



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

EFECTO DE BIOLES MADUROS A BASE DE SUERO

DE LECHE EN EL CULTIVO DE FRESA BAJO

INVERNADERO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: CARLA ARACELY SÁNCHEZ GONZÁLEZ

DIRECTOR: ING. JACINTO ENRIQUE VÁZQUEZ VÁZQUEZ, PhD.

CUENCA-ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

CARRERA DE AGRONOMÍA

**EFEECTO DE BIOLES MADUROS A BASE DE SUERO DE
LECHE EN EL CULTIVO DE FRESA BAJO INVERNADERO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

AUTORA: CARLA ARACELY SÁNCHEZ GONZÁLEZ

DIRECTOR: ING. JACINTO ENRIQUE VÁZQUEZ VÁZQUEZ, PhD.

CUENCA-ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Carla Aracely Sánchez González portadora de la cédula de ciudadanía N.º **0302898325**. Declaro ser la autora de la obra: “**Efecto de Bioles maduros a Base de Suero de Leche en el Cultivo de Fresa Bajo invernadero**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **29 de abril de 2024**



Carla Aracely Sánchez González

C.I. **030289832**

CERTIFICACIÓN

Yo Jacinto Enrique Vázquez Vázquez, con cédula de identidad N° 000000000 en calidad de director del Trabajo de Titulación con el tema: **“Efecto de Bioles maduros a Base de Suero de Leche en el Cultivo de Fresa Bajo invernadero”**, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por CARLA ARACELY SÁNCHEZ GONZÁLEZ, bajo mi supervisión

Atentamente,



Ing. Jacinto Vázquez Vázquez PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Agradezco a Dios y a la Virgen por darme sabiduría y salud para alcanzar mis metas como persona y profesional.

En segundo me agradezco a mí por nunca rendirme a pesar de todas las adversidades que se presentaron.

A mis docentes y personas que me ayudaron en el desarrollo de esta tesis, en especial al ING Jacinto Enrique Vázquez Vázquez, PhD. por ser un excelente profesional que fue de gran motivación a lo largo de mi carrera.

Agradezco la Universidad Católica de Cuenca, en especial a la facultad de Ciencias Agropecuarias por ser formador de mis conocimientos.

AGRADECIMIENTO

A mi hijo en el cielo por ser mi mayor motivación para sobresalir día a día, a mis padres Remigio y Yolanda por haber estado pendiente de todo a lo largo de mi formación educativa. En especial a mi madre que siempre ha sido mi motor fundamental y un agradecimiento a todas las personas que en su momento estaban a mi lado y me apoyaron incondicionalmente.

A mis hermanos Bryan y Valeria, a mis niños Yahir y Rafael por ser mi fortaleza y mi inspiración para no detenerme jamás

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS.....	18
CAPÍTULO I.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
1.1 GENERALIDADES DE LA FRESA	20
1.2 Características botánicas de la fresa:	20
1.3 Taxonomía	20
1.4 Hojas	21
1.5 Flores y fruto.....	21
1.6 Raíces	23
1.7 Estolones.....	24
1.8 Exigencias ecológicas del cultivo.....	25
1.9 Temperatura.....	25
1.10 Horas luz.....	26
1.11 Requerimientos hídricos.....	26
1.12 Exigencias edáficas	27
1.13 Técnicas de cultivo.....	27
1.13.1 Preparación del suelo.....	27
1.13.2 Plantación.....	28
1.13.3 Acolchado.....	28
1.13.4 Fertilización	29
1.13.5 Nutrición de la fresa.....	30
1.13.6 Deficiencias nutricionales en la fresa.....	30
1.13.7 Fertilización química.....	32
1.13.8 Fertilización orgánica.....	32
1.13.9 Plagas y enfermedades	33
1.13.10 Control de enfermedades.	34
1.13.11 Métodos de control de plagas.....	35
1.13.12 Cosecha y Poscosecha	35

1.13.13	Empacado	37
1.14	Cultivo de fresa en Ecuador	37
1.15	Cultivo de fresa en Azuay	39
1.16	Importancia económica y alimenticia de la fresa	39
1.17	El biol y sus características	40
1.18	Etapas del proceso de digestión anaerobia.....	40
1.19	Hidrolisis	40
1.20	Acidogénesis.....	41
1.21	Acetogénesis	41
1.22	Metanogénesis.....	42
1.23	Biodigestor	42
1.24	Potencial	42
1.25	Calidad del Biol	44
1.26	Microrganismos que participan en la digestión anaerobia	44
1.27	Composición Bioquímica de Biol	44
1.28	Usos y formas de aplicación de Biol.....	45
1.29	Tipos de biol.....	46
1.30	Elaboración de biol.....	48
1.31	Digestión anaeróbica	50
1.32	Dosis recomendadas	50
1.33	Biodigestores Batch	51
1.34	Producción de leche en Ecuador.....	52
1.35	Producción de leche en Azuay	53
1.36	El suero de leche	53
1.37	Revalorización del suero de leche.....	55
1.38	El suero de leche y los efectos negativos en el ambiente.....	55
	METODOLOGÍA	56
1.39	Localización del estudio	56
1.40	Tipo de estudio	56
1.41	Diseño del experimento.....	57
1.42	Materiales	57
1.42.1	Material vegetal	57
1.42.2	Materiales físicos.....	57
1.42.3	Material biológico.....	58
1.43	Descripción de los tratamientos	58

1.44	Variables de estudio.....	59
1.45	Desarrollo del experimento	59
1.45.1	Caracterización de bioles maduros a base de suero de leche.	59
1.45.2	Adecuación la unidad experimental.	60
1.45.3	Preparación de soluciones para las aplicaciones.....	60
1.45.4	Aplicación de tratamientos con los bioles	61
1.45.5	Control de temperatura y plantación.....	62
1.45.6	Numero de hojas	63
1.45.7	Numero de estolones.....	63
1.45.8	Cosecha	63
1.45.9	Grados brix.....	64
	Resultados.....	64
1.45.10	Resultados del análisis físico químico de los bioles.	65
1.45.11	Numero de hojas.	66
1.45.12	Numero de estolones.....	68
1.45.13	Numero de flores	70
1.45.14	Rendimiento de fruta en gramos por planta	72
1.45.15	Resultados de los grados Brix	74
1.45.16	Análisis de costo beneficio.....	75
1.45.17	Temperatura.....	78
	Discusión.....	78
	Conclusión.....	80
	Recomendaciones.....	81
	BIBLIOGRAFÍA	81
	Anexos	93

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 <i>Temperaturas para el desarrollo del cultivo de fresa</i>	25
Cuadro 2 <i>Requerimiento nutricional del cultivo de fresas tanto en macronutrientes (kg/ha) y en micronutrientes (g/ha) según su etapa de crecimiento y de acorde con los días de siembra (DDS)</i>	31
Cuadro 3 <i>Plagas más comunes en cultivo de rosa</i>	33
Cuadro 4 <i>Condiciones óptimas para la conservación de la calidad en la postcosecha de la fresa</i>	36
Cuadro 5 <i>Variedades de fresa cultivadas en Ecuador</i>	38
Cuadro 6 <i>Indicadores de calidad de bioles</i>	43
Cuadro 7 <i>Componentes presentes en el Biol</i>	44
Cuadro 8 <i>Aplicación de Biol</i>	45
Cuadro 9 <i>Producción de leche en las distintas provincias del Ecuador</i>	53
Cuadro 10 <i>Composición de lactosuero dulce y ácido</i>	54
Cuadro 11 <i>Descripción de los tratamientos con cada biol y su porcentaje de mezcla por litro de agua planteados para la investigación</i>	58
Cuadro 12 <i>Determinación del contenido de biol mediante la caracterización física química, realizadas en el laboratorio</i>	65
Cuadro 13 <i>Resultados del conteo de número de hojas por tratamiento a partir del día 83 mediante el análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan, a partir de los tratamientos, bloque y por días de cosecha</i>	67
Cuadro 14 <i>Efecto de los tratamientos en la producción de estolones de fresa a partir del día 83 hasta el día 181, realizado su respectivo análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan, en el software InfoStat</i>	68

Cuadro 15 Resultados de los números de flores contabilizados a partir del primer día de floración que es en el día 139 de la aplicación de los tratamientos hasta el día 181, realizado su respectivo análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan.. 70

Cuadro 16 *Total media de rendimiento de fresa por tratamiento en gramos, realizado el análisis de varianza ANOVA en el programa InfoStat con la prueba de Duncan al 5%.* 72

Cuadro 17 *Resultados del analisis de la cosecha en gramos por planta, el cuadro proporciona diferencias estadísticas mediante un analisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan en Infostat.* 73

Cuadro 18 *Resultados de los grados brix, que se midieron en la fresa después de la cosecha, cuyos resultados son analizados mediante un análisis de varianza ANOVA.* 74

Cuadro 19 *Costo de biol por planta bajo el área de estudio.*..... 75

Cuadro 20. *Valor calculado de mano de obra por aplicación de biol por media hora de trabajo.*..... 76

Cuadro 21 *Análisis de costo* 76

Cuadro 23 *Análisis de costo beneficio* 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Parte de la planta de frutilla.</i>	20
Figura 2 a) <i>Flor de fresa</i> b) <i>Representación esquemática de un fruto de fresa cortado de manera transversal</i>	22
Figura 3 <i>Formas comunes de fresa</i>	22
Figura 4. <i>Raíces de planta de fresa</i>	23
Figura 5. <i>Estolones.</i>	24
Figura 6 <i>Biodigestor Batch</i>	52
Figura 7 <i>Ubicación de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias donde se realizó la investigación.</i>	56
Figura 8 <i>Adecuación de unidad experimental; a) Planificación, b) Etiquetado de bloques por repetición, c) Identificación de plantas.</i>	60
Figura 9 <i>Mezcla de solución (80 c/c por litro de agua).</i>	61
Figura 10 <i>Aplicación foliar de los tratamientos.</i>	62
Figura 11 <i>Control de temperatura a) Termómetro, b) Hoja de datos.</i>	62
Figura 12 <i>Conteo de numero de hojas por planta</i>	63
Figura 13 <i>Determinación de grados brix de los frutos.</i>	64
Figura 14 <i>Resultado del número de hojas por planta y por tratamiento a partir del día 83 hasta el día 181, representado por su media de cada uno</i>	68
Figura 15 <i>Grafico de la producción media del número de los estolones contados en el número respectivo de plantas promedio de cada tratamiento.</i>	70
Figura 16 <i>Crecimiento de la floración durante los días correspondientes, en respuesta a los tratamientos aplicados.</i>	71

Figura 17 *Análisis de resultado de las cosechas (g/planta) en relación con los tratamientos aplicados con el testigo (T4)..... 74*

Figura 18 *Datos de la temperatura dentro del área de estudio, los cuales fueron tomados durante 28 días y sacados un promedio por día..... 78*

RESUMEN

La creciente demanda de alimentos, así como la agricultura convencional genera impactos negativos tanto en la salud humana y en la vida del suelo. La investigación tiene como objetivo Evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioles maduros a base de suero de leche con Microorganismo Benéficos, Microorganismos de Montaña o estiércol de cuy, en parámetros productivos de plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cultivadas bajo condiciones de invernadero. Investigación experimental cuantitativa, con un diseño de bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones, para dar 20 unidades experimentales de 32 plantas de fresa variedad Monterrey, tomando cómo muestra 10 plantas, los bioles se aplicaron a dosis de 80 cc /litro de agua una vez por semana en un lapso de 246 días, se identificaron como (T1) bioles con MOBs obtenidos de la planta carne humana, (T2) MOBs de montaña y (T3) estiércol de cuy, (T4) testigo. Para el análisis de resultados se utilizó el Análisis de Varianza del programa estadístico InfoStat. Las variables número de hojas, estolones y flores no se presenta diferencia entre tratamientos, pero si ente días, la variable producción presenta diferencias, el tratamiento con la media mayor es T3 con 80,2 g/planta y es el único que permite recupera la inversión adicional ocasionada por el costo bioles y su aplicación. Se concluye que el uso de bioles a base de suero de leche tiene efecto positivo en la agricultura, garantizando la sostenibilidad en la producción de fresas bajo invernadero.

Palabras clave: agricultura, fertilización foliar, biol, fresa.

ABSTRACT

The growing demand for food and conventional agriculture negatively impacts human and soil life. This research aims to evaluate the effect of foliar application of mature biols based on whey with beneficial microorganisms, mountain microorganisms, or guinea pig manure on productive parameters of strawberry plants (*Fragaria* sp.) grown under greenhouse conditions. Quantitative experimental research was conducted with a completely randomized block design with four treatments and five replications to give 20 experimental units of 32 strawberry plants of the Monterrey variety, taking ten plants as a sample. The biols were applied at a dose of 80 cc/liter of water once a week for 246 days, identified as: (T1) biols with MOBs obtained from the human flesh plant, (T2) mountain MOBs, (T3) guinea pig manure, and (T4) control. The Analysis of Variance of the statistical program InfoStat was used to analyze the results. The variables of the number of leaves, stolons, and flowers did not show differences between treatments, but there were differences between days. The production variable showed differences; the treatment with the highest mean was T3 with 80.2 g/plant, and it is the only one that allows the recovery of the additional investment caused by the cost of biols and their application. It is concluded that using biols based on whey positively affects agriculture, guaranteeing sustainability in the production of strawberries under greenhouses.

Keywords: agriculture, foliar fertilization, biol, strawberry.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura actual se han adoptado diferentes técnicas de cultivo y se han buscado alternativas para mitigar impactos negativos tanto en los suelos, en el ambiente y así también en la salud de los consumidores, ya que existen métodos como la agricultura convencional, agricultura intensiva o la llamada revolución verde que generan impactos negativos en el ambiente como en los demandantes de los alimentos. (Zambrano y Lima, 2023). Por efecto de estas técnicas poco convenientes han generado impactos negativos a la salud del suelo, debido al uso de agroquímicos, por ejemplo: el desgaste de fertilidad del suelo, salinización y alcalinización, contaminación de fuentes hídricas, extinción de agrobiodiversidad y recursos genéticos, eliminación de enemigos naturales, aparición de plagas con resistencia genética a los plaguicidas y destrucción de los mecanismos de control natural (Zamilpa, Schwentesius, & Ayala, 2016). Esto es a causa de que los agricultores necesitan mejorar tanto en calidad como en aumentar sus ingresos económicos, en donde aspiran beneficiarse más que a la naturaleza (Castro M. , 2019).

Debido a la preocupación por parte de los agricultores sobre el cuidado y la preservación de la naturaleza, el ambiente y en particular el suelo, la agricultura orgánica se propone como una alternativa de mayor confiabilidad para la salud ya que esta ofrece alimentos que están libres de sustancias tóxicas, rigiéndose bajo una norma orgánica (Ochoa, 2015). Por lo cual los agricultores buscan razonablemente dar mayor énfasis al uso de los recursos que nos proporciona la naturaleza y dando prioridad a las acciones biológicas del suelo, minimizando el uso de insumos sintéticos (Arciniega, 2020). En el que la agricultura orgánica busca dar uso a las técnicas ancestrales adaptando a nuevos tiempos conjuntamente con la tecnología, en acuerdo con los principios ecológicos que buscan preservar el suelo, el medio ambiente y la salud humana (Soto, 2020), lo cual es una alternativa para mitigar el uso de los fertilizantes de origen sintético es el uso de biofertilizantes como abonos naturales, los cuales contienen propiedades capaces de nutrir a la planta y dar un mejor desarrollo en la producción de alimentos (Puga, 2017).

El incremento de la población mundial se encuentra alrededor de un 50% entre los años 2001 y 2050, pasando de 6,100 millones de personas a 9,300 millones; lo cual obliga a un aumento en la producción de alimentos, que permita garantizar la subsistencia de las familias (Bolaños, 2012). La agricultura orgánica es el sistema de producción de alimentos más antiguo. La producción orgánica moderna trata de

combinar tradiciones antiguas con tecnología moderna y se basa en un concepto holístico del uso humano de los recursos naturales, que incluye elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos (Díaz & Perales, 2019).

La producción de lácteos como la leche y sus derivados en las zonas rurales de la Provincia del Azuay forma parte de la base económica al igual como es la agricultura, la producción de leche en la provincia con el 14 % a nivel nacional ocupando el segundo puesto después de la provincia del Pichincha que representa el 18% según la Corporación Financiera Nacional B.P, (2023), la industrialización para la producción de derivados de la leche y también el proceso artesanal del quesillo en las zonas rurales deja como residuo de la leche el suero, que en muchas ocasiones es desperdiciado y desechado causando perjuicios al medio, El lactosuero o suero de leche debido a su origen tiene una presencia de nutrientes procedentes de la leche, sin embargo, el vertido incontrolado de este producto causa grandes contaminaciones en los diferentes ecosistemas como son suelos y ríos (Fernández et al., 2016), en busca de una alternativa para dar un uso al suero de leche, ante estas consecuencias, se ha optado por el proceso de la elaboración de biol, así aprovechando su valor nutricional y su alto contenido de agua (Poveda, 2013).

La fruticultura ecuatoriana ocupa el puesto número 12 a nivel mundial, la fresa es una de las frutas más apetecidas mundialmente, en lo cual el Ecuador ocupa el puesto 72 de exportación de esta fruta, (Cazco et al., 2017). No obstante, la producción de esta presenta un costo bastante elevado para los productores (Parra C. E., 2018). Esto se debe a que el costo actual de los fertilizantes es poco accesible para pequeños productores por tal motivo se busca dar una solución alterna para minimizar el uso excesivo de los fertilizantes sintéticos y mejorar la salud del suelo.

En términos generales podemos definir al biol como un abono de origen orgánico obtenido a partir del proceso de fermentación anaeróbica de material de origen vegetal y animal, como estiércol y residuos vegetales, y también está catalogado como un componente que ayuda a mejorar el fortalecimiento de las raíces y flores de las plantas; destacando significativamente en aumentar la producción a menor costo (Sánchez et al., 2022). El suero de la leche es un producto lácteo que se obtiene mediante el proceso de fabricación del queso o quesillo, este es una fracción líquida sobrante en donde queda algunos componentes nutricionales suspendidos que tienen una importancia biológica y nutricional, este sobrante no tiene ninguna validez como sustituto integral de

la leche, sin embargo contiene muchas propiedades benéficas usadas para la fabricación de productos beneficiosos para la salud en algunos países, cabe destacar que la producción del suero a nivel mundial es bastante extensiva cada año (Poveda, 2013).

En una investigación realizada por Jara., (2022), donde se usó tres tipos de bioles como tratamientos con 3 repeticiones cada uno, bacterias ácido-lácticas en cultivo mixto (T1), leche cruda (T2) y suero de leche (T3), formuladas empíricamente y fermentados en un biodigestor de 6 litros de capacidad; avalan calidad y contenido de nutrientes que benefician a la agricultura de manera orgánica. Al igual que (Yambay y Gordón, 2014), en su investigación, mediante la elaboración de biol a partir de la utilización del suero de leche demuestran que es una excelente alternativa para la aplicación en las plantas, ya que contiene elementos nutricionales como el fósforo, potasio, azufre, calcio, zinc, hierro y manganeso.

El uso de los bioles permite al agricultor una oportunidad de mejorar la calidad de producción de alimentos en el sector primario sin la necesidad de afectar su bolsillo, al igual que ayudar a cuidar la salud de los suelos ya que al ser un producto orgánico este no afectaría la composición de las capas del suelo, por lo contrario, ayudaría preservar la vida microbiana que se encuentran en ello. También estaría incitando a la preservación del suero y a su restauración. Sin perjudicar la salud humana.

Para enfrentar las problemáticas mencionadas en los párrafos anteriores y ante la necesidad de presentar soluciones tanto como de producción de alimentos como el cuidado de la salud de los ecosistemas y del ser humano la investigación tiene como objetivo lo siguiente:

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioles maduros a base de suero de leche con Microorganismo Benéficos, Microorganismos de Montaña o estiércol de cuy, en parámetros productivos de plantas de fresa (*Fragaria sp.*) cultivadas bajo condiciones de invernadero

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de la fresa a medida que se le aplique biol a base de suero de leche como fertilizante foliar.
- Evaluar el efecto sobre el rendimiento de los diferentes niveles de fertilización foliar en el cultivo de fresa.
- Analizar la relación de Beneficio/Costo en la producción de fresa bajo el uso de biol.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES DE LA FRESA

1.2 Características botánicas de la fresa:

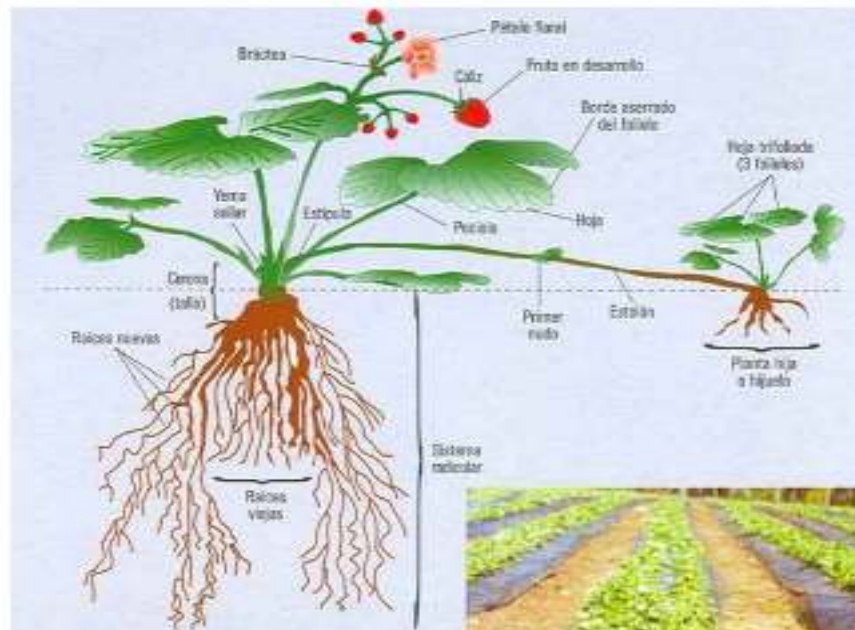


Figura 1. Parte de la planta de frutilla.

Fuente: (Aunchayna, 2011)

1.3 Taxonomía

El género *Fragaria*, pertenece a la familia Rosaceae y subfamilia Rosoideae, se reconoce ampliamente por incluir a las plantas productoras de fresas. Esta familia botánica, además de ser popular entre consumidores de frutas, también ostenta un papel crucial en economías agrícolas alrededor del mundo (Kirschbaum D. , 2020). *Fragaria* se compone de alrededor de 20 especies, las cuales muestran una variabilidad cromosómica significativa, presentando formas diploides, tetraploides, hexaploides y octoploides (Garcés, 2021). Aunque once de las especies diploides se localizan predominantemente en Eurasia, *F. vesca* se distribuye en el norte de Eurasia y a lo largo de los continentes americanos. Por otro lado, dos especies octoploides se localizan en América, evidenciando una interesante diversidad genética en esta región. Además, es de resaltar que las especies dentro de *Fragaria* muestran una capacidad pronunciada

para el crecimiento clonal, lo cual podría ser fundamental para la supervivencia y desarrollo de nuevas formas poliploides dentro del género (Kirschbaum D. , 2020).

1.4 Hojas

Las hojas de la fresa suelen ser trifoliadas, dispuestas en un patrón pinnado, y se organizan en una disposición espiral de 2-5. Estas hojas tienen características comunes a las dicotiledóneas, incluyendo una epidermis, una capa palizada y un mesófilo, con estomas localizados principalmente en la parte inferior. Las hojas tienen un ciclo de vida corto, de solo unos meses, y su duración puede variar dependiendo de la cepa de la planta y de cómo se fertilice, especialmente con nitrógeno. A medida que las hojas envejecen, son sustituidas por hojas jóvenes, que ya están formándose en la planta como primordios foliares. Dentro de un brote vegetativo, es común encontrar entre 5 y 10 de estos primordios foliares (Kirschbaum D. , 2020).

1.5 Flores y fruto

En cuanto a la floración, la estructura floral de la fresa se organiza en una cima con una flor primaria dominante, seguida de dos flores secundarias, cuatro terciarias y ocho cuaternarias, como se ve en la Figura 1. Una flor común de fresa es hermafrodita, con estructuras como cáliz, corola, androceo y gineceo. Las flores poseen numerosos pistilos, variando entre 60 y 600 dependiendo de la flor. La polinización, en gran medida llevada a cabo por insectos como las abejas, es esencial, contribuyendo al 28% del rendimiento. La fresa madura en aproximadamente 30 días desde la floración hasta la recolección (Kirschbaum D. , 2020). El fruto de la fresa, llamado eterio, se compone de un receptáculo engrosado que lleva los verdaderos frutos, los aquenios, descritos en la Figura 2.



Figura 2 a) Flor de fresa b) Representación esquemática de un fruto de fresa cortado de manera transversal

Fuente: (Kirschbaum D. , 2020)

Este receptáculo, la parte que consumimos, presenta diversas formas, como esferoide, globosa, cónica, entre otras, mostradas en la Figura 3.



Figura 3 Formas comunes de fresa

Fuente: (Kirschbaum D. , 2020)

1.6 Raíces

Para Kirschbaum (2020) el sistema de raíces de la fresa es principalmente fibroso y se extiende superficialmente, abarcando lateralmente unos 30 cm y alcanzando una profundidad de entre 30 a 50 cm. Estas medidas pueden variar según las condiciones del terreno, la humedad y la variedad de la planta. Bajo circunstancias óptimas, se generan nuevas raíces desde la base de cada hoja. Además, cuando los estolones tocan un suelo húmedo, las raíces surgen desde su base. Estas raíces primarias son más gruesas y, cuando son jóvenes, presentan un color blanco que, con el tiempo, se torna marrón, y eventualmente casi negro. Estas raíces principales, que pueden sumar alrededor de 20, dan origen a raíces más finas y claras llamadas raicillas. Las raicillas, esenciales para absorber agua y nutrientes, tienen una vida corta, mientras que las raíces principales sirven para anclar la planta y almacenar nutrientes, con una longevidad de 2 a 3 años.

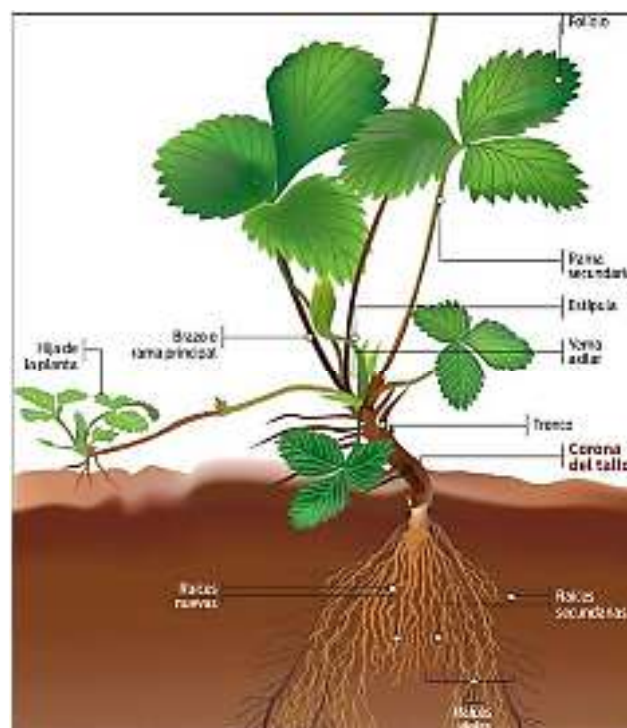


Figura 4. Raíces de planta de fresa

Fuente: (Intagri, 2018)

1.7 Estolones

Las plantas desarrollan tallos secundarios conocidos como "estolones" o coloquialmente "latiguillos". Botánicamente, las especies que los producen se denominan "estoloníferas". Estos crecen horizontalmente sobre la superficie del suelo, categorizándose como "epígeos" en lugar de subterráneos. La longitud y el tamaño de los estolones pueden variar según las condiciones de cultivo y la variedad específica de la planta. Anatómicamente, actúan como auténticos tallos, conduciendo nutrientes (Padilla, 2014).

Su formación es influenciada por factores como la duración de la luz diaria y la temperatura. Por ejemplo, en ambientes con largos periodos de luz y temperaturas elevadas, así como en condiciones frías en ciertos sistemas de producción, la formación de estolones se incrementa. Existen métodos, como eliminar botones florales o aplicar ácido giberélico, que pueden estimular su crecimiento (Aunchayna, 2011).

Cada estolón tiene dos segmentos principales. Si bien el primero no produce una nueva planta, el segundo sí lo hace, dando origen a raíces y nuevas coronas con hojas. Estas nuevas plantas, una vez establecidas, se vuelven autónomas respecto a la planta madre, especialmente si las condiciones de humedad del suelo son óptimas. Los agricultores a menudo separan estas nuevas plantas para iniciar un nuevo ciclo de cultivo (Padilla, 2014).



Figura 5. Estolones

Fuente: (Aunchayna, 2011)

1.8 Exigencias ecológicas del cultivo

1.9 Temperatura

Requiere un óptimo de entre 15° a 20° C promedio por año. Durante el cuajado de los frutos se debe evitar temperaturas por debajo de los 12° C ya que en estas condiciones el fruto podría salir deformado. En épocas de calor se sugiere mantener temperaturas menores de 25° C, debido a que en temperaturas mayores los frutos pueden presentar maduración prematura impidiendo que el fruto alcance un tamaño adecuado para su comercialización. Sin embargo, la planta para abundar su vegetación requiere temperaturas hasta por debajo de los 7° C, y también su fructificación sea abundante (Obregón, 2009).

Cuadro 1 *Temperaturas para el desarrollo del cultivo de fresa*

Etapa de desarrollo	Temperatura óptima
	Mínima 8°-10°C
Raíces	Optima 25°C
	Máxima 23°-27°C
	Mínima 5°-10°C
Foliar y floral	Optima 23°C
	Máxima 27°-35°C
	Mínima 10°-13°C
Maduración de frutos	Optima 21°C
	Máxima 18°-25°C

Fuente: (Padilla, 2014)

1.10 Horas luz

El fotoperiodo, definido como la duración de la luz visible en un ciclo de 24 horas, ejerce una influencia significativa sobre la fenología del cultivo de fresas. En un contexto agronómico, las fresas requieren aproximadamente 6-8 horas de luz solar directa diariamente para optimizar su crecimiento y desarrollo, aunque ciertas variedades pueden tener tolerancias específicas a diferentes regímenes de luz (Benavidez, Cisne, Morán, & Duarte, 2022). La foto morfogénesis en fresas involucra una respuesta a la calidad de la luz (longitudes de onda específicas) y puede influir en aspectos críticos como la germinación, desarrollo vegetativo, floración y, consecuentemente, la fructificación (Morales, 2021). Es imperativo mencionar que el desarrollo floral y la posterior producción de frutas están intrínsecamente ligados al fotoperiodo y a la intensidad luminosa, donde un balance adecuado entre ambos factores puede incrementar significativamente la eficiencia fotosintética y la producción de biomasa (Benavidez, Cisne, Morán, & Duarte, 2022).

1.11 Requerimientos hídricos

Este cultivo requiere de entre 60 a 70 por ciento de humedad relativa, sin sobre pasar estos límites ya que si esta llega a ser excesiva la planta es más susceptible a la presencia de enfermedades causadas por hongos, sin embargo, si la humedad es deficiente (menores al 60 por ciento) esta sufre daños fisiológicos que perjudica a la producción puede hasta causar muerte de la planta, sin embargo para mantener un buen rendimiento las condiciones hídricas deben de cumplir con una buena calidad de agua, y una cantidad específica de agua según la capacidad de campo, una deficiencia de agua podría afectar a la producción por lo que es mejor recomendable el uso de riego por goteo para suministrar la cantidad de agua requerida (Parra & Arias, 2023).

En términos de riego, se requieren cantidades de 40 aplicaciones en toda la etapa vegetativa que dura la planta que son 477 días, no obstante, estas cantidades pueden variar de acuerdo con factores como las condiciones climáticas, textura del suelo y la capacidad de retención de agua en el suelo, en cuanto a la cantidad de agua se puede aplicar 20,806 m³/ha con una lámina de riego de 2080.6 mm aproximados, esto depende mucho de las épocas en las que se encuentren, ya que en épocas de calor se recomienda que los intervalos de riego sean más cortos (PROAIN, 2020).

1.12 Exigencias edáficas

El cultivo óptimo de fresas requiere un enfoque minucioso hacia las condiciones edáficas. Aunque las fresas muestran cierta adaptabilidad, es innegable que su rendimiento es maximizado en suelos específicos. Una textura franca es esencial para un drenaje adecuado, lo que evita problemas como la pudrición de raíces y enfermedades fúngicas (Herrera, 2023). Esta textura también asegura una aireación óptima, permitiendo que las raíces respiren y se extiendan sin restricciones. La presencia de materia orgánica en el suelo no solo brinda los nutrientes vitales para el crecimiento de la planta, sino que también mejora la capacidad del suelo para retener agua en cantidades adecuadas (Arias & Enrique, 2022).

En cuanto al pH, un ambiente ligeramente ácido es crucial para la absorción óptima de minerales y nutrientes. Además, el suelo debe ser revisado y tratado para eliminar cualquier patógeno o plaga potencial. Las fresas también son sensibles a la salinidad del suelo, por lo que es importante asegurarse de que el suelo no tenga niveles altos de sales. La rotación de cultivos es otra práctica beneficiosa, ya que reduce el riesgo de enfermedades y plagas que pueden persistir en el suelo de un año a otro (Albítera, Vaca, Aguila, Yáñez, & Lugo, 2020).

Los suelos requeridos deben ser livianos con un buen drenaje de preferencia arenosos ya que la mayoría de sus raíces se encuentran a 15 cm en el suelo, lo cual no deben ser suelos profundos, también requieren de pH entre 5.5 a 6.5 y también con abundante materia orgánica y buena fertilidad (González, 2015).

1.13 Técnicas de cultivo

1.13.1 Preparación del suelo

El primer paso crucial en el cultivo de fresas implica la preparación adecuada del suelo para asegurar un entorno óptimo para el crecimiento de las plantas. Las fresas prosperan en suelos que son ligeramente ácidos (con un pH de aproximadamente 5.5 a 6.5) y que poseen una buena capacidad de drenaje (Ceron, 2020). La labranza debe ser realizada de manera que pueda permitir un desarrollo radicular sin restricciones y también para erradicar malezas previas que puedan competir con el cultivo por los recursos (Platas, 2022). Adicionalmente, es esencial que se incorporen enmiendas orgánicas, tales como compost o bioles, para realzar la fertilidad del suelo y mejorar su

estructura. El sistema de riego, preferiblemente por goteo, deberá ser instalado de manera estratégica para asegurar una humedad constante y evitar el estrés hídrico en las plantas (Chipiaje & Bernal, 2021).

1.13.2 Plantación

La etapa de plantación pone en juego varios factores que determinarán el éxito del cultivo, la selección de plantines robustos, saludables y libres de enfermedades y plagas es vital, además, la época de plantación también debe ser estratégicamente seleccionada para evitar períodos de heladas que puedan dañar las plantas jóvenes (Mejia, de Oca, & Flores, 2023). La densidad y el patrón de plantación deben ser tal que permitan una óptima penetración de la luz solar y circulación del aire entre las plantas, previniendo la incidencia de enfermedades (Toledo & Scognamiglio, 2021) donde la plantación debe tener una densidad de siembra de 6.5 a 8 plantas por metro cuadrado (Alvarado Chavez, G., Lara H., P, & Herrera, 2020). La implementación del mulching (acolchado del suelo) también se realiza para conservar la humedad, suprimir las malas hierbas y proteger las frutas de posibles contaminaciones (Muñoz, et al., 2022).

El cultivo de fresas requiere una estrategia de plantación cuidadosa para maximizar la producción y garantizar la salud de las plantas. Existen diversos métodos, entre los cuales se encuentran la Mata Madre, caracterizada por un espaciado amplio que permite a las plantas expandir estolones libremente; las Filas Amplias o Camas, que optimizan el espacio al plantar las fresas en proximidad, favoreciendo la producción de frutos más grandes al eliminar estolones; y el método de Colinas, donde las fresas se plantan en montículos elevados, ideal para mejorar el drenaje o en cultivos sin suelo (Monterrosa & Schmelink, 2021). La elección entre estos métodos dependerá de factores como el clima, el tipo de suelo y las prácticas agrícolas preferidas, siendo esencial adaptar el enfoque al contexto específico para obtener resultados óptimos.

1.13.3 Acolchado

Para esta práctica se da uso a materiales sintéticos de polietileno plástico, en el que se puede encontrar varios beneficios tanto en términos de manejo del cultivo como en la calidad y rendimiento de la cosecha. Su aplicación profesional y adecuada puede contribuir significativamente al éxito y la rentabilidad de los cultivos de fresas. Su propósito es conservar la humedad del suelo, reducir la evaporación y la necesidad de

riego frecuente. Además, sirve como barrera ante el crecimiento de malezas, reduciendo la competencia por nutrientes y facilita el mantenimiento del cultivo. Este método también contribuye a mantener una temperatura del suelo más estable, promoviendo un ambiente óptimo para el desarrollo de las plantas. (Mipaz & del Rosario, 2019)

El uso de materiales orgánicos cumple las mismas funciones que el plástico, con otro papel adicional de proporcionar mejor desarrollo en las plantas y la retención de humedad en el suelo. Para esto utiliza materiales como la cascarilla de arroz y otros desechos de origen vegetal. (Mipaz & del Rosario, 2019).

Otra característica crucial es su capacidad para proteger los frutos. Al elevar las fresas por encima del suelo, se previene la podredura, las enfermedades causadas por la humedad y el contacto directo con la tierra. Esto resulta en una cosecha más limpia, con frutas de mejor aspecto y calidad, lo que facilita su comercialización y aumenta su valor en el mercado.

1.13.4 Fertilización

El cultivo de la fresa no presenta altas exigencias de fertilización, sin embargo, al generarse una condición inadecuada para la disponibilidad de nutrientes el desarrollo de la planta se verá afectada; por lo que es importante mantener programas de nutrición para reponer los nutrientes que son extraídos por las plantas y que de esta manera se pueda mantener la fertilidad del suelo (Guzmán et al., 2019) Por lo tanto, la fertilización en el cultivo de fresas es fundamental para asegurar el suministro de nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo del fruto. Las fresas requieren un equilibrio nutricional específico, que incluye nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K), junto con varios micronutrientes (Madhavi, et al., 2021).

La fertilización orgánica, mediante el uso de bioles o compost, es preferible ya que además de proporcionar nutrientes, también mejora la estructura y biología del suelo. Sin embargo, la fertilización química puede ser necesaria en algunos casos para atender las demandas específicas de nutrientes y corregir deficiencias (Sayđı, 2022).

En cuanto a su requerimiento nutricional los elementos de más demanda es el nitrógeno y el potasio debido a esto se encuentran en mayores cantidades en la fruta, por eso las dosis óptimas de estos dos nutrientes son esenciales para el desarrollo del cultivo, cabe mencionar que en cuanto al haber un contenido excesivo de nitrógeno las

plantas producen frutos blandos, retrasan la maduración, reducen el rendimiento y aumentan la propagación de enfermedades estimuladas por hongos (Concha Sáenz, 2021).

1.13.5 Nutrición de la fresa

La demanda del nitrógeno en las plantas de fresa es requerida en forma de nitratos (NO_3) a mayor cantidad que amonios (NH_4^+), lo cual forma parte de proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas, haciendo parte de la formación de aminoácidos, coenzimas y clorofila, al igual que aporta el crecimiento vegetativo y el desarrollo de flores y frutos. Por otra parte, el fósforo (P) favorece al crecimiento radical, estimula la floración la formación de frutos, aunque este elemento tiene poca movilidad en el suelo por lo que se recomienda aplicarlo cerca del sistema radical. Al igual que el potasio (K) tiene énfasis en el desarrollo de los frutos, aumentando el tamaño, la calidad y vida del anaquel, razón por la que la planta demanda mayores cantidades de este elemento en la etapa de fructificación. (Díaz et al., 2017)

1.13.6 Deficiencias nutricionales en la fresa.

La deficiencia de nutrientes en el cultivo de fresas puede manifestarse de varias formas y puede tener un impacto significativo en el rendimiento y la calidad de los frutos. Las fresas requieren una amplia gama de nutrientes para un crecimiento saludable, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc y otros micronutrientes. Cuando alguno de estos nutrientes es escaso en el suelo o no está disponible para las plantas, pueden surgir deficiencias que afecten su desarrollo y producción.

Entre las deficiencias más comunes es la del nitrógeno, que afecta al desarrollo de la plantación, provocando un crecimiento lento, hojas amarillentas y peciolo en mal estado. En altas deficiencias de nitrógeno, las hojas toman un tono anaranjado o púrpura, primordialmente en las hojas inferiores. Con respecto a las deficiencias de fósforo, se puede visualizar en las hojas viejas que presentan coloración rojiza y también en la parte de la raíz existe menor crecimiento, de igual forma se vería afectada el número de flores. En el potasio, la deficiencia se puede notar en el desarrollo de fruto con menor calidad, tamaño y peso, también se presentan los síntomas en hojas viejas

con un moteado de manchas cloróticas y ocasionan debilidad y rotura de los tallos (Fertilab, 2019)

Para encontrar las deficiencias de nutrientes en las fresas, es importante realizar un análisis del suelo para identificar los desequilibrios nutricionales y tomar medidas adecuadas. Esto puede implicar la aplicación de fertilizantes específicos que contengan los nutrientes necesarios en las cantidades adecuadas, así como la incorporación de enmiendas orgánicas como compost o estiércol para mejorar la fertilidad del suelo a largo plazo. Además, es sustancial monitorear regularmente el estado nutricional de las plantas mediante un análisis foliar para determinar las cantidades de nutrientes que contiene las plantas. (Acuña & Fischer, 2020)

En cuanto a las exigencias nutricionales de la fresa varían según al estado fenológico en la que se encuentre el cultivo (Cuadro 2):

Cuadro 2 *Requerimiento nutricional del cultivo de fresas tanto en macronutrientes (kg/ha) y en micronutrientes (g/ha) según su etapa de crecimiento y de acorde con los días de siembra (DDS).*

Etapa	DDS	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha⁻¹							
Establecimiento	0-15	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Vegetativa	15-71	5,49	0,80	4,50	2,72	0,77	0,37
Primera floración	71-85	4,49	1,14	5,25	3,33	1,22	0,37
Primera fructificación	85-99	4,49	0,80	4,50	3,02	0,77	0,37
Fructificación y cosecha	99-141	15,47	2,62	18,0 2	5,14	2,54	1,00
	141- 176	19,46	6,04	42,7 9	16,0 2	5,75	3,12
	Total	49,9	11,4	75,0 7	30,2 3	11,06	5,28
Etapa	DDS	Cu	Zn	Mn	B		
g ha⁻¹							
Establecimiento	0-15	0	0	0	0		
Vegetativa	15-71	5,66	38,23	35,32	6,30		
Primera floración	71-85	9,20	27,31	55,50	23,09		
Primera fructificación	85-99	2,12	0	40,36	5,25		
Fructificación y	99-141	38,22	25,94	45,41	14,69		

cosecha

	141- 176	15,57	45,06	327,93	55,63
	Total	70,77	136,55	504,51	104,96

Fuente: (Castro S. J., 2017).

1.13.7 Fertilización química

En el cultivo de fresas es una estrategia agronómica que destaca el uso de los fertilizantes químicos como un método para maximizar la producción y calidad de los frutos ya que es en el cual se puede aprovechar la disponibilidad inmediata de los nutrientes que contiene. Este enfoque implica la aplicación de fertilizantes sintéticos que contienen una composición específica de nutrientes, como como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y una variedad de micronutrientes clave, como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y boro (B), sin embargo, existen riesgos ante el uso inadecuado de estos sintéticos, ya sea dosis deficientes o excesivas, que llevan a grandes consecuencias ambientales y hablando en cantidades grandes contaminan fuentes hídricas locales y en pero poco fertilizante conduce a bajas producciones, pérdida de fertilidad del suelo y agotamiento de la tierra (Flores, 2018 y Dobronski & Garcés, 2021).

Su aplicación puede realizarse de diversas maneras, incluyendo la fertilización al suelo durante la preparación del lecho de siembra, la fertiirrigación mediante sistemas de riego por goteo para una distribución eficiente de nutrientes, o aplicaciones foliares para una absorción directa por parte de las plantas. Este proceso requiere un seguimiento riguroso del estado nutricional de las plantas a lo largo de la temporada, mediante análisis foliares y evaluaciones visuales, con el fin de ajustar las dosis y garantizar un suministro equilibrado de nutrientes en todo momento. (Tlatelpa et al., 2019)

1.13.8 Fertilización orgánica

La fertilización orgánica en el cultivo de fresas ofrece una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente a los fertilizantes sintéticos (Mena, Sarmiento, & Camargo, 2017), suscitando la salud del suelo, conservando los recursos naturales y mejorando la calidad de los productos agrícolas. Al adoptar prácticas de manejo orgánico y utilizar materiales naturales para fertilizar sus cultivos, los agricultores

pueden contribuir a la creación de sistemas alimentarios más saludables y sostenibles para las generaciones futuras. (González et al., 2021)

Los agricultores eligen la fertilización orgánica como sustituto de los fertilizantes sintéticos, entre los materiales que se usa para la nutrición orgánica se encuentran compost, estiércol, humus de lombriz y otros residuos orgánicos como el biol y los ácidos fúlvicos, entre otros, son buenas opciones para complementar la nutrición de los cultivos y así reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos y los costos de producción para enriquecer el suelo y proporcionar nutrientes a las plantas de fresa (Romero et al., 2012)

1.13.9 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades son desafíos significativos en el cultivo de fresas. Plagas como ácaros, pulgones y nematodos, así como enfermedades como botritis, mildiu y marchitez, pueden afectar adversamente al cultivo (Bozbuga, et al., 2022). El control biológico, que utiliza organismos benéficos para controlar plagas, es generalmente preferido por ser eco-amigable (Sultana, Sikder, Ahmmed, Sultana, & Alam, 2020). Implementar un manejo integrado de plagas y enfermedades que combine prácticas culturales, control biológico y, cuando sea necesario, control químico, es crucial para proteger la cosecha y asegurar rendimientos óptimos (Lahiri, Smith, Gireesh, Kaur, & Montemayor, 2022).

Cuadro 3 *Plagas más comunes en cultivo de rosa.*

Parte afectado de la planta	Nombre patógeno	Incidencia	Característica
Hoja	Rosquilla negra	Desde el proceso de la plantación hasta el inicio de la floración.	<ul style="list-style-type: none"> • En estado de larva: mayor comedor de hojas de frutilla. • produce daño más serio durante la época seca. • hace que las hojas se tornen de un color bronceado y la planta se cae
	(<i>Spodoptera Littoralis b</i>)		
	Araña roja		

(*Tetranychusurtic
ae*)

Flor	Antonomo del fresal (<i>anthonoemusrub i H.</i>)	En la etapa de floración hasta el inicio de la fructificación.	<ul style="list-style-type: none"> • El coleóptero realiza la puesta sobre botones florales y provoca desecación y marchitamiento de la planta.
Cuello y raíz	Gorgojos (<i>Otiorrhynchussul catus F.</i>)	Durante el inicio de brote hasta el inicio de floración.	<ul style="list-style-type: none"> • En estado de larva pueden causar daño a las coronas, las marchita y como consecuencia de las galerías.
Fruto	Hormigas	Desde la fase de fructificación, incide sobre los frutos maduros.	<ul style="list-style-type: none"> • se comen los frutos más maduros y dulces de la planta.

Fuente: (Padilla, 2014)

1.13.10 Control de enfermedades.

Una de las enfermedades de gran importancia económica, considerada por ser uno de los principales problemas fitosanitarios es la pudrición del fruto, moho gris o pudrición blanda, ocasionado por el hongo *Botrytis cinerea*. El cual afecta en términos de reducción del rendimiento, necrosis del fruto, momificación, quemaduras de las inflorescencias y pudrición del fruto llegando a alcanzar daños hasta de 91,8%, ya que afecta el cultivo en cualquier estado fenológico (Acosta, Viera, Jackson, & Vásquez, 2020).

Existen controles químicos para la exterminación y control de este patógeno, sin embargo, estas prácticas son cada vez restringidas y dadas de baja debido a la

contaminación que provocan, ante este hecho se ha implementado nuevos métodos de controles biológicos como lo que es el uso microorganismos antagonistas, tratamientos físicos, sustancias naturales como aceites esenciales (AE) y extractos de diferente tipo. En otras investigaciones se ha implementado controles de origen fúngico como el *Trichoderma sp.* Que es reconocida por la capacidad que tiene de desarrollo de actividades biocontroladoras y de igual manera promueve el crecimiento vegetal (Taborda, Sanchez, Bonilla, & Huertas, 2015)

1.13.11 Métodos de control de plagas

Dentro del cultivo de fresas al igual que en otros cultivos existen diferentes controles de plagas lo que es esencial para garantizar una producción óptima y mantener la calidad del fruto sobre todo mantener plantas saludables. Para abordar este desafío de manera efectiva, se recomienda una combinación de estrategias integradas que abarcan aspectos preventivos, biológicos y químicos al igual que el MIP (Delgado, 2019 y Kirschbaum D., 2020))

Se sugiere en primer lugar implementar prácticas de manejo agronómico adecuadas, como la rotación de cultivos, para prevenir la acumulación de plagas y enfermedades específicas en el suelo. La necesidad de controlar plagas específicas también puede reducirse seleccionando variedades de fresa resistentes. El control biológico, que implica la introducción de organismos beneficiosos como depredadores naturales de plagas en el cultivo, se presenta como una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Para atraer a sus enemigos naturales, esta estrategia puede incluir la liberación controlada de insectos beneficiosos como mariquitas y ácaros depredadores, así como el fomento de la diversidad vegetal (Guerrero, 2018)

1.13.12 Cosecha y Poscosecha

Finalmente, la fase de cosecha de las fresas requiere una atención particular, debido a la naturaleza perecedera y delicada de los frutos. La cosecha debe realizarse cuando las frutas han alcanzado la madurez completa, indicada por un color rojo uniforme y un tamaño adecuado (Hong & Eum, 2020), esta actividad se lleva a cabo a partir de los 150 días netos después de su plantación donde esta presenta una

maduración fisiológica, adquiriendo un rendimiento de 16.27 T/ha (Abad, Jiménez, & Capa, 2020).

Dado que las fresas son muy sensibles a magulladuras, el manejo postcosecha debe ser realizado con extrema precaución para evitar daños. Posteriormente las condiciones de almacenamiento son vitales y generalmente requieren temperaturas bajas y alta humedad para mantener la frescura del fruto. Si las fresas se destinan a procesamiento, se deben aplicar técnicas que preserven su calidad y valor nutricional (Hong & Eum, 2020). En esta fase se cumplen algunos estándares para preservar el estado de la fruta, así que se recomienda que luego de haber cosechado la fruta debe ser ingresada a cámaras frigoríficas o lugares sea afectado por el sol, porque al presentar una baja humedad durante mucho tiempo genera la pérdida de peso afectando directamente a la apariencia de la fruta; en cuanto a condiciones de temperaturas que ayudan a conservar la calidad de la fresa se presenta en el cuadro 4:

Cuadro 4 Condiciones óptimas para la conservación de la calidad en la postcosecha de la fresa

Parámetros Rangos óptimos	
Temperatura óptima	$0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
Humedad relativa	90 a 95 %
Tasa respiratoria	6 – 10 a $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ 25 – 50 a $10 \text{ } ^\circ\text{C}$
mL CO ₂ /kg por h	50 – 100 a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$
Tasa de producción de etileno	< 0,1 a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$
1 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4$ /kg por h	

Fuente: (Proaño, 2022)

En la fase de postcosecha, se realizan una serie de medidas para conservar la calidad de las fresas y alargar su vida útil. La refrigeración inmediata, que permite bajar la temperatura, esto es esencial para reducir la actividad metabólica y la pérdida de

humedad de los frutos, evitando así la pérdida de frescura y nutrientes, en estas condiciones adecuadas la calidad de la fruta puede durar hasta 15 días. (Castro A. R., 2018)

Durante el proceso de postcosecha se llevan a cabo actividades de lavado y clasificación con el propósito de eliminar residuos y se seleccionan los frutos de calidad uniforme, contribuyendo a una presentación de aceptación en el mercado. La eficacia en estas operaciones, junto con una rápida distribución hacia los puntos de venta, minimiza el tiempo entre la cosecha y el consumo, asegurando la frescura y calidad óptimas de las fresas para los consumidores finales. Desde la selección cuidadosa de los frutos maduros hasta su almacenamiento refrigerado y manipulación delicada, cada paso del proceso contribuye significativamente a la preservación de la frescura y valor nutricional de las fresas disponibles para el consumidor. (ITSC, 2018)

1.13.13 Empacado

En el caso de la fresa al ser una fruta no climatérica no presenta aumento de respiración después de la cosecha, pero sufre ablandamientos, producción de etileno, y otros cambios físicos y bioquímicos como lo que es el sabor, la textura y el olor (Martínez, y otros, 2017), los envases de almacenamiento suelen ser cajas de cartón, baldes de plástico ya que estos impiden que el producto sea dañado o estropeado en el transporte (Cayambe, 2018).

Los envases son recipientes de cualquier material que permite individualizar, conservar, presentar y describir unilateralmente a los productos, pudiendo estar confeccionado con uno o más materiales (Kirschbaum D. S., 2022) el envasado se realiza dependiendo su distribución ya sea para entrega a reposterías o para centros comerciales que en estos se usa envases de cierta proporción al peso (Martínez, y otros, 2017)

1.14 Cultivo de fresa en Ecuador

La actividad agrícola vinculada al cultivo de fresas en Ecuador destaca notablemente en la provincia de Pichincha, donde se extiende sobre unas 400 hectáreas, mientras que en Tungurahua ocupa alrededor de 240 hectáreas. Provincias como Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay también participan en esta producción, aunque en una escala menor, aproximadamente 40 hectáreas cada una. Este cultivo

tiene un papel económico relevante, ya que las bayas son distribuidas a mercados de urbes significativas, incluyendo Quito, Guayaquil y Cuenca, entre otras (Ibadango Ruiz, 2017). Además, se cultivan gran variedad de fresas en el país, en la tabla 3 se observan algunas de ellas.

Cuadro 5 Variedades de fresa cultivadas en Ecuador.

Variedad	Descripción
Camarosa	Especie que prefiere días más cortos, posee una robustez y producción de estolones destacada. Sus frutos, grandes y firmes, muestran un rojo oscuro tanto externa como internamente. Es de maduración temprana.
Oso Grande	Esta variedad, propensa a días cortos, destaca por su planta de robusto follaje oscuro, y es apta para climas moderados. Produce frutos grandes, de forma bilobulada, y notable por su durabilidad durante el transporte.
Cartuno	Con plantas de notable vigor, los frutos son cónicos y de un rojo resplandeciente. Aunque es dulce y notablemente precoz, llega a madurar antes que la variedad Oso Grande.
Carisma	Variedad resistente y vigorosa que se acopla a diversas condiciones climáticas y de suelo. Sus frutos, de considerable tamaño y forma cónica, destacan por ser especialmente productivos y de maduración temprana.
Diamante	Se caracteriza por su alta producción de frutos de excepcional sabor y considerable tamaño, oscilando entre 30-31 gramos por pieza. Presenta resistencia a infestaciones de ácaros.

Albi3n	Esta variedad de d3a neutro ofrece frutos de impecable calidad organol3ptica, midiendo de 10 a 14 ° Brix. Es especialmente resistente a condiciones de sequ3a y a la enfermedad de antracnosis.
Camino Real	Si bien es una planta m3s peque1a, permite una densa siembra debido a su tama1o. Destaca por su tolerancia a patolog3as como la <i>Phytophthora</i> y <i>Verticillium</i> .
Monterrey	Es una variedad de d3a corto, lo que significa que florece y fructifica con d3as m3s cortos (generalmente en oto1o e invierno) produce frutos grandes, c3nicos y dulces, ideales para el mercado fresco y resistente a ciertas enfermedades.

Fuente: Paucar (2022)

1.15 Cultivo de fresa en Azuay

En Azuay, el cant3n Nab3n se ha convertido en un vibrante epicentro de la producci3n de fresas, generando aproximadamente 1.500 libras de este apetecido fruto cada semana. Con un 3nfasis en la agricultura agroecol3gica, la Asociaci3n Productora de Fresas, que lleva m3s de una d3cada constituida, integra a 50 socios que han hallado en la constante y robusta producci3n de esta deliciosa baya una fuente de ingresos confiable y sustentable (Vera, 2016).

1.16 Importancia econ3mica y alimenticia de la fresa

La fresa es un producto muy apetecido por todo el mundo gracias a su fragancia y sabor y beneficios para la salud ya que contiene antioxidantes, vitaminas, minerales y 3cidos org3nicos, actuando como desinfectantes y antiinflamatorios que hace que disminuya el colesterol (Abad, Jim3nez, & Capa, 2020). Este fruto ha llegado a formar parte del canasto familiar dentro del Ecuador, en donde este mercado est3 cubierto 3nicamente por peque1os productores, mientras que el 12% del total de los productores locales se dedican a la exportaci3n de esta fruta a pa3ses como M3xico, Estados Unidos, Canad3, Sud3frica, y Azerbaiy3n. Las provincias con mayor producci3n son Imbabura, Tungurahua y Pichincha, siendo Pichincha el pionero en esta actividad. En otras

provincias como Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Azuay donde la producción supera las 40 hectáreas. Las variedades que mayor cultivan son Oso grande, diamante, monterrey y Albión (Gusñay, 2022).

1.17 El biol y sus características

El biol es un producto preparado a base de microorganismos resultado de la degradación de la materia orgánica compleja en elementos simples por la acción de diversos microorganismos en condiciones anaeróbicas. Este proceso se lleva a cabo en recipientes de cierre hermético que llevan el nombre de biodigestores (Cabos, Bardales, León, & Gil, 2019).

Este es un abono orgánico que se aplican en el suelo o vía foliar, es considerado también como un bioestimulante ya que al ser aplicado en un cultivo ya sea en la semilla o en la planta vía foliar permite este el aumento de la cantidad de raíces, por lo cual mejora la producción y calidad de la cosecha; estudios confirman que el biol y el biosol como efluentes líquidos contienen macronutrientes tales como Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K), el uso de estos abonos mejora las propiedades físicas del suelo aumentando su contenido de materia orgánica (Casanova & León, 2021).

1.18 Etapas del proceso de digestión anaerobia

El proceso de digestión anaeróbica consta de cuatro fases sucesivas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis. Este proceso depende de la colaboración entre distintos microorganismos capaces de llevar a cabo estas cuatro etapas mencionadas. En los reactores discontinuos de una sola etapa, se introducen todos los residuos de manera simultánea, lo que permite que los cuatro procesos ocurran en el mismo reactor de manera secuencial. El compost resultante se extrae al final de un período de retención determinado o cuando cesa la producción de biogás (Sánchez, I; Góngora y Ávila, 2022).

1.19 Hidrolisis

En esta fase, las bacterias atraviesan la etapa donde son hidrolizadas mediante reacciones de oxidación y reducción. Esto se logra gracias a las enzimas producidas por organismos fermentativos que operan fuera de la célula. Como resultado, se obtienen compuestos solubles que serán posteriormente metabolizados por bacterias

anaeróbicas en el interior de la célula. En este proceso, una variedad de azúcares, oligosacáridos, aminoácidos, alcoholes y ácidos grasos se someten a fermentación por microorganismos acidogénicos, lo que resulta principalmente en la producción de ácidos grasos de cadena corta. Estos ácidos grasos se convierten en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono gracias a la acción de microorganismos acetogénicos (La Torre, 2019).

Se observa una ligera disminución en el pH, de hasta aproximadamente 5.5, debido a la formación de metabolitos ácidos. La eficiencia de la hidrólisis depende en gran medida de la temperatura del proceso, el tiempo de retención, la composición de la sustancia, el pH, el tamaño de las partículas y la concentración de NH_4^+ . Es importante destacar que esta etapa puede limitar la velocidad del proceso, especialmente cuando se trata de residuos con un alto contenido en sólidos (La Torre, 2019).

1.20 Acidogénesis

Según Wang et al. (2022) la acidogénesis es la segunda etapa del proceso de digestión anaerobia y se refiere a la conversión de los productos orgánicos complejos, como carbohidratos, lípidos y proteínas, en compuestos más simples, como ácidos orgánicos. Durante esta etapa, una variedad de microorganismos anaeróbicos descompone los sustratos orgánicos en ácidos grasos volátiles (AGV) como el ácido acético, el ácido butírico y el ácido propiónico, junto con dióxido de carbono e hidrógeno. Estos ácidos son productos intermedios que se utilizan en las etapas posteriores del proceso para producir biogás

1.21 Acetogénesis

Esta etapa centra en la conversión de los ácidos grasos volátiles (AGV) generados en la etapa de acidogénesis en compuestos más simples, principalmente ácido acético (acetato) y dióxido de carbono e hidrógeno. En esta etapa, diferentes grupos de microorganismos, conocidos como acetógenos, desempeñan un papel crucial al convertir los AGV en acetato. Este proceso es fundamental porque el acetato es una molécula precursora clave para la producción de biogás (Acosta R. , 2019).

1.22 Metanogénesis

El último paso del proceso implica la descomposición de la materia orgánica, y el metano se forma a partir de sustratos monocarbonados como CO₂, formiato, metanol y algunas metilaminas gracias a la actividad de los microorganismos metanogénicos. Estos microorganismos se encuentran en el dominio Archaea y pueden presentar diversas morfologías, como bacilos largos y cortos, metanógenos filamentosos y células en forma de placas. Aunque las bacterias desempeñan un papel fundamental en el proceso de degradación, existen factores ambientales que influyen en la eficiencia de la digestión. Los microorganismos, especialmente los metanogénicos, son altamente sensibles a las variaciones en las condiciones ambientales, lo que puede afectar significativamente el proceso de digestión anaerobia (La Torre, 2019).

1.23 Biodigestor

Un biodigestor es una instalación que produce fertilizante líquido, conocido como biol, mediante un proceso de descomposición anaerobia o fermentación de materia orgánica. En esencia, la materia orgánica se descompone en el biodigestor para generar este producto. El biodigestor es un contenedor herméticamente cerrado que alberga materia orgánica, como estiércol, y la fermenta con agua, lo que resulta en la descomposición de la materia orgánica y la producción de metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. El funcionamiento del biodigestor es similar al estómago de humanos o animales, ya que alberga bacterias que facilitan la fermentación y descomposición de la materia orgánica, generando así el fertilizante líquido llamado biol (La Torre, 2019).

1.24 Potencial

Actualmente, se reconoce que el estiércol se considera una fuente de energía limpia, y esto se debe a varios factores innovadores. En primer lugar, su impacto en el equilibrio de CO₂ es neutral siempre y cuando se queme de manera óptima. Además, su producción es altamente descentralizada, lo que significa que se puede aprovechar en zonas rurales, lo que tiene un impacto social significativo. Este enfoque ayuda a mejorar la eficiencia en la gestión de residuos y reduce los efectos ambientales negativos, al mismo tiempo que aumenta la competitividad en la generación de nuevas aplicaciones, como la producción de biofertilizantes y otros biocombustibles. En

resumen, el tratamiento adecuado del estiércol puede resultar en la obtención de productos valiosos como biofertilizantes y biocombustibles, lo que lo convierte en una fuente de recursos de interés (La Torre, 2019).

Cuadro 6 *Indicadores de calidad de bioles*

Indicador	Valor
pH	5,5-7,0
Salinidad	<3 ds/m
Nitrógeno	>700 mg/L
Fósforo	>170 mg/L
Potasio	>1300 mg/L
Calcio	>1800 mg/L
Azufre	>270 mg/L
Cromo	70-200 mg/kg
Plomo	70-100 mg/kg
Coliformes totales	< 3 UFC/g

Fuente: (Sánchez, I; Góngora y Ávila, 2022)

1.25 Calidad del Biol

Es esencial realizar un control diario de la calidad del biol. Se debe agitar durante un período de 7 a 10 minutos para evitar la formación de capas superficiales y mantener una mezcla homogénea. El biol debe tener un aroma a fermentación en lugar de putrefacción, ya que un olor desagradable indicaría un proceso deteriorado. La tonalidad del biol debe ser amarillenta, y en ocasiones, puede formarse una espuma blanca en la superficie de la mezcla. Sin embargo, si la mezcla presenta una coloración verdosa, azulada o violeta, es una señal de contaminación, y se debe desechar de inmediato (La Torre, 2019).

1.26 Microorganismos que participan en la digestión anaerobia

Las bacterias que desempeñan un papel en los procesos de fermentación oscura son microorganismos anaeróbicos y se pueden clasificar de dos maneras. La primera clasificación se basa en la sensibilidad de estos microorganismos al oxígeno, dividiéndolos en dos categorías: anaerobios estrictos y anaerobios facultativos. La segunda clasificación se centra en los rangos de temperatura en los que estas bacterias exhiben su mayor tasa de crecimiento y actividad, y se dividen en psicrófilos, mesófilos y termófilos (Sánchez, I; Góngora y Ávila, 2022).

1.27 Composición Bioquímica de Biol

El Biol se emplea esencialmente para impulsar el desarrollo de las plantas, incluidas sus raíces y frutos, gracias a su riqueza en hormonas vegetales. El documento señala varios componentes que impulsan este crecimiento, tales como giberelinas, purinas y citocininas, entre otros. Estos compuestos son resultado del proceso metabólico de ciertas bacterias involucradas en la fermentación anaerobia (Canteño, 2022).

Cuadro 7 Componentes presentes en el Biol

Componentes	Cantidad
Giberlinas (Vitamina B1 ng/g))	8,1

Ácido indol acético (ng/g)	9,2
Ácido fólico (ng/g)	7,1
Ácido pantoténico (ng/g)	140,0
Tiamina (ng/g) 228,0	228,0
Piurinas (ng/g)	9,8
Triptofano (ng/g)	28,7
Cianobalamina (vit B12 en ng/g)	4,6
Piridoxina(vitamina B)	8,0

Fuente: (Canteño, 2022)

1.28 Usos y formas de aplicación de Biol

El biol es adecuado para tratamientos en tierra y plantas, o en ambos contextos. Se aconseja administrarlo entre tres y cuatro veces durante la fase de crecimiento de una planta. Además, puede ser útil para hidratar semillas antes de plantarlas (Padilla, 2014).

Cuadro 8 Aplicación de Biol

Aplicación	Biol (L)	Agua (L)
Planta	0,15-1,5	14,85-13,5

Suelo	1,5-4,5	13,5-10,5
Planta-Suelo	1,5-2	13,5-13

Fuente: (Padilla, 2014).

1.29 Tipos de biol

1.1.1. Bioles de estiércol

El biol de estiércol es famoso por ser un fertilizante orgánico pleotórico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales son vitales para el crecimiento vegetal. Este tipo de biol, al utilizar estiércol de animales como principal componente, se distingue por promover una mejora notable en la estructura del suelo y potenciar la capacidad de este para retener agua. La riqueza nutricional del estiércol promueve la proliferación de microorganismos benéficos en el suelo, que a su vez facilitan la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Cabos, Bardales, León, & Gil, 2019).

En el estudio de Monsalve (2023) realizado con ganado vacuno, se obtuvieron resultados que destacaron el uso de dos tipos de biol, denominados Biol 1 y Biol 2, en diferentes concentraciones. En la fase de vivero, se observó que las dosis de Biol 1 al 20% y Biol 2 al 10% mostraron una respuesta sobresaliente en lo que respecta a la altura de las plantas, con promedios de 31.1 y 31.2 centímetros, respectivamente. Asimismo, se observó una respuesta positiva en la evaluación del diámetro del tallo en la fase de vivero, con valores de 0.70 cm para Biol 1 al 10%, 0.69 cm para Biol 1 al 20%, 0.69 cm para Biol 2 al 10%, y 0.66 cm para Biol 2 al 20%.

1.1.2. Biol a base de residuos

Utilizando restos orgánicos de alimentos, el biol de residuos de cocina emerge como una solución sostenible y eco-amigable para gestionar desechos y enriquecer suelos simultáneamente (Baño & Yugla, 2022). Esta versión de biol, con frecuencia, está saturada de diversidad nutricional debido a la mezcla de diferentes tipos de residuos de alimentos. Además, es un claro ejemplo de economía circular, donde los residuos de la

alimentación humana son redirigidos para nutrir cultivos, que eventualmente pueden terminar alimentando a las personas de nuevo (Samaniego, 2022).

1.1.3. Biol suero de leche

El biol de suero de leche reutiliza de manera efectiva un subproducto de la industria láctea, transformándolo en un fertilizante líquido nutricionalmente rico. El suero de leche contiene una variedad de minerales y es especialmente rico en lactosa, la cual durante la fermentación es convertida en ácidos lácticos y otros componentes beneficiosos para las plantas y el suelo. Este biol es apreciado por su capacidad para mejorar la absorción de calcio en las plantas y por ser un buen agente para neutralizar suelos excesivamente alcalinos (Cabrales & Hernández, 2021).

1.1.4. Biol de polvo de roca

El biol a base de polvo de roca representa una innovadora estrategia en el ámbito de la agricultura sostenible. Este tipo de biol se elabora incorporando finas partículas de rocas molidas, ricas en minerales esenciales, en un proceso de fermentación junto con otros materiales orgánicos. El polvo de roca contribuye con una amplia gama de micronutrientes y minerales que, una vez liberados durante la fermentación, pueden ser fácilmente asimilados por las plantas. Además, este biol no solo potencia la nutrición de los cultivos, sino que también mejora la estructura del suelo al incrementar su capacidad de retención de agua y favorecer la actividad microbiana (Estrada, 2022).

1.1.5. Bioles de Microorganismos Eficientes (EM)

Este biol se desarrolla fomentando la proliferación de microorganismos específicos que benefician al suelo y las plantas. El biol de EM puede mejorar la salud del suelo, promover el crecimiento de las plantas, y ayudar a prevenir enfermedades de las plantas al introducir una población saludable de microorganismos benéficos en el ecosistema del jardín o campo (Zambrano, 2021).

1.1.6. Biol de Microorganismos Benéficos (MOBs)

El biol con microorganismos beneficiosos, una práctica agrícola y de jardinería en auge, es una valiosa herramienta para mejorar la salud del suelo y estimular un crecimiento saludable de las plantas. A través de la fermentación de estiércol fresco y

melaza, se cultivan microorganismos benéficos que trabajan en simbiosis con las plantas, mejorando la estructura del suelo, aumentando la disponibilidad de nutrientes esenciales y protegiendo contra patógenos. La aplicación de este biol ya sea al suelo o directamente a las plantas, promueve prácticas de agricultura y jardinería sostenibles, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y fomentando un manejo más equilibrado de los recursos naturales (Mosquera, 2018).

1.30 Elaboración de biol.

La elaboración del biol se prepara mediante la fermentación en condiciones anaeróbicas, es decir, en ausencia de oxígeno. Durante este proceso, las bacterias anaeróbicas descomponen la materia orgánica, generando diversos productos, entre ellos, el biogás (una mezcla de metano y dióxido de carbono) y el biol como líquido resultante, esto se puede aprovechar tanto en la zona urbana y en las zonas rurales, ya sea residuos de mercados, de las cocinas y como puede ser estiércol y suero de leche que anualmente se producen y que muchas veces son desaprovechadas por el ser humano (Soto, 2020).

Además de ser una estrategia efectiva para la gestión de residuos, el uso del biol tiene ventajas directas en la agricultura. Ayuda a mejorar la fertilidad del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua y promueve la actividad microbiana, lo que a su vez puede traducirse en mayores rendimientos y una reducción en el uso de fertilizantes químicos. A continuación, se detallan los componentes del biol:

1.1.7. Melaza

Llanos (2022) menciona que la melaza, un subproducto del proceso de refinación del azúcar, desempeña un papel crucial en la fabricación del biol. Su alta concentración de azúcares y carbohidratos sirve como fuente de alimento para los microorganismos presentes en el biol, promoviendo su proliferación y actividad. Al acelerar la fermentación, la melaza asegura una colonización rápida y efectiva de los microorganismos benéficos en el suelo. Además, la presencia de vitaminas y minerales en la melaza añade un valor nutricional adicional, haciendo del biol una fuente rica y equilibrada de nutrientes para las plantas. Asimismo, al potenciar la actividad biológica del biol, la melaza ayuda a mejorar la estructura del suelo, fomentando una buena

aireación y retención de agua, lo que a su vez favorece un crecimiento saludable de las plantas.

1.1.8. Abono de cuy

El abono proveniente del cuy, al ser un excremento rico en nutrientes y materia orgánica, se ha convertido en un componente esencial en la producción de biol. Aporta una amplia variedad de micro y macronutrientes que son vitales para el crecimiento vegetal. Además, al ser un estiércol natural, introduce una diversidad de microorganismos benéficos que mejoran la salud y estructura del suelo, ayudando en la prevención de enfermedades y en el fortalecimiento de las plantas. Su incorporación en el biol garantiza un producto más completo y equilibrado, capaz de revitalizar suelos empobrecidos y promover la sostenibilidad agrícola (Trujillo, 2022).

1.1.9. Polvo de roca

El uso de polvo de roca en la fabricación de biol es una estrategia innovadora que busca aprovechar la riqueza mineral de las rocas molidas. Al ser descompuestas gradualmente, estas rocas liberan una serie de minerales esenciales que pueden ser absorbidos por las plantas. El polvo de roca mejora la fertilidad mineral del suelo, proporcionando elementos traza y micronutrientes que a menudo son escasos en suelos degradados. Además, su estructura fina y porosa favorece la retención de agua y mejora la textura del suelo. Al incorporarlo en el biol, se potencia la capacidad del producto para regenerar y nutrir suelos, promoviendo una agricultura más resiliente (Estrada, 2022).

1.1.10. Suero de leche

El suero de leche, un subproducto de la industria láctea es valorado en la elaboración del biol por su rica composición en lactobacilos y otros microorganismos benéficos. Estos microorganismos contribuyen a un proceso de fermentación saludable y eficiente, transformando los nutrientes presentes en el biol en formas más asimilables para las plantas. Además, el suero de leche posee proteínas, vitaminas y minerales que complementan la nutrición vegetal. Su acidez natural también puede ayudar a equilibrar el pH del suelo, lo que es beneficioso para muchos cultivos. En resumen, la inclusión del suero de leche en el biol potencia su valor nutritivo y biológico, favoreciendo una agricultura productiva y sana (Abanto & Ricopa, 2022).

1.31 Digestión anaeróbica

La digestión anaerobia se refiere a un proceso biotecnológico en el cual, en un entorno carente de oxígeno, materia orgánica es descompuesta por un conjunto particular de bacterias, resultando en la creación de "biogás", que contiene componentes como CH₄, CO₂, H₂ y H₂S, entre otros. Adicionalmente, se produce digestato, que es una combinación de elementos minerales como N, P, K, Ca, etc., y también se generan compuestos que son resistentes a una mayor descomposición (Curilla, 2022).

La fermentación anaeróbica involucra una colaboración sinérgica entre una variedad de microorganismos que, al consumir materia orgánica y operar en un entorno que carece de oxígeno, es decir, bajo condiciones anaeróbicas, producen biogás y biofertilizantes como resultados finales de su proceso metabólico. Dichos microorganismos están presentes de manera natural en excrementos animales y lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales, entre otras fuentes (Cayetano, et al., 2022).

1.32 Dosis recomendadas

De acuerdo con Sánchez et al. (2022) la aplicación en forma foliar recomienda diluir el producto en una concentración que oscile entre el 15% y el 20%. En este proceso, se deben llevar a cabo de 3 a 5 aplicaciones a lo largo de cada ciclo de cultivo. Se aconseja el uso de leche como un agente adherente para prevenir la evaporación o el lavado debido a la acción de la lluvia. La proporción recomendada es de un litro de leche por cada 200 litros de la solución. Cuando se trata de la aplicación al suelo, se debe emplear una dosis de 1 litro de producto biológico por cada 100 litros de agua de riego. Para las semillas, se sugiere remojarlas antes de la siembra en una solución de Biol, utilizando una concentración del 10% al 20% para semillas de cáscara delgada y del 25% al 50% para semillas de cáscara gruesa. En el caso de las semillas de especies hortícolas, se recomienda un tiempo de remojo de 2 a 6 horas, mientras que, para las gramíneas y leguminosas de cáscara delgada, el tiempo de remojo es de 12 a 24 horas, y para las leguminosas de cáscara gruesa, se extiende de 24 a 72 horas.

Para aplicar el biol a plántulas o bulbos, se recomienda sumergir el vegetal en una solución de biol al 12% y luego proceder con el trasplante. En el caso de bulbos, se

deben secar al aire durante 5 minutos antes de la plantación. Varios estudios han proporcionado recomendaciones de dosis de biol para diferentes cultivos. Cedeño (2016) sugiere dosis entre el 5% y el 10%, Martí (2008) menciona que la concentración debe ser del 25%, mientras que Jiménez (2011) recomienda 4 litros de biol por 15 litros de agua para cultivos de hortalizas. Sánchez (2022) propone dosis que van del 25% al 75% y sugiere la presencia de hormonas vegetales para un desarrollo efectivo de las funciones vitales. Por otro lado, Pomboza et al. (2016) señalan que la dosis óptima de biol es del 6%.

1.33 Biodigestores Batch

Los biodigestores Batch operan bajo un sistema de carga discontinua, es decir, la materia orgánica se carga en un momento específico y después se cierra para permitir la descomposición anaeróbica. Este tipo es simple en diseño y operación y es especialmente útil en aplicaciones a pequeña escala, como el tratamiento de residuos domésticos. Aunque son efectivos, su principal desventaja es la necesidad de múltiples gramos para manejar la carga de desechos continuamente, ya que cada unidad debe cerrarse durante el proceso de digestión.

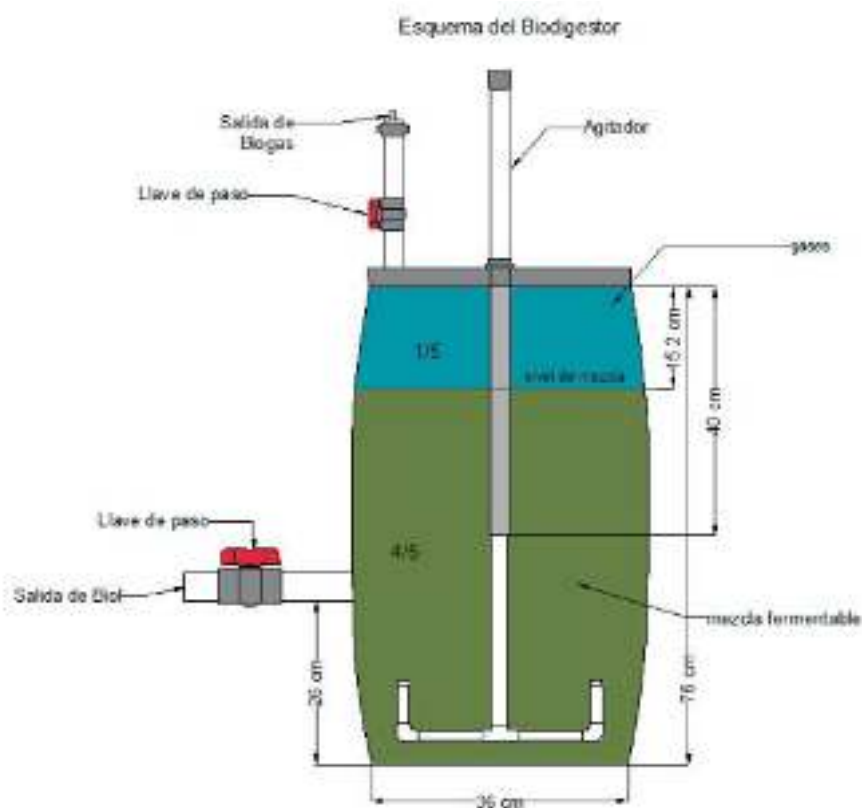


Figura 6 *Biodigestor Batch*

Fuente: Pauca (2015)

1.34 Producción de leche en Ecuador

En 2021, Ecuador produjo alrededor de 5,7 millones de litros de leche, siendo Pichincha la provincia líder con el 18% de la producción, seguida por Azuay con el 14%. La leche, esencial en la dieta por su riqueza en vitaminas y minerales, es fundamental para la alimentación humana. Diariamente, Ecuador produce cerca de 6,15 millones de litros de leche cruda. Esta producción lechera beneficia directamente a alrededor de 1,2 millones de ecuatorianos, y representa el 4% del PIB Agroalimentario del país, mostrando un importante potencial exportador (Corporación financiera Nacional, 2023).

En septiembre de 2021, el sector lácteo experimentó un crecimiento del 10,92% en comparación con 2020. A pesar de que el consumo de leche por habitante en Ecuador es de 110 litros anuales, aún está por debajo de los 180 litros recomendados. De la industria láctea, se obtiene un valor aproximado de 1.400 millones de dólares

anuales, con un precio por litro para el productor de 0,42 dólares. La ganadería lechera en Ecuador se concentra principalmente en la región de la Sierra, donde predomina 73% de la producción. De los productores, la mayoría posee granjas pequeñas y familiares, y solo un pequeño porcentaje está altamente tecnificado (Lonita, 2022).

Cuadro 9 Producción de leche en las distintas provincias del Ecuador.

Año	Provincia	No. de vacas ordeñadas	Producción de leche (litros)	Rendimiento (litros/vaca ordeñada)	Part. (%) en la Producción Nacional
2021	Pichincha	90,971	1,025,458	11.3	18%
	Azuay	102,777	777,142	7.6	14%
	Manabí	159,063	817,624	3.9	11%
	Cotacachi	70,916	599,506	8.5	11%
	Resto de Provincias	422,987	2,679,317	6.3	47%
	Total	846,715	5,699,046	6.7	100%

Fuente: (Corporación financiera Nacional, 2023).

1.35 Producción de leche en Azuay

La provincia del Azuay es la segunda provincia de mayor producción de leche a nivel nacional que representa un 14% según la *Corporación Financiera Nacional B.P.*, (2023) la cual se divide en diferentes zonas de producción entre ellas están Giron, San Fernando, Sevilla de Oro, y zonas cercanas a la ciudad de Cuenca que son Cumbe, Tarqui, y Victoria del Portete en donde se encuentran más de 500 productores de leche. Estos productores se dividen entre comercializadores de la leche hacia industrias lácteas que lo entregan mediante intermediarios y otro número de personas que se dedican a la fabricación de queso (Rodríguez, 2021).

1.36 El suero de leche

El lactosuero o conocido comúnmente como suero de leche, se define como la parte líquida sobrante del proceso de realización de queso mediante la acción de las enzimas que se le agregan en la leche para separar la leche en dos partes que es la parte sólida y la parte líquida el cual es generalmente conocido como suero, aunque

existen derivados para consumo humano como bebidas producidos a partir de este producto del mismo al igual que en otros países este es usado para la fabricación de derivados ya que se aprovecha como materia prima para la elaboración de otros productos alimenticios. (Williams & Dueñas, 2021)

Sin embargo, mundialmente se produce millones de toneladas de este producto y es desechado de manera inconsciente contaminando ecosistemas como suelos ríos, entre otras fuentes hídricas, esto es debido al desconocimiento de un segundo uso que se le puede dar (Poveda, 2013).

Este líquido comprende cerca del 85-90% del volumen total de la leche y retiene alrededor del 55% de sus nutrientes, incluyendo lactosa, proteínas solubles, lípidos y minerales. La composición exacta del suero puede variar según el proceso de producción, las condiciones aplicadas y el tipo de leche y queso en cuestión. Según cómo se precipite la caseína al formar la cuajada, existen distintos sueros, como el suero dulce y el ácido. Al compararlos, se nota que el suero ácido tiende a tener más calcio y lactato que el dulce (Ouaffak, 2020).

Cuadro 10 *Composición de lactosuero dulce y ácido*

Componente	Lactosuero dulce (g/L)	Lactosuero ácido (g/L)
Sólidos totales	63,0 – 70,0	63,0 -70,0
Lactosa	46,0 – 52,0	44,0 – 46, 0
Proteína	6,0 – 10,0	6,0 – 8,0
Calcio	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Fosfatos	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Lactato	2	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Fuente: (Ouaffak, 2020).

1.37 Revalorización del suero de leche

Tradicionalmente considerado un subproducto de la industria quesera, el suero de leche está ganando reconocimiento por su rica composición en nutrientes que pueden ser beneficiosos para el suelo y las plantas. Contiene minerales, azúcares y otras sustancias que pueden enriquecer el suelo y mejorar su estructura. Al aplicarlo como fertilizante, se fomenta un crecimiento saludable de las plantas y se proporciona una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos tradicionales. Asimismo, este enfoque contribuye a una gestión más eficiente de los residuos, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y reduciendo el impacto ambiental de la industria láctea (Cortez & Serrano, 2023).

1.38 El suero de leche y los efectos negativos en el ambiente.

El suero de leche es un subproducto obtenido durante la fabricación de queso y otros productos lácteos. Este líquido, aunque posee propiedades nutricionales valiosas, a menudo es desechado inadecuadamente en el medio ambiente, lo que tiene serias consecuencias para los ecosistemas (Valencia & Ramírez, 2009).

Cuando el suero de leche se libera directamente en ríos, lagos o tierras agrícolas, puede alterar significativamente las características fisicoquímicas del medio ambiente. Una de las preocupaciones más notables es el alto contenido de materia orgánica presente en el suero, que puede conducir a la eutrofización del agua. La eutrofización se refiere a un proceso en el que el agua se enriquece excesivamente con nutrientes, provocando un crecimiento desmedido de algas y microorganismos. Este crecimiento puede disminuir el oxígeno disponible en el agua, afectando negativamente la vida acuática (Escobar et al, 2022).

Además, como se mencionó anteriormente, el suero contiene una cantidad considerable de nitrógeno soluble en agua. Al entrar en contacto con el suelo, este nitrógeno puede filtrarse a través de diferentes capas del terreno, un proceso conocido como lixiviación. Cuando el nitrógeno lixiviado llega a los acuíferos o mantos freáticos, puede contaminar las fuentes de agua potable (Granados-Olivas, Soto, & Palacios, 2021).

METODOLOGÍA

1.39 Localización del estudio

La presente investigación se realizó en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca situada en la Panamericana norte km 3 1/2 del cantón Cuenca, provincia del Azuay.

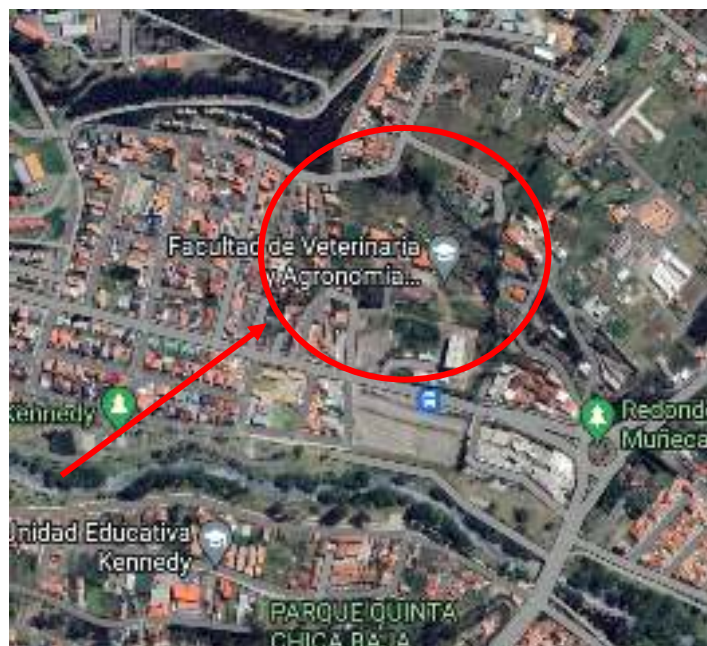


Figura 7 Ubicación de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias donde se realizó la investigación.

Fuente: Tomado de Google Maps, (2023)

1.40 Tipo de estudio

Investigación con un enfoque cuantitativo de tipo experimental, se realiza el manejo de variables y cuáles son los diferentes comportamientos de estas en base a cada tratamiento y se procede a evaluar la factibilidad de utilización de los productos en estudio mediante un análisis estadístico de la producción por tratamiento.

1.41 Diseño del experimento

El experimento está planteado con un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, lo que da un total de veinte unidades experimental; el objeto de estudio es analizar el comportamiento de la fresa según la aplicación de las dosis planteadas en cada tratamiento, con un testigo, los tratamientos fueron aplicados en intervalos de 8 días, para el experimento se contó con 130 plantas/cama (camas 20 m, con dos filas de plantas sembradas a 30 cm entre plantas), fueron dividida en 5 bloques dando un total de 32 plantas por unidad experimental, cada tratamiento recibió la aplicación de su biol correspondiente a una dosis de 80 c/c por litro de agua aplicados con una bomba de aspersion, esto sin tomar en cuenta el testigo en donde no se realizó ninguna aplicación, para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el análisis de varianza ANOVA del programa estadístico InfoStat.

1.42 Materiales

1.42.1 Material vegetal

- Plantas de fresa Var. Monterrey

1.42.2 Materiales físicos.

- Termómetro
- Regadera capacidad de 5 L.
- Jarra milimétrica
- Tijera de podar
- Plástico tipo mulch
- Etiquetas de información
- Mochila aspersor.
- Cámara fotográfica
- Calibrador Vernier
- Balanza analítica
- Brixómetro
- pH metro
- Otros: Lápiz, regla, cuaderno de notas, calculadora, etc.

1.42.3 Material biológico

Bioles a base de suero de leche como:

- Biol de MOBs
- Biol de polvo de roca
- Biol de Melaza

1.43 Descripción de los tratamientos

En el cuadro 11, se presentan los diferentes tratamientos, que fueron establecidos en función de investigaciones previas y dosificaciones que se probaron anteriormente, las cuales presentaron resultados interesantes. Se muestra los tratamientos con su respectiva formulación, en donde incluye el tratamiento 4 (T4) como testigo siendo este un punto de partida para analizar el comportamiento del cultivo de fresa con las aplicaciones planteadas.)

Cuadro 11 Descripción de los tratamientos con cada biol y su porcentaje de mezcla por litro de agua planteados para la investigación.

Tratamiento	Agua	MOBs Obtenido de carne humana	MOBs de montaña	Estiércol de cuy	Dosis/litro de agua
Tratamiento 1	1 L	8%			80 c/c
Tratamiento 2	1 L		8%		80 c/c
Tratamiento 3	1 L			8%	80 c/c
Tratamiento 4 (Testigo)	----	-----	-----	-----	-----

1.44 Variables de estudio

1.1.11. Variables independientes.

- Las variables independientes son las dosificaciones de los diferentes bioles maduros aplicados a las plantas de fresa.

1.1.12. Variables dependientes:

Las variables dependientes derivan del resultado de la aplicación de las dosis de biol, los cuales son medidos y analizados con sus respectivos instrumentos y subsiguientemente se correlaciona con la aplicación de los tratamientos y se pueda analizar mediante el uso de la estadística para corroborar y decidir si existió diferencia entre los tratamientos. En base lo anterior las variables dependientes son las siguientes:

- **Numero de estolones:** la producción de estolones fue contabilizada durante la etapa fisiológica, con intervalos de 15 días
- **Numero de flores:** se realizó el conteo de flores frente a los tratamientos aplicados.
- **Numero de hojas:** se procedió al conteo del número de hojas 15 días posteriores a la aplicación de biol.
- **Rendimiento en gramos por planta:** se observó la cantidad de producción dependiendo de cada tratamiento aplicado.
- **Grados Brix de la fruta:** Se utilizó un instrumento llamado refractómetro digital para determinar el contenido de azúcares en la fruta.

1.45 Desarrollo del experimento

1.45.1 Caracterización de bioles maduros a base de suero de leche.

Para la caracterización fisicoquímica de los bioles maduros, se realizó una toma de muestras compuestas de 500 c/c. cada uno de ellos, para posteriormente enviarlas al laboratorio, en el cual se midieron diferentes elementos como el pH, NH₄, NO₃, Zn, Cu, Fe, Mn, B, K, Ca, Mg, Na, C.E. y SO₄; los resultados son presentados según las unidades de medida que utiliza el laboratorio para determinar la concentración de cada elemento. Estos resultados permitirían conocer la cantidad de cada elemento nutricional disponible para la absorción de las plantas

1.45.2 Adecuación la unidad experimental.

Las plantas de fresa se encuentran bajo invernadero con 2 meses aproximados después de su siembra, cerca del estado fenológico de la floración, siendo esta la etapa donde la planta exige mayor cantidad de nutrientes.

El cultivo se encontraba separado por camas, es ahí donde se hizo la respectiva adecuación para la elaboración del experimento. En este sentido las camas fueron subdivididas en 4 partes cada una con los tratamientos planteados en el cuadro 1, en el cual se pondría la respectiva etiqueta (figura 8), y también se evaluaría el estado fitosanitario de la planta.



a)



b)



c)

Figura 8 Adecuación de unidad experimental; a) Planificación, b) Etiquetado de bloques por repetición, c) Identificación de plantas.

1.45.3 Preparación de soluciones para las aplicaciones

Se realizó en base a la dosificación especificado en el cuadro 11 mediante la utilización de una probeta realizo la medición de la cantidad de biol (figura 9) a mezclarse

en la mochila de fumigación; así colocando la dosis acordada que son 80 c/c en un litro de agua.



Figura 9 Mezcla de solución (80 c/c por litro de agua).

1.45.4 Aplicación de tratamientos con los bioles

Las aplicaciones se realizaron en base al cronograma preestablecido, dando un total de veinte aplicaciones, divididas en una aplicación por semana durante cinco meses.

La solución se colocó en una mochila de aspersion como se indica en el párrafo anterior, y se realizó vía foliar planta por planta según la unidad experimental, la repetición y los tratamientos preestablecidos (figura 10).



Figura 10 *Aplicación foliar de los tratamientos*

1.45.5 Control de temperatura y plantación

Durante el desarrollo de las plantas de fresa se llevó a cabo un monitoreo la temperatura del ambiente dentro del invernadero, en el cual se utilizó un termómetro ambiental y también se dio un constante chequeo del estado de salud de la planta y la realización del control de malas hiervas (malezas), para evitar afecciones fisiológicas (figura11).

a)



b)



Figura 11 *Control de temperatura a) Termómetro, b) Hoja de datos*

1.45.6 Numero de hojas

El número de hojas se contó en 10 plantas por tratamiento en un lapso de siete semanas y posteriormente se promedió para tener un dato más certero de número de hojas, como se muestra en la figura 12.



Figura 12 *Conteo de numero de hojas por planta*

1.45.7 Numero de estolones

De igual manera el número de estolones se contabilizó manualmente en un total de 10 plantas por tratamiento, donde, la contabilización se realizó cada quince días durante siete semanas.

1.45.8 Cosecha

La cosecha fue después de los 158 días de la aplicación de los tratamientos, se realizó un total de 12 cosechas divididas en 1 por semana. La forma de cosecha se realizó manualmente, en el cual, se tomó cuidadosamente la fruta desde el pedúnculo del fruto y se tiró levemente para no dañar la fruta y como siguiente paso se realizó el registro de peso de los frutos y la cantidad en gramos que produjo cada planta y también hacer la respectiva medición de grados brix.

1.45.9 Grados brix

Para la determinación del contenido de grados brix de los frutos, se usó un instrumento digital llamado brixómetro o refractómetro (de marca ATAGO, PAL-1) en el cual se colocó unas gotas del zumo de la fruta en su madurez optima (figura 13).



Figura 13 *Determinación de grados brix de los frutos.*

Resultados

Se presentan los resultados obtenidos en el estudio sobre el efecto de los bioles maduros a base de suero de leche en el cultivo de fresa en invernadero. En primera instancia se muestran los resultados del análisis físico químico de los bioles que se enviaron a laboratorio, los valores están representados con unidades de medidas determinadas por el laboratorio y posteriormente se aprecia las diferencias significativas estadísticas entre las variables de estudio con relación a las aplicaciones realizadas de los tratamientos planteados en el cuadro 11.

Para el análisis estadístico de las variables en estudio, se utilizó el Análisis de Varianza ANOVA del programa estadístico InfoStat/E y se aplicó la prueba de Duncan al 5%. También se muestran datos de temperaturas como factor influyente en el periodo del cultivo.

1.45.10 Resultados del análisis físico químico de los bioles.

En el cuadro 12 se muestra los resultados de la caracterización físico químico de los diferentes bioles realizada en el laboratorio. Se analizaron tres tipos de biol: biol 1- MOB's obtenidos de la planta de carne humana, biol 2- MOB's de montaña y biol 3- con estiércol de cuy. Para cada tipo de biol cada valor se expresan en diferentes unidades de medida como ppm (partes por millón), meq/l (mil equivalentes por litros) y mmho (micromhos)

Cuadro 12 *Determinación del contenido de biol mediante la caracterización física química, realizadas en el laboratorio*

Elemento	Unidad	BIOL 1	BIOL 2	BIOL 3
		CARNE HUMANA	MOB'S DE MONTAÑA	ESTIERCOL DE CUY
pH		3,60 Ac	3,50 Ac	5,10 Ac
NH4	Ppm	93,80 E	144,20 E	236,60 E
NO3	Ppm	66,23 E	135,48 E	207,51 E
P	Ppm	179,00 B	196,00 E	131,00 E
Zn	Ppm	0,38 E	1,12 B	2,02 B
Cu	Ppm	0,15 B	0,08 B	0,09 B
Fe	Ppm	81,25M	262,50 E	68,75 E
Mn	Ppm	1,30 E	7,00 E	58,75 E
B	Ppm	1,59 M	4,09 E	9,00 E
K	meq/l	101,020 E	158,570 E	70,33 E
Ca	meq/l	34,79 E	40,62 E	177,36 E
Mg	meq/l	28,28 E	57,69 E	39,59 E
Na	meq/l	100,00 E	87,50E	27,50 E
C. E.	mmho	17,39 E	19,90 E	18,36 E
SO4	Ppm	804,10 A	1290,90 E	612,91 A
RAS		17,80 E	12,48 E	2,64 M

Nota: Cada valor está expresado en diferentes unidades y se indica si es alto (A), medio (M), bajo (B) o extremo (E) en comparación con los otros bioles.

Se puede observar el contenido de diferentes elementos nutricionales disponibles de cada biol, así otras características químicas. Con respecto al pH, se puede ver que los tres bioles son ácidos, dándonos a notar que el biol 3 presenta un nivel menor de acides con un valor de 5,10, como también lleva ventaja en los valores de Amonio y Nitratos con valores de 236,6 y 207,51 ppm respectivamente; en cuanto al elemento Fosforo el biol 2 resalta con un valor de 196,00 ppm no muy diferente al biol 1 pero si con una mayor diferencia al biol 3; para el elemento Potasio la concentración mayor le corresponde al biol 2 con valores de 158,57 ppm. En cuanto a la Conductividad Eléctrica se observa un contenido casi similar en los tres productos, sin embargo, se puede verificar que el biol 2 presenta los valores más altos de C.E. con 19,90 mmho.

Los datos de pH obtenidos no concuerdan con lo señalado por Sánchez et al., (2022), el pH de un biol debe estar entre 5,5 a 7, en cuanto al nitrógeno hay una concentración mayor a 700mg/L en lo que respecta el fosforo debería representar valores superiores a 170 mg/L como también en los temas de potasio el biol debe tener cantidades que superen los 1300 mg/L presentados en el cuadro 4 estos valores son representados con unidades de medidas mg/L, sin embargo, son iguales a tener en ppm ya que 1 mg/L es igual a 1 ppm. En contexto esto indica que las concentraciones de los elementos en los bioles no están por los niveles planteados por el autor de la lectura.

1.45.11 Numero de hojas.

En el cuadro 13, se presentan los resultados de la variable número de hojas en diferentes. Para cada día, se muestran los valores promedio y el error estándar correspondiente para cada tratamiento (T1, T2, T3, T4). También se proporcionan los valores p para comparar entre tratamientos y entre días.

Cuadro 13 Resultados del conteo de número de hojas por tratamiento a partir del día 83 mediante el análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan, a partir de los tratamientos, bloque y por días de cosecha.

Variable	Días	T1	T2	T3	T4	VALOR p. Tratamiento	VALOR p. Bloque
# HOJAS	83 ^e	1,96(+/-0,35)	1,98(+/-0,33)	1,96(+/-0,47)	1,82(+/-0,33)	0,911	0,517
	97 ^e	2,09(+/-0,35)	2,18(+/-0,50)	2,34(+/-0,74)	2,42(+/-1,04)	0,875	0,435
	111 ^e	1,62(+/-0,54)	1,64(+/-0,50)	1,82(+/-0,33)	1,97(+/-0,79)	0,735	0,388
	125 ^d	8,60(+/-1,09)	8,40(+/-0,99)	8,12(+/-1,20)	8,59(+/-1,63)	0,863	0,053
	139 ^d	8,63(+/-2,17)	8,07(+/-0,84)	8,28(+/-0,59)	8,18(+/-1,78)	0,939	0,469
	153 ^c	10,39(+/-1,94)	10,06(+/-1,17)	10,31(+/-1,31)	9,62(+/-2,08)	0,860	0,230
	167 ^b	11,93(+/-1,80)	12,17(+/-0,68)	11,93(+/-1,86)	11,14(+/-1,89)	0,763	0,386
	181 ^a	14,20(+/-1,98)	14,18(+/-1,85)	14,88(+/-0,98)	13,02(+/-1,43)	0,400	0,614
Valor p Tratamientos=0,985							
Valor p entre días=0,001							

Los resultados revelan que, estadísticamente no hay diferencia entre los tratamientos (valor p para tratamientos = 0,985), lo que sugiere que no hay distinciones notables en el número de hojas entre las aplicaciones analizadas. No obstante, se observan discrepancias entre los días de conteo (valor p entre días = 0,001), indicando que la cantidad de hojas varía a lo largo tiempo de conteo. Esto señala que, en los días 83, 97 y 111, la producción de hojas fue similar, mientras que en los días 125 y 139 también fue semejante estadísticamente. A partir de los días 153, 167 y 181, se observan varianzas, siendo el día 181 aquel con la mayor producción de hojas (Cuadro 11).

La figura 14 nos permite ver que el número de hojas se incrementa con el pasar del tiempo, a más días mayor número de hojas en todos los tratamientos.

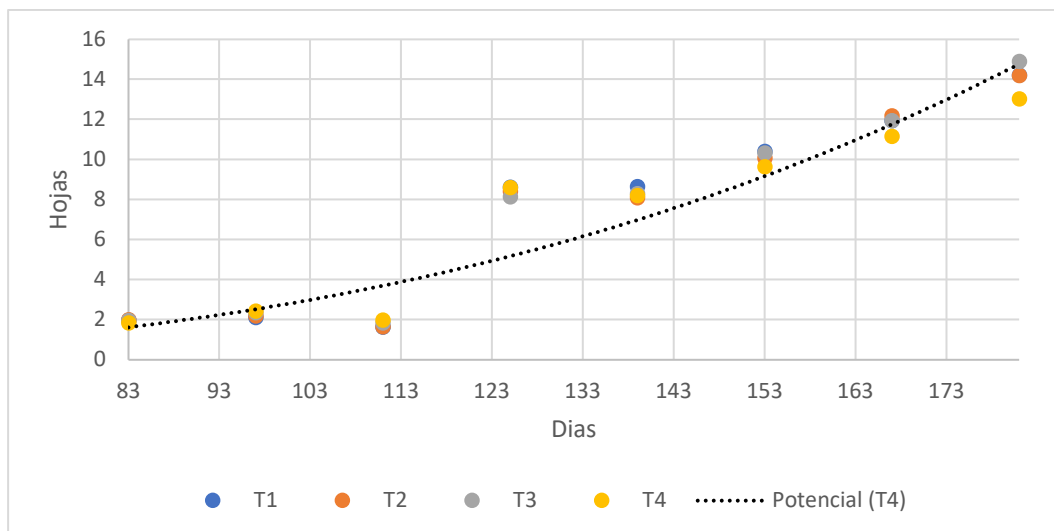


Figura 14 Resultado del número de hojas por planta y por tratamiento a partir del día 83 hasta el día 181, representado por su media de cada uno

1.45.12 Número de estolones

Para la variable número de estolones por planta de fresa, se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos a los 97, 111 y 125 días, también es importante señalar que entre días existen diferencias con un p valor de 0,0001 (Cuadro 14).

Cuadro 14 Efecto de los tratamientos en la producción de estolones de fresa a partir del día 83 hasta el día 181, realizado su respectivo análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan, en el software InfoStat.

Variable	Días	T1	T2	T3	T4	VALOR p. Tratamiento	VALOR p. Bloque
#ESTOLONES	83 ^c	1,73(+/-0,48)	1,68(+/-0,37)	1,74(+/-0,50)	1,59(+/-0,15)	0,926	0,443
	97 ^b	4,03(+/-0,86)	4,38(+/-0,80)	4,04(+/-0,93)	4,29(+/-1,21)	0,697	0,001**
	111 ^a	6,55(+/-0,84)	6,38(+/-0,82)	6,06(+/-1,15)	5,82(+/-1,68)	0,562	0,02*
	125 ^{cd}	1,17(+/-0,21)	1,20(+/-0,48)	1,18(+/-0,28)	1,01(+/-0,34)	0,571	0,008**
	139 ^c	1,96(+/-1,38)	1,76(+/-0,66)	1,92(+/-0,55)	1,34(+/-0,77)	0,694	0,481
	153 ^{cd}	1,55(+/-1,18)	0,90(+/-0,81)	1,50(+/-0,71)	1,26(+/-1,28)	0,803	0,945
	167 ^{cd}	1,40(+/-0,00)	1,40(+/-0,00)	1,40(+/-0,00)	1,40(+/-0,00)	0,653	0,376

181 ^d	0,82(+/-0,43)	0,57(+/-0,15)	1,18(+/-0,59)	0,58(+/-0,45)	0,221	0,946
------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	-------	-------

Valor p Tratamientos=0,904

Valor p entre días=0,0001

Principalmente, al examinar el T1 en el día 83, se observa que se obtuvo un promedio de 1.73 estolones, con una desviación estándar de 0.48. El valor p asociado a los tratamientos es de 0.904, lo que indica que no existen diferencias significativas en términos de producción de estolones.

A los 97 días se observa que el número de estolones para todos los tratamientos es similar, con el T2 mostrando el valor de 4,38 promedio de unidades. Las desviaciones estándar son relativamente pequeñas indicando una consistencia en conteo.

A los 111 días se observa el pico más alto en el número de estolones, siendo el T1 que muestra el valor promedio más alto de 6,55 unidades, con desviaciones estándar diferentes entre los tratamientos.

A los 125 días se observa una disminución de número de estolones bastante pronunciada, debido a que para estos días se realizaron podas en toda la plantación.

En la figura 15 se puede ver que la tendencia en el número de brotes de los tratamientos es similar, hay un incremento en los 111 días, luego se reduce a los 125 días que es el resultado de las prácticas mencionadas en el párrafo anterior.

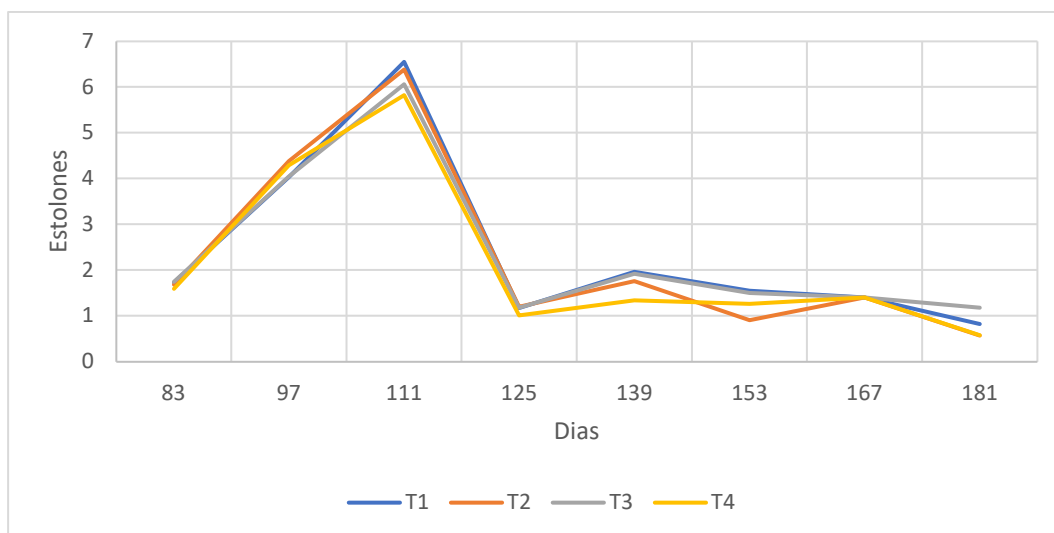


Figura 15 Grafico de la producción media del número de los estolones contados en el número respectivo de plantas promedio de cada tratamiento.

1.45.13 Numero de flores

El Cuadro 13 presenta los resultados del conteo de flores a partir del primer día de floración, que ocurrió en el día 139 de la aplicación de los tratamientos, hasta el día 181. Se puede ver que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, en tanto que si hay diferencias significativas entre días con un p valor de 0,0001

Cuadro 15 Resultados de los números de flores contabilizados a partir del primer día de floración que es en el día 139 de la aplicación de los tratamientos hasta el día 181, realizado su respectivo análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan.

Variable Días	T1	T2	T3	T4	VALOR p. Tratamiento	VALOR p. Bloque
139 ^b	0,38(+/-0,23)	0,00(+/-0,00)	0,26(+/-0,36)	0,33(+/-0,34)	0,186	0,472
153 ^b	0,43(+/-0,40)	0,13(+/-0,24)	0,23(+/-0,15)	0,80(+/-0,69)	0,180	0,963
167 ^a	1,56(+/-0,84)	1,96(+/-1,39)	0,75(+/-0,64)	1,46(+/-0,79)	0,168	0,077
181 ^a	2,49(+/-0,91)	1,60(+/-1,19)	1,40(+/-1,07)	2,01(+/-1,39)	0,516	0,634

Valor p Tratamientos=0,329

Valor p entre días=0,0001

Se evidencia que el número de flores varía para cada tratamiento teniendo en cuenta que en el día 139, el tratamiento T1 exhibe un valor de 0,38, mientras que el T2 muestra un valor de 0,00.

Se observa que finalmente en el día 181 el tratamiento T1 sigue teniendo el promedio más alto entre los tratamientos.

En cuanto a la comparación general entre tratamientos el cuadro nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, el valor p entre los días de medición es extremadamente bajo, señalando una diferencia significativa en el número de flores entre los distintos días de conteo.

Estos resultados se complementan visualmente con la figura 16, que ilustra el aumento progresivo en el número de flores a lo largo de los días desde el inicio del período de floración. Es relevante destacar que, en el día 181, se observa un significativo incremento en la floración, siendo el T1 el que exhibe el mayor número de flores en comparación con los demás tratamientos, teniendo en cuenta que el tratamiento 3 nos presenta el promedio más bajo en el número de flores.

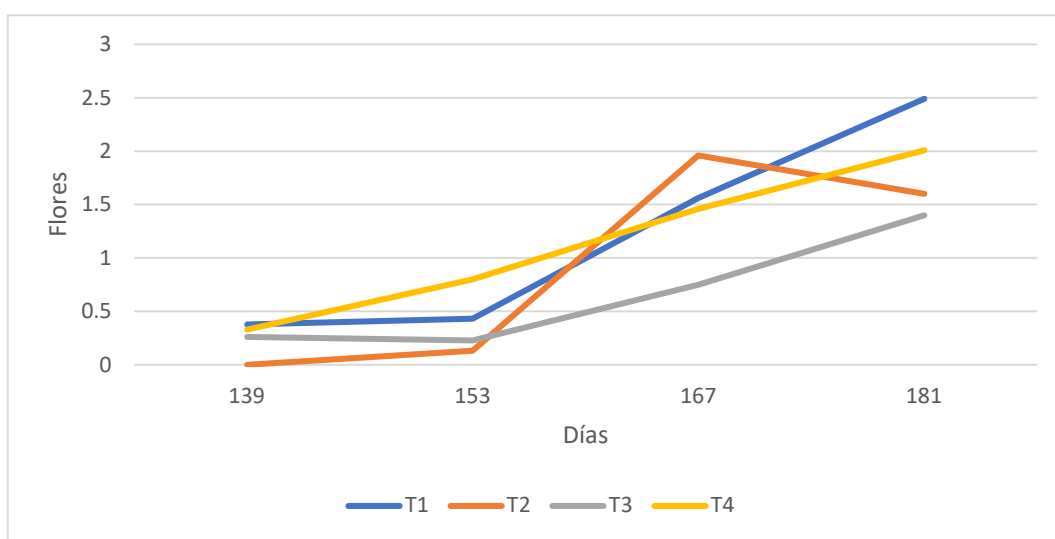


Figura 16 Crecimiento de la floración durante los días correspondientes, en respuesta a los tratamientos aplicados.

1.45.14 Rendimiento de fruta en gramos por planta

El cuadro 16, proporciona los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de fresas en gramos por tratamiento, junto con la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 16 Total media de rendimiento de fresa por tratamiento en gramos, realizado el análisis de varianza ANOVA en el programa InfoStat con la prueba de Duncan al 5%.

Tratamiento	Variable	n	Media Gramos por planta	Desviación Estándar
T1	Peso	5	44,87g	15,74
T2	Peso	5	51,34 g	35,19
T3	Peso	5	80,2 g	42,72
T4	Peso	5	24,49 g	7,09

Valor p Tratamientos = 0,0265

Existe una diferencia significativa en el rendimiento de fresa entre los tratamientos aplicados con p valor de 0,0265. El tratamiento 3 (T3) tuvo el mayor rendimiento de fresas con una media de 80,2 g/planta, en comparación con los otros tratamientos, mientras que el tratamiento 4 (T4) mostró el menor rendimiento con una media de 24,49 g/planta

Como complemento, en el cuadro 17 se puede observar que hay diferencias tanto en tratamientos como en días, y en bloques no existen diferencias, para las cosechas en los diferentes días.

Cuadro 17 Resultados del análisis de la cosecha en gramos por planta, el cuadro proporciona diferencias estadísticas mediante un análisis de varianza ANOVA con la prueba de Duncan en Infostat.

Variable Días	T1	T2	T3	T4	VALOR p. Tratamiento	VALOR p. Bloque
158 ^{de}	3,25(+/-2,55)	0,00(+/-0,00)	2,62(+/-4,05)	1,02(+/-2,06)	0,219	0,365
166 ^e	0,20(+/-0,44)	0,21(+/-0,47)	0,56(+/-1,26)	1,05(+/-1,74)	0,643	0,646
174 ^{de}	4,42(+/-4,41)	0,87(+/-1,25)	0,94(+/-1,29)	0,16(+/-0,36)	0,080	0,695
182 ^{de}	4,42(+/-4,41)	0,87(+/-1,25)	0,94(+/-1,29)	0,16(+/-0,36)	0,080	0,695
190 ^{bc}	7,00(+/-4,13)	5,38(+/-7,09)	5,42(+/-5,66)	2,85(+/-2,40)	0,664	0,520
198 ^{cd}	1,35(+/-1,46)	2,90(+/-3,28)	7,64(+/-7,01)	3,70(+/-2,34)	0,104	0,191
206 ^{cd}	5,13(+/-3,83)	4,21(+/-3,57)	5,01(+/-5,71)	1,47(+/-1,17)	0,539	0,934
214 ^{ab}	5,10(+/-4,53) ^b	7,18(+/-5,29) ^b	14,41(+/-8,42) ^a	2,55(+/-1,90) ^b	0,001*	0,029
222 ^a	6,34(+/-2,25)	10,04(+/-8,27)	12,95(+/-8,03)	3,16(+/-2,07)	0,103	0,448
230 ^a	6,37(+/-1,73) ^b	12,31(+/-8,81) ^a	14,89(+/-6,53) ^a	5,51(+/-2,86) ^b	0,023*	0,075
238 ^a	6,63(+/-2,32) ^b	11,54(+/-7,85) ^a	14,67(+/-7,26) ^a	5,21(+/-2,54) ^b	0,027*	0,081
246 ^a	6,64(+/-1,88) ^b	12,38(+/-8,64) ^a	15,58(+/-7,32) ^a	5,16(+/-3,10) ^b	0,021*	0,092
Valor p Tratamientos=0,001						
Valor p entre días=0,001						

Se observa que en el día 158, se registró un promedio mayor en el tratamiento T1 con un valor promedio de 3,25 gramos y con un valor menor de 0,00 gramos en el tratamiento T2.

En el día 166, se alcanzaron promedios de 0.20 gramos en el tratamiento T1 y 1.05 gramos en el tratamiento T4.

En el cuadro se demuestra que desde el día 214 hasta los días 246, el tratamiento T3 mostró un promedio significativamente mayor que los otros tratamientos.

En contexto, los resultados del cuadro revelan diferencias significativas en la cosecha de fresas entre los distintos tratamientos y días.

Gráficamente, podemos observar un crecimiento exponencial representado por las líneas de tendencias de las medias de cosecha (g/planta). Esto nos expone al tratamiento T3 como el de mejores resultados, especialmente evidente en el día 246 (Figura 17).

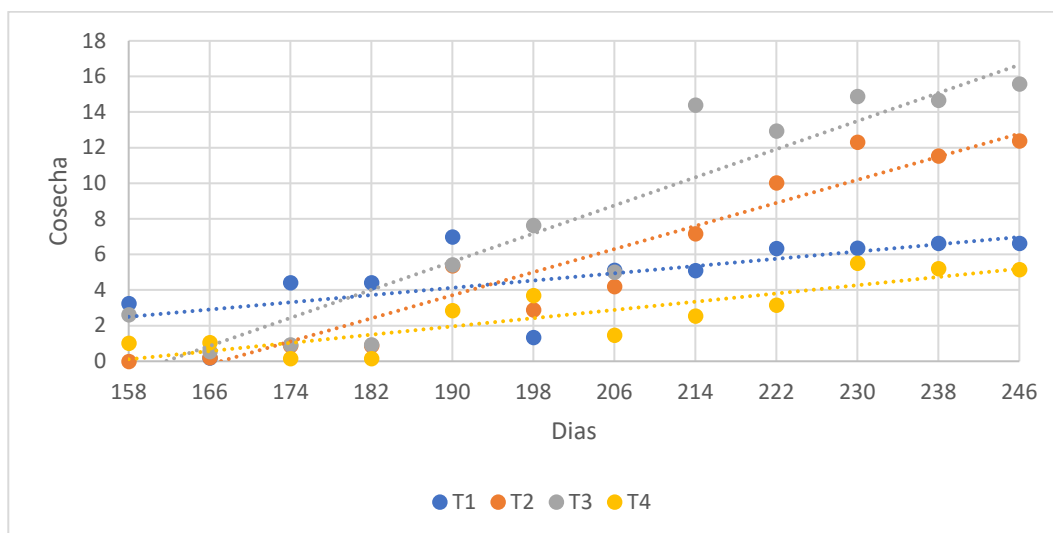


Figura 17 Análisis de resultado de las cosechas (g/planta) en relación con los tratamientos aplicados con el testigo (T4).

1.45.15 Resultados de los grados Brix

Para la variable Grados Brix no existen diferencias significativas entre tratamientos ni entre bloques.

El T3 con un promedio de 12,06 en tanto que la media menor le corresponde al tratamiento T1 con un valor de 11,62.

Cuadro 18 Resultados de los grados brix, que se midieron en la fresa después de la cosecha, cuyos resultados son analizados mediante un análisis de varianza ANOVA.

	Trat.	Variable	N	Media	D.E	Mín.	Máy.
Grados Brix	T1	Brix	5	11,62	0,49	11,13	12,27
	T2	Brix	5	11,99	1,60	10,63	13,77
	T3	Brix	5	12,06	1,05	10,87	12,93

T4	Brix	5	12,00	1,40	10,07	13,77
----	------	---	-------	------	-------	-------

Valor p Tratamientos=0,891

Valor p entre bloques=0,9503

Nota: La desviación estándar de los grados Brix varió de 0,49 a 1,60.

Es importante destacar que la falta de diferencias significativas en los grados Brix sugiere una homogeneidad en la calidad de las fresas entre los distintos tratamientos y bloques, respaldando la consistencia en los resultados obtenidos.

1.45.16 Análisis de costo beneficio

Se analizan los costos/beneficio del cultivo de fresas bajo invernadero en base a la aplicación de cada uno de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (Testigo).

El cuadro 19 proporciona información sobre el costo de cada biol utilizado en el estudio de fertilización foliar para el cultivo de fresas.

Cuadro 19 Costo de biol por planta bajo el área de estudio.

Tratamientos	Plantas de fresa	Aplicación de biol	Aplicaciones Totales	Volumen total en litros	Precio litro de biol	Valor total	Costo de biol por planta
T1	160	160cc/2lt	21	3,36lt	\$2	\$6,72	0,04
T2	160	160cc/2lt	21	3,36lt	\$2	\$6,72	0,04
T3	160	160cc/2lt	21	3,36lt	\$2	\$6,72	0,04
T4(Testigo)	160	0	0	0	0	0	0

El cuadro 20 nos muestra el valor por aplicación de biol por media hora de trabajo, lo que respecta en el tiempo que se tarda en aplicar.

Cuadro 20. Valor calculado de mano de obra por aplicación de biol por media hora de trabajo.

Total, de plantas de fresa aplicadas de biol	Jornal	Horas del día	TOTAL \$
480 plantas de los tres tratamientos aplicados.	\$20	8 horas	0,05
	$\frac{\$20(\text{jornal})}{8(\text{horas})} = \$2,50(\text{hora de trabajo})$		
	$\$1,25(\text{Media hora en aplicar}) \times 21(\text{aplicaciones})/480(\text{plantas}) = 0,05$		
Testigo			0,00

De acuerdo con los datos del cuadro 21, se incrementa los costos de producción con la aplicación de Biol en 0,09 centavos de dólar por planta.

El rendimiento de gramos por planta son los resultados del análisis de varianza (ANOVA), junto con la prueba de Duncan al 5% como se indica en el cuadro 16.

Los ingresos por venta se calcularon con la cantidad producida (rendimiento de gramos por planta) por el precio de kilo de fresa en el mercado de 2,00 USD, dividido para 1000 gramos.

Cuadro 21 Análisis de costo

Tratamiento	Costo de Biol por planta	Costo de Aplicación de biol por planta	Costo total del tratamiento por planta	Rendimiento Gramos por planta	Ingresos por venta
-------------	--------------------------	--	--	-------------------------------	--------------------

T1	0,04	0,05	0,09	44,87 g/p	0.08
T2	0,04	0,05	0,09	51,34 g/p	0.10
T3	0,04	0,05	0,09	80,2 g/p	0.16
T4	0,00	0,00	0,00	24,49 g/p	0.04

Nota: Los valores analizados están basados en los 3 meses de la investigación.

Cuadro 22 *Análisis de costo beneficio*

Tratamiento	Costo total del tratamiento por planta USD	Ingresos por venta USD	Análisis de costos e ingresos
T1	0,09	0,08	- 0,01
T2	0,09	0,10	0,01
T3	0,09	0,16	0,07
T4	0,00	0,04	0,04

En el cuadro 22, se puede observar el análisis de costo beneficio, esto nos demuestra que sería rentable únicamente en el tratamiento T3 que tiene un rendimiento superior con 80,2 g/p, con una ganancia de 0,07 centavos de dólar por planta. Tomando en cuenta que el precio referencial del kilo de fresa en el mercado es dos dólares.

Estos datos son importantes para analizar la eficiencia económica de cada biol en términos de costo de producción y rendimiento esperado en el cultivo de fresas bajo condiciones de invernadero.

Calculando los costos de producción de los cultivos y los ingresos basados en los precios actuales en el mercado se puede analizar el rendimiento que proporciona cada tipo de biol.

1.45.17 Temperatura

Las temperaturas promedio obtenidas oscilaron entre 19 y 22 grados Celsius (figura 23).

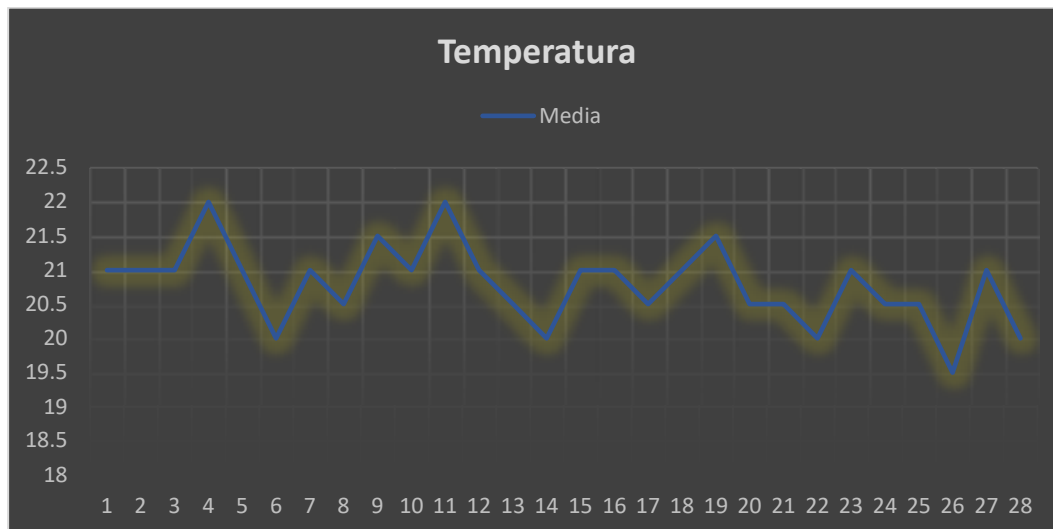


Figura 18 Datos de la temperatura dentro del área de estudio, los cuales fueron tomados durante 28 días y sacados un promedio por día

Patiño et al., (2014) indica que “temperaturas optimas para el cultivo de fresa deben ir de entre los 18 y 25 °C. La proximidad de las temperaturas obtenidas al rango óptimo sugerido por la literatura respalda la idea de que las condiciones ambientales durante el cultivo favorecieron el desarrollo adecuado de las plantas de fresas. Esto puede tener implicaciones positivas en la calidad y rendimiento de la cosecha, ya que las temperaturas se encuentran dentro de los límites recomendados para un óptimo desarrollo y cuajado de frutos.

Discusión

Lo señalado por Marín (2019), destaca la contribución positiva de los biofertilizantes al sector agrícola al convertir residuos en abono orgánico y devolver minerales esenciales al suelo para combatir la desertificación. Esta información no respalda los resultados de la falta de diferencias significativas en el número de hojas entre tratamientos, especialmente cuando se utilizan bioles maduros a base de suero. Ya que, Nieves (2016), en su investigación indica que, si encontró diferencias significativas en el número de hojas de acuerdo con la aplicación de diferentes

tratamientos con bioles, apelando al biol como una fuente de fitorreguladores y estimulantes para desarrollar la masa foliar y obtener una planta más vigorosa.

La inconsistencia en el número de hojas observada puede ser interpretada en el contexto del crecimiento de las plantas, sugiriendo que los bioles maduros a base de suero podrían estar desempeñando un papel significativo al proporcionar nutrientes esenciales y promover un desarrollo equilibrado. Aunque no se detecten diferencias estadísticas, la uniformidad en este aspecto podría señalar una influencia positiva en el crecimiento de las plantas, como se sugiere al mencionar que permite un "desarrollo adecuado y crecimiento de las plantas" (Marín 2019), debido que al testigo se revela que la semejanza de datos podría ser causa de las condiciones de suelo y manejo adecuado del cultivo.

Contrario a lo que proponen, Moreira Saltos et al., (2017), en su investigación sobre la influencia del biol en el cultivo de maní, indican que el tipo de biol no produce diferencia entre la variable de producción, contrario a los resultados de la cosecha de frutos de fresa que revelan diferencias significativas entre los tratamientos y a lo largo de los días, especialmente en el tratamiento 3 en los días 214, 230 y 238. Este hallazgo no respalda la idea de que los bioles no influyen en los parámetros productivos.

En consecuencia, los resultados no solo validan la efectividad de los bioles maduros a base de suero, sino que también sugieren que aspectos como las prácticas culturales podrían estar interactuando con los tratamientos, influyendo en la producción de frutas. Esta interpretación fortalece la comprensión de cómo factores múltiples, incluidos los bioles maduros y las prácticas culturales, pueden contribuir de manera integral al rendimiento de la cosecha de fresas.

Basándonos en la cita de Parra (2018) quien demuestra que una hectárea de frutilla de manera convencional requiere una inversión de hasta USD 9.429,80 por hectárea, estos precios se debe al costo de los sacos de fertilizantes que generan gastos excesivos, a diferencia con nuestros análisis de costo donde en base a los resultados de rendimiento por tratamiento, evidenciando que el BIOL 3 con Abono de cuy (T3) con un costo de biol y aplicación de 0,10 ctv. por planta y su rendimiento de \$0,16 ctv. por planta presenta un mayor promedio, claramente se puede interpretar que el uso de estos abonos orgánicos son una opción más rentable.

De igual manera los autores, Bello Moreira et al., (2016). En su estudio del bio aplicado en la cebolla en diferentes tratamientos, demuestran que los abonos orgánicos son rentables con una Tasa de Retorno Marginal de 7.8% y un mejor rendimiento en kg/ha, admitiendo que tratar con biofertilizantes tiene efectos tanto en rendimiento en biomasa y calidad de fruto.

De acuerdo con Franco, Andony. (2017), en su investigación, donde aplica diferentes dosis de bioles, no obtiene ningún resultado significativo con relación a los Grados Brix en los frutos de sandía, lo que nos indica que esta variable podría estar relacionada con otros factores, como el manejo de la temperatura y la iluminación, ya que el cultivo está en las mismas condiciones. Pero con respecto a la fertilización, aunque no presenta valores muy diferentes, podemos apreciar que el tratamiento T3 presenta un mayor promedio de los Grados Brix.

Las temperaturas promedio de 19 a 22 grados Celsius, dentro del rango óptimo sugerido por la literatura, respaldan la conclusión de que las condiciones ambientales fueron adecuadas durante el estudio. Este aspecto es crucial ya que contribuye a la consistencia observada en varios aspectos del cultivo. La alineación con las temperaturas óptimas favorece el desarrollo saludable de las plantas y podría haber influido en los resultados coherentes.

Los autores Lara et al., (2022), destacan la importancia de controlar la temperatura, especialmente en el momento de la fructificación. La información proporcionada enfatiza que la temperatura en este periodo es crítica, con una diferencia de solo 5°C entre la temperatura mínima y máxima. Esta referencia respalda la relevancia de mantener temperaturas dentro de un rango estrecho, como se logró en el estudio, para garantizar condiciones óptimas durante fases cruciales del cultivo, como la fructificación.

Conclusión

En respuesta a los objetivos planteados en la investigación se concluye que:

La aplicación foliar de bioles maduros a base de suero de leche con Microorganismo Benéficos, Microorganismos de Montaña o Estiércol de cuy, puede tener un efecto positivo en el cultivo de fresa, el tratamiento T3 (a base de estiércol de

cuy) presenta los mejores resultados en cuanto a la variable producción de fruta en gramos por planta.

Para las variables agronómicas número de hojas, número de estolones y número de flores, no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, sin embargo, hubo diferencia entre días de toma de datos.

Para la variable Rendimiento de fruta en gramos por planta, existen diferencias significativas, el tratamiento T3 presenta los valores más altos con una media de 80,2 g/planta en tanto que el tratamiento testigo (T4) se quedó relegado al último lugar con una media de 24,49 g/planta.

Recomendaciones

Llevar a cabo estudios adicionales centrados en la viabilidad económica de la implementación de bioles maduros a base de suero en comparación con otros fertilizantes convencionales.

Evaluar la efectividad de los bioles maduros a base de suero en cultivos agrícolas distintos a las fresas, con el fin de determinar su aplicabilidad efectiva en diversos cultivos y ampliar su potencial uso en la agricultura.

Investigar la posibilidad de combinar bioles con otros fertilizantes orgánicos para maximizar los beneficios económicos y ambientales en los cultivos

Promover la conciencia ambiental entre los agricultores respecto a los beneficios del uso de bioles maduros a base de suero como suplemento a los fertilizantes químicos.

BIBLIOGRAFÍA

Abad, A. C., Jiménez, Á. L., & Capa, M. E. (2020). Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma cantón Loja. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 30(1), 131-141. doi:<http://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.10>

Abanto, J., & Ricopa, J. (2022). *Producción de biol, en base a sangre de Sus scrofa domesticus, camal municipal, Lamas, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85526>

- Acosta, R. (2019). *Características físicas, químicas, microbiológicas y efectividad agronómica del abono líquido Biol obtenido por digestión anaerobia de estiércol de animales con rastrojo*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/6031>
- Acosta, R. M., Viera, W., Jackson, T., & Vásquez. (2020). Alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis* sp. en mora de castilla (*Rubus glaucus*). (U. T. Equinoccial, Ed.) *Enfoque UTE*, 11(2), 13-23. doi:<https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.521>
- Acuña, C. J., & Fischer, G. (2020). Fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca.
- Albítera, J., Vaca, R., Aguila, P., Yáñez, G., & Lugo, J. (2020). Flujo de CO₂ y su relación con propiedades bioquímicas en cultivos hortícolas en invernadero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 7(3), 1-12. Retrieved from <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v7n3/2007-901X-era-7-03-e2548.pdf>
- Alvarado Chavez, J. A., G., G., Lara H., A., P, D., & Herrera, E. J. (2020). Rendimiento Y Calidad De Fruto De Fresa Cultivada En Invernadero En Sistema hidropónico Piramidal. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1737-48. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2460>.
- Arciniega, M. (2020). Estrategias que promueven el crecimiento empresarial en la producción orgánica: revisión de literatura. Obtenido de <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1108>
- Arias, A., & Enrique, E. (2022). *Evaluación de tres plantas medicinales en asociación con un cultivo de fresa (Fragaria sp), sobre la incidencia de plagas y enfermedades en la finca La Esperanza de Santa Bárbara-Sucumbíos*. UPEC. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)]. Retrieved from <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1401>
- Aunchayna, R. (2011). *Respuesta del cultivo de frutilla (Fragaria x ananassa) a la propagación, utilizando plantas verdes obtenidas localmente*. [Tesis de pregrado, Universidad de la republica]. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9700/1/3708aun0.pdf>

- Baño, D., & Yugla, J. (2022). *Propuesta para la elaboración de Biol mediante fermentación a partir de Residuos Orgánicos generados por el Faenamiento de Bovinos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8626>
- Benavidez, A., Cisne, J., Morán, J., & Duarte, H. (2022). *Producción orgánica de fresa (Fragaria spp.), Las Sabanas Madriz, Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria.
- Bolaños, N. (2012). Efecto de diferentes sistemas de manejo sobre la calidad del suelo, en fincas cafetaleras de la zona de Turrialba y Orosi. *Revista de Las Sedes Regionales, XIII*, 2215–2458.
- Bozbuga, R., Uluisik, S., Kara, P., Yuceer, S., Gunacti, H., Guler, P., & Tetik, O. (2022). *Pests, Diseases, Nematodes, and Weeds Management on Strawberries*. IntechOpen. Retrieved from DOI: 10.5772/intechopen.103925
- Cabos, J., Bardales, C., León, C., & Gil, L. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*, 26(3), 1165-1176. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321>
- Cabrales, E., & Hernández, D. (2021). *Evaluación de la síntesis de poliácido láctico a partir del suero de la leche de búfala*. [Tesis de pregrado, Universidad de los Llanos].
- Canteño, N. (2022). *Efecto del uso de estiércol de bovino (bos taurus) y el suero lácteo de la industria inka milk jarara s.a.c. en la producción del biol, mediante el uso de biodigestores semicontinuo en el distrito Baños - Huánuco, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huanuco]. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3594>
- Casanova, D., & León, L. (2021). Evaluación de la composición fisicoquímica y bioquímica de biol enriquecido con diferentes concentraciones de alperujo. *Arnaldoa*, 28(2), 409-416. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.282.28210>

- Castro, A. R. (2018). *Mejoramiento en el Manejo Postcosecha de Fresa (Fragaria vesca) como un Cultivo Alternativo en la Región de Tecamachalco*. Obtenido de https://remineo.org/repositorio/memorias/cicagiao/xiv_cicagiao/wp-content/uploads/2017/05/9.-Mejoramiento-en-el-Manejo-Postcosecha.pdf
- Castro, M. (2019). Aplicación de biol en cultivos de rábano (*Raphanus Sativus*).
- Castro, S. J. (2017). Determinación de las curvas de crecimiento y acumulación de nutrientes en la variedad Albion de fresa (*Fragaria x ananassa*) para establecer los requerimientos nutricionales de las plantaciones desarrolladas en la zona de Fraijanes. Obtenido de repo.sibdi.ucr.ac.cr
- Cayambe, C. N. (2018). Diagnóstico de la cadena agroproductiva de fresa (*Fragaria ananassa*) en tres provincias de la Sierra-Centro Zona 3. *Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- Cayetano, R., Kim, G., Park, J., Yang, Y., Jeon, B., Jang, M., & Kim, S. (2022). iofilm formation as a method of improved treatment during anaerobic digestion of organic matter for biogas recovery. *Bioresource technology*, 334, 126309. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126309>
- Cedeño, R., & Zambrano, S. (2016). *Evaluación de tres frecuencias de aplicación de biol de bovino en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.)*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/460>
- Ceron, Y. (2020). *Evaluación del efecto del acondicionador y mejorador de suelo "Germinaz" sobre el desarrollo vegetativo de fresa (Fragaria X Ananassa Var. Albión) en La Finca la Laguna Municipio de Sotará, departamento del Cauca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y Distancia]. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/34988>
- Chipiaje, I., & Bernal, J. (2021). *Fertiirrigación por goteo para cultivo de fresas en túnel aplicando energías renovables*. [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/808
- Concha Sáenz, S. (2021). Respuesta del cultivo de fresa (*fragaria x anannasa d.*) var. san andreas a la fertilización orgánica y química en condiciones de invernadero.

Tesis. Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/5022>

Corporación financiera Nacional. (2023). *Producción de leche cruda de vaca*; . Corporación financiera Nacional.

Cortez, M., & Serrano, C. (2023). Diseño de biodigestor casero para producción de biogás y fertilizante. *Revista Multidisciplinaria De Investigación - REMI*, 2(1), 65–71. Obtenido de <https://doi.org/10.5281/zenodo.8339322>

Curilla, E. (2022). *Efecto del lactosuero en la producción del biogás y las características del bioabono y biol utilizando estiércol de vacuno en un biodigestor Batch en Sicaya - 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11106>

Escobar, F., Hinojosa, R., Espinoza, T., Yzarra, A., & Espinoza, C. (2022). Agua por suero de leche y su influencia en la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*). *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), 557-566. Retrieved from <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.191>

Estrada, A. (2022). *Efecto de la aplicación de biol a base de estiércol bovino enriquecido con polvo de roca en el cultivo de ajo (*Allium Sativum L.*), en el Centro Experimental San Francisco, Cantón Huaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1678>

Fertilab. (2019). Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-002-Deficiencias-nutrimientales-en-el-cultivo-de-fresa.pdf>

Garcés, J. (2021). *Evaluación de tres fertilizantes orgánicos para mejorar la producción de fresa (*Fragaria x ananassa*)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33466>

González, F. E. (2015). *Respuesta del cultivar de fresa a tres frecuencias de riego por goteo, bajo macrotuneles*. Universidad Nacional de Loja, Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12253/1/Tesis%20Biblioteca%20%28Froilan%20Edgar%20Ordo%C3%B1ez%20Gonzalez%29.pdf>

- Granados-Olivas, A. F., Soto, M., & Palacios, A. (2021). Composición mineral de lixiviados (biofertilizante) de lombriz roja californiana. *Tecnociencia Chihuahua*, 14(3), 166 –182. Retrieved from <http://cathi.uacj.mx/20.500.11961/19052>
- Guerrero, U. H. (2018). *Determinación de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de Fresa (Fragaria sp.), en la comunidad de Chilcapamba, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4338>
- Gusñay, G. (2022). *Producción de Fresa (Fragaria x ananassa), expuesta a deficiencias nutrimentales de Ca en un sistema Kratky*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/36542/IASA%20I-TIC-0005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, M. (2023). *Efecto de los abonos foliares en el rendimiento y calidad comercial de cosecha de la fresa (Fragaria vesca L.) variedad camino real en condiciones edafoclimáticas del Centro de investigación Frutícola Olerícola (CIFO), UNHEVAL – Huánuco, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdiza]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8900>
- Hong, S., & Eum, H. (2020). Determination of the harvest date and ripening phase of ‘Seolhyang’strawberry. *Journal of Bio-Environment Control*, 29(1), 62-72.
- Ibadango Ruiz, F. D. (2017). *Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (Fragaria vesca L.), en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6405>
- Intagri. (2018). *Manejo de Viveros de Fresa en México*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/manejo-de-viveros-de-fresa-en-mexico>
- ITSC. (2018). Manual de producción de fresa en Coalcomán Michoacan. *Ingeniería en Desarrollo Comunitario*. Obtenido de <https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/MANUAL%20PARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCOMAN.pdf>

- Jimenez, E. (2011). *Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas, "Aloag - Pichincha"*. [Tesis de pregrado, Escuela Politecnica del Ejercito]. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4664>
- Kirschbaum, D. (2020). *Fresa - Características botánicas, fisiología, tipos de variedades y de plantas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Kirschbaum/publication/356251371_Caracteristicas_botanicas_fisiologia_y_tipos_de_variedades_de_fresas/links/61b54d5e4b318a6970d53744/Caracteristicas-botanicas-fisiologia-y-tipos-de-variedades-de-fresas.pdf
- Kirschbaum, D. S. (2022). Manejo, recolección y calidad de la fresa. En C. C. Alicia Namesny, *Cultivo, poscosecha, procesado y comercio de berries* (págs. 161-200). Valencia España: SPE3 (España). Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12069>
- La Torre, L. (2019). *Determinación de la dosis óptima de biol producido a partir de estiércol de Cavia porcellus en el rendimiento de alfalfa*. [Tesis de pregrado, Universidad César Cevallos]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35226>
- Lahiri, S., Smith, H., Gireesh, M., Kaur, G., & Montemayor, J. (2022). Arthropod pest management in strawberry. *Insects*, 13(5), 475. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/insects13050475>
- Llanos, H., & Varas, K. (2022). *btención y caracterización de un biol a partir de desechos biológicos de cavia porcellus como una alternativa a la problemática de los fertilizantes en la agricultura del Ecuador*. [Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil]. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65340>
- Lonita, E. (2022). *La producción de leche en Ecuador*. Obtenido de Veterinaria Digital: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/>
- Madhavi, B., Khan, F., Bhujel, A., Jaihuni, M., Kim, N., Moon, B., & Kim, H. (2021). Influence of different growing media on the growth and development of strawberry plants. *Heliyon*, 7(6), 1-6. Retrieved from [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(21\)01273-1.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(21)01273-1.pdf)

- Martí, J. (2008). *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. Cooperación Alemana. Obtenido de 10.13140/RG.2.1.1048.6242
- Martínez, G. M., Balois, M. R., Alía, T. I., Cortes, C., Palomino, H., & López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(19), 4075-4087. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8nspe19/2007-0934-remexca-8-spe19-4075-en.pdf>
- Mejía, G., de Oca, A., & Flores, G. (2023). Strawberry localization in a ridge planting with an autonomous rover. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 119, 105810. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105810>
- Mena, C. L., Sarmiento, S. G., & Camargo, S. P. (2017). Impacto del abonamiento integral en el rendimiento y calidad de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. *Scientia Agropecuaria*, 7, 357. doi:<https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.07>
- Mipaz, Y., & del Rosario, M. (2019). Evaluación de la fertilización orgánica e inorgánica utilizando dos tipos de acolchado en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) en las variedades Albión y Monterrey. *Doctoral dissertation, Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Obtenido de <http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/835>
- Monsalve, P. (2023). *Respuesta de fuentes y dosis de bioles en el crecimiento en fase de vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el distrito de callería*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6570>
- Monterrosa, R., & Schmelink, C. (2021). *Efecto protector de una cepa nativa y de una comercial de *Trichoderma* spp en el cultivo de Fresa (*fragaria x ananassa*)*. Caso aplicado en la vereda Monteadentro del municipio de Pamplona, Norte de Santander. [Tesis de maestría, Universidad de Pamplona]. Retrieved from <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2939>

- Morales, C. (2021). *La calidad de la luz y la relación con el crecimiento y metabolismo secundario en Thymus vulgaris*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chapingo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12098/1095>
- Mosquera, j. (2018). *Valoración de la aplicación de inóculos de microorganismos benéficos (MOBs) en el cultivo de rábano (Raphanus sativus) en la granja experimental- Paute*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16423>
- Muñoz, K., Thiele-Bruhn, S., Kenngott, K., Meyer, M., Diehl, D., Steinmetz, Z., & Schaumann, G. E. (2022). Effects of plastic versus straw mulching systems on soil microbial community structure and enzymes in strawberry cultivation. *Soil Systems*, 6(1), 21. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/soilsystems6010021>
- Obregón, B. S. (2009). *Prácticas Culturales para la Producción Comercial de Fresas en Florida*. Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida., Florida. Obtenido de <http://edis.ifas.ufl.edu> o
- Ochoa, M. R. (2015). *Agricultura Orgánica*. Obtenido de repositorio.uaaan.mx
- Ouaffak, K. (2020). *Crioconcentración asistida por vacío de tres tipos de suero de leche de vaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cataluña]. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329088/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Padilla, V. (2014). *Efecto de biol como fertilizante foliar a diferentes niveles en la producción del cultivo de frutilla (fragaria x annanasa) en el centro experimental de Cota Cota*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/123456789/4143>
- Parra, C. E. (2018). *Producción y comercialización de frutilla (fragaria sp) en la parroquia Yaruquí, cantón Quito, provincia de Pichincha*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8658>
- Parra, J., & Arias, M. (2023). *Prototipo de sistema acuapónico tecnificado para el cultivo de fresa (Fragaria sp.) y cría de carpa koi (Cyprinus sp.), en la finca Buena Vista del municipio de Firavitoba, Boyacá*. [Tesis de pregrado, Universidad el Bosque]. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12495/10887>

- Platas, E. (2022). *Índice de estrés hídrico como un indicador del momento de riego en fresa (Fragaria x ananassa)*. [Tesis de pregrado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/18655>
- Pomboza-Tamaquiza, P., León-Gordón, O., Villacís-Aldaz, L., Vega, J., & Aldáz-Jarrín, J. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de Lactuca sativa L. variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84-92. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200005
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 397-403. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46929416011>
- PROAIN. (2020). *PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA*. Obtenido de PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa>
- Proaño, Q. S. (2022). Análisis del manejo poscosecha de la fresa fragaria ananassa en los cultivos de la comunidad de Paquiestancia, cantón Cayambe. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11947>
- Puga, A. (2017). *Proceso de elaboración y utilización del abono orgánico (biol) en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L)*. Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3313>
- Rodriguez, C. (2021). *Modelo de negocio para la hacienda "SAN JUAN" dedicada a la producción y comercialización de leche cruda en la Parroquia Victoria del Portete*. Universidad de Cuenca "Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas", Cuenca.
- Samaniego, J. J. (2022). Preparación de biol a partir de residuos orgánicos. *Revista RedBioLAC*, 6(1), 51-55. Obtenido de <http://www.revistaredbiolac.org/index.php/revistaredbiolac/article/view/28>
- Sánchez, I; Góngora y Ávila. (2022). Estado del arte de los biopreparados por digestión anaerobia como biofertilizantes y bioestimulantes. *Ingeniería Agrícola*, 12(4), 49-62. Obtenido de <https://cu-id.com/2284/v12n4e07>

- Sayđı, H. (2022). Effects of organic fertilizer application on strawberry (*Fragaria vesca* L.) cultivation. *Agronomy*, 12(5), 1233. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/agronomy12051233>
- Soto, G. (2020). El continuo crecimiento de la agricultura orgánica: Orgánico 3.0. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 215-226. doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rca.54-1.13>
- Sultana, S., Sikder, M., Ahmmed, M., Sultana, A., & Alam, N. (2020). Mycelial growth and biological control measures of *Botrytis cinerea* isolated from Strawberry fruit rot disease in Bangladesh. *Universal Journal of Microbiology Research*, 8, 13-18. Retrieved from DOI: 10.13189/ujmr.2020.080201
- Taborda, A. L., Sanchez, O. M., Bonilla, & Huertas, D. (2015). Efecto fungistático de extractos y aceites esenciales de *Lippia origanoides* HBK y *Thymus vulgaris* L. como alternativas de manejo de *Botrytis cinerea* en fresa. 93-99. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v64n1.35773>.
- Toledo, C., & Scognamiglio, A. (2021). Agrivoltaic systems design and assessment: A critical review, and a descriptive model towards a sustainable landscape vision (three-dimensional agrivoltaic patterns). *Sustainability*, 13(12), 6871. Retrieved from 6871
- Trujillo, G. (2022). *Biol como abono foliar en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Obtenido de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1233>
- Valencia, D., & Ramírez, C. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Elementos: Ciencia y cultura*, 16(73), 27-31. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=29411996004>
- Vera, D. (2016). *Nabón produce las frutillas más dulces y saludables de la región*. Obtenido de El telegrafo : <https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/regional/1/nabon-produce-las-frutillas-mas-dulces-y-saludables-de-la-region>

- Wang, Y., Zheng, K., Guo, H., Tong, Y., Zhu, T., & Liu, Y. (2022). Unveiling the mechanisms of how vivianite affects anaerobic digestion of waste activated sludge. *Bioresource Technology*, 343. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126045>
- Williams, Z. M., & Dueñas, R. A. (2021). Alternativas para el aprovechamiento del lactosuero: Antecedentes investigativos y usos tradicionales. *La Técnica*, 2, 39-50. doi:<https://doi.org/10.33936/lat%C3%A9cnica.v0i0.3490>
- Zambrano y Lima. (2023). Uso de fertilizantes orgánicos en la producción de cucurbitáceas: Revisión literaria. *Paideia XXI*, 13(1), 141-159.
- Zambrano, T. (2021). *Efecto de los microorganismos efectivos en la calidad del biol*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/28630>
- Zamilpa, J., Schwentesius, R., & Ayala, D. (2016). Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta Universitaria*, 26(2), 20-29. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2016.854>.

Anexos



Anexo 1 Formulación y mezcla de tratamientos



Anexo 2 Aplicación de tratamientos con la mochila aspersor.



Anexo 3 Conteo de numero de estolones y hojas.



Anexo 4 Cosecha de fresa de cada tratamiento.



Anexo 5 Pesado de fruta en relación con la producción de gramos por planta



Anexo 6 Medición de grados brix de los frutos

Yo **Carla Aracely Sánchez Gonzales** portadora de la cédula de ciudadanía N° **0302898325** En calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Efecto de Bioles maduros a base de suero de leche en el cultivo de fresa bajo invernadero”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **16 de abril de 2024**



Carla Aracely Sanchez Gonzales

C.I. 0302898325