de tiempo se fertilizó el cultivo, por secciones, con diferentes dosis y frecuencia de biol.



Figura 6. Preparación de suelo y elaboración de camas

Fuente: elaboración propia



Figura 7. Plántulas de fresa Albión – trasplante

Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Costos de producción

COSTOS DIRECTOS				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
Mano de obra				
Preparación de camas	Jornal	8	\$10,00	\$80,00
Siembra	Jornal	3	\$10,00	\$30,00
Fertilización	Jornal	4	\$10,00	\$40,00
Deshierbe	Jornal	4	\$10,00	\$40,00
Poda	Jornal	3	\$10,00	\$30,00
Cosecha	Jornal	3	\$10,00	\$30,00
Alimentación		20	\$3,00	\$60,00
Transporte		40	\$2,00	\$80,00
Semilla				
Variedad Albión	Plántulas	960	\$0,26	\$249,60
Maquinaria y equipo				

Análisis de suelo	Análisis	1	\$29,00	\$29,00
Análisis de biol	Análisis	1	\$40,00	\$40,00
Arado	Hora	1	\$20,00	\$20,00
Materiales				
Plástico	Metros	288	\$1,30	\$374,40
Piola	Cono	2	\$2,50	\$5,00
Letreros	Unidad	24	\$1,00	\$24,00
Tijeras de poda	Unidad	2	\$6,00	\$12,00
Balanza gramera	Unidad	1	15	\$15,00
Cáñamo	Metros	85	0,4	\$34,00
Cosecha				
Bolsas plásticas	Unidad	100	\$0,04	\$4,00
Contenedores	Unidad	1	\$3,00	\$3,00
TOTAL				\$1.200,00

Fertilizantes				
Biol	Litros	405	\$1,50	\$607,50

Tabla 28 muestra la relación costo – beneficio de este estudio. Se consideran los costos de producción y fertilización, así como el volumen de ventas y la relación C/B para cada tratamiento.

Debido al tiempo de producción y el área, relativamente pequeña, la relación C/B arroja valores negativos para todas las combinaciones de dosis y frecuencia. Es decir, en todos los tratamientos se tuvieron pérdidas en la producción de fresa variedad Albión.

Tabla 28. Análisis C/B en un área de 414 m² en tres meses de cosecha

TRATAMIENTO	Costo base	Fertiliz	Costo total	Kg	Ventas	Utilidad	C/B
T1. B 20%/10 d	\$ 200,00	\$ 90,00	\$ 290,00	49,64	\$ 99,29	\$ -190,71	-0,66
T2. B 30%/10 d	\$ 200,00	\$ 45,00	\$ 245,00	54,54	\$ 109,09	\$ -135,91	-0,55
T3. B 40%/10 d	\$ 200,00	\$ 135,00	\$ 345,00	43,18	\$ 86,37	\$ -248,63	-0,74
T4. B 20%/20 d	\$ 200,00	\$ 67,50	\$ 267,50	48,49	\$ 96,99	\$ -170,01	-0,64
T5. B 30%/20 d	\$ 200,00	\$ 180,00	\$ 380,00	49,37	\$ 98,73	\$ -281,27	-0,74
T6. B 40%/20 d	\$ 200,00	\$ 90,00	\$ 290,00	43,13	\$ 86,26	\$ -203,74	-0,70

Con un precio unitario de venta de \$ 2,00 por kilo y una cosecha semanal, el tratamiento que presenta menores pérdidas en tres meses de cosecha es T2, con una relación C/B de -0,55, seguido de T1, con una relación C/B de -0,66. Por su parte, el tratamiento con menor eficiencia y que presenta mayores pérdidas es T5, con una relación C/B de -0,74.

La tabla 30 muestra la relación costo – beneficio, en base a una proyección simple para una hectárea de siembra de fresa Albión. Se consideran los costos de producción y fertilización, así como el volumen de ventas y la relación C/B para cada tratamiento.

En una hectárea de siembra se tiene un total de 580 camas, esto es, aproximadamente 24.000 plántulas de fresa. La inversión total por costos directos de producción es cercana a los \$ 28.000,00; mientras que el costo de fertilización bordea los \$ 15.000,00.

La tabla 29 muestra la relación costo – beneficio con un precio de venta unitario de \$2,00 y dos cosechas.

Tabla 29. Análisis C/B en una hectárea de siembra

TRAT	Costo base	Fertilizac	Costo total	Prod	Ventas	Utilidad	C/B
T1. B 20%/10 d	\$4.830,92	\$2.173,91	\$7.004,83	1.199,11	\$2.398,21	\$ -190,71	-0,66
T2. B 30%/10 d	\$4.830,92	\$1.086,96	\$5.917,87	1.317,49	\$2.634,98	\$ -135,91	-0,55
T3. B 40%/10 d	\$4.830,92	\$3.260,87	\$8.091,79	1.043,09	\$2.086,18	\$ -248,63	-0,74
T4. B 20%/20 d	\$4.830,92	\$1.630,43	\$6.461,35	1.171,33	\$2.342,66	\$ -170,01	-0,64
T5. B 30%/20 d	\$4.830,92	\$4.347,83	\$9.178,74	1.192,44	\$2.384,88	\$ -281,27	-0,74
T6. B 40%/20 d	\$4.830,92	\$2.173,91	\$7.004,83	1.041,76	\$2.083,53	\$ -203,74	-0,70

A pesar de que se tiene un área mayor de producción, la relación C/B para todos los tratamientos no es favorable, es decir, todas las combinaciones de dosis y frecuencia presentan pérdidas y valores negativos similares de C/B. Siendo que, T2 presenta la relación C/B con menores pérdidas (-0,55), seguido de T4 con una relación C/B de -0,64. El tratamiento que presenta menor retorno es T5 con una relación C/B de (-0,74).

Tabla 30. Costos de producción para una hectárea de siembra

COSTOS DIRECTOS				
Concepto	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad	Total
Mano de obra			10.000 m ² (580 camas)	
Preparación de camas	jornal	\$10,00	193,28	\$1.932,80
Siembra	jornal	\$10,00	72,48	\$724,80
Fertilización	jornal	\$10,00	96,64	\$966,40
Deshierbe	jornal	\$10,00	96,64	\$966,40
Poda	jornal	\$10,00	72,48	\$724,80
Cosecha	jornal	\$10,00	72,48	\$724,80
Alimentación		\$3,00	483,2	\$1.449,60
Transporte		\$2,00	966,4	\$1.932,80
Semilla				

Variedad Albión	plántulas	\$0,26	23193,6	\$6.030,34
Maquinaria y equipo				
Análisis de suelo	análisis	\$29,00	1	\$29,00
Análisis de biol	análisis	\$40,00	1	\$40,00
Arado	hora	\$20,00	25	\$500,00
Materiales				
Plástico	metros	\$1,30	6958,08	\$9.045,50
Pirola	cono	\$2,50	48,32	\$120,80
Letreros	unidad	\$1,00	580	\$580,00
Tijeras de poda	unidad	\$6,00	48,32	\$289,92
Balanza gramera	unidad	15	1	\$15,00
Cáñamo	metros	0,4	2053,6	\$821,44
Cosecha				
Bolsas plásticas	unidad	\$4,00	25	\$100,00
Contenedores	unidad	\$3,00	25	\$75,00
TOTAL				\$27.615,28
Fertilizantes				
Biol	Litros	9782,60	\$1,50	\$14.673,91

La Tabla 31 muestra una proyección, a 12 meses (un año), de la producción por hectárea, siendo T2 y T4 los únicos tratamientos que generan utilidades. Para T2 se tiene un mayor rendimiento económico con un retorno de 0,77 centavos por cada dólar invertido, mientras que T4 tiene un retorno de 0,15 centavos por cada dólar de inversión.

Para los otros tratamientos, T1, T3, T5, y T6, se tiene una relación C/B negativa. Esto implica que la producción anual por hectárea para dichos tratamientos generaría pérdidas por lo que no es recomendable su aplicación.

Tabla 31. Relación costo beneficio en un año de cosecha

TRAT	Costo total	Rendimiento (Kg)	PV/Kg	PV/ha	Utilidad	C/B
T1. B 20%/10 d	\$ 30.917,87	14.389,28	\$2,00	\$ 28.778,55	\$ -2.139,32	-0,07
T2. B 30%/10 d	\$ 17.874,40	15.809,86	\$2,00	\$ 31.619,71	\$ 13.745,31	0,77
T3. B 40%/10 d	\$ 43.961,35	12.517,10	\$2,00	\$ 25.034,20	\$ -18.927,15	-0,43
T4. B 20%/20 d	\$ 24.396,14	14.055,94	\$2,00	\$ 28.111,88	\$ 3.715,75	0,15
T5. B 30%/20 d	\$ 57.004,83	14.309,28	\$2,00	\$ 28.618,55	\$ -28.386,28	-0,50
T6. B 40%/20 d	\$ 30.917,87	12.501,16	\$2,00	\$ 25.002,32	\$ -5.915,56	-0,19

4.3. Discusión

Es importante estudiar diferentes frecuencias y dosis de aplicación de insumos en el cultivo de fresa para obtener una producción regular, por lo que en el presente proyecto de investigación realizado en el Centro Experimental San Francisco en el cantón Huaca en la provincia del Carchi, se realizó una aplicación de diferentes dosis y frecuencias de un biol proveniente de un biodigestor en el cultivo de fresa obteniendo resultados favorables pero bajos, en las siguientes líneas se establecen los logros obtenidos en esta investigación.

Gracias a la utilización del biol en el cultivo de fresa se pudo evitar el uso de químicos logrando obtener una producción regular de fresas orgánicas coincidiendo con Pirovani, Prastissoli, Carvalho, y Dalvi, quienes en su producción de fresa orgánica lograron obtener resultados favorables o mejores que el uso de químicos respetando así los preceptos de sostenibilidad.

Los datos obtenidos tanto para altura como para el ancho de la planta, muestran efectos distintos para cada variable. El estudio indica que las dosis y frecuencia con que se aplicaron los abonos generan el mismo efecto en la altura de la planta, con coeficientes de variación aceptables. En cuanto al ancho de la planta el estudio muestra que la aplicación del biol con una frecuencia de 10 días incrementa de forma adecuada el ancho de la hoja, pasando de 27 cm a 35 cm en 30 días, lo que implica que la frecuencia y dosis de aplicación fueron las correctas.

La fertilización orgánica usando el tratamiento T2, concentración de biol al 30% en el cultivo de fresa permitió obtener una mayor producción comercial del fruto logrando ser rentable con aplicaciones cada 10 días, además de mejorar los efectos sobre las características fisicoquímicas del suelo. Estos resultados se relacionan estrechamente con el rendimiento de cada tratamiento, donde se tiene que el tratamiento con mejores resultados es T2. Biol 30% / 10 días, con un total de 54,54 Kg de fresa en 3 meses de cosecha. Los resultados obtenidos coinciden con el estudio desarrollado por Morales (2016) quien indica que la fertilización orgánica es la base fundamental para el éxito de un cultivo, aplicando fertilizantes con frecuencias de tiempos cortos, es decir 10 a 12 días.

Se analizaron también algunas características del fruto, como ancho, largo, grados Brix, peso y pH. El ancho de la planta presenta una media de una media de 4,12 cm con un coeficiente de variación de 10,49%. Por su parte, el análisis del largo del fruto

presenta una media de 5,49 cm con un coeficiente de varianza (6,79%), los coeficientes de varianza obtenidos tanto para el ancho como para el largo de la planta son aceptables para esta investigación, el análisis de correlación lineal simple entre estas dos variables no es significativo, lo que indica que cada variable es independiente y no se asocian de forma lineal.

Para los grados Brix se tiene una media de 11,54 con un coeficiente de varianza (12,04%), aceptable para esta investigación. En cuanto al peso del fruto, se tiene una media de 37,32 gramos, se correlacionó también los sólidos solubles y peso del fruto, teniéndose que son variables totalmente independientes, los mayores promedios del peso del fruto se obtuvieron en la aplicación de T2 (Biol al 30% / 10 días) y T3 (Biol al 40% / 10 días)

En el cultivo de fresa no hubo riego y las camas se mantenían húmedas gracias a las lluvias presentes en la zona por lo que no fue necesario implementar un sistema de riego. Al respecto, Lima, Viana, Gomes, Martins, y Moreira (2016) explican que el nivel de riego por goteo mejoraría el rendimiento del cultivo de fresa.

Desde el punto de vista económico, la producción de fresa Albión en un área total de 414m² tuvo un costo de producción de 1200\$ y aproximadamente 600\$ por fertilización. Se probaron 6 combinaciones distintas de dosis y frecuencia de aplicación de fertilizante desarrollado en base a los desechos orgánicos bovinos de la finca. Puesto que se tiene un área de estudio que no sobrepasa la media hectárea de extensión, se tiene una relación C/B negativa para todos los tratamientos. No obstante, el tratamiento económicamente factible para el cultivo, considerando la relación que presenta menores pérdidas, fue T2 (Biol 30%/10 días) con una relación C/B de -0,55. Se desarrolló una proyección del análisis económico a una hectarea de producción, donde se tiene que T2 sigue siendo el mejor tratamiento.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El biol bovino, empleado en este estudio, afectó positivamente en el desarrollo del cultivo de fresa. La aplicación de cantidades adecuadas de potasio y nitrógeno contribuyen a la nutrición de la planta y constituye una buena fuente de calcio y magnesio, logrando frutos de buena calidad. Se observó un ancho y altura adecuados de la planta, 21.6 cm y 35 cm, respectivamente, a los 90 días después de la siembra, así como un mayor desarrollo vegetativo. Estos resultados se obtuvieron con una frecuencia de aplicación del fertilizante de 10 días, la concentración de biol fue irrelevante en el desarrollo de la planta, es decir, una concentración mayor de biofertilizante no genera cambios significativos de ancho o altura.
- El uso de biol bovino generó buenos resultados en la productividad del cultivo, se tuvo una producción de 54 y 49 kg, con los tratamientos T2 y T3, respectivamente, que fueron los que presentaron mejores resultados. Los mayores promedios de peso se presentaron con una combinación de biol al 30% aplicado cada 20 días, T2, y con una concentración de biol al 40% aplicado cada 10 días.
- Se tuvieron frutos de buena calidad, gracias al uso de biol bovino. Los frutos presentaron un buen pH, con una media de 3.3, así como tamaños adecuados de ancho y largo. La aplicación de biol con una concentración del 30% y una frecuencia de aplicación de 10 días presentó la mayor producción de fresas en comparación con otras dosis y frecuencias.
- Todos los tratamientos presentaron pérdidas en la producción de fresa variedad Albión en un área de 400 m². La relación C/B arroja valores negativos para todas las combinaciones de dosis y frecuencia. El tratamiento que presenta menores pérdidas en tres meses de cosecha es T2, con una relación C/B de -0,55, seguido de T1, con una relación C/B de -0,66. Por su parte, el tratamiento con menor eficiencia y que presenta mayores pérdidas es T5, con una relación C/B de -0,74.

- La producción por hectárea, considerando un tiempo de cosecha de 12 meses, genera mejores resultados. Se tiene que T2 y T4 generan utilidades, siendo T2 el que tratamiento con un mayor rendimiento económico, presenta un retorno de 0,77 centavos por cada dólar invertido, mientras que T4 tiene un retorno de 0,15 centavos por cada dólar de inversión.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda usar todos los desechos orgánicos que genere la finca en la producción de biol, esto permite disminuir la contaminación que se tiene por estos desechos, al tiempo que proporciona un abono natural, eficaz y relativamente económico que puede emplearse en la mejora de los cultivos.
- Se recomienda ampliar la aplicación de los tratamientos que dieron mejores resultados en el peso y producción del fruto a un área mayor con el fin de definir una combinación de dosis y frecuencia que beneficie notoriamente la producción y aumentar el número de plantas por hectárea.
- Es recomendable comparar este estudio con otros que empleen otro tipo de abonos orgánicos, con el fin de establecer una combinación idónea para los cultivos y el suelo.
- Es recomendable probar si combinando con una dosis disminuida de fertilizantes sintéticos se logra incrementar la producción.
- Sería recomendable continuar la medición del rendimiento por un año ya que en tres meses no se alcanzó el pico de producción.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS






- Agrolibertad. (9 de junio de 2018). *Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa*. Bogotá: Agrolibertad.
- AME. (2021). *Producción de mora y fresa*. Asociación de Municipalidades de Ecuador.
- Andrade, N. (2017). *La importancia de la agricultura en nuestro país*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Angulo, R. (2019). *Cartilla Fresa*. Bogotá: Univisual.
- AquaeFundación. (2018). *Descubre todos los detalles acerca del biodigestor*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/biodigestor/>
- Atlasbig. (2021). *Países productores de fresa*. Obtenido de <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-fresa>
- Bamberg, A. (2016). *Atributos físicos, hídricos e químicos de solos em sistemas de produção de morango*. Pelotas: Universidad Federal de Pelotas.
- Barriga, E. C. (2017). *PLAN RECTOR NACIONAL*. Zamora.
- Bashan, Y., Bashan, L., Prabhu, S., & Hernández, J. (2016). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives. *Plant Soil*, 1-33.
- Blasco, J., & Pérez, J. (2007). *Metodologías de investigación*. España: Editorial Club Universitario.
- Bould, C., & Catlow, E. (2018). Manurial experiments with fruit: I - The effect of long, term manurial treatments on soil fertility and on the growth, yield and leaf nutrient status of strawberry. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 203 - 2019.
- Camargo, S., Montaña, N., De la Rosa, C., & Montaña, S. (2015). *Tres décadas de biotecnología en Colombia*. *Revista Colombiana de Biotecnología*. Bogotá: UICN.
- Carvalho, S. (2015). *Cultivo convencional, seguridad alimentaria, cultivo orgánico*. Belo Horizonte: FAEMG.

- Chiqui, F. &. (2015). *Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (Fragaria sp) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (organica y quimica) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca*. Cuenca.
- Debmalya, D., & Kumar, K. (2021). Microbial biofertilizers: Recent trends and future outlook. *Recent Advancement in Microbial Biotechnology*, 1-26.
- Derkowska, E., Sas Paszt, L., Trzciński, P., Przybył, M., & Weszczak, K. (2016). *INFLUENCE OF BIOFERTILIZERS ON PLANT GROWTH AND RHIZOSPHERE MICROBIOLOGY OF GREENHOUSE-GROWN STRAWBERRY CULTIVARS*. Polonia: Instituto de Investigación de Horticultura.
- FAO . (2016). *Cultivo de fresa*.
- FAOSTAT. (2021). *Food and agriculture data*. Faostat.
- Fawad, K., & Mustafá, J. (2021). Evaluación de soluciones combinadas de Trichoderma , biofertilizantes y nutrientes enriquecidos en el crecimiento y rendimiento de las plantas de fresa. *Revista de Ingeneiria de Biosistemas*, 225-235.
- Guanopatín, R. (2017). *APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO ESTABLECIDO DE ALFALFA* . Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Carácas - Venezuela: Centro Internacional de Estudios Avanzados Sypal y Ediciones Quirón S.A.
- Janagard, M., & Raei, Y. (2019). Soybean response to biological and chemical fertilizers. *Int. J. Agric. Crop*, 261-266.
- Lima, F., Viana, T., Gomes, G., Martins, L., & Moreira, B. (2016). *Yield of strawberry crops under different irrigation levels and biofertilizer doses*. Pannamá: Revista Ciencia Agronómica.
- Lorente, J. (2016). *Biblioteca de la Agricultura*. Madrid: Lexus.
- Matos, R., Folegatti, M., Passos, F., Ambrosano, G., & Minami, K. (2018). *Effective depth of strawberry radicular system under different soil covers and water levels*. Brasil: Pesquisa Agropecuária Brasileira.

- Mazaro, S., Caprini, M., Citadin, I., Paulus, D., & Gouvea, A. (2016). *Strawberry production and quality under different concentrations of bordeaux mixture, lime sulfur and the biofertilizer supermagro*. Brasilia: Semina Ciências Agrárias.
- Morales, R., Faria, M., Vilela, J., Lodi, A., Carminatti, R., & Duarte, C. (2016). Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica complementar em cultivo protegido. *Ambiência*, 23-33.
- Mujica, Y., Mena, A., Medina, A., & Rosales, P. (2015). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants response to liquid biofertilization with *Glomus cubense*. *Cultivos tropicales*, 21-26.
- Pirovani, V., Prastissoli, D., Carvalho, J., & Dalvi, L. (2016). *Manejo de Pragas para Cultura do Morangueiro: Sem Resíduo de Agrotóxicos*. Brasil: Nudemafi.
- Pollock, M. (2018). *Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas*. Barcelona: Blume.
- Rikolto. (2022). *Foro Regional de Fresa*. Rikolto.
- Viana, T., Santos, A., Sousa, G., Pinheiro, L., Azecedo, B., & Aquino, B. (2018). *Gas exchange and NPK leaf contents in melon fertilized with biofertilizers*. Brasil: ABEC Brasil.
- Zambrano, D., Bonilla, R., Avellaneda, L., & Zambrano, G. (2016). Análisis prospectivo de los bioinsumos agrícolas en Colombia: una consulta a expertos. *Biotecnol*, 103-113.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA ACTA DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR					
ESTUDIANTE:		GORDON ESTRADA EDGR DAVID		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401752373	
PERIODO ACADÉMICO:		2022 A			
PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO		DOCENTE TUTOR: MSC. JUDITH JOSEFINA GARCIA BOLIVAR	
DOCENTE:		MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL			
TEMA DEL TIC:		"Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de bio sobre la productividad en el cultivo de fresas (Fragaria) en el Centro Experiment San Francisco"			
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES		
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.33	MEJORAR EL PROBLEMA Y REVISAR LA JUSTIFICACIÓN		
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.33	LOS ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS DEBEN ESTAR RELACIONADOS CON EL TEMA		
3	METODOLOGÍA	7.33	MEJORAR LA OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, NO SE DESCRIBE LA METODOLOGÍA DEL MANEJO DE LAS VARIABLES RESPUESTA		
4	RESULTADOS	7.33	LOS RESULTADOS NO SE MUESTRAN DE MANERA CLARA Y PRECISA EN LA TABLA 12 SE MENCIONA 42 DÍAS Y EN LA DESCRIPCIÓN SE INDICA 49. REVISAR EN LA DESCRIPCIÓN DE LAS TABLAS SE MUESTRA EN TODAS LAS TABLAS COMO TABLA 12 REVISAR LA DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS		
5	DISCUSIÓN	7.33	MEJORAR LA DISCUSIÓN, CON RELACIÓN A LOS RESULTADOS OBTENIDOS		
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.33	MEJORAR LAS CONCLUSIONES CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS Y RESULTADOS MEJORAR LAS RECOMENDACIONES		
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.33	MEJORAR LA ARGUMENTACIÓN TÉCNICO-CIENTÍFICO EN LA EXPOSICIÓN		
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.33	REVISAR MÁRGENES, ESPACIOS, ORTOGRAFÍA, SIGNOS DE PUNTUACIÓN DEL DOCUMENTO		
Obteniendo una nota de: 7.33 Por lo tanto, APRUEBA ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:					
Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.					
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 14 de julio de 2023					
		 MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO PRESIDENTE TRIBUNAL		 MSC. JUDITH JOSEFINA GARCIA BOLIVAR DOCENTE TUTOR	
		 MSC. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL DOCENTE			

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



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

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Edgar David Gordon Estrada				
DATE: 26 de julio de 2023				
TOPIC: "Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas (Fragaria) en el Centro Experimental San Francisco."				
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 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input type="checkbox"/>	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 9,5	



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

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Edgar David Gordon Estrada
Fecha de recepción del abstract: 26 de julio de 2023
Fecha de entrega del informe: 26 de julio de 2023

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 validó dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Análisis de suelo

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

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

Informe N°: LN-SFA-E21-1374
 Fecha emisión Informe: 21/09/2021

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Ricardo Chávez

Teléfono¹: 0986990330

Dirección¹: Mariscal Sucre

Correo Electrónico¹:

ricardo.chavez@upec.edu.ec

Provincia¹: Carchi

Cantón¹: Huaca

N° Orden de Trabajo: 04-2021-18

N° Factura/Documento: 005-001-5478

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Papa		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ----
Cantón ¹ : Huaca		Y: ----
Parroquia ¹ : Mariscal Sucre		Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Ricardo Chávez		
Fecha de muestreo ¹ : 01-09-2021	Fecha de inicio de análisis: 08-09-2021	
Fecha de recepción de la muestra: 08-09-2021	Fecha de finalización de análisis: 21-09-2021	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-21-1424	Muestra 1	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,53
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	15,80
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,79
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	26,1
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,02
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	7,80
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,80
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	760,3
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	21,46
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,07
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,07

Anexo 4. Análisis de biol



L A B O R I O S N O R T E

LABORATORIOS NORTE

Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD				
Nombre: SERGIO HERRERA					Provincia: Carchi				
Ciudad: Tulcán					Cantón: Tulcán				
Teléfono: 0939455881					Parroquia: El Carmelo				
Fax:					Sitio: El Carmelo				
DATOS DEL LOTE					DATOS DE LABORATORIO				
Sitio: El Carmelo					Nro Reporte.: 10676				
Superficie:					Tipo de Análisis: Completo				
Número de Campo: BIOL					Muestra: ORGANICA : BIOL				
Cultivo Actual:					Fecha de Ingreso: 2021-12-21				
A Cultivar:					Fecha de Reporte: 2021-12-23				
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	791.25	ppm							
P	96.44	ppm							
S	587.50	ppm							
K	27.02	meq/100 ml							
Ca	17.15	meq/100 ml							
Mg	7.35	meq/100 ml							
Zn	3.66	ppm							
Cu	0.65	ppm							
Fe	61.32	ppm							
Mn	35.98	ppm							
B	0.66	ppm							
pH	7.70								
Acidez Int. (AI+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na		meq/100 ml							
Ce	7.80	mS/cm							
MO		%							
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2.33	0.27	0.91	51.52						
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio									