



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO
DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO
APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOLES DE ORIGEN
ANIMAL**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bryan Javier Paredes Valle.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO
DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO
APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOLES DE ORIGEN
ANIMAL**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bryan Javier Paredes Valle

Tutora: Ing. Mercedes Santistevan Méndez, Ph.D.

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **BRYAN JAVIER PAREDES VALLE** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 11/08/2026

Ing. Zoot. Andrade Yucailla Verónica,
Ph.D.

**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Mercedes Santistevan Méndez,
Ph.D.

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.

**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por haber sido parte de mi formación profesional.

Agradezco de manera especial a mi tutora de tesis, Ing. Mercedes Santistevan Méndez, Ph.D., por su orientación y recomendaciones fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A las autoridades de la facultad de colonche, por la gestión realizada para que este trabajo llegue a feliz término.

Agradezco a mis compañeros y a todas las personas que colaboraron de una u otra manera.

Finalmente, expreso mi más profundo agradecimiento a mi familia, especialmente a mis padres, por su amor, esfuerzo, apoyo incondicional y confianza.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para superar cada desafío y permitirme culminar esta importante etapa de mi vida.

A la memoria de mi querido padre, quien, aunque ya no se encuentra físicamente conmigo, vive siempre en mi corazón. Su amor, sus enseñanzas y el ejemplo de esfuerzo que me dejó fueron la inspiración para no rendirme y alcanzar este logro. Este triunfo también es suyo.

A mi madre, por su amor incondicional, su sacrificio, su paciencia y el apoyo constante que me brindó durante toda mi formación académica. Gracias por creer en mí, impulsarme a seguir adelante y estar a mi lado en los momentos más difíciles.

A mis hermanas, por su cariño, sus palabras de aliento y por acompañarme en este camino con su apoyo y confianza.

A mi amigo Salserín, por acompañarme durante gran parte de este proceso, especialmente en el trabajo de campo. Gracias por compartir conmigo cada jornada, por ayudarme a sacar adelante este proyecto y por enseñarme, a través de nuestras experiencias, que con esfuerzo, dedicación y perseverancia se pueden superar las dificultades. Gracias por estar presente en los momentos más difíciles y por todo lo que vivimos durante este camino.

A mi amigo Marcos, por su amistad sincera, su compañerismo y por estar presente durante esta etapa. Gracias por tu apoyo, por tus consejos, por las palabras de ánimo y por ayudarme a seguir adelante cuando las cosas se hicieron difíciles. Tu amistad fue una parte importante de este camino y de este logro.

A mi amigo Wuilly, por estar siempre dispuesto a apoyarme y brindarme su ayuda cuando lo necesitaba. Gracias por tu amistad, por tus palabras de ánimo y por acompañarme durante este proceso. Tu apoyo fue muy importante para poder llegar hasta aquí.

A mis demás amigos, quienes compartieron conmigo esta etapa, brindándome ánimo, consejos y momentos que hicieron más llevadero este recorrido. Gracias por su amistad y por formar parte de este logro.

Con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron para que hoy pueda alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

RESUMEN

La producción sostenible de las hortalizas requiere alternativas de fertilización que reduzcan la dependencia de insumos sintéticos y así mejorar la productividad obtenida de los cultivos. Bajo esta problemática, los bioles que provienen de origen animal representan una opción viable debido al aporte de nutrientes y compuestos bioactivos que favorecen al crecimiento vegetal. La finalidad de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes bioles elaborados a partir de estiércol bovino y gallinaza, durante el crecimiento, desarrollo y productivo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena. Se empleó un diseño de bloques completamente generado al azar, conformado por siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos incluyeron a un testigo que contó con una fertilización química convencional y seis tratamientos con una aplicación de bioles de origen animal, cada uno con tres repeticiones. Se evaluaron variables morfológicas y productivas, fueron evaluados a través de un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5 %, Los resultados determinaron unas diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, destacándose el T1 (BB1), que presentó los mejores resultados en altura de planta, diámetro del tallo, precocidad a la floración, diámetro y la longitud del fruto. En contraste, los tratamientos con biol caprino registraron los valores más bajos en varias de las variables evaluadas. Se concluye que la aplicación de biol bovino a dosis moderadas constituye una alternativa eficiente para promover el crecimiento vegetativo y mejorar las características productivas del cultivo de pimiento bajo las condiciones edafoclimáticas de la provincia de Santa Elena.

Palabras claves: Fertilización orgánica, biol, agroecología, rendimiento agrícola

ABSTRACT

Sustainable vegetable production requires fertilization alternatives that reduce dependence on synthetic inputs and improve crop productivity. In this context, animal-based biofertilizers represent a viable option due to their contribution of nutrients and bioactive compounds that promote plant growth. The objective of this study was to evaluate the effect of different biofertilizers made from cattle manure, chicken manure, and goat manure on the growth and yield of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) in the parish of Colonche, Santa Elena province. A completely randomized block design was used with seven treatments and three replicates, including a control with conventional chemical fertilization and six treatments with bio-fertilizers, each with three replicates. Morphological and yield variables were evaluated, and the data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at a 5% significance level. The results showed statistically significant differences among treatments, with treatment T1 (BB1) standing out as the most effective in terms of plant height, stem diameter, early flowering, and fruit diameter and length. In contrast, the treatments with goat-derived biofertilizers recorded the lowest values for several of the evaluated variables. It is concluded that the application of bovine biol at moderate doses is an effective alternative for promoting vegetative growth and improving the productive characteristics of bell pepper crops under the soil and climate conditions of the province of Santa Elena.

Keywords: Organic fertilization, Biol, agroecology, crop yield

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE BIOLES DE ORIGEN ANIMAL.”** y elaborado por **Bryan Javier Paredes Valle**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Objetivos.....	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Origen del pimiento	3
1.1.1 Taxonomía.....	3
1.1.2 Morfología.....	3
1.2 Requerimientos y edafoclimáticos para el cultivo	4
1.2.1 Temperatura y Luminosidad	4
1.2.2 Humedad	4
1.2.3 Suelo.....	4
1.3 Manejo del cultivo	5
1.3.1 Preparación del suelo.....	5
1.3.2 Siembra y trasplante	5
1.3.3 Control de malezas	5
1.3.4 Aporque	5
1.3.5 Poda.....	6
1.3.6 Fertilización.....	6
1.4 Enfermedades y Plagas del pimiento	7
1.4.1 Enfermedades del pimiento	7
1.4.2 Plagas del pimiento	7
1.5 Requerimientos nutricionales del pimiento.....	8
1.6 Tipos de abono orgánico	8
1.6.1 El estiércol natural.....	8
1.6.2 Los abonos compostados.....	9
1.6.3 Los abonos verdes	9
1.6.4 Gallinaza.....	9
1.6.5 Bioles.....	9
1.6.6 Propiedades de los bioles	10
1.7 Investigaciones relacionadas.....	11
1.7.1 Aplicación de un abono edáfico y foliar en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	11
1.7.2 Efecto del biol bovino y avícola en la producción de pimiento dulce (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	11
1.7.3 Aplicación de dos abonos edáficos y 5 dosis de biol en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L).	12
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 Caracterización del área de estudio	13
2.1.1 Datos meteorológicos	13

2.2	Material biológico y condiciones experimentales	13
2.2.1	Material biológico	13
2.3	Materiales de oficina	13
2.3.1	Insumos orgánicos.....	13
2.4	Material de campo	14
2.4.1	Material para los tratamientos	14
2.5	Diseño de investigación	14
2.5.1	Diseño experimental.....	14
2.5.2	Descripción de los tratamientos	15
2.6	Delineamiento experimental	16
2.7	Distribución de los tratamientos	17
2.7.1	Diseño de la unidad experimental.....	18
2.8	Plan de fertilización	18
2.8.1	Requerimientos del pimiento	18
2.8.2	Fuentes de fertilizantes sintéticos comerciales	19
2.9	Acondicionamiento del área	20
2.9.1	Preparación del terreno	20
2.9.2	Siembra en semillero.....	21
2.9.3	Trasplante.....	21
2.9.4	Instalación de sistema de riego	21
2.9.5	Control de maleza	21
2.9.6	Control de plagas	21
2.10	Elaboración del biol.....	22
2.10.1	Elaboración de los bioles orgánicos (cabra, vaca y pollo).....	22
2.11	Cosecha	23
2.12	Parámetros evaluados	23
2.12.1	Morfológicos.....	23
2.12.2	Variables de producción	23
2.13	Análisis estadístico de los resultados.....	25
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		26
3.1	Efectos que tienen los tratamientos en los parámetros morfológicos del cultivo	26
3.1.1	Altura de la planta (AP)	26
3.1.2	Diámetro del tallo (DT)	28
3.1.3	Días a la floración (DF)	31
3.2	Efectos de los tratamientos en los parámetros productivos del cultivo	32
3.2.1	Diámetro del fruto (DF)	32
3.2.2	Longitud del fruto (LF).....	33
3.2.3	Peso del fruto (PF)	34
3.2.4	Rendimiento por hectárea (Ton/ha)	36
3.3	Calidad comercial.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		37
Conclusiones.....		39
Recomendaciones.....		40

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del pimiento (Guevara, 2024).....	3
Tabla 2. Condiciones meteorológicas del Centro de Apoyo Colonche (Candell <i>et al.</i> , 2023).	13
Tabla 3. Esquema ANOVA del Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).	15
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.....	15
Tabla 5. Requerimientos nutricionales del pimiento.	18
Tabla 6. Plan de fertilización.	19
Tabla 7. Plan de fertilización total a aplicar.	19
Tabla 8. Plan de fertilización por planta o parcela.	20
Tabla 9. Altura de planta (cm) del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal, evaluada a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.	26
Tabla 10. Diámetro del tallo (cm) del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal, evaluado a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.	29
Tabla 11. Días a la floración del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.	31
Tabla 12. Diámetro del fruto (cm) del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) influenciado por la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.	32
Tabla 13. Longitud del fruto (cm) del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.	34
Tabla 14. Peso del fruto (g) del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) influenciado por la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.	34
Tabla 15. Rendimiento del cultivo de pimiento en ton/ha bajo la aplicación de tres tipos de bioles a base de estiércol de animal con distinta concentración en comparación con el tratamiento químico en el Centro de Apoyo Colonche UPSE, provincia de Santa Elena...	36
Tabla 16. Análisis económico del cultivo de pimiento bajo la aplicación de diferentes bioles elaborados a base de estiércol animal en comparación con el tratamiento químico en el Centro de Apoyo Colonche-UPSE, provincia de Santa Elena.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis del área experimental.....	17
Figura 2. Esquema de la unidad experimental (Repetición).....	18

ÍNDICE DE GRAFICA

Gráfico 1. Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta (cm) evaluada a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra.....	28
Gráfico 2. Efecto de los tratamientos sobre el diámetro del tallo (cm) evaluado a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Materiales para la elaboración de los bioles
- Figura 2A.** Preparación del terreno
- Figura 3A.** Instalación de las líneas de riego
- Figura 4A.** Control de plagas a través de una fumigación edáfica
- Figura 5A.** Llenado de las bandejas germinadoras
- Figura 6A.** Incorporación de materiales para la elaboración de los bioles
- Figura 7A.** Pesaje de materiales para la elaboración de bioles de origen animal
- Figura 8A.** Proceso de fermentación de los bioles de origen animal
- Figura 9A.** Germinación de plántulas de pimiento
- Figura 10A.** Plántulas de pimiento antes del trasplante
- Figura 11A.** Trasplante de las plántulas de pimiento
- Figura 12A.** Plántulas de pimiento en desarrollo
- Figura 13A.** Inicio de la floración
- Figura 14A.** Producto utilizado en el Tratamiento químico
- Figura 15A.** Aplicación de los tratamientos con la bomba aspersora
- Figura 16A.** Toma de datos de la variable diámetro del tallo
- Figura 17A.** Primeros frutos
- Figura 18A.** Diámetro del fruto
- Figura 19A.** Problemas fitosanitarios (negrita)
- Figura 20A.** Variable del peso del fruto

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) constituye una de las primeras especies, en América que logró domesticarse, dentro de las regiones de Sudamérica y Centroamérica. Actualmente, se reconoce como sus principales centro de origen México, Perú y Bolivia; sin embargo, evidencias arqueológica demostraron que el cultivo podría haberse iniciado hace aproximadamente 6,000 años en el suroeste de Ecuador (Ortega, 2009). En la actualidad el pimiento es una de las hortalizas de mayor importancia comercial debido a su amplia aceptación y consumo. Se estima que en Ecuador su producción esté cercana a las 5500 toneladas producidas en 1700 ha cosechadas, las cuales la gran mayoría se encuentra distribuida en la región sierra y costa, en las provincias que presentan condiciones edafoclimáticas favorables como Santa Elena, Guayas, Manabí, Imbabura, Loja, El Oro y Cotopaxi (Gallo y Yanza, 2022).

Sin embargo, al igual que en otras zonas, la influencia de la agricultura convencional y su adopción por parte de los agricultores para la producción masiva de alimentos, ha ocasionado un impacto negativo en los suelos, por ende una reducción significativa de los rendimientos esperados, que va en aumento con el pasar de los años, haciendo que los agricultores dependan más de los insumos agrícolas sintéticos (Rodríguez et al., 2020). Por ello, surge la necesidad de buscar alternativas más amigables, que incrementen el contenido de nutrientes en el suelo, mediante el uso de materiales orgánicos como el estiércol animal, compost y fertilizantes minerales (Maciel y Tunes, 2021).

El uso de abonos orgánicos presenta diversos beneficios entre los que destacan las mejoras de las propiedades físicas, su función como almacén de nutrientes debido a que mejoran su capacidad de intercambio catiónico y su acción como agente que regula el pH no deseado, también se ha demostrado que los abonos orgánicos a base de estiércol pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de los agentes patógenos (Medranda *et al.*, 2016). Tomando en consideración lo antes expuesto, existen diversos insumos de gran importancia como el biol favorece la actividad microbiana y las propiedades físicas y químicas del suelo que permite una mayor acumulación de follaje, altura de la planta y otros aspectos que se traducen en un aumento de los componentes de producción (Esmeraldas *et al.*, 2021).

La problemática central radica en que, a pesar de la existencia de alternativas agroecológicas como la implementación de biofertilizantes, su uso aún es limitado debido a

los escasos conocimientos de los productores acerca de estos productos. En particular, se desconoce el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento frente a la aplicación de estos productos. Esta falta de conocimientos genera cierta incertidumbre en los productores, por lo que prefieren mantener la dependencia de los insumos químicos.

Por ello se plantea la presente investigación titulada Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo aplicación de tres tipos de bioles de origen animal. Con el que busca generar información que contribuya al desarrollo de nuevas prácticas agroecológicas que promuevan el uso de insumos orgánicos que mejoren la calidad del suelo y la calidad de vida de los agricultores.

Problema Científico

¿Cómo influye el uso de bioles orgánicos de origen animal (gallinaza, bovinos y caprino) en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), en la provincia de Santa Elena?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento productivo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo la aplicación de tres tipos de bioles de origen animal

Objetivos Específicos:

- ❖ Evaluar las características morfológicas del cultivo de pimiento mediante la aplicación de tres tipos de bioles de origen animal.
- ❖ Comparar el rendimiento productivo del cultivo de pimiento bajo la aplicación de diferentes tipos de bioles de origen animal
- ❖ Evaluar la calidad comercial de los frutos de las plantas de pimiento sometidas a diferentes tratamientos de bioles.

Hipótesis

La aplicación de bioles de origen animal influye significativamente en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en comparación con la fertilización química convencional.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen del pimiento

De acuerdo con Laínez (2023), mencionó que el pimiento es una planta de origen de América, esta planta de manda de clima cálido, con una temperatura óptima entre 18 y 21 °C y baja humedad relativa. Prefiere suelo fértiles y ligeramente ácidos ya que no tolera la salinidad.

1.1.1 Taxonomía

La Tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica del cultivo de pimiento donde se detallan los principales niveles de clasificación del cultivo. Desde el punto de vista botánico el pimiento pertenece a la familia de las Solanaceae, grupo que incluye especies de importancia agrícola como papa, tomate y berenjena, la clasificación taxonómica permite establecer la posición sistemática de la especie evaluada y comprender su relación dentro de un grupo vegetal (Guevara, 2024).

Tabla 1. Taxonomía del pimiento (Guevara, 2024).	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>Capsicum annuum</i>
Nombre Científico	<i>Capsicum annuum</i> L.
Nombre Común	Pimiento

1.1.2 Morfología

Según Pavón *et al.* (2021), el pimiento es una planta perenne en estado silvestre y anual bajo cultivo, que consta de un tallo principal de crecimiento limitado y erecto, la planta tiene hojas oblongas, lanceoladas o un poco anchas, terminadas en punta que se van adelgazando en la base para formar un pecíolo, sus flores son blancas localizadas en la intersección de las hojas y que forman frutos de diversas formas, como primera instancia los

frutos empiezan con una coloración verdosa, volviéndose rojos, amarillos o violeta oscuro al madurar.

Cuentan con una raíz principal pivotante con numerosas raíces adventicias que crecen de manera horizontal que pueden alcanzar una longitud entre 50 cm y 1 m (Huamanlazo, 2023).

1.2 Requerimientos y edafoclimáticos para el cultivo

1.2.1 Temperatura y Luminosidad

Según Guananga y Guadamud (2024), el pimiento prefiere climas cálidos, sin embargo se adapta a climas templados. Las temperaturas óptimas para la germinación y el desarrollo vegetativo oscilan entre 22°C y 25°C, durante la floración necesita una temperatura entre 26°C y 28°C. Las bajas temperaturas provocan frutos deformes y de menor tamaño. Ya que la planta necesita alta luminosidad, especialmente en las primeras etapas de crecimiento y durante la floración, necesitando entre 6 y 8 horas de sol al día.

1.2.2 Humedad

Según Jaramillo *et al.* (2024), el pimiento es uno de los cultivos que más demanda hídrica necesita, la falta de agua o el estrés hídrico causa un retraso de su desarrollo y afecta la calidad del fruto, provocando pudrición o rajaduras. Asimismo, un exceso de humedad en el suelo puede causar la iniciación de enfermedades radiculares causado por hongos como (*Phytophthora capsici* y *Fusarium sp.*). Se estima que el pimiento necesita entre 600 y 1250 mm anuales.

1.2.3 Suelo

Según Rivera (2024), se necesita un suelo profundo de textura franco-arcilloso, con un contenido rico en fósforo y nitrógeno con un buen drenaje. Indica que necesita un pH específico entre 5.5 y 7.0, aunque tolera un pH cercano a 8. Sin embargo, no tolera la salinidad evidenciando una caída del rendimiento con una conductividad eléctrica superior a 3.5 dS m⁻¹.

1.3 Manejo del cultivo

1.3.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo representa una de las prácticas agrícolas más importantes. Una preparación adecuada facilitará el buen desarrollo de las raíces de la plántula, lo que permitirá una mejor extracción de agua y nutrientes del suelo. Mediante esta práctica se mejora la aireación y drenaje del suelo, se facilita la descomposición de materia orgánica y favorece el control de plagas y enfermedades (Quispe, 2024).

1.3.2 Siembra y trasplante

Para maximizar los rendimientos es conveniente utilizar semillas que certifiquen el mayor número de semillas germinadas. En primera instancia, las semillas son germinadas en bandejas para asegurar un buen desarrollo inicial. Las plántulas deben ser trasplantadas a los 30 a 35 días después de la germinación. Asimismo, el trasplante se realiza de forma manual, usando un distanciamiento de siembra de 0.30 m a 0.40 m entre plantas y de 0.8 m a 1.2 m entre hileras o camas, con una densidad aproximada desde 25000 plan/ha hasta 35000 plan/ha (Munzón *et al.*, 2022).

1.3.3 Control de malezas

El control de maleza inicial durante la preparación del terreno, que debe complementarse con la aplicación de herbicidas de preemergencia, luego la primera deshierba una vez establecido el cultivo se realiza a las tres semanas del trasplante y la segunda a los tres meses cuando los frutos comienzan a cuajar. Las labores de control de maleza deben practicarse con mucha precaución evitando causar heridas en el sistema radicular de la planta (Ortega, 2024).

1.3.4 Aporque

Es una labor indispensable para mejorar el anclaje de las plántulas y estimular la formación de raíces secundarias. Esta práctica ayuda cubrir con tierra parte del tronco de la planta para reforzar su base favoreciendo el desarrollo radicular y su adecuada fijación al suelo (Suarez y Gutiérrez, 2023).

1.3.5 Poda

Es una actividad indispensable en el ciclo del pimiento debido a que define la estructura de la planta, en la actualidad la poda tiende a conformar la planta de 2 a 3 brazos principales a partir de la primera cruz. La poda a dos brazos se caracteriza por tener un cuajado de frutos más precoz y de mejor calidad (Pérez *et al.*, 2022).

1.3.6 Fertilización

1.3.6.1 Fertilización química

La fertilización química consiste a la aplicación de nutrientes a las plantas mediante sustancias químicas elaboradas de manera sintética, que son solubles en agua y que actúan a través de ósmosis forzada. La fertilización química tiene la ventaja de suministrar nutrientes de manera rápida y eficaz. Sin embargo, el uso indiscriminado sin un previo análisis puede generar efectos negativos como la degradación de suelos, daños fisiológicos a la planta como necrosis o quemaduras, y la contaminación de fuentes de agua cercanas (Cusquillo, 2022).

1.3.6.1.1 Sólidos

Los fertilizantes sólidos pueden presentarse en forma de gránulos o en polvo para lo que, sirven para proporcionar nutrientes de manera inmediata a la planta liberándolos en el suelo para que esta a través de la raíz pueda asimilarlo. Los fertilizantes en polvo tienen la característica de disolverse rápidamente en agua, son útiles para la mezcla con otros fertilizantes (Camacho *et al.*, 2014).

1.3.6.1.2 Líquidos

Los fertilizantes líquidos son aquellas soluciones nutritivas que contienen macro y micronutrientes disueltos en agua, diseñadas para ser aplicadas al suelo o directamente a las plantas mediante el sistema de riego con la finalidad de proporcionar una rápida disponibilidad de nutrientes (Díaz y Luna, 2022).

1.4 Enfermedades y Plagas del pimiento

1.4.1 Enfermedades del pimiento

El cultivo de pimiento es susceptible a varias enfermedades causadas por hongos, virus y bacterias las cuales merman el desarrollo y la calidad de las plantas y frutos (Ojinaga, 2024).

1.4.1.1 *Fusarium (Fusarium oxysporum)*

Es un hongo muy habitual en la naturaleza en el mismo que afecta varios cultivos entre los que se encuentra el pimiento, genera enormes cifras de microconidias que germinan de forma sencilla. Ataca y daña el sistema vascular de las plantas, por ello causan daños a la raíz, decoloración de los tejidos vasculares, amarillamiento del follaje de las plantas y marchitez en hojas viejas que recorre hasta las nuevas (Culque, 2021)

1.4.1.2 *Podredumbre de los frutos (Alternaria tenuis)*

Alternaria forma parte a los hongos ascomicetos, grupo que son relacionados con la pudrición y deterioro de desechos de plantas. Sin embargo, muchas especies son consideradas como agentes patógenos de las plantas que generalmente afectan hojas, flores o los frutos (Escalera *et al.*, 2025).

1.4.1.3 *Podredumbre blanda (Erwinia carotovora)*

Es una bacteria que se encuentra en el suelo y en los restos de plantas, se esparcen a través de la salpicadura de suelos infectados, por el viento, los insectos y por el lavado postcosecha. Necesita elevadas temperaturas y humedad para comenzar la infección a través de las heridas del individuo (Coyotl *et al.*, 2025).

1.4.2 Plagas del pimiento

Las plagas constituyen uno de los principales problemas en la producción de pimiento ya que dañan partes de la planta o directamente la calidad del fruto, adicional a eso puede ser vectores de enfermedades (Chiguano y Pilatasig, 2022).

1.4.2.1 *Mosca blanca (Bemisia tabaci)*

Los daños por mosca blanca en las plántulas de pimiento son ocasionados por su aparato bucal, debido a su capacidad de succionar la savia de las hojas produciendo manchas cloróticas de color oscura, como consecuencia se reduce la capacidad fotosintética de la planta reduciendo la producción final (Vélez *et al.*, 2022).

1.4.2.2 Pulgón verde (*Myzus persicae*)

Esta incluido al grupo de los áfidos, constituyen un grupo de insectos que succionan la savia de los tejidos afectando diversos cultivos, adicional inyectan sustancias tóxicas que producen malformaciones trasmitiendo diversos virus como “Tobacco etch virus” por ello su transmisión es acelerada reduciendo la calidad del pimiento al manchar el fruto (Casapaico, 2024).

1.4.2.3 Araña Roja (*Tetranychus urticae*)

Poseen un aparato bucal en forma de estilete con en consecuencia dañan las flores y frutos, llegando a deformarlos debido a su saliva tóxica. Suelen aparecer en la época seca, llegando a aumentar su número poblacional gracias a las variaciones de temperatura (Rivas, 2021).

1.5 **Requerimientos nutricionales del pimiento**

El pimiento requiere fertilizantes que contenga nitrógeno (N) y responde de manera favorable, cuando se aplica en cantidades adecuadas, en cuanto al fósforo, la planta no es muy exigente, pero requiere una menor cantidad principalmente en la primera etapa de desarrollo, para fomentar el crecimiento de las raíces. A su vez, el calcio mejora la resistencia de los tejidos y aportan mayor consistencia a la pared del fruto (Eguez *et al.*, 2022).

1.6 **Tipos de abono orgánico**

Según Benalcázar y Pilatasig (2022), los abonos orgánicos constituye un elemento crucial para la regulación, de funciones relacionados con la productividad agrícola. El abono orgánico es el material resultante de la biodegradación natural de la materia orgánica, a través de la acción de los microorganismos presentes en el medio, transformándolos en otros beneficios que aportan nutrientes al suelo, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia se han analizado diversos tipos de abonos orgánicos.

1.6.1 **El estiércol natural**

El estiércol aporta nutrientes principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, y posee características que ayudan al proceso de compostaje, adecuada relación carbono: nitrógeno (C:N), alto contenido de microorganismos y humedad (Ortiz, 2020).

1.6.2 Los abonos compostados

Es una forma de transformar residuos orgánicos de las zonas urbanas, agrícolas o industrial en materia biológicamente estable que puede utilizarse como abono en el suelo o como sustratos en cultivos sin suelo, la preparación consiste en la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación en donde también intervienen diversos microorganismos, proceso el cual mejora la actividad del suelo aproximadamente de cinco a seis meses para su formación (Álvarez *et al.*, 2021).

1.6.3 Los abonos verdes

Los abonos verdes mantienen, mejoran y restauran propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, permitiendo que el suelo se enriquezca de nutrientes como nitrógeno a través de la fijación biológica de las plantas leguminosas y hace que absorba con mejor eficacia el fósforo disponible en el suelo, además de otros nutrientes reemplazando parcialmente la fertilización química (Castro *et al.*, 2024).

1.6.4 Gallinaza

La gallinaza es la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o el pollo, a la que se une la porción no digerible de los alimentos consumidos por las aves, diversas sales, microorganismos de la biota intestinal y plumas. Su composición depende principalmente de la dieta proporcionada y del sistema de alojamiento de las aves, por lo general los pollos crecen en un piso absorbente que puede ser viruta de madera o cascarilla de arroz, la aplicación de gallinaza puede provocar un incremento en la actividad biológica del suelo (Casas y Guerra, 2020).

1.6.5 Bioles

Los bioles son considerados como abonos orgánicos foliares, que se produce a partir del resultado de un proceso de digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales. Son ricos en fitohormonas, componente que ayuda en la germinación acelerada de semillas, también fortalecen el desarrollo del tallo, raíz y la floración de las plantas. Su acción aumenta significativamente la producción de la cosecha a bajos costos (Lucas *et al.*, 2021).

1.6.6 Propiedades de los bioles

Según Ramírez *et al.* (2023), los bioles contienen macro y micronutrientes esenciales para el desarrollo óptimo de las plantas, evidenciando concentraciones de (N), (P), (K), (Mg), (Fe), (Zn), (Cu), entre otros. Los nutrientes presentes en los bioles se encuentran de forma soluble por lo que facilita la absorción por las plantas, permitiendo reemplazar las soluciones nutritivas convencionales para los cultivos.

1.6.6.1 Biol de bovino

En bioles elaborados a partir de estiércol bovino, Garcés *et al.* (2017) realizaron una caracterización fisicoquímica completa y determinaron que, a los 45 días de fermentación el biol evidencio 24,96 % de materia orgánica, 0,165 % de nitrógeno (N), 2 536 ppm de fósforo (P), 240 ppm de potasio (K), 3 384 ppm de calcio (CA) y 1 023 ppm de magnesio (Mg), mientras que a los 60 días se reflejó 24,89 % de materia orgánica, 0,141 % de nitrógeno, 2 809 ppm de fósforo, 768 ppm de potasio, 3 284 ppm de calcio y 369 ppm de magnesio. Estos resultados evidencian que la composición química del biol varía incluso utilizando la misma materia prima, dependiendo del tiempo de fermentación, lo que puede influir directamente sobre la disponibilidad de nutrientes para las plantas y, por tanto, sobre la respuesta agronómica observada.

1.6.6.2 Biol de gallinaza

Respecto a los bioles elaborados con gallinaza, Candell *et al.*, (2017) reportaron concentraciones superiores de algunos nutrientes en comparación con los bioles bovinos. A los 45 días de fermentación, el biol de gallinaza presentó 21,61 % de materia orgánica, 0,223 % de nitrógeno (N), 3 904 ppm de fósforo (P), 880 ppm de potasio(K), 3 445 ppm de calcio y 1 018 ppm de magnesio. A los 60 días se registraron 20,75 % de materia orgánica, 0,199 % de nitrógeno, 2 745 ppm de fósforo, 658 ppm de potasio, 3 369 ppm de calcio y 1 032 ppm de magnesio. Los autores demostraron que las diferencias observadas fueron el tiempo de fermentación, demostrando la importancia de realizar análisis fisicoquímicos para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos en campo.

1.6.6.3 Biol de caprino

En cuanto al estiércol caprino, (Beltrán y Magdalena, 2022) la literatura científica sobre la caracterización de bioles es más limitada. No obstante, estudios sobre la composición del estiércol caprino indican que este material posee un elevado potencial como

fuelle de nutrientes para la elaboraci3n de biofertilizantes. Investigaciones desarrolladas en Ecuador reportaron que el esti3rcol caprino contiene aproximadamente 2,5 % de nitr3geno total, 70,15 % de materia org3nica, una relaci3n C/N de 16,27, 1 050,5 mg kg⁻¹ de f3sforo y 843,2 mg kg⁻¹ de potasio, valores que evidencian una composici3n diferente a la del esti3rcol bovino y que podr3an influir en la calidad nutricional del biol obtenido. Sin embargo, los autores destacan que estos valores corresponden al esti3rcol fresco y que durante la fermentaci3n ocurren procesos de mineralizaci3n y transformaci3n de nutrientes, por lo que resulta indispensable caracterizar el biol ya elaborado antes de evaluar su efecto agron3mico.

1.7 Investigaciones relacionadas

En estos documentos cient3ficos se investiga el uso de bioles org3nicos, demostraron ser beneficiosos en diversos cultivos. A continuaci3n, se presentar3n estudios relevantes que permiten evaluar el impacto de los bioles org3nicos en diferentes tipos de cultivos.

1.7.1 Aplicaci3n de un abono ed3fico y foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Gallo y Yanza (2022), en su investigaci3n observaron resultados significativos, entre los que destaca la mayor precocidad del pimiento a los 50 d3as despu3s de la siembra, diferenciando con 8 d3as respecto a la gallinaza y 58 d3as con respecto al tratamiento testigo. A su vez, el uso de biol aument3 significativamente la altura de la planta alcanzando una altura de 55,18 cm a los 60 d3as de evaluaci3n. En temas productivos el uso de biol en el cultivo de pimiento alcanz3 un rendimiento promedio de 9435.32 kg/ha.

1.7.2 Efecto del biol bovino y av3cola en la producci3n de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.)

Medranda *et al.* (2016), destacan que el uso del biol mejor3 significativamente el vigor de las plantas, la calidad de los frutos y el rendimiento del cultivo con respecto al testigo absoluto. La mayor producci3n se alcanz3 con las dosis 150 L/ha del biol de gallinaza y de bovino, respectivamente las cuales superaron el testigo qu3mico y absoluto. El tratamiento realizado con biol de gallinaza demostr3 mejores rendimientos en cuando a vigor y producci3n en relaci3n con el biol bovino debido a que la tasa de mineralizaci3n es mayor en esti3rcoles de aves.

1.7.3 Aplicación de dos abonos edáficos y 5 dosis de biol en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L).

Este estudio se centró en evaluar el efecto 5 concentraciones de bioles en el rendimiento del cultivo de pimiento, obteniéndose los siguientes resultados. La mayor eficiencia para la mayoría de los resultados fue para el tratamiento de los residuos de mataderos + 5 litros de biol donde mejora la actividad obtuvo 90% de porcentaje de emergencia, 65,83 cm de altura de la planta, 4.33 frutos, 120.89 g (Macias y Morán, 2021).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se desarrolló en el Centro de Apoyo Colonche perteneciente a la Universidad Península de Santa Elena, ubicado en la parroquia Colonche, península de Santa Elena, Ecuador. El área experimental se encuentra localizada geográficamente entre las coordenadas 2°01'20.4" de latitud sur y 80°40'48.9" de longitud oeste, a una altitud de 10 m.s.n.m.

2.1.1 Datos meteorológicos

La Tabla 2 muestra las principales condiciones meteorológicas registradas en el Centro de Apoyo Colonche de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, las cuales describen las diversas características del área experimental.

Tabla 2. Condiciones meteorológicas del Centro de Apoyo Colonche (Candell *et al.*, 2023).

Parámetros	Promedios
Altitud msnm	10
Temperatura °C	25°C a 26°C
Humedad relativa %	83% (entre 74% y 91%)
Precipitación mm	200- 300 mm
Topografía	Pendientes 2% a 5%
Textura	Franco arcilloso

2.2 Material biológico y condiciones experimentales

2.2.1 Material biológico

- 500 semillas certificadas de pimiento (Yolo Wander)

2.3 Materiales de oficina

- Cuaderno
- Laptop

2.3.1 Insumos orgánicos

- Biol bovino
- Biol gallinaza

- Biol caprino

2.4 Material de campo

- Piola
- Azadón
- Machete
- 21 letreros
- Cámara
- 4 semilleros de 150
- Cinta métrica
- Calibrador vernier
- Cinta de riego por goteo
- 2 bombas de aspersión manual de 10 L
- 4 kg de sustrato para semilla

2.4.1 Material para los tratamientos

- Bandejas
- Tanque de 200 L
- 3,8 L de melaza
- 1 saco de estiércol de cabra
- 1 saco de estiércol de vaca
- 1 saco de estiércol de pollo
- 6 sacos
- Pesa
- 1 saco de ceniza
- 4 sacos de hojas verde

2.5 Diseño de investigación

2.5.1 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, conformado por siete tratamientos y tres repeticiones, generando un total de 21 unidades experimentales. Los tratamientos estuvieron constituidos por un tratamiento control con fertilización química y

seis tratamientos correspondientes a la aplicación de bioles de origen animal en diferentes concentraciones (Tabla 5). El modelo lineal del diseño se detalla en la Tabla 4 y su fórmula es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ : media general

τ_i : Efecto de i-ésimo tratamiento

β_j : Efecto de j-ésimo bloque

ε_{ij} : Error experimental en la unidad j del tratamiento i.

Tabla 3. Esquema ANOVA del Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	t-1	6
Bloques	b-1	2
Error del experimento	(t-1) * (b-1)	12
Total	(t*b)-1	20

2.5.2 Descripción de los tratamientos

En la Tabla 4, se detallan los 7 tratamientos empleados en la investigación, el biol mejora la actividad consta de un testigo químico (T0) que es a base de una fertilización química convencional, y 6 tratamientos a base de bioles preparados con excretas de animales (vacas, gallinas y cabras), elaborado con dosis de 1 y 2 litros acorde a los tratamientos.

Las aplicaciones de biol fueron realizadas mediante aspersión foliar utilizando una bomba manual con capacidad de 10 litros. Por cada tratamiento se preparó una solución correspondiente utilizando el volumen establecido del biol y complementando el volumen restante con agua hasta alcanzar la capacidad máxima del equipo. La aplicación se realizó de manera uniforme sobre el área foliar de las plantas del experimento.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción	Repeticiones
T_0 FQ	Control con fertilización química convencional	3
T_1 BB1	Biol bovino diluido en concentraciones de 1 L de biol por bomba de 10 L de agua	3

T_2 BB2	Biol bovino diluido en concentraciones de 2 L de biol por bomba de 10 L de agua	3
T_3 BG1	Biol gallinaza diluido en concentraciones de 1 L de biol por bomba de 10 L de agua	3
T_4 BG2	Biol gallinaza diluido en concentraciones de 2 L de biol por bomba de 10 L de agua	3
T_5 BC1	Biol caprino diluido en concentraciones de 1 L de biol por bomba de 10 L de agua	3
T_6 BC2	Biol de caprino diluido en concentraciones de 2 L de biol por bomba de 10 L de agua	3

Las aplicaciones se realizaron con una frecuencia de unas veces por semana por semana durante el ciclo del cultivo, aplicando de manera uniforme el biol para proporcionar de manera continua los nutrientes a las plantas de pimiento. El volumen de solución utilizado en cada parcela correspondió al necesario para lograr una cobertura uniforme de las plantas establecidas en el experimento, manteniendo el mismo criterio de aplicación entre los bloques pertenecientes a un mismo tratamiento.

2.6 *Delineamiento experimental*

- **Diseño experimental: DBCA**
- Número de tratamientos: 7
- Número de bloques: 3
- Total, de unidades experimentales: 21
- Distancia entre hilera: 0.8 m
- Distancia entre parcela: 1 m
- Distancia entre planta: 0.40 m
- Área de parcela; 6,6 m²
- Número de plantas por tratamiento: 60
- Número de plantas de parcelas: 20
- Número de planta por muestreo: 10
- Largo de la parcela: 2,2 m
- Ancho de la parcela: 3 m
- Hilera por surco: 4
- Número total de planta: 420
- Área total del experimento: 304,2 m²

2.7 Distribución de los tratamientos

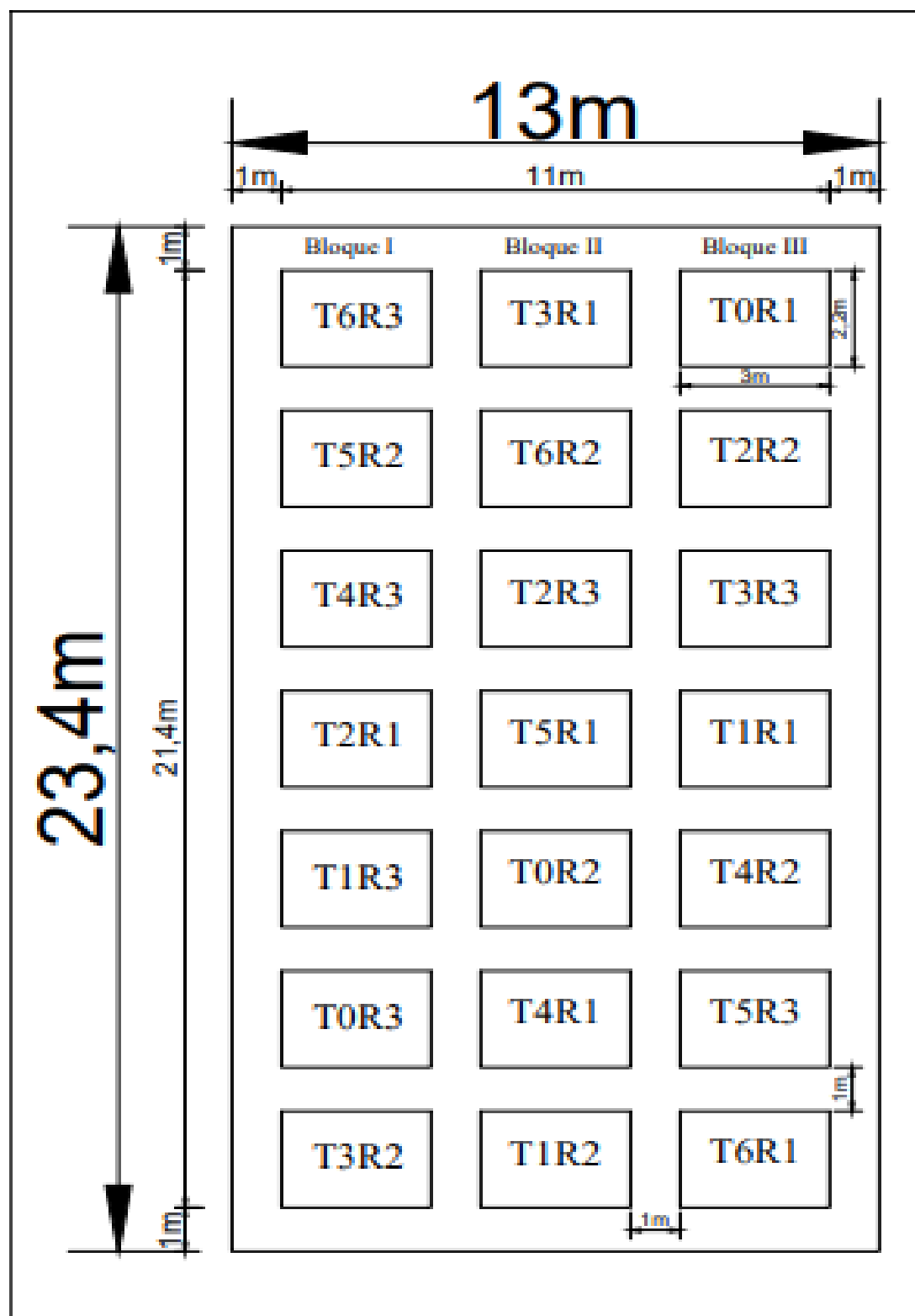


Figura 1. Croquis del área experimental.

2.7.1 Diseño de la unidad experimental

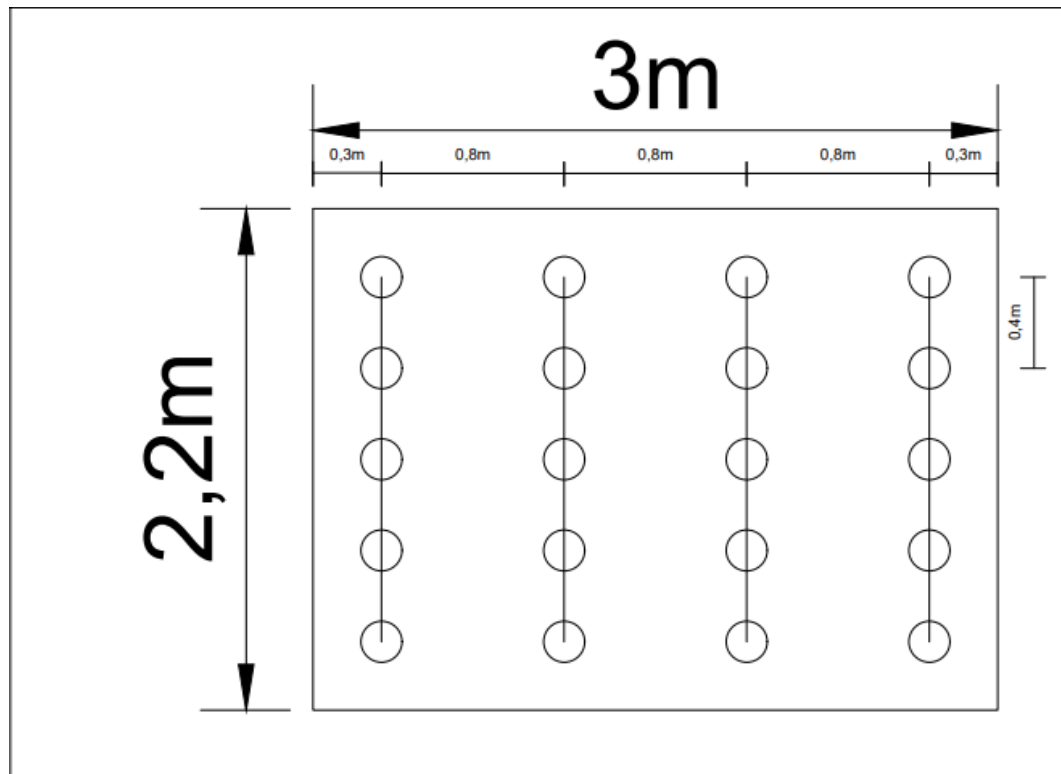


Figura 2. Esquema de la unidad experimental (Repetición).

2.8 Plan de fertilización

2.8.1 Requerimientos del pimiento

Según Dekker (2011), menciona que el pimiento requiere esencialmente nitrógeno y potasio asimilables para poder cumplir su ciclo reproductivo, pero a su vez también requiere de micronutrientes como el calcio, magnesio y azufre, tal como lo detalla la Tabla 5. Dichos valores fueron la base para la elaboración del plan de fertilización.

Tabla 5. Requerimientos nutricionales del pimiento.

Rendimiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
60 ton/ha	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
	163	77	250	59	45	39

Tabla 6. Plan de fertilización.

Parámetros		N	P	K	Ca	Mg	S
Rango Ópt. Suelo ⁻¹	Kg/ha	60-80	77-97	250-300	59-70	45-65	30-56
Nutrientes en el suelo	Ppm	5B	31B	166B	15B	4,8	30B
	Kg/ha	13B	78B	415B	38B	12B	75B
Requerimientos (kg/ha) ²		60	77	250	59	45	36
Req.+Rango Ópt.		120	154	500	118	90	66
Por aplicar [Kg/ha/año]		108B	77B	85B	81B	78B	-9B

2.8.2 Fuentes de fertilizantes sintéticos comerciales

Fuente requeridas para el cumplimiento de la demanda o extracción:

- ❖ Urea (46% de N)------(20 USD/saco de 50 kg)
- ❖ Súper fosfato triple (46% P₂O₅)------(26 USD/saco de 50 kg)
- ❖ Muriato de potasio (60% de K₂O)------(22 USD/saco de 50 kg)
- ❖ Sulfato de amonio (22% K₂O – 18% MgO – 22% S)------(25 USD/saco de 50 kg)
- ❖ Sulfato de Mg (25% MgO – 20% S)------(26 USD/saco de 50 kg)
- ❖ Óxido de magnesio (50% Ca – 5% S)------(18 USD/saco de 50 kg)

Tabla 7. Plan de fertilización total a aplicar.

# Sacos	Pres Kg	Producto	Nutrientes aplicados [Kg/ha/año]					
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
		Por aplicar [Kg/ha/año]	108	77	85	81	78	
2.6	50	UREA	60					
3.4	50	Super fosfato triple		78				
2.9	50	Muriato de potasio			87			
3	50	Sulfato de Mg					79	
2	50	Nitrato de calcio	48			81		
TOTAL APLICADO			108	78	87	81	79	

Tabla 8. Plan de fertilización por planta o parcela.

Producto	Kg/ha	g/planta
Por aplicar [Kg/ha/año]	Fertilizante	Fertilizante
UREA	108	3.46
Super fosfato triple	78	2.50
Muriato de potasio	87	2.78
Sulfato de Mg	81	2.59
Nitrato de calcio	79	2.53
Total	433	13.86

El plan de fertilización del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) se ejecutó mediante cinco aplicaciones, distribuidas desde el trasplante hasta la cosecha, con el objetivo de suministrar los nutrientes de acuerdo con los requerimientos fisiológicos del cultivo en cada etapa de desarrollo. La primera aplicación se realizó a los 15 días después del trasplante (DDT), con la finalidad de favorecer el establecimiento de las plantas y estimular el desarrollo inicial del sistema radicular. En la dosificación se efectuó a los 30 DDT, suministrando principalmente nitrógeno y fósforo mediante urea y superfosfato triple, para promover el crecimiento vegetativo, fortalecer las raíces y favorecer el desarrollo de tallos vigorosos. posterior a ello, durante la etapa de floración, se realizaron dos aplicaciones a los 45 y 60 DDT, incorporando fósforo, potasio y calcio mediante la aplicación superfosfato triple, muriato de potasio y nitrato de calcio, con el propósito de estimular la floración, mejorar el cuajado de los frutos y disminuir la caída de flores. Finalmente, a los 75 DDT, durante la etapa de maduración de los primeros frutos, se aplicaron potasio y magnesio mediante muriato de potasio y sulfato de magnesio, con el fin de mejorar el tamaño, la firmeza, la coloración y la calidad comercial de los frutos. Este programa de fertilización se estableció considerando las necesidades nutricionales del cultivo en cada fase fenológica, permitiendo un adecuado crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

2.9 Acondicionamiento del área

2.9.1 Preparación del terreno

Se aplicó la metodología empleada por Loor y Solórzano (2022), se preparó el suelo con una profundidad de 30 cm. Primero se realizó una labranza principal, luego se realizó

una limpieza general del área. Después de ello se procedió con el roturado y nivelado del terreno, actividad contamos con la ayuda de la maquinaria pesada (tractor).

2.9.2 Siembra en semillero

Para la siembra en bandejas germinadoras se empleó humus de lombriz como sustrato de germinación. Se seleccionaron las semillas en mejor estado fitosanitario y se sembraron en las bandejas, cubriéndolas con una fina capa de sustrato. Posteriormente, se aplicó un riego inicial y las bandejas se cubrieron con una funda plástica para reducir la pérdida de humedad por evaporación y favorecer la germinación. Durante el desarrollo de las plántulas, se realizaron riegos cada dos días hasta el momento del trasplante, con el fin de mantener una adecuada humedad del sustrato (Mendoza, 2021).

2.9.3 Trasplante

Siguiendo las recomendaciones de Pavón et al. (2021), el trasplante se realizó a los 30 días después de la siembra. Este proceso se realizó de manera manual, colocando las plántulas en puntos de siembra de 2 y 2.5 cm de profundidad. La densidad de siembra se estableció un distanciamiento de 40 cm entre planta y 80 cm entre surcos.

2.9.4 Instalación de sistema de riego

Se empleó un sistema de riego por goteo de 16 mm de diámetro, colocados a intervalos de 20 cm entre gotero. Después del trasplante se estableció un programa de riego durante las primeras semanas, con la finalidad de proporcionar la humedad necesaria para la adaptabilidad de la planta, se estableció un régimen de riego de 2 horas al día que se iba a suministrar agua (Monge *et al.*, 2022).

2.9.5 Control de maleza

El control de arvenses se realizó de manera manual y de manera constante en las parcelas experimentales, con la finalidad de evitar competencias de agua, luz y nutrientes manteniendo un entorno favorable para el desarrollo del cultivo (Gómez y Morales, 2020).

2.9.6 Control de plagas

El monitoreo de plagas se realizó durante todo el ciclo reproductivo, de manera constante una vez por semana, ante la presencia de insectos que afecten las plantas, se

implementaron trampas biológicas y se aplicaron infusiones a base de ajo, ají y neem. Estas aplicaciones se aplicaron a través del uso de una mochila aspersora (Erthal, 2011).

2.10 Elaboración del biol

2.10.1 Elaboración de los bioles orgánicos (cabra, vaca y pollo)

Para la elaboración del biol se empleó la guía descrita por Barquero et al. (2020). Se elaboraron tres tipos de biol utilizando como fuente principal de materia orgánica estiércol bovino, caprino y gallinaza. Para cada tipo de biol se empleó un recipiente plástico de 200 litros, con la finalidad de evitar la contaminación cruzada entre tratamientos. Cada recipiente fue debidamente identificado de acuerdo con el tipo de estiércol empleado y destinado exclusivamente a la fermentación de un solo tratamiento.

La elaboración de cada biol se realizó utilizando la siguiente composición: 10 kg de estiércol de cada tipo de animal (bovino, caprino y aviar), 3 litros de melaza, 2 kg de ceniza de madera y aproximadamente 5 libras de material vegetal fresco. El material vegetal fresco empleado estuvo compuesto por hojas verdes propias de la zona experimental, las cuales fueron incorporadas como fuente adicional de materia orgánica.

Posteriormente, se adicionó agua hasta alcanzar la capacidad máxima del tanque y se procedió a agitar la mezcla con la finalidad de favorecer el proceso de fermentación. Los recipientes fueron sellados herméticamente para propiciar condiciones anaeróbicas y promover una fermentación adecuada de la materia orgánica. Durante todo este período, se realizaron unas observaciones periódicas que están relacionadas con el cambio de color y las características del olor, como unos indicadores del avance del proceso fermentativo.

El proceso de fermentación tuvo una duración de tres meses. Una vez concluido este período, se realizó una evaluación visual del biol, se identificó una coloración característica entre ocre y marrón, además de un olor agradable, características consideradas indicadoras de la fermentación del biol.

Posteriormente, cada tratamiento de biol fue sometido a un proceso de colado para eliminar los residuos sólidos presentes en la mezcla. Los productos obtenidos fueron envasados y almacenados en recipientes plásticos de 20 litros, previamente desinfectados y rotulados, y conservados en condiciones de sombra hasta el momento de su aplicación.

El volumen final recuperado de cada biol después del proceso de colado fue de aproximadamente 140 a 150 litros, para lo que fueron destinados posteriormente a la preparación de las soluciones utilizadas en los diferentes tratamientos evaluados. Aplicación del biol.

Una vez transcurrido el tiempo de adaptación de las plántulas de pimiento, se procedió a la aplicación del biol, con la ayuda de bomba de aspersión de 10 litros. Se dosificó según lo detalla la Tabla 5, completando el volumen restante con agua para su mejor dilución.

2.11 Cosecha

Luego de que la flor fuera polinizada el fruto demora de 35 a 50 días para que la fruta desarrolle y esté lista para cosechar el pimiento, después de la primera cosecha cada 7 días se vuelve a cosechar debido a que todas las flores no salen al mismo tiempo (Macias y Morán, 2021).

2.12 Parámetros evaluados

2.12.1 Morfológicos

Altura de la planta: esta variable se midió en los días 40, 55, 70, 85 y 100 días de acuerdo al desarrollo del cultivo, para ello se va a hacer una elección de plantas de cada tratamiento al azar para poder medir la altura de la planta desde la base hasta el ápice con ayuda de un flexómetro, expresado en centímetros (Delgado *et al.*, 2021).

Diámetro del tallo: con la ayuda del calibrador o pie de rey se procedió a medir la circunferencia del tallo de las plantas de pimiento en los días 40, 55, 70, 85 y 100 después de la siembra (Rivera, 2022).

Días hasta la floración: esta variable se determinó mediante la observación directa en cada uno de los tratamientos, se contabiliza los días transcurridos a partir de la siembra en semilleros hasta que planta entre en floración (Moreno *et al.*, 2011).

2.12.2 Variables de producción

Número de frutos por planta: se realizó el registro de esta variable contando el número de frutos en las mismas plantas que se midieron anterior de los 7 tratamientos, una vez que alcanzaron su desarrollo fisiológico a los 80 días.

Longitud de frutos: se tomaron de cada parcela en las plantas centrales, 5 frutos al azar de cada planta y con la ayuda del calibrador se pudo medir la longitud en cm, desde la base hasta ápice del fruto y se obtuvo un promedio.

Diámetro de fruto: así mismo con el diámetro se sacó con el calibrador para sacar un promedio de los frutos de las plantas centrales.

Peso del fruto: se procedió a pesar en gramos los mismos frutos recolectados con ayuda de una balanza digital, luego se hizo un promedio de cada planta.

Determinación del rendimiento por hectárea ($t \cdot ha^{-1}$)

El rendimiento del cultivo se determinó mediante la estimación de la producción promedio por planta, considerando el peso promedio del fruto y el número de frutos obtenidos en las plantas evaluadas de cada unidad experimental. Para ello, se registró el peso de los frutos cosechados y el número de frutos por planta en 10 plantas seleccionadas por parcela. Posteriormente, se calculó la producción individual por planta mediante la siguiente ecuación:

$$PP = PF \times NFP$$

Donde:

PP= Producción por planta (g)

PF = Peso promedio del fruto (g)

NFP = Número de frutos por planta

Una vez obtenida la producción promedio por planta, se realizó la extrapolación a una hectárea considerando la densidad poblacional del cultivo, calculada mediante el distanciamiento de siembra establecido (0,80 m entre hileras y 0,40 m entre plantas), equivalente a 31 250 plantas ha^{-1} . El rendimiento se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$Rendimiento (kg/ha) = \frac{PP \times 31\ 250}{1000}$$

Donde:

PP = Producción promedio por planta (g)

31 250 = Número de plantas por hectárea

1000 = Factor de conversión de gramos a kilogramos

Finalmente, los valores obtenidos en kg ha⁻¹ fueron transformados a toneladas por hectárea (t ha⁻¹) mediante la conversión:

$$\text{Rendimiento (t/ha)} = \frac{\text{Rendimiento (kg/ha)}}{1000}$$

Los datos de rendimiento obtenidos fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con siete tratamientos y tres repeticiones.

2.13 Análisis estadístico de los resultados

Los parámetros morfológicos y productivos obtenidos fueron analizados y procesados a través del software estadístico InfoStat. Se realizó un análisis de ANOVA y una prueba de media de Tukey con un nivel de significancia ($p < 0.05$) entre cada tratamiento evaluados con el propósito de determinar una media estadística significativa.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Efectos que tienen los tratamientos en los parámetros morfológicos del cultivo

3.1.1 Altura de la planta (AP)

Los resultados presentados en la Tabla 9 muestran el comportamiento de la altura de planta del cultivo de pimiento desde los 40 hasta los 100 días después del trasplante (DDT), registrándose valores entre 3.27 y 25.11 cm. El análisis de varianza evidenció diferencias estadísticas altamente significativas durante las diferentes fechas de evaluación ($p < 0,0001$), indicando que las fuentes de fertilización orgánica generaron diferentes respuestas en el desarrollo vegetativo del cultivo.

Tabla 9. Altura de planta (cm) del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal, evaluada a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.

Tratamiento	Símbolo	AP40	AP55	AP70	AP85	AP100
T0	FQ	4,57 a	6,63 d	11.64 a	19,77 b	24,39 b
T1	BB1	4,30 b	7.67 b	10.93 c	21,89 a	25,11 a
T2	BB2	3,43 d	7.53 bc	11.30 b	19.53 c	23,48 c
T3	BG1	3,92 c	8.4a	11.57 a	17.15 c	21,65 d
T4	BG2	3,83 c	8.54 a	11.03 c	17.89 d	21,51 d e
T5	BC1	3.27 e	6.38 e	9.40 e	17.77 d	21,48 e
T6	BC2	4,51 a	7.40 c	10.73 d	16.29 f	21.58 d e
CV%		1,12	0,65	0,35	0,33	0,22
P<0.05		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). *

A los 40 días después de la siembra se registraron valores entre 3.27 cm y 4.57 cm, donde el tratamiento con la fertilización química F0 (FQ) presentó el mejor comportamiento con respecto al tratamiento T5(BC1). Posteriormente, a los 55 (DDT), el tratamiento T3 (BG1) y T4(BG2) presentaron un mejor comportamiento con respecto a los otros tratamientos, mientras que el tratamiento T5 (BC1) alcanzó el menor promedio con 6.85 cm.

A los 70 (DDT), los tratamientos mantuvieron valores semejantes estadísticamente a diferencia del tratamiento T5(BC1) que presentó un comportamiento inferior. Sin embargo, a los 85 (DDT) el tratamiento T1 (BB1) mostró el mejor comportamiento agronómico con una altura promedio de 21,89 cm, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos y superando al tratamiento T6 (BC2), que presentó el menor promedio con 16.29 cm.

Finalmente, a los 100 (DDT) el tratamiento T1 (BB1) continuó presentando el mayor crecimiento vegetativo con 25.11 cm, con respecto a los otros tratamientos.

Los resultados obtenidos evidenciaron que el tratamiento T1 (BB1) alcanzó la mayor altura de planta a los 100 días con (25.11 cm), superando al tratamiento con fertilización química convencional (24.39 cm). Indica que la aplicación de biol bovino en dosis de 1 L favoreció el crecimiento vegetativo del cultivo. Desde el punto de vista fisiológico, este efecto no solo se relaciona a la disponibilidad de nutrientes, sino en la que estos son liberados y asimilados por la planta.

Durante la elaboración del biol, a partir de estiércol de bovino, ceniza, hojas verdes y melaza, se generan compuestos orgánicos como ácidos húmicos, aminoácidos. Estos compuestos favorecen la actividad microbiana del suelo, facilitando la absorción de nutrientes esenciales como el nitrógeno, el biol mejora la actividad está relacionado al crecimiento vegetativo y elongación celular (Tan *et al.*, 2021).

La diferencia observada entre las dosis de 1L y 2L, no necesariamente entre mayor concentración mejor respuesta del cultivo, ya que esto podría estar asociado a la saturación en el suelo o aun posible desequilibrio osmótico en la zona radicular lo que puede limitar la absorción de nutrientes, dicho esto una dosis moderada permite una mejor asimilación y aprovechamiento de los compuestos presentes en el biol (Jagadish, 2022).

Estos resultados presentan similitud con lo reportado por Neira (2025), quien observó que plantas de pimiento híbrido Salvador alcanzaron una altura de 41.98 cm a los 85 días después del trasplante, superando tratamientos basados en fertilizantes elaborados a partir de residuos frutales, que registraron 38.20 cm. Aunque las alturas obtenidas en la presente investigación fueron inferiores, el comportamiento observado coincide al evidenciar una respuesta positiva del cultivo frente al uso de fertilizantes orgánicos.

De igual manera, estos valores altos observados en los tratamientos con biol coinciden con Mamani (2015) en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), donde la aplicación de (BB) permitió alcanzar una (AP) de (73.35 cm), siendo significativamente superior a los demás tratamientos evaluados. En contraste, los tratamientos con (BG) y (BC) de la presente investigación registraron alturas finales entre (21.46 y 21.70 cm,) lo que sugiere que la respuesta del cultivo depende de la composición nutricional de cada biol. Estos antecedentes

respaldan que el biol bovino constituye una alternativa eficiente para estimular el crecimiento vegetal y puede alcanzar resultados comparables o superiores a los obtenidos con fertilización química convencional.

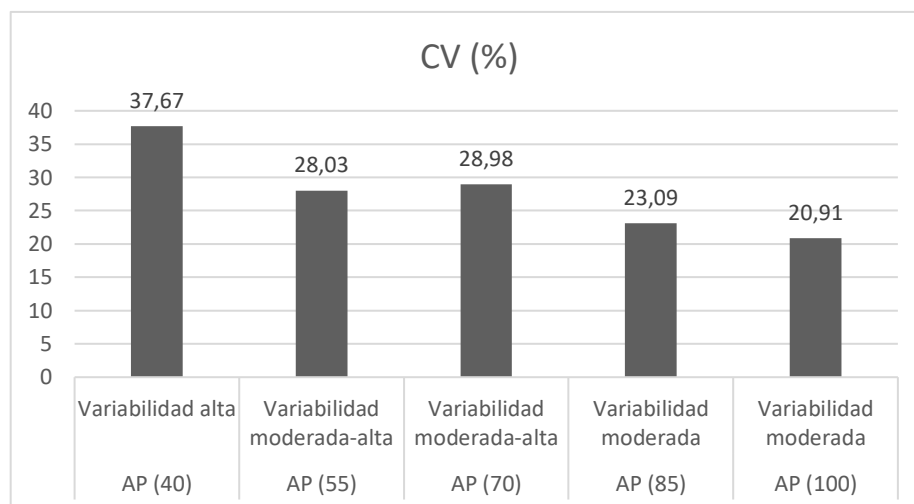


Gráfico 1. Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta (cm) evaluada a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra.

En la variable altura de la planta, el coeficiente de variación disminuyó progresivamente de 34,85% en AP40 a 6,08% en AP100. Esto indica que las mediciones presentaron una alta dispersión en las etapas iniciales del cultivo, mientras que en las evaluaciones finales la variabilidad fue menor, reflejando una mayor uniformidad en el crecimiento de las plantas y una adecuada precisión experimental. La elevada variabilidad observada en AP40 podría estar asociada al efecto del ataque de la plaga negrita (*Prodiplosis longifila*), por lo que afectó de manera diferencial el desarrollo de las plantas durante las primeras etapas del cultivo. Sin embargo, conforme avanzó el ciclo de crecimiento, las plantas mostraron una respuesta más homogénea, lo que se evidencia en la reducción progresiva de los valores del coeficiente de variación.

3.1.2 Diámetro del tallo (DT)

Para la variable diámetro del tallo (DT), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$) (Tabla 10). El tratamiento T1 (BB1) presentó el mayor diámetro promedio con 1.05 cm, mientras que el tratamiento T4 (BG2) registró el menor valor con 0.58 cm.

Tabla 10. Diámetro del tallo (cm) del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal, evaluado a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.

Tratamiento	Símbolo	DT40	DT55	DT70	DT85	DT100
T0	FQ	0.13 bc	0.23 b	0.29 c	0.54 cd	0.74 de
T1	BB1	0.18 a	0.30 a	0.50 a	0.7 a	1.05 a
T2	BB2	0.18 a	0.28 a	0.40 bc	0.64 ab	0.88 bc
T3	BG1	0.13 bc	0.22 c	0.31 c	0.47 cd	0.64 ef
T4	BG2	0.12 c	0.22 c	0.32 cd	0.44 d	0.58 f
T5	BC1	0.17 ab	0.28 a	0.47 ab	0.73 a	0.95 ab
T6	BC2	0.16 ab	0.30 a	0.40 bc	0.56 bc	0.79 cd
CV%		37.67	28.03	28.98	23.09	20.91
p<.05		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). *

En las primeras evaluaciones realizadas a los 40 días después del trasplante (DT40), los tratamientos T1 (BB1) y T2 (BB2) presentaron diferencias altamente significativas con respecto a los otros tratamientos, evidenciando una respuesta temprana favorable al uso de bioles de origen bovino. Por otro lado, el tratamiento T4 (BG2) mostró el menor diámetro inicial con 0.12 cm, indicando un desarrollo más lento durante esta etapa inicial del cultivo.

A los 85 días DDT (DT85), se observó un incremento progresivo en todos los tratamientos, destacándose el tratamiento T5 (BC1) con 0.73 cm y el tratamiento T1 (BB1) con 0.70 cm, lo cual refleja que la aplicación de bioles favoreció el crecimiento sostenido del tallo durante la fase de desarrollo fisiológico. En contraste, el tratamiento T4 (BG2) mantuvo los valores más bajos con 0.44 cm.

Finalmente, a los 100 días después del trasplante (DT100), el tratamiento T1 (BB1) alcanzó el mayor diámetro promedio estadísticamente con 1.05 cm, seguido por T5 (BC1) con 0.95 cm, mientras que el tratamiento T4 (BG2) presentó el menor valor con 0.58 cm. Estos resultados evidencian que los tratamientos con biol bovino promovieron un mayor desarrollo del tallo hasta la etapa final de evaluación.

El mejor comportamiento observado en el tratamiento T1 (BB1) sugiere que la aplicación de biol a base de estiércol bovino en dosis de 1L favoreció el desarrollo del tallo, posiblemente debido al aporte equilibrado de nutrientes y materia orgánica, donde influyen

en los procesos de división celular en el cambium vascular y con la posterior lignificación de los tejidos durante el crecimiento de la planta (Mahmud *a et al.*, 2021).

Agronómicamente, un mayor diámetro del tallo representa una característica deseable, debido a que se relaciona con plantas más vigorosas, mayor capacidad de sostén y mejor transporte de agua y nutrientes.

Los resultados obtenidos permiten inferir que el biol bovino aplicado a dosis moderadas puede constituir una alternativa viable para promover el crecimiento vegetativo del cultivo de pimiento, ya que dosis elevadas pueden generar un desequilibrio en la solución del suelo, afectando la absorción radicular y limitando el desarrollo eficaz del tallo (Sönmez y Akgün, 2023)

Los datos obtenidos muestran cierta concordancia con lo reportado por Rodríguez et al. (2020), quienes pudieron evaluar variables de crecimiento en el cultivo de pimiento, registrando unas diferencias significativas en el desarrollo del tratamiento T1 biol a base de estiércol bovino que alcanzó un promedio de 1.05 cm, mientras que el tratamiento T4 biol a base de gallinaza presentó 0.58 cm, evidenciando diferencias en la respuesta de las plantas según el tipo de biol aplicado.

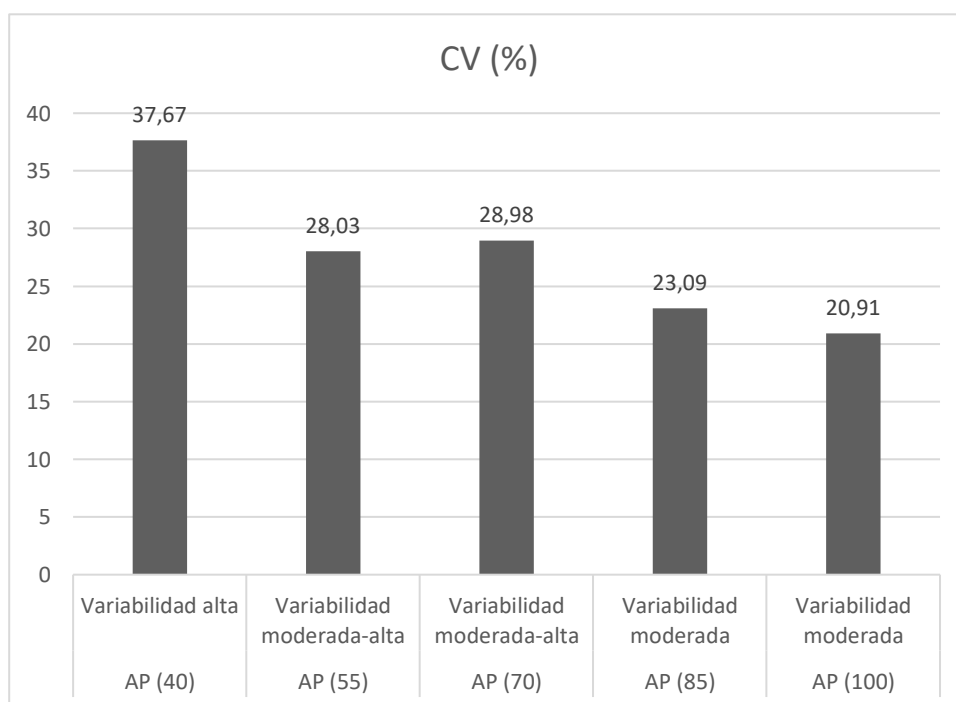


Gráfico 2. Efecto de los tratamientos sobre el diámetro del tallo (cm) evaluado a los 40, 55, 70, 85 y 100 días después de la siembra.

En la variable diámetro del tallo, el coeficiente de variación presentó una tendencia decreciente a lo largo de las evaluaciones, pasando de 37.67% en DT40 a 20.91% en DT100. Estos resultados indican que existió una alta variabilidad entre las plantas durante las primeras etapas de desarrollo, lo cual fue disminuyendo progresivamente conforme avanzó el ciclo del cultivo. La reducción del CV sugiere una mayor uniformidad en la respuesta de los tratamientos sobre el engrosamiento del tallo y una mejora en la precisión experimental durante las evaluaciones finales.

Asimismo, la mayor dispersión observada en DT40 pudo estar asociada a factores ambientales y a la incidencia de negrita (*Prodiplosis longifila*) durante las etapas iniciales del cultivo, afectando de manera diferencial el crecimiento de las plantas. Sin embargo, a medida que avanzó el desarrollo vegetativo, los tratamientos mostraron una respuesta más homogénea, reflejada en la disminución gradual de los valores del coeficiente de variación.

3.1.3 Días a la floración (DF)

Para la variable días a la floración (DF), el análisis estadístico evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0.0001$) tal como lo indica la Tabla 11. Los tratamientos presentaron variaciones en el tiempo requerido para alcanzar la floración. Los tratamientos T0 (FQ) y T1 (BB1) registraron el menor número de días a la floración con 71 días respectivamente, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos. Por su parte, el tratamiento T2 (BB2) alcanzó la floración a los 72 días, mientras que T3 (BG1) lo hizo a los 73 días.

Tabla 11. Días a la floración del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.

Tratamiento	Símbolo	DF
T0	FQ	71 e
T1	BB1	71 e
T2	BB2	72 d
T3	BG1	73 c
T4	BG2	74 ab
T5	BC1	75 a
T6	BC2	74 ab
CV%		1,41
P<0.05		<0,0001

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). *

Los tratamientos T4 (BG2) y T6 (BC2) presentaron valores intermedios con 74 días, sin diferencias estadísticas entre ellos, mientras que el tratamiento T5 (BC1) mostró el mayor período hasta la floración con 75 días, ubicándose en el grupo estadístico superior.

Se infiere que las diferencias observadas en el tiempo de floración pueden tener relación con la disponibilidad y asimilación de nutrientes aportados por cada tipo de biol, para lo que influyen directamente en la actividad metabólica y en la transición de la fase vegetativa a la reproductiva. Un menor número de días a la floración puede interpretarse como una respuesta favorable en el desarrollo fenológico del cultivo, permitiendo una mayor precocidad productiva.

El biol, al ser un fertilizante orgánico fermentado elaborado con estiércol, melaza y material vegetal, aporta nutrientes disponibles y compuestos bioactivos que pueden acelerar el metabolismo de la planta. En particular, el nitrógeno influye en el crecimiento vegetativo, mientras que el fósforo juega un papel fundamental en la inducción floral y el desarrollo reproductivo (Alexander *et al.*, 2022).

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos T0 (FQ) y T1 (BB1) promovieron una mayor precocidad en la floración del cultivo de pimiento, mientras que el tratamiento T5 (BC1) mostró un comportamiento más tardío en comparación con los demás tratamientos evaluados.

3.2 Efectos de los tratamientos en los parámetros productivos del cultivo

3.2.1 Diámetro del fruto (DF)

Para la variable diámetro del fruto (DF), se evidenciaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$) (Tabla 12). El tratamiento T1 (BB1) presentó el mayor diámetro promedio del fruto con 8.27 cm, mientras que el tratamiento T6 (BC2) registró el menor valor con 6.30 cm.

Tabla 12. Diámetro del fruto (cm) del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) influenciado por la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.

Tratamiento	Símbolo	DF
T0	FQ	7.60 ab
T1	BB1	8.27 a
T2	BB2	6.98 bc
T3	BG1	7.04 bc

T4	BG2	6.90 bc
T5	BC1	6.35 c
T6	BC2	6.30 c
CV%		16.58
P<0.05		<0.0001

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). *

El mejor comportamiento observado en el tratamiento T1 (BB1) sugiere que la aplicación de biol bovino a dosis de 1 L favoreció el desarrollo del fruto, posiblemente debido al aporte equilibrado de nutrientes y materia orgánica, para lo que influyen en los procesos de división y expansión celular durante la etapa de fructificación.

El biol, al ser un fertilizante orgánico obtenido mediante fermentación de estiércol, melaza y hojas verdes, aporta nutrientes esenciales y compuestos bioactivos que pueden mejorar el metabolismo vegetal. En particular, el fósforo juega un papel clave en la formación de flores y frutos, mientras que el potasio interviene en la translocación de foto asimilados hacia los órganos reproductivos, favoreciendo el desarrollo de un mayor número de frutos por planta (Sardans y Peñuelas, 2021).

Los datos obtenidos muestran concordancia con lo reportado por Rodríguez et al. (2021), quienes evaluaron el diámetro del fruto en lo que respecta a la variedad La muyó, registrando valores entre 6 y 8 cm. En comparación, el tratamiento T1 (BB1) alcanzó un promedio de 8.27 cm, mientras que en el tratamiento T6 (BC2) presentó 6.30 cm, encontrándose ambos dentro del rango reportado por los autores mencionados.

Estos resultados indican que el uso de biol bovino a dosis de 1 L podría llegar constituir una alternativa viable para mejoras en las características físicas del fruto en el cultivo de pimiento.

3.2.2 Longitud del fruto (LF)

Los resultados en la Tabla 13 correspondientes a la longitud del fruto presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), obteniéndose valores entre 6.07 y 8.16 cm.

Tabla 13. Longitud del fruto (cm) del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.

Tratamiento	Símbolo	LF
T0	FQ	7.16 b
T1	BB1	8.16 a
T2	BB2	6.79 c
T3	BG1	6.37 d
T4	BG2	6.18 d
T5	BC1	6.11 d
T6	BC2	6.07 d
CV%		6.55
P<0.05		<0.0001

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). *

El tratamiento T1 (BB1) registró el mayor promedio con 8.16 cm, mientras que el tratamiento T6 (BC2) obtuvo el menor valor con 6.07 cm. El mejor desempeño del tratamiento T1 (BB1) evidencia que el biol bovino promovió el crecimiento longitudinal del fruto.

De manera similar, Hernández et al. (2021) reportaron longitudes entre 6.70 y 7.98 cm en frutos de pimiento. Comparativamente, el tratamiento T1 (BB1) superó estos valores al registrar 8.16 cm. Los resultados sugieren que la aplicación de biol bovino favoreció positivamente el desarrollo y calidad física de los frutos.

3.2.3 Peso del fruto (PF)

En la Tabla 14 se evidencian los resultados de la variable peso del fruto, en el biol mejora la actividad se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos ($p<0.0001$).

Tabla 14. Peso del fruto (g) del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) influenciado por la aplicación de diferentes bioles de origen animal en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, 2026.

Tratamiento	Símbolo	PF
T0	FQ	109.22 b
T1	BB1	164.83 a
T2	BB2	113.83 b
T3	BG1	108.97 b
T4	BG2	109.6 b
T5	BC1	98.99 bc

T6	BC2	90.94 c
CV%		20.34
P<0.05		<0.0001

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). *

El tratamiento T1 (BB1) obtuvo el mayor promedio con 164.83 g, superando ampliamente al tratamiento T6 (BC2), que presentó el menor valor con 90.94 g. El incremento del peso del fruto observado en T1 (BB1) indica una mejor respuesta productiva del cultivo ante la aplicación del biol bovino.

Los resultados obtenidos muestran concordancia con los reportados por Medranda *et al.* (2016), quienes evidenciaron incrementos significativos en el rendimiento y la calidad de los frutos de pimiento mediante la aplicación de bioles de origen animal, alcanzando un peso promedio de 121,40 g por fruto. Aunque el valor que se registró en el tratamiento T1 (164,83 g) fue superior al reportado por dichos autores, ambos estudios coinciden al señalar que el uso de bioles contribuye de manera positiva al vigor de las plantas y a la productividad del cultivo. Las diferencias observadas entre los resultados se pueden atribuir a factores como las condiciones edafoclimáticas, la composición del biol utilizado, también al manejo agronómico y las características genéticas propias del material vegetal empleado.

Los resultados obtenidos evidenciaron que el tratamiento T1 (BB1) alcanzó un mayor peso promedio de fruto (164,83 g), lo que demuestra el efecto favorable que tiene el biol bovino sobre el desarrollo productivo del cultivo además estos resultados coinciden con los que fueron reportados por Barahona-Casanova *et al.* (2026), quienes evaluaron diferentes biostimulantes orgánicos en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) también encontraron que el tratamiento con biol produjo los mejores resultados agronómicos, registrando un peso de fruto de 360,31 g.

La similitud que se encuentra presente entre ambos estudios confirma que la aplicación de bioles constituye una alternativa que es eficiente para así incrementar el peso y la calidad que se obtiene de los frutos de pimiento. En este sentido, el mayor peso obtenido en T1 (BB1) podría llegar a estar relacionado con una mayor disponibilidad de nutrientes y sustancias bioactivas presentes en el biol bovino, las cuales favorecen a la acumulación de biomasa y también al desarrollo adecuado de los frutos, traduciéndose así en una mayor productividad del cultivo.

3.2.4 Rendimiento por hectárea (Ton/ha)

En la Tabla 15 se presentan los rendimientos del cultivo de pimienta expresado en ton/ha obtenidos bajo la aplicación de diferentes tipos de bioles de origen animal en dos concentraciones distintas. En el biol mejora la actividad el análisis de varianza evidenció una alta diferencia significativa entre tratamiento ($p < 0.0001$), con un coeficiente de variación de 7.93%. El tratamiento con estiércol bovino en concentraciones de 1000 ml (BB1) reportó el mayor rendimiento con 10.08 ton/ha, diferenciándose estadísticamente del T6 (BC2), que presentó el menor rendimiento con 6.94 t/ha. Los tratamientos FQ, BB2, BG1, BG2 y BC1 mostraron valores intermedios compartiendo grupo de significancia de acuerdo con la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 15. Rendimiento del cultivo de pimienta en ton/ha bajo la aplicación de tres tipos de bioles a base de estiércol de animal con distinta concentración en comparación con el tratamiento químico en el Centro de Apoyo Colonche UPSE, provincia de Santa Elena

Tratamiento	Símbolo	Rendimiento Ton/ ha
T0	FQ	8.82 ab
T1	BB1	10.08 a
T2	BB2	8.54 abc
T3	BG1	8.26 abc
T4	BG2	8.04 bc
T5	BC1	7.20 bc
T6	BC2	6.94 c
CV%		7.93
P<0.05		<0,0001

* Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración 1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2).*

Estos resultados coinciden por lo descrito por Barahona *et al.* (2026) quien menciona que la aplicación de biofertilizantes como el biol elaborado a base de estiércol de bovinos aumenta el rendimiento del cultivo debido a una mayor disponibilidad de nutrientes por la descomposición de la materia orgánica utilizada en el proceso de elaboración del biol.

En conjunto, los resultados obtenidos en esta investigación y los reportados por otros autores evidencian diferencias presentes en los parámetros morfológicos y productivos evaluados.

Los resultados obtenidos evidencian el efecto favorable que tiene la aplicación de bioles en la productividad del cultivo de pimiento. Estos hallazgos se relacionan con lo que fue reportado por Casanova *et al.* (2026), quienes evaluaron biostimulantes orgánicos y determinaron que el tratamiento con biol alcanzó un rendimiento de 24,02 t ha⁻¹, destacándose, así como una alternativa muy eficiente para mejorar la producción del cultivo.

3.3 Calidad comercial

El análisis económico evidenció que la aplicación de bioles si mejoró la rentabilidad del cultivo con respecto testigo. El tratamiento T0 (FQ) presentó la menor rentabilidad de todos (0,14 %), reflejando los menores beneficios económicos dentro del estudio. En contraste, el tratamiento T1 (BB1) obtuvo el mayor ingreso bruto (USD 7.600,00), la mayor utilidad neta (USD 2.461,24), la mejor relación respecto a beneficio/costo (1,48) y la mayor rentabilidad (47,90 %), consolidándose, así como la alternativa económicamente más eficiente entre las anteriormente mencionadas. Los tratamientos T5 (BC1), T4 (BG2) y T6 (BC2) también mostraron unos resultados favorables, aunque con los indicadores inferiores a los alcanzados por T1. En términos generales, los tratamientos con la aplicación de bioles superaron ampliamente al testigo, demostrando que su uso si incrementa la rentabilidad del cultivo y mejora los ingresos del productor.

Tabla 16. Análisis económico del cultivo de pimiento bajo la aplicación de diferentes bioles elaborados a base de estiércol animal en comparación con el tratamiento químico en el Centro de Apoyo Colonche-UPSE, provincia de Santa Elena.

Tratamiento	Costo Base	Costo del Tratamiento	Costo de producción	Ingreso Bruto (USD)	Utilidad Neta (USD)	B/C	Ren (%)
T0 (FQ)	5084.76	0.00	5084.76	4128.1	5.8	1.0	0.14
T1 (BB1)	5084.76	54	5138.76	6622.8	2446.6	1.3	58.6
T2 (BB2)	5084.76	38.7	5123.46	5576.1	1415.1	1.4	34.01
T3 (BG1)	5084.76	27	5111.76	5901.6	1752.4	1.5	42.23
T4 (BG2)	5084.76	354	5438.76	6847.1	2370.9	1.7	52.97
T5 (BC1)	5084.76	265.5	5350.26	7391.8	3004.0	1.5	68.46
T6 (BC2)	5084.76	177	5261.76	6353.3	2054.0	1.0	47.78

*Fertilización química (FQ), biol bovino concentración 1 L (BB1), biol bovino concentración 2 L (BB2), biol de gallinaza concentración 1 L (BG1), biol de gallinaza concentración 2 L (BG2), biol caprino concentración

1 L (BC1), biol caprino concentración 2 L (BC2). El beneficio/costo representa la relación entre los ingresos obtenidos y los costos de producción, mientras que la rentabilidad (%) representa el beneficio económico generado por la inversión realizada. *

Estos resultados coinciden con lo reportado por Medranda *et al.* (2016), quienes encontraron que la aplicación de bioles bovinos y avícolas en pimiento incrementó el peso del fruto hasta 121 y 127 g, respectivamente, así como rendimientos de 31,9 y 34,7 t ha⁻¹, superiores al tratamiento químico (23,8 t ha⁻¹). Los autores concluyen que los bioles constituyen una alternativa eficiente para mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo, comportamiento similar al observado en la presente investigación.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Leal *et al.*, (2020), quienes reportaron una relación beneficio/costo de 2,55 y una rentabilidad de 255,25 % mediante la aplicación de biol en el cultivo de pimiento, concluyendo que esta tecnología mejora significativamente tanto la productividad como la rentabilidad económica del sistema productivo. Asimismo, Campi Liuba *et al.* (2025) señalaron que el uso de biofertilizantes orgánicos favorece el rendimiento y mejora la eficiencia económica del cultivo, alcanzando una relación beneficio/costo de 1,93.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La aplicación de bioles de origen animal influyó en el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento, evidenciando que la respuesta del cultivo varía según el origen del biofertilizante utilizado. En términos generales, los bioles si constituyen una alternativa viable para favorecer al desarrollo vegetativo del cultivo y mejorar así su desempeño agronómico bajo las condiciones del estudio desarrollado.

La comparación realizada entre los diferentes tipos de bioles permitió determinar que no todos presentan una misma eficiencia sobre la producción del cultivo. Los tratamientos evaluados mostraron respuestas que se diferencian en el rendimiento, demostrando que el origen y la dosis del biol son factores determinantes para la productividad del pimiento.

La calidad comercial de los frutos fue influenciada por la aplicación de los bioles, observándose mejoras en los atributos físicos que determinan su aceptación en el mercado. Esto permite concluir que el uso de biofertilizantes de origen animal no solo contribuye al desarrollo del cultivo, sino que también favorece la obtención de frutos con mejores características comerciales.

Recomendaciones

- Se recomienda replicar el uso de biol bovino en dosis de 1000 ml en otros cultivos.
- con la finalidad de conocer si la respuesta de los cultivos es la misma que el estudio aplicado.
- Realizar nuevas investigaciones con diferentes concentraciones y cultivos con el propósito de determinar dosis óptimas que maximicen el rendimiento de los cultivos.
- Incorporar análisis químicos y microbiológicos de los bioles empleados, con la finalidad de conocer su composición nutricional y relacionarla con la respuesta del cultivo.
- Promover el uso de fertilizantes de origen orgánico con el fin de reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos contribuyendo la conservación de la fertilidad de los suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A., Llerena, L., Reyes, J. 2021. Efecto de sustancias azucaradas en la descomposición de sustratos orgánicos para la elaboración de compost. Terra Latinoamericana 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.916>
- Benalcazar, P., Pilatasig, B., 2022. Aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en el Centro de Investigaciones Sacha Wiwa.
- Bello, A. Jordá, C. & Tello, J. C. (2010). Agroecología y producción ecológica: (1 ed.). Los libros de la Catarata. <https://elibro.net/es/ereader/upse/234218?page=38>
- Camacho, E., Hernández, Y., Jimenez, R., Cruz, E., 2014. Uso de fertilizantes orgánicos y químicos en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.).
- Castro, E., Sierra, A., Burbano, E., Brochero, G., Cardona, J., Mojica, J., 2024. Selección de leguminosas forrajeras como abono verde para sistemas doble propósito en el caribe seco: Leguminosas. Revista Colombiana de Ciencia Animal 16, 1.
- Chiguano, N., Pilatasig, E., 2022. Control biológico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*.
- Coyotl, W., Flores, M., Ramírez, C., Villa, N., 2025. Alternativas agroecológicas para contrarrestar enfermedades en cultivos de *Capsicum*. Revista mexicana de fitopatología 43. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2024-20>
- Culque, E., 2021. Efecto de peróxido de hidrógeno como agente preventivo en enfermedades de pimiento (*Capsicum annuum*) (Thesis). Universidad Agraria del Ecuador, Milagro-Ec.
- Cusquillo, D., 2022. Evaluación de dos tipos de fertilizantes químicos (granular y soluble), en el desarrollo vegetativo de (*Pinus radiata* D. Don) en etapa de vivero.
- Eguez, E.A., León Rodríguez, L.K., Pacheco Barrera, L.P., Llor Cedeño, J.M., 2022. Deficiencia nutricional de macronutrientes en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* linneo) cultivadas en solución nutritiva. Revista de Investigación TALENTOS 9, 69–82.
- Erthal, M., 2011. Controle biológico de insetos pragas 0.
- Escalera, N., Morales, J., Salazar, E., Molina, L., Rojo, I., 2025. Alternaria en México: Caracterización morfológica y molecular, enfermedades asociadas y estrategias de manejo. Revista Mexicana de Fitopatología Mexican Journal of Phytopathology. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2024-32>
- Esmeraldas, V., Rodríguez, J., Buñay, T., Murillo, R., 2021. Experiencias productivas con pimiento (*Capsicum annuum* L.) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar 5, 4311–4321. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.622
- Flórez Serrano, J. (2009). Agricultura ecológica: manual y guía didáctica: (ed.). Mundi-Prensa. <https://elibro.net/es/ereader/upse/55237?page=135>
- Guananga, B., Guadamud, G., 2024. Producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con la aplicación de diferentes fitohormonas.

- Guevara, C., 2024. Evaluación de diferentes extractos de algas en pimiento (*Capsicum annuum* L.) en etapa vegetativa.
- Huamanlazo, J., 2023. Manejo agronómico para la producción de semilla híbrida de Pimiento (*Capsicum annuum*) en Casa Malla - Cañete.
- Laínez, J., 2023. Valoración fenológica y rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en relación con la aplicación de bioestimulantes en la unidad experimental Río verde, Santa Elena.
- Lloor, J., Solórzano, J., 2022. Práctica post cosecha en el cultivo de tomate en el cantón Chone. Revista Sinapsis 1, 1–8.
- Lucas, P., Guevara, F., Muñoz, R., Gómez, M., Morales, H., 2021. Preparación de bioles orgánicos. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan 9, 124–136. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i2.369>
- Macias, I., Morán, J., 2021. Aplicación de dos abonos edáficos y 5 dosis de biol en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*).
- Maciel, L., Tunes, L., 2021. Benefícios e desafios da agricultura de orgânicos no Brasil/ Benefits and challenges of organic agriculture in Brazil. Brazilian Journal of Development 7, 58614–58623. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-316>
- Ojinaga, M., 2024. Etiología, epidemiología y control de las virosis del cultivo de pimiento en Euskadi. <https://doi.org/10/71331>
- Ortega, E., 2024. Importancia de micronutrientes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) (Thesis). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo.
- Ortega, R., 2009. El pimiento: de su domesticación a la conquista del paladar.
- Ortiz, C., 2020. Prácticas para la mejora en el proceso de compostaje de abonos orgánicos elaborados a base de estiércol y su efecto en el suelo: Revisión de literatura.
- Pavón, L., Fernández, J., Graupera, X., 2021. Efectos de fertilización potásica en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) VAR: HÍBRIDO NATHALIE. Revista Alfa 5, 78–90. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i13.99>
- Perez, G., Ceconello, M., Alderete, G., Bórquez, A., 2022. El cultivo de pimiento bajo cubierta en Tucumán. Panorama del sector y costos de producción 2021.
- Quispe, M., 2024. Estudio de los factores que afectan el rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum* L.) (Thesis). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad.
- Ramírez, L., Cabrera, F., Escobedo, M., Vásquez, C., Torres, C., 2023. Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ALFA 7, 336–345.
- Rivas, O., 2021. Evaluación de insectos-plagas tempranas y daños al cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), referenciados y convalidados al umbral económico, Manta, 2021. (Thesis).
- Rivera, E., 2022. Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento *Capsicum annuum* L. con el uso de diferentes tipos de compost, en el Centro de Apoyo Río Verde, Santa Elena.
- Rivera, N., 2024. Manejo integrado de *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento *Capsicum annuum* en el Ecuador (bachelorThesis). BABAHOYO: UTB, 2024.

- Rodríguez, P., Álvarez, M., Batista, I., 2020. Impacto del estiércol ovino y del lixiviado de humus de lombriz en indicadores del crecimiento y productividad en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). Ciencia en su PC 1, 46–59.
- Rosales, A., 2021. Diagnóstico de los sistemas agroproductivos de la parroquia Colonche, cantón Santa Elena, Provincia Santa Elena.
- Suarez, P., Gutiérrez, X., 2023. Manejo agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el Ecuador.

ANEXOS



Figura 1A. Materiales para la elaboración de los bioles



Figura 2A. Preparación del terreno



Figura 3A. Instalación de las líneas de riego



Figura 4A. Control de plagas a través de una fumigación edáfica



Figura 5A. Llenado de las bandejas germinadoras



Figura 6A. Incorporación de materiales para la elaboración de los bioles



Figura 7A. Pesaje de materiales para la elaboración de bioles de origen animal



Figura 8A. Proceso de fermentación de los bioles de origen animal



Figura 9A. Germinación de plántulas de pimiento



Figura 10A. Plántulas de pimiento antes del trasplante



Figura 11A. Trasplante de las plántulas de pimiento



Figura 12A. Plántulas de pimiento en desarrollo



Figura 13A. Inicio de la floración



Figura 14A. Producto utilizado en el Tratamiento químico



Figura 15A. Aplicación de los tratamientos con la bomba aspersora



Figura 16A. Toma de datos de la variable diámetro del tallo



Figura 17A. Primeros frutos



Figura 18A. Diámetro del fruto



Figura 19A. Problemas fitosanitarios (negrita)



Figura 20A. Variable del peso del fruto