



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS ORGÁNICOS EN EL  
CULTIVO DEL PIMIENTO (*Capsicum annum*) BAJO  
FERTIRRIEGO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO.  
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR**  
**HIDALGO PLUS GEOVANNY STEEVEN**

**TUTORA**  
**Ing. ALCÍVAR LLIVICURA MARÍA FERNANDA, MSc**

**EL TRIUNFO – ECUADOR**

**2023**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **ALCÍVAR LLIVICURA MARÍA FERNANDA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum*) BAJO FERTIRRIEGO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO**, realizado por el estudiante **HIDALGO PLUAS GEOVANNY STEEVEN**; con cédula de identidad **N°0942359050** de la carrera **AGRONOMÍA**, Unidad Académica Programa Regional de Enseñanza Dr. Jacobo Bucaram Ortiz El Triunfo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

**Ing. Alcívar Llivicura María, MSc.**

El Triunfo, 20 de agosto del 2023



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum*) BAJO FERTIRRIEGO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO**”, realizado por el estudiante **HIDALGO PLUAS GEOVANNY STEEVEN**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Macías Hernández David, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

PhD. Morán Castro César, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Pilaloa David Wilmer M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 20 de octubre del 2023

### **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico principalmente a mi Dios quién fue el que siempre estuvo ayudándome en mis momentos difíciles y por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos de la vida.

Segundo a mi familia, mi esposa quien fue un apoyo incondicional en esta etapa a mis padres quienes siempre han creído en mí, gracias por haberme educado y guiado por el camino correcto.

Por último a mis dos hijos que son mi principal motor que me hacen avanzar a las metas propuestas en mi vida. Y darle las gracias de todo corazón a los docentes, quienes entregaron sus sabios conocimientos para formarme y guiarme durante toda la etapa universitaria.

## **Agradecimiento**

Al Dr. Jacobo Bucaram Ortiz autoridad máxima de la Universidad Agraria del Ecuador y a la Rectora Dra. Martha Leverone, por permitir culminar mis estudios en tan acreditada Institución, a todos los docente del Programa Regional de Enseñanza El Triunfo por su paciencia y tolerancia y así poder alcanzar una de mis metas, por ser guía en mi carrera universitaria.

Manifiesto mi agradecimiento a mi esposa por ese arduo apoyo que me dio en este tiempo a mis padres por los valores inculcados que harán de mí un excelente profesional. A mis compañeros de clases por compartir gratos momentos y haber formado lazos de amistad y celebrar nuestros logros juntos.

Agradezco MSc. Alcívar María tutora de la Tesis por todo el tiempo y paciencia que me brindo.



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **HIDALGO PLUAS GEOVANNY STEEVEN**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **“EVALUACIÓN DE LIXIVIADOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DEL PIMIENTO (*Capsicum annum*) BAJO FERTIRRIEGO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO.”** para optar el título de Ingeniero Agrónomo, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

El Triunfo, del 2023

---

**HIDALGO PLUAS GEOVANNY STEEVEN**  
**C.I. 0942359050**

	<b>Índice</b>	<b>general</b>
<b>PORTADA.....</b>		<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>		<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>		<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>		<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>		<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>		<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>		<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>		<b>11</b>
<b>Índice de figuras.....</b>		<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>		<b>13</b>
<b>Abstract.....</b>		<b>14</b>
<b>1. Introducción.....</b>		<b>15</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>		<b>15</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>		<b>17</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>		<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>		<b>18</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación.....</b>		<b>18</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>		<b>18</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>		<b>19</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>		<b>19</b>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>		<b>19</b>

2. Marco teórico.....	20
2.1 Estado del arte.....	20
2.2 Bases teóricas.....	21
2.2.1 Origen del pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> ).....	21
2.2.2 Taxonomía.....	21
2.2.3 Aspectos morfológicos de la planta.....	22
2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	24
2.2.5. Materia orgánica y estercolado.....	24
2.2.6 Semilleros.....	25
2.2.7 Poda.....	25
2.2.8 Deshojado.....	25
2.2.9 Aporque.....	26
2.2.10 Cosecha.....	26
2.2.11 Lixiviados orgánicos.....	26
2.2.12 Plagas y enfermedades.....	27
2.2.12.2 Enfermedades.....	28
2.2.13 Riego por goteo.....	28
2.2.14 Fertirriego.....	30
2.3 Marco legal.....	31
3. Materiales y métodos.....	32
3.1 Enfoque de la investigación.....	32
3.1.1 Tipo de investigación.....	32





	7
3.1.2 Diseño de investigación .....	32
3.2 Metodología .....	32
3.2.1 Variables .....	32
3.2.2 Tratamientos.....	34
3.2.3 Diseño experimental .....	35
3.2.4 Recolección de datos .....	35
3.2.5 Análisis estadístico.....	39
4. Resultados .....	40
4.1 Respuesta fisiológica del pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> ) usando los lixiviados orgánicos bajo fertirriego.....	40
4.1.1 Altura de planta .....	40
4.1.2 Número de frutos por plantas .....	42
4.1.3 Longitud del fruto .....	43
4.1.4 Diámetro del fruto .....	44
4.1.5 Peso de los frutos por planta.....	45
4.2 Determinación del mejor tratamiento de fertirrigación en el rendimiento del pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> ).....	46
4.2.1 Rendimiento en (Kg/ha) .....	46
4.3 Viabilidad económica de los tratamientos en base a la relación beneficio costo.....	47
4.3.1 Descripción de la relación beneficio costo (RBC).....	47
5. Discusión.....	49
6. Conclusiones.....	52

7. Recomendaciones.....	6
8. Bibliografía.....	53
9. Anexos .....	54
	61



## Índice de tablas

Tabla 1. Tratamiento en estudio .....	34
Tabla 2. Característica de la parcela .....	34
Tabla 3. Esquema de análisis de varianza .....	39
Tabla 4. Dosificaciones empleadas en el fertirriego. ....	40
Tabla 5. Altura de planta .....	41
Tabla 6. Número de frutos por plantas escogidos a los 90 días.....	42
Tabla 7. Longitud de frutos escogidos a los 90 días .....	43
Tabla 8. Diámetro de los frutos escogidos a los 90 días .....	44
Tabla 9. Peso de los frutos por plantas escogidos a los 90 días.....	45
Tabla 10. Rendimiento en (Kg/ha).....	46
Tabla 11. Relación Beneficio-Costo. ....	47
Tabla 12. Datos de campo de la altura de planta a los 15 días (cm).....	61
Tabla 13. Datos de campo de la altura de planta a los 35 días (cm).....	62
Tabla 14. Datos de campo de la altura de planta a los 70 días (cm).....	63
Tabla 15. Datos de campo de número de frutos por planta (#) .....	64
Tabla 16. Datos de campo de longitud del fruto (cm).....	65
Tabla 17. Datos de campo de diámetro del fruto (cm).....	66
Tabla 18. Datos de campo de peso de los frutos por planta (g).....	67
Tabla 19. Datos de campo de Rendimiento (kg/ha) .....	68
Tabla 20. Costo de producción de una Ha de pimiento sin considerar los tratamientos.....	69
Tabla 21. Relación Beneficio-Costo incluyendo los tratamientos. ....	70

## Índice de figuras

Figura 1: Ubicación del área de investigación .....	71
Figura 2: Croquis de campo .....	71
Figura 3: Unidad experimental .....	72
Figura 4. Recolección de datos altura de plantas.....	72
Figura 5. Recolección de datos números de frutos por planta .....	73
Figura 6. Recolección de datos longitud del fruto.....	73
Figura 7. Recolección de datos diámetro del fruto .....	73
Figura 8. Recolección de datos peso del fruto por plantas.....	74
Figura 9. Elaboración de invernadero .....	74
Figura 10. Preparación de sustrato .....	75
Figura 11. Llenado de fundas.....	75
Figura 12. Trasplante de pimiento.....	76
Figura 13. Control de malezas, visita del docente guía .....	76
Figura 14. Control fitosanitario .....	77
Figura 15. Obtención de lixiviados orgánicos.....	77
Figura 16. Instalación de riego .....	78
Figura 17. Aplicación de los lixiviados para el fertirriego.....	78
Figura 18. El Tutorado.....	79
Figura 19. Cosecha del cultivo .....	79

## Resumen

El Pimiento es un cultivo que requiere el uso de lixiviados orgánicos para incrementar el rendimiento en cosecha y por ello se debe buscar una alternativa de fertirriego eficiente sin generar desperdicios de agua. Esta investigación consistió en evaluar el efecto de los lixiviados orgánicos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) bajo fertirriego. Para ello se analizó la respuesta fisiológica del pimiento usando los tratamientos lixiviados orgánicos que son: Humus de lombriz, compost, estiércol de bovino, también se determinó el mejor tratamiento de fertirrigación en el rendimiento del pimiento. El lixiviado humus de lombriz mostro el mejor desarrollo fisiológico que es la altura de planta y números de frutos en el cultivo superando las otras dosis. El mejor tratamiento de fertirrigación que resulto mayor fue el lixiviado de humus de lombriz seguido por lixiviado de estiércol de bovino que tuvo un buen rendimiento en las variables: Longitud del fruto, diámetro del fruto, peso de los frutos por planta alcanzando una mayor cosecha. En base a los resultados obtenidos se recomienda el uso de los lixiviados orgánicos en dosis de (1,5 L) a los 25 días, (2,5 L) a los 50 días, (3 L) a los 75 días para ser distribuido mediante fertirriego lo que influyó lograr mejores resultados en el rendimiento facilitando el proceso de la aplicación, utilizando la cantidad necesaria de agua, volviéndolo eficaz.

**Palabras clave:** Lixiviados orgánicos, humus de lombriz, fertirriego, rendimiento, respuesta fisiológica.

### **Abstract**

Pepper is a crop that requires the use of organic leachates to increase harvest yield and therefore an efficient fertigation alternative must be sought without generating water waste. This research consisted of evaluating the effect of organic leachates on pepper crops (*Capsicum annuum*) under fertigation. For this purpose, the physiological response of the pepper was analyzed using organic leachate treatments, which are: worm castings, compost, and bovine manure. The best fertigation treatment for pepper yield was also determined. The leached worm humus showed the best physiological development, which is the plant height and numbers of fruits in the crop, surpassing the other doses. The best fertigation treatment that was the greatest was the leachate of worm humus followed by leachate of bovine manure that had good performance in the variables: Fruit length, fruit diameter, fruit weight per plant, achieving a greater harvest. Based on the results obtained, the use of organic leachate is recommended in doses of (1.5 L) at 25 days, (2.5 L) at 50 days, (3 L) at 75 days to be distributed through fertigation, which influenced achieving better results in performance, facilitating the application process, using the necessary amount of water, making it effective.

**Keywords:** Organic leachates, worm castings, fertigation, yield, physiological response.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

A nivel mundial, el cultivo de hortalizas es una actividad crucial debido a los beneficios que ofrece para la nutrición humana, y entre ellas se destaca el pimiento. Es una planta nativa de América del Sur y en Ecuador, se ha convertido en uno de los cultivos más populares debido a su alto contenido de vitamina C y fibra. Estos nutrientes ayudan a fortalecer el sistema inmunológico y prevenir enfermedades (Bustos, *et al.* 2020).

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) representa una gran importancia económica, esta planta es la segunda solanácea más sembrada a nivel internacional. El mayor productor es China, con el 53%, seguido de México, Indonesia y por último España. Esta hortaliza tiene tres destinos de consumo como son: Para pimentón, pimiento en fresco y para conserva, por lo tanto la demanda de pimientos frescos en el mercado occidental durante todo el año es muy alta, por lo que la producción ha aumentado (Morales, 2020).

El uso excesivo de fertilizantes químicos ha ocasionado un impacto negativo en los agroecosistemas, como la degradación y compactación de suelos, pérdida de producción, disminución de la biodiversidad y profanación de las aguas subterráneas, es importante buscar alternativas de fertilización sustentables y sostenibles (Martínez y Ruiz, 2018).

Los fertilizantes orgánicos se refieren a los residuos de origen vegetal o animal que contienen nutrientes importantes para las plantas. Estos residuos experimentan un proceso de descomposición llevado a cabo por microorganismos, lo que resulta en la producción de carbono orgánico. Como resultado, los suelos se benefician de nutrientes para la planta (Ramos y Terry, 2018).

El humus de lombriz es un producto de residuos orgánicos previamente compostados. Esta tiene una reproducción rápida y una gran capacidad para convertir abonos orgánicos en humus. El gusano utilizado para este fin es generalmente la lombriz Californiana (***Eisenia foetida***). El sustrato digerido por las lombrices es una mezcla de material vegetal y estiércol animal que se composta durante 3 a 5 meses. Este abono orgánico se puede utilizar para diversos cultivos y plantas, se puede esparcir en canteros elevados, en surcos y/o en macetas (Rodríguez, Alvarez y Bautista, 2020).

El compost es el resultado de un proceso de desintegración aeróbica en condiciones de aireación y humedad controladas, en el que intervienen bacterias, hongos y actinomicetos. Su finalidad es estabilizar y higienizar los residuos orgánicos para que puedan ser utilizados como fertilizante para mejorar sus características biológica, físicas y química. Los materiales utilizados en el compostaje pueden ser de origen animal, vegetal o mixto (Hernández, *et al.* 2022).

El estiércol es la principal fuente de fertilizantes especialmente por el alto contenido de nitrógeno y materia orgánica. Desde tiempo remotos se ha implementado aprovechar los residuos del ganado bovino para reintegrar los niveles de nutrientes en los suelos agrícolas, su manejo adecuado es una excelente alternativa para abastecer de nutrientes a las plantas, se utiliza en agricultura y horticultura (Acevedo, *et al.* 2020).

Según Carvajal (2021) el sistema de riego por goteo tiene 3 recursos primordiales para su identificación: una aplicación de agua de manera directa en el área radicular, constituyendo una irrigación localizada, el trabajo dosificado de riego con el mantenimiento de la humedad idónea del suelo próximo a la planta, y la utilización de boquillas o goteros. La irrigación localizada es practicada ya hace un



largo tiempo en un inicio de utilizó primordialmente en la floricultura y en cultivos de producción “forzada” de invernaderos; las zonas eran pequeñas y de forma sencilla controladas. En base a lo expuesto anteriormente, el presente trabajo de investigación busca generar nuevas alternativas de fertilización orgánica para incrementar la productividad del cultivo pimiento.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La producción de pimiento (*Capsicum annuum*) es una medida agrícola que promueve fuentes de empleo y a su vez genera ingresos económicos para los productores. Sin embargo, esto se debe en gran medida a una gestión agrícola inadecuada, incluido el uso excesivo de fertilizantes químicos, que aparte de degradar el suelo, también aumenta los costos de producción. El uso y aplicación de lixiviados orgánicos es una nueva alternativa para mejorar esta problemática (Henaó, 2018).

En este sentido, el uso de fertilizantes orgánicos en la producción de cultivos hortícolas es una opción para mitigar algunos efectos nocivos atribuidos a la fertilización química tales como el desgaste de la producción de los suelos y la profanación de cuerpos de agua. Por otro lado, la utilización de abonos orgánicos (estiércol animal, compost, lixiviados) es una forma de renovar las propiedades físicas del suelo, aumentar el contenido de nutrientes accesibles en el suelo e incrementar el rendimiento del cultivo (Reyes, *et al.* 2021).

El uso de nuevas tecnologías impulsó la producción del país e introdujimos el uso de fertirrigación, que resultaron ser una herramienta importante para determinar la dosis exacta de los lixiviados según las necesidades del cultivo (Rodríguez y Reynel, 2020).

### 1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de lixiviados orgánicos, en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) cultivados en dos sustratos bajo fertirriego?

### 1.3 Justificación de la investigación

En este sentido el uso de los lixiviados orgánicos, bajo fertirriego cultivados en sustratos, aumentara el rendimiento del cultivo, en producción y calidad; ayudando a disminuir los costos que son altos por el manejo inapropiados de fertilizantes químicos.

Con esta premisa, el presente trabajo de investigación pretendió contribuir con conocimientos para optimizar el uso de fertilizantes orgánicos empleados en dosis adecuadas, para mejorar el cultivo de pimiento, esta estrategia tiene la función de incrementar la calidad del suelo y aumentar la diversidad de organismos, lo cual puede llevar a un equilibrio y sustentabilidad de la fertilidad del suelo, disminuyendo los costos de producción y mejorando la calidad de los frutos.

Por otro lado, se logró una disminución del manejo agrícola incorrecto, de los cuales se encuentra el uso descomunal de fertilizantes químicos, que además de dañar la salud del suelo, aumenta los costos de producción.

### 1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Cantón El Triunfo Recinto Vainillo con coordenadas geográficas 2°20'31.3"(Sur) 79°31'23.7"(Oeste) (**Ver figura 1**).
- **Tiempo:** El trabajo se realizó en seis meses
- **Población:** En el trabajo experimental, se contó con el aporte del estudiante, docente guía, expertos referenciales.

### 1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de los lixiviados orgánicos en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) bajo fertirriego en el cantón El Triunfo mediante diseño experimental.

### 1.6 Objetivos específicos

- Analizar la respuesta fisiológica del pimiento (*Capsicum annuum*) usando los lixiviados orgánicos bajo fertirriego.
- Determinar el mejor tratamiento de fertirrigación en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*).
- Establecer la viabilidad económica de los tratamientos en base a la relación beneficio costo.

### 1.7 Hipótesis

Al menos un tratamiento de los lixiviados orgánicos logra incrementar el rendimiento en el cultivo del pimiento bajo fertirriego.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Estudios hechos por Viera (2020) han demostrado que los fertilizantes orgánicos son muy ricos en nitratos, fosfatos, potasio y otros minerales; pero sobre todo contiene en forma equilibrada gran cantidad de vitaminas fitorreguladores naturales y flora microbiana que contribuyen a restablecer la fertilidad natural del suelo: puesto que esta investigación argumenta que el uso de lixiviado de lombriz, es una alternativa sustentable ya que ayuda en el crecimiento y peso del fruto aumentando su producción.

Mediante una investigación realizada por Tlelo *et al.* (2020) garantizan el uso de lixiviados orgánicos en la fertilización de cultivos hortícolas puede reemplazar problemas como el uso generalizado de fertilizantes químicos, que pueden dañar la salud humana y el medio ambiente, así como la reducción de la fertilidad del suelo. La contaminación del agua no sólo afecta la vida acuática sino que también promueve el crecimiento de malezas.

Acevedo, Cruz y Taboada (2020) demuestran que los fertilizantes orgánicos actúan como almacén de nutrientes para las plantas, además de restaurar las propiedades físicas del suelo, aumentando los rendimientos hasta en un 85%, pero esto se logra mediante el uso de lixiviados orgánicos como estiércol, compost, humus de lombriz y fertilizantes minerales.

Segun Díaz (2020) afirma que la estructura del sustrato de fibra de coco tiene una influencia para la capacidad de retención del agua; Su composición, es de 65% de fibra y un 35% de chips de coco, es perfecto para climas tropicales o templados, con altos periodos de radiación solar. Esta textura permite que el medio de cultivo

retenga más agua y evita períodos de estrés hídrico, pero al mismo tiempo proporciona aireación a la planta para que no se produzca la supresión de raíces.

Michels, Rodríguez y Montero (2020) afirman que existen tecnologías disponibles para programar el uso de fertirriego, en base a las etapas de crecimiento del cultivo, tomando en cuenta la aireación del suelo, el potencial de agua y salinidad del suelo. En base a la implementación de diversos fertilizantes en el riego para los viveros por lo que este es un factor fundamental para asegurar el crecimiento y calidad de la planta.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen del pimiento (*Capsicum annuum*)**

Cada una de las especies del género *Capsicum* son nativas de América. El reparto de este género se ensanchó posiblemente a partir del borde más meridional de Estados Unidos a la región templada cálida del sur de Sudamérica. Según su inicio, una de las premisas más aceptadas muestra que una cantidad significativa del género se concibió en un “Área núcleo” en Bolivia sur-central y las tierras bajas de la Amazonia. Asimismo, México y América Central se sospecha que son el centro de procedencia (Rodríguez y Oduardo, 2021).

### **2.2.2 Taxonomía**

La clasificación taxonómica de la planta *Capsicum annuum* según, Cabrera y Tapuy (2021) es la siguiente:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Subclase:** Asteridae

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae

**Subfamilia:** Solanoideae

**Tribu:** Capsiceae

**Género:** *Capsicum*.

**Especie:** *annuum*. L

### **2.2.3 Aspectos morfológicos de la planta**

#### **2.2.3.1 Planta**

El pimiento (*Capsicum annum*) es una planta herbácea perenne que presenta un ciclo de cultivo anual en diferentes épocas del año, con alturas de planta que oscilan entre 0,60 y 1,00 metros en variedades cultivadas a campo independiente. En condiciones de invernadero se tienen la posibilidad de cultivar variedades de hasta 2 metros de elevado, dependiendo del funcionamiento y condiciones del medio ambiente donde se desarrolle el cultivo (Zúñiga, Carrodegua y Chinchilla, 2021).

#### **2.2.3.2 Raíz**

Es un órgano subterráneo, que consta de una raíz axonomorfa de la que se bifurca un grupo de raíces laterales, alcanzando una hondura en el suelo de 30 a 60 cm, con una más grande bifurcación en la parte superficial. Horizontalmente el desarrollo se alarga de unos 30 a 50 cm del eje, está se delega de sustraer los nutrientes del suelo y suministrarle a la planta (Laverde y Jahaira, 2021).

#### **2.2.3.3 Tallo**

Los tallos del pimiento son verticales y el crecimiento es limitado hasta que comienza la producción. La planta es realmente rígida, con tallos angulosos que se

vuelven cilíndricos cuando madura, según la variedad y una estructura de base leñosa. Su desarrollo es en parte incierto y más bien doble en las zonas superficiales de la planta. Los tallos pueden producir de 8 a 15 hojas antes de florecer (Orrala, *et al.* 2020).

#### **2.2.3.4 Hojas**

Son alternas en el tallo, con pecíolo ancho, lobuladas, enteras, lisas, con una punta bastante pronunciada insertada en los nudos del tallo, tienen un color verde claro a verde oscuro y hojas más o menos ovaladas. Los haces son suaves y agradables al tacto. Las hojas adultas miden unos 20 cm de largo y 12 cm de ancho, el tallo mide entre 8 y 10 cm de largo (Rivera, *et al.* 2021).

#### **2.2.3.5 Flores**

Las flores suelen ser hermafroditas con cinco estambres y un pistilo en cada flor. Las flores de la variedad de pimiento miden aproximadamente media pulgada de diámetro y presentan una corola de color claro con pétalos en su mayoría rectos. Las flores florecen entre 1 y 3 horas después del amanecer y permanecen abiertas menos de un día (Alemán, *et al.* 2018).

#### **2.2.3.6 Frutos**

Los frutos son particularmente solitarios y parecen suspendidos. Muestra un fruto tipo baya, semicartilaginosa, que cambian de color dependiendo de la variedad, tienen la capacidad de cambiar de verde a amarillo o de naranja a rojo y finalmente llegar a un estado maduro en el momento adecuado. Las semillas son pequeñas y se insertan en la cavidad del fruto (Romero, Jaramillo y Luna, 2022).

## **2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.2.4.1. Luz**

Las plantas tienen requisitos de luz muy estrictos, especialmente cuando la fruta está completamente desarrollada, pero demasiada luz solar durante la etapa de maduración puede causar que la fruta se agriete, se quemé por el sol y tenga un color desigual. La luz solar es habitual en las variedades más sensibles y se caracteriza por la aparición de manchas debidas a la deshidratación del fruto. Por el contrario, la sombra excesiva causada por demasiadas hojas en la planta puede provocar la caída de las flores, lo que afecta negativamente al rendimiento (Chiriboga, 2019).

### **2.2.4.2. Temperatura**

Los pimientos requieren más calor que los tomates para completar toda la temporada de crecimiento y son más tolerantes a las condiciones de alta humedad y temperatura, pero son susceptibles a las heladas. La temperatura para una buena germinación oscila entre 22 y 30°C (Toñanez, Bottino y Galeano, 2021).

### **2.2.4.3. Suelo**

El cultivo del pimiento se puede adaptar a diferentes suelos siempre que estén bien drenados, es una planta muy sensible a la presión de las raíces. Prefiere suelos profundos, sueltos, bien aireados, bien drenados y ricos en materia orgánica. No es particularmente sensible a la acidez del suelo y se adapta bien a un rango de pH de 5 a 7 (Aguilar, *et al.* 2019).

## **2.2.5. Materia orgánica y estercolado**

El uso de materiales orgánicos durante el cultivo puede proporcionar un suministro equilibrado de nutrientes al suelo y a las plantas mejorando la retención de agua y la aireación. Uno de los indicadores de producción es la aumento de



materia orgánica, que forma reservas muy atractivas para el óptimo desarrollo de los cultivos (Alemán, *et al.* 2018).

### **2.2.6 Semilleros**

Son recipientes con cavidades iguales para colocar las semillas por separado. De esta forma, todas las plántulas tienen su propio espacio para tener las mismas propiedades de extracción de nutrientes y espacio, lo que asegura un crecimiento uniforme en el semillero. Se recomienda sembrar en bandejas de semillero ya que tiene ventajas sobre la siembra directa (Alvarez, *et al.* 2018).

### **2.2.7 Poda**

Para obtener un buen rendimiento de la planta, se realiza una poda exclusiva para favorecer nuevos brotes vegetativos en la planta. Si se planta en invernadero, su crecimiento será mayor, por tal motivo sus podas son regularmente seguidas (Munzón, Holguin y Chávez, 2022).

#### **2.2.7.1. Poda de formación**

Básicamente, decidir la forma de la planta en función del número de ramas deseado, que dependerá de las características del suelo y clima, la distancia entre la planta y su lugar de origen (Martínez, *et al.* 2021).

#### **2.2.7.2. Poda de producción o fructificación**

Su objetivo principal es mantener la forma de la planta y este trabajo ayuda a aumentar el rendimiento de la plantación (Munzón, Holguin y Chávez, 2022).

### **2.2.8 Deshojado**

Se recomienda retirar las hojas viejas para asegurar la aireación y mejorar el color del fruto, las hojas infectadas deben retirarse del invernadero inmediatamente para no convertirse en un camino de propagación de la enfermedad (Henao, 2018).

### 2.2.9 Aporque

Esta labor, importante en el cultivo de pimiento, consiste en cubrir la base del tallo para extender aún más las raíces es un paso crucial en el cultivo (Figuerola, *et al.* 2020).

### 2.2.10 Cosecha

Dependiendo de la variedad, la cosecha se realiza entre 65 y 80 días. Cortar el pedúnculo dejando de 1 a 3 cm en el fruto. La clasificación se efectúa por tamaño y color (Campomanes, *et al.* 2019).

### 2.2.11 Lixiviados orgánicos

Los sistemas de producción orgánicos son indispensable porque evita el uso de químicos. Desde la antigüedad, los agricultores se han referido a los fertilizantes orgánicos como estiércol, humus de lombriz y compost, reiterando que dicho materiales biodegradables deben ser convertidos en fertilizante por los microorganismos del suelo (Ruiz, 2021).

La importancia de abonos orgánicos como valor nutricional para las plantas fue descubierta hace algunas décadas, en cuanto la tecnología introdujo diariamente fertilizantes convencionales con alto valor monetario y alta carga química, que alteraban el equilibrio del medio ambiente y el suelo, lo cual los agricultores están cambiando a nuevas alternativas, que son los lixiviados orgánicos:

- **Humus de lombriz** es un fertilizante orgánico que se puede administrar a las plantas para ayudar a mejorar la fertilidad del suelo y también introduce microorganismos vivos que son responsables de descomponer y asimilar los nutrientes de las plantas (Díaz, 2020).
- **Estiércol de bovino** este abono es una práctica común, probablemente se haya utilizado ampliamente desde los albores de la agricultura. Es alto en

materias orgánicas y nutrientes como el nitrógeno, el fósforo y potasio. La dosis para el cultivo depende en gran medida del contenido de nitrógeno, ya que este nutriente limita la cantidad aportada al suelo (Zambrano y Lima, 2023).

- **Compost** es considerado una mezcla de materiales orgánicos que se descomponen debido al aporte de nutrientes que mejoran las propiedades físicas del suelo (Acevedo, Cruz y Taboada, 2020).

## 2.2.12 Plagas y enfermedades

### 2.2.12.1 Plagas

Suárez, (2020) argumenta que los cultivos de pimiento pueden albergar diversas plagas donde se encuentren, lo que reduce los rendimientos. Las plagas principales son los pulgones (*Myzus persicae*) y (*Aphis gossypii*), son insectos con cuerpos blandos y en forma de pera, con o sin alas. Se alimentan penetrando las hojas y absorbiendo el jugo de la savia. Como resultado, las hojas se tuercen, arrugan y sufren una decoloración.

- **La araña roja (*Tetranychus urticae*)** es otra plaga importante del pimiento que logra penetrar en la epidermis de la hoja, formando manchas marrones que se asientan en el envés de la hoja, alimentándose de la savia presente.
- **Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)** es un insecto que afecta principalmente a la parte frondosa de la planta, así como sus raíces y tallos. En muchos casos, cuando la infección avanza, daña la fruta (Chirinos, *et al.* 2020).

### 2.2.12.2 Enfermedades

Pérez, *et al.* (2021) indican que el cultivo de pimiento es susceptible a muchas enfermedades que provocan bajos rendimientos e incluso la muerte del cultivo en su conjunto. La enfermedad más común es la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv.*), que se forma a temperaturas superiores a 22 °C con características acuosas irregulares en el envés de la hoja. Después de la reproducción de esta bacteria, tiene tiempo para desarrollarse en un nuevo huésped en unos 15 días.

- **Antracnosis del pimiento (*Colletotrichum spp.*)** es una enfermedad que se localiza cada vez más en áreas donde se cultiva predominantemente pimiento, se encuentra en el campo debido a trasplantes de origen desconocido y se encuentran huéspedes entre las malezas. Los campos de riego son los más vulnerables (Guachan, 2019).
- **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**, este moho entra por las heridas que hay en la planta, ya sea en las hojas, tallos o flores. Entre las condiciones que requiere este hongo son un aumento de la humedad relativa del ambiente y temperatura de 17 a 21° C (Figuerola, *et al.* 2020).

### 2.2.13 Riego por goteo

El uso de los sistemas de riego localizado, como el de goteo presenta una alta eficiencia en el uso del agua. Además, permite la reducción de malezas y a su vez incrementa el rendimiento y calidad del producto. En un sistema de riego por goteo se aplica agua filtrada y fertilizante ya que va directamente a cada planta de forma individual. De la misma manera, se puede suministrar agua a las plantas en base a baja tensión de humedad y alta frecuencia, creando condiciones óptimas para la humedad requerida del suelo (Bringas, *et al.* 2020).

En el cultivo de pimiento es primordial el riego ya que está relacionado para tener un buen rendimiento y calidad, así como la aparición de hongos en el cultivo. Una hectárea requiere de agua 7.500 metros cúbicos, por ende hay que tener en cuenta el método de riego a emplearse (Vargas, *et al.* 2021).

Aguilar *et al.* (2019) mencionan las siguientes ventajas y desventajas de la aplicación de un sistema de riego por goteo.

### **Ventajas**

- La disponibilidad de agua para la planta a menudo ocurre a intervalos cortos.
- Disponibilidad de nutrientes a través del riego frecuente, permitiendo su asimilación a niveles de uso eficiente.
- Limitación del desarrollo de malas hierbas por mojar una pequeña parte de la superficie del suelo.
- Pérdida de agua reducida por evapotranspiración y viento, ya que el agua se suministra cerca de las raíces, lo que permite que el sistema funcione de manera más eficiente con agua en áreas ventosas.

### **Desventajas**

- Al ser un sistema muy costoso, su uso en cultivos es económicamente limitado.
- La planificación o instalación incorrecta puede resultar en pérdidas de rendimiento debido a la falta de agua o nutrientes.
- Obstrucción de los goteros por partículas contenidas en el agua, que en ocasiones pueden causar daños al cultivo y al cultivo.
- Requiere más habilidad de los usuarios por cualquier dificultad que los otros sistemas de riego.

### **2.2.14 Fertirriego**

La carga de fertilizantes junto con el agua proporciona un aumento en la obtención y calidad de los frutos. La aplicación de agua y nutrientes puede adaptarse a los requerimientos del cultivo. El rendimiento del cultivo aumenta cuando la planta absorbe agua y fertilizante, intenta mojar solo la parte donde están las raíces, forma una bola húmeda y controla la dosis precisa de agua y fertilizante para evitar al máximo la sequía prolongada (Carvajal, 2021).

## 2.3 Marco legal

### **Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua.**

Artículo 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria

Art. 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *Sumak Kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Los artículos 12, 313 y 318 de la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia (REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2014).

### **En el Capítulo Segundo (Sección Primera) de la Constitución sobre agua y alimentación.**

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

**En el Art. 15. -** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua (AGROCALIDAD, 2012).

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo experimental, en la cual se buscó la respuesta del rendimiento en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) utilizando lixiviados orgánicos bajo fertirriego. La información fue recolectada en campo donde se determinó las diversas variables.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

La presente investigación experimental presentó las variables en estudio y canalizó los resultados obtenidos en base a los diferentes tratamientos, para así determinar la veracidad de la información, permitiendo la obtención de resultados objetivos y replicables en el tiempo.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

###### **3.2.1.1 Variable independiente**

Aplicación de tres lixiviados orgánicos: Humus de lombriz, compost, estiércol de bovinos.

###### **3.2.1.2 Variable dependiente**

Comportamiento agronómico del cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum*) se seleccionaron las siguientes variables: Altura de planta, números de frutos por plantas, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso de los frutos por planta, rendimiento kg/ha.

###### **3.2.1.3 Altura de la planta (cm)**

Para recolectar datos de esta variable se seleccionaron las 10 plantas ubicadas en el área útil de la parcela. Utilice una cinta métrica para medir la distancia desde



el cuello del tallo hasta la punta de la última hoja. Las mediciones se realizaron por tratamiento a los 15, 35 y 80 días después del trasplante (Ver figura 4).

#### **3.2.1.4 Número de frutos por planta**

Para tomar datos de esta variable se tomaron 10 plantas al azar dentro del área de la parcela experimental, a dichas plantas se contabilizó el número total de frutos por tratamiento. El conteo se realizó en la cosecha a los 90 días (Ver figura 5).

#### **3.2.1.5 Longitud del fruto (cm)**

Una vez realizada la cosecha se tomaron frutos de 10 plantas al azar por tratamiento, se lo midió con un calibrador manual (Ver figura 6).

#### **3.2.1.6 Diámetro del fruto (cm)**

Una vez realizada la cosecha se tomaron frutos de 10 plantas al azar por tratamiento, se lo midió con un calibrador manual (Ver figura 7).

#### **3.2.1.7 Peso de los frutos por planta (g)**

Se tomaron los frutos de forma manual de 10 plantas al azar por parcela, cuando los frutos alcancen su madurez comercial, el peso se obtendrá mediante una balanza (Ver figura 8).

#### **3.2.1.8 Rendimiento kg/ha**

Los rendimientos están representados por el peso de los frutos por tratamientos, el cual estará expresado en kg/ha, mediante la regla de tres simple.

#### **3.2.1.9 Relación beneficio costo (RBC)**

Esta variable fue medida al final del cuarto mes y tomada en base al presupuesto total y costos aplicados para la evaluación de los tres lixiviados orgánicos bajo fertirriego en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*). El valor se extrapolará a dólares/hectárea. La fórmula a utilizar será la siguiente:

$$RBC = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}} - 1$$

### 3.2.2 Tratamientos

El presente trabajo experimental está constituido de cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con su respectiva aplicación para cada una de ellas donde se mostró el efecto que va a tener los lixiviados orgánicos, a continuación se detallara en la tabla los tratamientos en estudio.

**Tabla 1. Tratamiento en estudio**

N.º	Tratamientos	Dosis			Frecuencia de Aplicación
		<u>25 días</u>	<u>50 días</u>	<u>75 días</u>	
1	Lixiviado Humus de lombriz	1,5 L	2,5 L	3 L	25-50-75 días
2	Lixiviado de compost	1,5 L	2,5 L	3 L	25-50-75 días
3	Lixiviado de estiércol de bovino	1,5 L	2,5 L	3 L	25-50-75 días
4	Testigo absoluto	0	0	0	0

La tabla muestra los tratamientos en estudio.  
Hidalgo, 2023

**Tabla 2. Característica de la parcela**

Tipo de diseño	DCA
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	20
Ancho de la parcela	2.10 m
Longitud de la parcela	2.10 m
Distancia entre plantas	0.30 m
Distancia entre hileras	0.35 m
Distancia entre repeticiones	1 m

Área total de la unidad experimental	4.41 m <sup>2</sup>
Área útil de la unidad experimental	2.25 m <sup>2</sup>
Área neta del ensayo	88,2 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	221,1 m <sup>2</sup>
Área útil del ensayo	45 m <sup>2</sup>

---

La tabla contiene las especificaciones técnicas (medidas) de la parcela.  
Hidalgo, 2023

### **3.2.3 Diseño experimental**

El diseño que se implementó en este trabajo experimental fue el de diseño completo al azar (DCA), en el cual consiste en cuatro tratamientos indicado en la tabla 1, cada uno se valoró a través de cinco repeticiones con sus respectivas dosis. La valoración de los datos estadístico se efectuó mediante el análisis de varianza. Para la interpretación de los datos recolectado en el campo se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1 Recursos**

El proyecto se basó en la información recopilada de diversas revistas científicas, folletos y documentos encontrados en la biblioteca de Universidades ecuatorianas y extranjeras y en la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

#### **Materiales y equipos**

- Cámara fotográfica
- Equipos de medición (GPS, calculadora)
- Herramientas (Pala, machete, flexómetro, fundas de polietileno, bomba de fumigación)
- Equipos de riego (mangueras, tanque, válvulas)
- Reactivos y/o insumos (Semillas de pimientos, abonos orgánicos, sustratos)

- Cuaderno de apuntes
- Computadora con acceso a Internet
- Impresora y resmas de papel
- Memoria USB
- Bolígrafo

#### **3.2.4.2 Métodos y técnicas**

- **Método inductivo:** Los resultados se pueden observar usando este método. Para lograr los objetivos y supuestos establecidos.
- **Método deductivo:** Brinda la oportunidad de ver temas de investigación específicos a través de la teoría.

#### **3.2.4.3 Manejo del experimento**

##### *3.2.4.3.1 Manejo del ensayo*

Se efectuó el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) donde se localizó el área para su respectivo trabajo de campo. En este sitio se delimito las labores culturales y prácticas agrícolas requeridas por el cultivo de pimiento.

##### *3.2.4.3.2 Elaboración de invernadero*

Se realizó una limpieza previa, luego se levantó una estructura para que el invernadero tenga un buen soporte y no tenga problemas con los cambios climáticos que existen en la zona. Luego se empezó con el encerramiento de la malla sarán o malla sombra de un 60 % que permite pasar un 40 % de luz solar (Ver figura 9).

##### *3.2.4.3.3 Preparación de sustrato*

Se realizó de forma manual, se mezcló con una pala tierra de banco 6 sacos, arena 15 sacos, hojarasca de cacao 2 sacos, abono orgánico 3 sacos, tamo 2 sacos y fibra de coco 2 sacos en proporciones iguales, con la finalidad de proporcionar

aireación, también se aplicó 25 kg de carbonato de calcio para desinfectar el sustrato (Ver figura 10).

#### *3.2.4.3.4 Llenado de fundas de polietileno*

Una vez listo el sustrato transcurrido el tiempo de preparación, se procedió al llenado de las fundas de polietileno, que tiene una capacidad de 2.2 kg de sustrato por cada funda (Ver figura 11).

#### *3.2.4.3.5 Trasplante*

Se realizó el trasplante una vez llenado las fundas esta actividad se la efectuó de forma manual (Ver figura 12).

#### *3.2.4.3.6 Control de malezas*

El control de malezas se lo realizó de forma manual evitando que compitan por nutrientes y a la vez ofreciéndole mejor aspecto a la planta (Ver figura 13).

#### *3.2.4.3.7 Control fitosanitario*

Se aplicó cada 20 días Insecticida orgánico a base de hojas de neem y ajo, mesclar 1,5 litro de preparado disuelto en 12 litros de agua, para combatir pulgones en plantas de pimiento, aplicado con bomba manual (Ver figura 14).

#### *3.2.4.3.8 Obtención de lixiviados orgánicos*

Se ubicó un tanque de 0,80 m de ancho y de longitud 1 m, con una base impermeabilizada para mantener el lixiviado; luego aplicamos una malla para que el producto sólido quede en la parte superior y el líquido en la parte inferior introduciendo una llave de paso para sustraer los lixiviados. Una vez instalado los 2 tanques se recolectará en el primero material orgánico (desechos de comida) y en el segundo estiércol de bovino. El lixiviado humus de lombriz se compró en una casa comercial de elaboración de productos orgánicos (Ver figura 15).

#### 3.2.4.3.9 Riego

Se instaló stream-line 16080 cintas de riego a cada 0.35 cm por emisores, llegando a proporcionar 1.5 L/h de caudal por emisor. El riego se suministró de acuerdo con la fórmula  $Q = v / t$  y su tiempo de riego se lo preveo mediante esta fórmula que es la siguiente  $TR = E_{to} / Ph_r$ , para poder calcular la  $E_{to}$ , los datos fueron recopilados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) Ver figura 16.

#### 3.2.4.3.10 Fertilización

Se utilizaron estos fertilizantes orgánicos que son; lixiviados de humus de lombriz, compost y estiércol de bovino, colocando las dosis empleadas en los tratamientos. La solución madre se la ubico en un balde de 50 L, empleando la dosis de acuerdo con los datos que tenemos en la tabla que proporciona para cada tratamiento, es indispensable recomendar un pre-riego al suelo, evitando de esta manera que el fertilizante se imbuya (Ver figura 17).

#### 3.2.4.3.11 El Tutorado

Esta labor se radicó en que la planta se mantenga de forma vertical, utilizando piolas de algodón que su crecimiento sea hacia arriba de forma erguida y no toque el suelo, permitiendo que el fruto se desarrolle más sano y consecuentemente, de mayor calidad (Ver figura 18).

#### 3.2.4.3.12 Cosecha del cultivo

Se realizó una cosecha a los 90 días de forma manual los frutos de pimiento cuando estos desarrollaron totalmente su tamaño, de color verde pero fisiológicamente forjadas, de la misma forma cuando se mantienen apretadas, firmes y brillantes (Ver figura 19).

### 3.2.5 Análisis estadístico

Todos los datos que se obtuvo del campo fueron sometidos al análisis de la varianza y la comparación de promedios se realizó con el test de Tukey, el 5% de probabilidad. Este análisis se realizó con el software libre Infostat.

**Tabla 3. Esquema de análisis de varianza**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	3
Error experimental	16
Total	19

Descripción de análisis de varianza  
Hidalgo, 2023

## 4. Resultados

### 4.1 Respuesta fisiológica del pimiento (*Capsicum annuum*) usando los lixiviados orgánicos bajo fertirriego.

En la tabla 4, se observa la dosis a implementar por fertirriego en cada tratamiento.

**Tabla 4. Dosificaciones empleadas en el fertirriego.**

N.º	Tratamientos	Dosis			Frecuencia de Aplicación
		<u>25 días</u>	<u>50 días</u>	<u>75 días</u>	
1	Lixiviado Humus de lombriz	1,5 L	2,5 L	3 L	25-50-75 días
2	Lixiviado de compost	1,5 L	2,5 L	3 L	25-50-75 días
3	Lixiviado de estiércol de bovino	1,5 L	2,5 L	3 L	25-50-75 días
4	Testigo absoluto	0	0	0	0

Descripción de los tratamientos en estudio.  
Hidalgo, 2023

A los 25 días en el T1 se aplicó (1,5 L), de la misma manera en el T2 (1,5 L), en el T3 (1,5 L) y por último el T4 (Testigo absoluto) no se aplicó nada. A los 50 días de la misma manera se aplicó (2,5 L), en el tratamiento 1, 2, 3. A los 75 días de la misma manera se aplicó (3 L), en el tratamiento 1, 2, 3.

#### 4.1.1 Altura de planta

Para determinar el efecto del producto aplicado se tomaron datos para registrarlos en Excel, se midió la altura de planta a los 15, 35 y 80 días del área útil. Esta variable se midió luego de haber aplicado la tres dosis de los lixiviados orgánicos. La tabla expuesta muestra los promedios obtenidos.



**Tabla 5. Altura de planta**

Tratamientos	Promedio		
	15 días	35 días	80 días
1 Lixiviado Humus de lombriz	14,6 a	37 a	67 a
2 Lixiviado de Compost	13,98 b	35,8 b	61,5 b
3 Lixiviado de estiércol bovino	14,5 a	36,72 a b	66,9 a
4 Testigo	13,42 c	32,72 c	60 b
<b>CV</b>	1,30 %	1,68 %	1,36 %

Promedios de altura de planta e identificación del tratamiento con mejor promedio. Hidalgo, 2023

Al observar la tabla 5 en cuanto a la variable altura de planta a los 15 días se observaron diferencias por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 14,6cm y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 14,5cm seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 13,98cm es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 1,30%.

A los 35 días se observaron diferencias en los tratamientos por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 37cm y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 36,72cm seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 35,8cm posteriormente el T4 (Testigo) con el valor más bajo con 32,72cm es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 1,68%.

A los 80 días el T1 (Lixiviado humus de lombriz) siguió predominando con 67cm de igual forma el T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 66,9cm seguido por el T2

(Lixiviado de Compost) con 61,5cm por último el T4 (Testigo) con 60cm teniendo el promedio menor en cuanto a la variable.

#### 4.1.2 Número de frutos por plantas

Para determinar el efecto del producto aplicado se tomaron datos para registrarlos en Excel, se contabilizo el número de frutos por plantas del área útil. En esta variable se registraron datos luego de haber aplicado tres dosis de los lixiviados orgánicos. La tabla expuesta muestra los promedios obtenidos.

**Tabla 6. Número de frutos por plantas escogidos a los 90 días**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Promedio</b>
1	Lixiviado Humus de lombriz	4,04 a
2	Lixiviado de Compost	3,52 c
3	Lixiviado de estiércol bovino	3,8 b
4	Testigo	2,66 d
<b>CV</b>		<b>2,78%</b>

Promedios de números de frutos por planta e identificación del tratamiento con mejor promedio.

Hidalgo, 2023

Al observar la tabla 6 en cuanto a la variable números de frutos por planta a los 90 días se observaron diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 4,04 segundo el T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 3,8 seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 3,52 dejando el T4

(Testigo) con 2,66 en último lugar es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 2,78%.

#### 4.1.3 Longitud del fruto

Para determinar el efecto del producto aplicado se tomaron datos para registrarlos en Excel, se midió la longitud del fruto del área útil. En esta variable se registraron datos luego de haber aplicado tres dosis de los lixiviados orgánicos. La tabla expuesta muestra los promedios obtenidos.

**Tabla 7. Longitud de frutos escogidos a los 90 días**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Promedio</b>
1	Lixiviado Humus de lombriz	12,08 a
2	Lixiviado de Compost	11,06 b
3	Lixiviado de estiércol bovino	12,02 a
4	Testigo	9,2 c
<b>CV</b>		<b>1,12 %</b>

Promedios de longitud de frutos escogidos a los 90 días e identificación del tratamiento con mejor promedio.

Hidalgo, 2023

Al observar la tabla 7 en cuanto a la variable longitud de frutos escogidos a los 90 días se observaron diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 12,8cm y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 12,02cm seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 11,06cm dejando

el T4 (Testigo) con 9,2cm en último lugar es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 1,12%.

#### 4.1.4 Diámetro del fruto

Para determinar el efecto del producto aplicado se tomaron datos para registrarlos en Excel, se midió el diámetro del fruto del área útil. En esta variable se registraron datos luego de haber aplicado las tres dosis de los lixiviados orgánicos. La tabla expuesta muestra los promedios obtenidos.

**Tabla 8. Diámetro de los frutos escogidos a los 90 días**

Tratamientos	Descripción	promedio
1	Lixiviado Humus de lombriz	6,02 a
2	Lixiviado de Compost	5,25 b
3	Lixiviado de estiércol bovino	5,98 a
4	Testigo	5,13 b
<b>CV</b>		<b>2,40 %</b>

Promedios de diámetro de los frutos escogidos a los 90 días e identificación del tratamiento con mejor promedio.  
Hidalgo, 2023

Al observar la tabla 8 en cuanto a la variable diámetro de los frutos escogidos a los 90 días se observaron diferencias por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 6,02cm y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con

5,98cm seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 5,25cm dejando el T4 (Testigo) con 5,13cm en último lugar es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 2,40%.

#### 4.1.5 Peso de los frutos por planta

Para determinar el efecto del producto aplicado se tomaron datos para registrarlos en Excel, se tomó con una balanza el peso de los frutos por planta del área útil. En esta variable se registraron datos luego de haber aplicado las tres dosis de los lixiviados orgánicos. La tabla expuesta muestra los promedios obtenidos.

**Tabla 9. Peso de los frutos por plantas escogidos a los 90 días**

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Promedio</b>
1	Lixiviado Humus de lombriz	63,64 a
2	Lixiviado de Compost	60,26 b
3	Lixiviado de estiércol bovino	63,1 a
4	Testigo	40,08 c
<b>CV</b>		<b>0,84 %</b>

Promedios de peso de los frutos por plantas e identificación del tratamiento con mejor promedio.  
Hidalgo, 2023

Al observar la tabla 9 en cuanto a la variable peso de los frutos por plantas se observaron diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 63,64g y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 63,1g seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 60,26g dejando el T4 (Testigo)

con 40,08g en último lugar es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 0,84%.

## 4.2 Determinación del mejor tratamiento de fertirrigación en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*).

### 4.2.1 Rendimiento en (Kg/ha)

En esta variable se logró exponer: Rendimiento (kg/ha) para comprobar el efecto que haya logrado la aplicación de los lixiviados orgánicos: humus de lombriz, compost, estiércol de bovino como complemento de fertilización, la cual estará expresado en kg/ha, mediante la regla de tres simple. La tabla expuesta muestra los promedios obtenidos.

**Tabla 10. Rendimiento en (Kg/ha)**

Tratamientos	Descripción	Promedio
1	Lixiviado Humus de lombriz	6364 a
2	Lixiviado de Compost	6026 b
3	Lixiviado de estiércol bovino	6310 a
4	Testigo	4008 c
<b>CV</b>		0,84 %

Rendimiento en (Kg/ha) e identificación del tratamiento con mejor promedio. Hidalgo, 2023

Al observar la tabla 10 en cuanto a la variable rendimiento en (Kg/ha) se observaron diferencias significativas por lo que fue necesario la aplicación de la prueba Tukey al 5% de probabilidad de error, obteniendo el primer lugar T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 6364 Kg/ha y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 6310 Kg/ha seguido del T2 (Lixiviado de Compost) con 6026 Kg/ha dejando el

T4 (Testigo) con 4008 Kg/ha en último lugar es de resaltar que existió un coeficiente de varianza de 0,84 %. Dando como resultado que el T1 (Lixiviado Humus de lombriz) y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) fue donde se logró mejores resultados.

### 4.3 Viabilidad económica de los tratamientos en base a la relación beneficio costo.

#### 4.3.1 Descripción de la relación beneficio costo (RBC)

Tabla 11. Relación Beneficio-Costo.

Componentes	Tratamientos			
	1	2	3	4
Costos variables (Costos tratamientos)	150	80	140	0
Costo de producción sin tratamientos	1.971,9	1.971,9	1.971,9	1.971,9
Costo total	2.121,9	2.051,9	2.111,9	1.971,9
Rendimiento total en Kg/Ha	6.364	6.026	6.310	4.008
Rendimiento en dólares	4.136,6	3.916,9	4.101,5	2.605,2
Beneficio neto	2.014,7	1.865	1.989,6	633,3
Relación Beneficio/Costo	0,95	0,91	0,94	0,32

Análisis económico mediante la relación beneficio – costo del experimento.  
Hidalgo, 2023

Como se observa en el cuadro de análisis económico, mediante la relación beneficio costo obtenida de la siguiente fórmula:

$$RBC = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}} - 1$$

En la Tabla se detalla la relación beneficio-costo incluyendo los tratamientos y el rendimiento, dando como resultado que el T1 (Lixiviado humus de lombriz) con un beneficio costo de 0,95ctvs. Seguido por el T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con un beneficio costo 0,94ctvs. Tercero el T2 (Lixiviado de compost) con 0,91ctvs y por último el testigo con 0,32ctvs. Dando como resultado que el tratamiento uno y tres son los que obtienen mayor ganancia por cada dólar invertido.



## 5. Discusión.

Según la hipótesis planteada “Al menos un tratamiento de los tres lixiviados orgánicos logra incrementar el rendimiento en el cultivo del pimiento bajo fertirriego”.

Según Suárez (2020) su investigación sobre la plantación de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos, el tratamiento Humus de lombriz dio como resultados en la variable altura de planta a los 30 días con un promedio de 26,47cm y a los 70 días con un promedio de 65,93cm coincide en el estudio realizado por el autor, Evaluación de lixiviados orgánicos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) bajo fertirriego, a los 35 días el que obtuvo mejor resultado fue Lixiviado humus de lombriz (T1) con un promedio de 37cm y predominó a los 80 días con un promedio de 67,02cm según el análisis estadístico ANOVA de acuerdo a esta investigación.

Mediante una investigación realizada por Quiñonez, Tandazo y Arias (2020), se utilizaron cuatro fuentes orgánicas para evaluar la respuesta agronómica de plantas de pimiento (*Capsicum annuum*) expuestas a diversas dosis. El segundo mejor tratamiento fue el humus de lombriz, que obtuvo un mayor número y peso de frutos, teniendo mejores rendimientos, lo cual contribuye en materia orgánica como fósforo, nitrógeno y potasio, elementos que son fuentes para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo en la investigación del autor, Evaluación de lixiviados orgánicos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) bajo fertirriego en el cantón El Triunfo el mejor tratamiento en cuanto al número de frutos por planta fue el (T1) lixiviado humus de lombriz con 4,04. En cuanto al peso de los frutos por planta el (T1) lixiviado humus de lombriz con 63,64g y (T2) lixiviado estiércol de bovino con 63,1g los dos tratamientos predominaron en cuanto al peso del fruto y

la variable rendimiento en Kg/ha con un valor el (T1) de 6310Kg y (T2) de 6310kg lo cual coincide con dicho autores.

Con respecto a la variable longitud del fruto el lixiviado Humus de lombriz (T1) con 12,08cm teniendo el promedio mayor, luego lixiviado de estiércol bovino (T3) con 12,02cm y el lixiviado de Compost (T2) con 11,06cm dejando el testigo (T4) con 9,2cm en último lugar. Guato, (2017) realizó una investigación sobre la evaluación del rendimiento de tres híbridos en pimiento, tuvo un valor de 21cm como resultado mayor de longitud del fruto, lo cual discrepo con el autor porque el resultado no está dentro del rango correspondiente.

Por lo tanto Laverde y Muñoz (2021) quienes realizaron una investigación de producción urbana del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) con aplicación de abonos foliares y concentraciones de sustratos en la variable diámetro de fruto se puede observar que el tratamiento con mayor promedio fue 6.32cm y menor de 4.87cm. En cuanto a la investigación del autor se puede observar a los 90 días que el lixiviado Humus de lombriz (T1) con 6,02cm teniendo el promedio mayor, y por ultimo el testigo (T4) con 5,13cm con menor promedio; lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la investigación ya que está dentro del rango promedio de dicha variable.

Según al análisis económico en base a la relación beneficio – costo de Espinales, Espinoza y Arias (2020) con el tema cultivos de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos determinaron que el que obtuvo el valor más alto fue el tratamiento humus de lombriz con 0,84ctvs. Si coincide con el autor ya que el tratamiento con mayor RBC es el T1 lixiviado humus de lombriz con 0,95 ctvs. Seguido de lixiviado estiércol de bovino con 0,94 ctvs. Que significa que por

cada dólar invertido se obtiene 0,95 y 0,94 centavos respectivamente. Por lo que se acepta la hipótesis planteada.

## 6. Conclusiones

Luego de haber ejecutado la presente investigación en base a los objetivos se concluye lo siguiente:

En cuanto al efecto de los tres lixiviados orgánicos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) mediante diseño experimental, la altura de planta de pimiento a los 80 días, el T1 (Lixiviado humus de lombriz) 67cm y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) 66,9cm obtuvo el mayor valor numérico. En números de frutos por plantas, el T1 (Lixiviado humus de lombriz) 4,04 obtuvo el mayor valor numérico. En la longitud del fruto, el T1 (Lixiviado humus de lombriz) 12,08cm y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) 12,02cm obtuvo el mayor valor numérico. En el diámetro del fruto el T1 (Lixiviado humus de lombriz) 6,02cm obtuvo el mayor valor numérico. En el peso del fruto el T1 (Lixiviado humus de lombriz) 63,64g y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) 63,1g obtuvo el mayor valor numérico.

El tratamiento con mejor respuesta a la aplicación de tres lixiviados orgánicos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en la zona de estudio, los de mayor valor son T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 6364 Kg/Ha y T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 6310 Kg/Ha, siendo los dos con mejores promedios.

Según al análisis económico en base a la relación beneficio – costo el tratamiento con mayor RBC es el T1 (Lixiviado humus de lombriz) con 0,95 ctvs. Seguido de T3 (Lixiviado estiércol de bovino) con 0,94 ctvs. Lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene 0,95 y 0,94 dólares respectivamente.

## **7. Recomendaciones**

Habiendo tomado en cuenta los resultados obtenidos, bajo las condiciones del ensayo, se recomienda lo siguiente:

Se recomienda aplicar Lixiviado de humus de lombriz en dosis de 7 L/Ha para mejorar la producción de pimiento.

Se recomienda aplicar Lixiviado de estiércol de bovino en dosis de 7 L/Ha para mejorar la producción de pimiento.

Se recomienda llevar a cabo las investigaciones sobre el uso de otros tipos de fertilizantes orgánicos. Hacer estudios de suelos en el mismo sitio para comprender sus efectos sobre las propiedades físicas y los efectos sobre la vida microbiana del suelo.

## 8. Bibliografía

- Acevedo, P., Cruz, J., y Taboada, O. (2020). Abonos orgánicos comerciales, estiércoles locales y fertilización química en la producción de plántula de chile poblano. *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1), 35-44. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.35>
- AGROCALIDAD. (2012). Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del agro. *FAO*, 24-60.
- Aguilar, J., Giner, A., Núñez, A., Nájera, I., Juan, F., Baixauli, C., y Calatayud, A. (2019). Comportamiento agronómico y fisiológico de pimiento tipo italiano en invernadero en cultivo sin suelo, bajo diferentes calidades de perlita y dotaciones de riego. *Jornadas Del Grupo de Horticultura*, 58, 135-138.
- Alemán, R., Domínguez, J., Rodríguez, Y., Soria Re, S., Torres, R., Vargas, J., y Alba, J. (2018). Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Centro Agrícola*, 45(1), 14-23. doi:[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S02535785201800010002&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S02535785201800010002&lng=es&tlng=es).
- Alvarez, A., Calderón, A., Fundora, L., y Rodríguez, A. (2018). Manejo de bioproductos en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L.) en condiciones de organopónico. *Revista científica Agroecosistemas*, 6(2), 121-127. obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/201>
- Bringas, B., Mendoza, I., Navarro, C., González, Á., y Jacobo, G. (2020). Análisis de sistemas de riego por gravedad y goteo subsuperficial basada en una

- encuesta de muestra de conveniencia en el valle de Mexicali. *Revista Vínculos ESPE*, 5(3), 13-32.
- Bustos, J., Tandazo, J., y Mínda, J. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos. *Journal of Science and Research*, 5(3), 42-48. doi: <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/887>
- Cabrera, G., y Tapuy, J. (2021). *Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum)* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, La Mana, Ecuador
- Campomanes, M., Quezada, C., Minchán, W., Rodríguez, k., y Cruzado, O. (2019). Parámetros de calidad de postcosecha en pimiento paprika y chile guajillo (*Capsicum annuum* L.). *Magister Science Journal*, 2(1), 43-53.
- Carvajal, R. (2021). Implementación sistema fertirriego por goteo localizado en cultivo de tomate tipo chonto Santa Clara cultivar Roble 956 F1 bajo condiciones de invernadero. *Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 6, 11-24. doi:10.23850/23899573.3589
- Chiriboga, J. (2019). *Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (Capsicum annuum L.) en invernadero* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solis, L., y Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 84-99.

- Díaz, M. (2020). *Ensayo de vermicompost en sustrato de fibra de coco con cultivo de pimiento (Capsicum annum)” tipo lamuyo* (Tesis de Pregrado). Universidad de Almería, Almería, España.
- Espinales, H., Espinoza, A., y Arias, R. (2020). Cultivos de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos. *Revista Multidisciplinaria*, 2(1), 25-31.
- Figueroa, F., Andrade, J., Santana, J., y Menéndez, C. (2020). Evaluación de diferentes niveles de hidrogel en el cultivo de pimiento (capsicum annum L.) para prolongar los periodos de riego. *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE*, 3(6), 52-64.  
doi:<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/sapientiae/article/view/51/118>
- Guachan, B. (2019). *Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.), en el barrio Santa Rosa* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo.
- Guato, M. (2017). *Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad la clementina* (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, Tungurahua.
- Henao, G. (2018). *El cultivo del pimiento amarillo (Capsicum annum) bajo dos entornos de producción en el oriente antioqueño* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín, Colombia .
- Hernández, R., Juárez, A., Pérez, A., Lozano, C., Zermeño, A., y González, J. (2022). Influencia de fertilizantes orgánicos y del silicio sobre la fisiología, el



rendimiento y la calidad nutracéutica del cultivo de fresa. *Nova scientia*, 14, 28. doi:[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052022000100101&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052022000100101&script=sci_arttext)

Laverde, C., y Jahaira, M. (2021). *Producción urbana del cultivo de pimiento (Capsicum annuum) con aplicación de abonos foliares y concentraciones de sustratos* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Laverde, C., y Muñoz, J. (2021). *Producción urbana del cultivo de pimiento (Capsicum annuum) con aplicación de abonos foliares y concentraciones de sustratos*. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Martínez, M., y Ruiz, J. (2018). Efecto de la aplicación de lixiviados de lombriz y ácidos húmicos en la producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. Annumm). *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 5(15), 19-24. doi:[https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Agropecuarias/vol5num15/Revista\\_de\\_Ciencias\\_Naturales\\_y\\_Agropecuarias\\_V5\\_N15\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol5num15/Revista_de_Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias_V5_N15_4.pdf)

Martínez, M., Baños, L., Cuellar, L., Toro, M., Sánchez, A., Miranda, I., y Duarte, L. (2021). Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en pimiento (*Capsicum annuum* L.) a campo abierto y casa de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 36(1).

Michels, J., Rodríguez, P., y Montero, G. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en casa de cultivo protegido con fertirriego e inoculación con *Glomus cubense*. *Ciencia en su PC*, 1, 18-30.

- Morales, A. (2020). *Efecto de la aplicación de humus de lombriz al suelo sobre el crecimiento y absorción de nutrientes en pimentón* (Tesis de Pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.
- Munzón, M., Holguin, B., y Chávez, G. (2022). Respuesta agronómica del cultivo de pimiento (*Capsicum annum L*) a dos condiciones de riego. *Agroindustrial Science*, 12(1), 73-80. doi:/10.17268/agroind.sci.2022.01.09
- Orrala, N., Candell, A., León, A., y Mayorga, M. (2020). Efecto del riego deficitario controlado en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) utilizando la tina de evaporación clase A. *Revista Ciencia e Investigación*, 5(1), 114-124.
- Pérez, M., Alonso, M., Riahi, C., Bouagga, S., Urbaneja, A., y Depalo, L. (2021). Inducción de defensas en pimiento: una nueva herramienta sostenible de gestión de plagas y enfermedades. *Phytoma España* (327), 96-98.
- Quiñonez, J., Tandazo, J., y Arias, J. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annum L.*) mediante la aplicación de abonos orgánicos. *Journal of Science and Research*, 3(5), 42-48.
- Ramos, D., y Terry, E. (2018). Experiencias productivas con pimiento (*Capsicum annum L.*) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. *SciELO*, 35(4), 98-102.
- REPUBLICA DEL ECUADOR. (2014). *Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua*. Quito, Ecuador: REPUBLICA DEL ECUADOR. ASAMBLEA NACIONAL.
- Reyes, J., Rivero, M., Solórzano, A., Carballo, F., Lucero, G., y Ruiz, F. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como

influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 39. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>

Rivera, W., Ortiz, C., García, R., y Rodríguez, I. (2021). Influencia de la fertilización nitrogenada en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1), 25-29.

Rodríguez, P., y Oduardo, N. (2021). Producción ecológica de pimiento (*capsicum annum* l.) en las condiciones edafoclimáticas. *Ciencia en su PC* ,1(2). doi:<https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731007/181369731007.pdf>

Rodríguez, P., y Reynel, V. (2020). Residuos orgánicos y su efecto en las propiedades biológicas edáficas y la productividad del pimiento (*Capsicum annum* l.). *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y saberes*, 10(2), 10-16.

Rodríguez, P., Álvarez, M., y 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 annum* L.). *Ciencia en su PC*, 46-59.

Romero, W., Jaramillo, E., y Luna, Á. (2022). Evaluación morfológica del pimiento (*capsicum annun* l.) bajo diferentes coberturas vegetales muertas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 134-142. doi:<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Ruiz, W. (2021). *Influencia de la fertilización sobre la producción de pimiento (Capsicum annuum L), En condiciones de invernadero* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador.

- Suárez, O. (2020). Cultivos de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 2(1), 1-6.
- Tlelo, A., Taboada, O., Cruz, J., López, H., y López, P. (2020). Efecto de la fertilización orgánica y química en el rendimiento de fruto de chile Poblano. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 3(3), 283-289.
- Toñanez, L., Bottino, J., y Galeano, X. (2021). Efectos de fertilización potásica en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) Var: híbrido Nathalie. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(13), 109-113.
- Vargas, P., Dorta, A., Fernández, K., y Méndez, J. (2021). Consideraciones para el diseño racional de sistemas de riego por goteo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(4).
- Viera, W. (2020). Rol de los microorganismos benéficos en la Agricultura Sustentable. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 19-21.
- Zambrano, F., y Lima, A. (2023). Uso de fertilizantes orgánicos en la producción de Cucurbitáceas. *Paideia XXI*, 13(1), 141-159.
- Zúñiga, A., Carrodegua, A., y Chinchilla, M. (2021). Variabilidad morfoagronómica de poblaciones F2 de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*, 25(2), 53-67.

## 9. Anexos

**Tabla 12. Datos de campo de la altura de planta a los 15 días (cm)**

### A.- Altura de planta a los 15 días (cm)

Altura de planta 15 días		repeticiones					suma	promedio
Tratamientos	Descripción	1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	14,5	14,6	14,7	14,3	14,9	73	14,6
2	Lixiviado de Compost	13,9	13,9	14	14,1	14	69,9	13,98
3	Lixiviado de estiércol bovino	14,5	14,5	14,2	14,5	14,8	72,5	14,5
4	Testigo	13,6	13,6	13,4	13,2	13,3	67,1	13,42

Altura de planta  
Hidalgo, 2023

### B.- Análisis de varianza de altura de planta a los 15 días

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta a los 15	20	0,89	0,87	1,30

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,42	3	1,47	44,00	<0,0001
Tratamientos	4,42	3	1,47	44,00	<0,0001
Error	0,54	16	0,03		
Total	4,96	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33119

Error: 0,0335 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	14,60	5	0,08 A
3	14,50	5	0,08 A
2	13,98	5	0,08 B
4	13,42	5	0,08 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 13. Datos de campo de la altura de planta a los 35 días (cm)**

**A.- Altura de planta a los 35 días (cm)**

Tratamientos	Descripción	repeticiones					suma	promedio
		1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	37,7	36	37,4	37,4	36,5	185	37
2	Lixiviado de Compost	36	35	35,5	35,8	36,7	179	35,8
3	Lixiviado de estiércol bovino	36,2	36,3	36,8	37,2	37,1	183,6	36,72
4	Testigo	33,2	33,3	32	32,8	32,3	163,6	32,72

Altura de planta  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de la altura de planta a los 35 días**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta a los 35 ..	20	0,91	0,89	1,68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	57,71	3	19,24	53,66	<0,0001
Tratamientos	57,71	3	19,24	53,66	<0,0001
Error	5,74	16	0,36		
Total	63,45	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,08342**

Error: 0,3585 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	37,00	5	0,27	A
3	36,72	5	0,27	A B
2	35,80	5	0,27	B
4	32,72	5	0,27	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 14. Datos de campo de la altura de planta a los 70 días (cm)**

**A.- Altura de planta a los 70 días (cm)**

Altura de planta 70 días		repeticiones					suma	promedio
Tratamientos	Descripción	1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	66,9	67,4	67,6	66,6	66,6	335,1	67,02
2	Lixiviado de Compost	63,6	61,1	61,3	60,9	60,4	307,3	61,46
3	Lixiviado de estiércol bovino	65,9	67,5	67,2	66,3	67,4	334,3	66,86
4	Testigo	59,7	60,5	60,9	60,3	58,7	300,1	60,02

Altura de planta  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de la altura de planta a los 70 días**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta a los 70 ..	20	0,94	0,93	1,36

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	197,45	3	65,82	87,75	<0,0001
Tratamientos	197,45	3	65,82	87,75	<0,0001
Error	12,00	16	0,75		
Total	209,45	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,56705**

Error: 0,7500 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	67,02	5	0,39 A
3	66,86	5	0,39 A
2	61,46	5	0,39 B
4	60,02	5	0,39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 15. Datos de campo de número de frutos por planta (#)**

**A.- Número de frutos por planta (#)**

Número de frutos por planta		repeticiones					suma	promedio
Tratamientos	Descripción	1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	4,1	4,1	3,9	4,1	4	20,2	4,04
2	Lixiviado de Compost	3,6	3,4	3,5	3,5	3,6	17,6	3,52
3	Lixiviado de estiércol bovino	3,7	3,9	3,7	3,8	3,9	19	3,8
4	Testigo	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	13,3	2,66

Frutos por planta  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de número de frutos por planta (#)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Número de frutos por plant..	20	0,97	0,97	2,78

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,44	3	1,81	190,79	<0,0001
Tratamientos	5,44	3	1,81	190,79	<0,0001
Error	0,15	16	0,01		
Total	5,59	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17637

Error: 0,0095 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

1	4,04	5	0,04	A
3	3,80	5	0,04	B
2	3,52	5	0,04	C
4	2,66	5	0,04	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023



**Tabla 16. Datos de campo de longitud del fruto (cm)**

**A.- Longitud del fruto (cm)**

Longitud del fruto (cm)		repeticiones					suma	promedio
Tratamientos	Descripción	1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	12	12	12,2	12,1	12,1	60,4	12,08
2	Lixiviado de Compost	11,1	11	11	11	11,2	55,3	11,06
3	Lixiviado de estiércol bovino	12,1	12	12,1	11,9	12	60,1	12,02
4	Testigo	9,4	9,2	9	9,4	9	46	9,2

Frutos por planta  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de longitud del fruto (cm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>s</sup>	R <sup>s</sup> Aj	CV
Longitud del fruto	20	0,99	0,99	1,12

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,09	3	9,03	582,58	<0,0001
Tratamientos	27,09	3	9,03	582,58	<0,0001
Error	0,25	16	0,02		
Total	27,34	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,22528**

Error: 0,0155 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	12,08	5	0,06	A
3	12,02	5	0,06	A
2	11,06	5	0,06	B
4	9,20	5	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 17. Datos de campo de diámetro del fruto (cm)**

**A.- Diámetro del fruto (cm)**

Diámetro del fruto (cm)		repeticiones					Suma	Promedio
Tratamientos	Descripción	1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	5,9	6,05	6	6	6,15	30,1	6,02
2	Lixiviado de Compost	5	5,35	5,3	5,3	5,3	26,25	5,25
3	Lixiviado de estiércol bovino	5,8	5,9	6,1	6,1	6	29,9	5,98
4	Testigo	5	5,4	5,1	5	5,15	25,65	5,13

Diámetro por planta  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de diámetro del fruto (cm)**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro del fruto	20	0,92	0,90	2,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,32	3	1,11	61,28	<0,0001
Tratamientos	3,32	3	1,11	61,28	<0,0001
Error	0,29	16	0,02		
Total	3,61	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24319

Error: 0,0181 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	6,02	5	0,06	A
3	5,98	5	0,06	A
2	5,25	5	0,06	B
4	5,13	5	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 18. Datos de campo de peso de los frutos por planta (g)**

**A.- Peso de los frutos por planta (g)**

Tratamientos	Descripción	Repeticiones					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	64,5	63,4	63	64,1	63,2	318,2	63,64
2	Lixiviado de Compost	60,2	59,8	60,6	60,3	60,4	301,3	60,26
3	Lixiviado de estiércol bovino	63	63	63,1	62,5	63,9	315,5	63,1
4	Testigo	40,6	39,8	39,6	40,1	40,3	200,4	40,08

Peso de los frutos por planta  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de peso de los frutos por planta (g)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de los frutos por pla..	20	1,00	1,00	0,84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1890,01	3	630,00	2790,71	<0,0001
Tratamientos	1890,01	3	630,00	2790,71	<0,0001
Error	3,61	16	0,23		
Total	1893,62	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85974**

Error: 0,2258 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	63,64	5	0,21 A
3	63,10	5	0,21 A
2	60,26	5	0,21 B
4	40,08	5	0,21 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 19. Datos de campo de Rendimiento (kg/ha)**

**A.- Rendimiento (kg/ha)**

Tratamientos	Rendimiento kg/ha Descripción	Repeticiones					Suma	Promedio
		1	2	3	4	5		
1	Lixiviado Humus de lombriz	6450	6340	6300	6410	6320	31820	6364
2	Lixiviado de Compost	6020	5980	6060	6030	6040	30130	6026
3	Lixiviado de estiércol bovino	6300	6300	6310	6250	6390	31550	6310
4	Testigo	4060	3980	3960	4010	4030	20040	4008

Rendimiento.  
Hidalgo, 2023

**B.- Análisis de varianza de Rendimiento (kg/ha)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento kg	20	1,00	1,00	0,84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18900100,00	3	6300033,33	2790,71	<0,0001
Tratamientos	18900100,00	3	6300033,33	2790,71	<0,0001
Error	36120,00	16	2257,50		
Total	18936220,00	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=85,97353

Error: 2257,5000 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	6364,00	5	21,25 A
3	6310,00	5	21,25 A
2	6026,00	5	21,25 B
4	4008,00	5	21,25 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Hidalgo, 2023

**Tabla 20. Costo de producción de una Ha de pimiento sin considerar los tratamientos**

<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
Construcción del invernadero	Ha	1	350	<b>400</b>
Sustrato	Materiales	1	310	<b>310</b>
Llenada de fundas	Jornales	5	20	<b>150</b>
Plántulas de pimiento	Unidad	900	0,12	<b>160</b>
Siembra manual	Jornales	7	20	<b>140</b>
Control fitosanitario	Jornales	5	20	<b>100</b>
Control de malezas	Jornales	5	20	<b>100</b>
<b>Riego</b>				
Instalación de riego por goteo	materiales	1	400	<b>325</b>
Instalación manual	Jornales	7	20	<b>140</b>
<b>Otros</b>				
Zuncho	rollo	2	17	<b>34</b>
Piola	rollo	4	1	<b>4</b>
Caña	unidad	6	2,5	<b>15</b>
<b>Subtotal</b>				<b>1878,00</b>
Administración (5%)				<b>93,9</b>
<b>Total Costo Fijo</b>				<b>1971,9</b>

Costo de producción de una Ha de pimiento sin considerar los tratamientos  
Hidalgo, 2023

**Tabla 21. Relación Beneficio-Costo incluyendo los tratamientos.**

Tratamientos	Costo sin tratamiento	Costo de tratamiento	Costo total	Rendimiento en kg/ha	Rendimiento en dólares	Beneficio Neto	Relación Beneficio/Costo
T1 lixiviado Humus de lombriz	1971,9	150	2121,9	6364	4136,6	2014,7	0,95
T2 lixiviado de Compost	1971,9	80	2051,9	6026	3916,9	1865	0,91
T3 lixiviado de estiércol bovino	1971,9	140	2111,9	6310	4101,5	1989,6	0,94
T4 Testigo comercial	1971,9	0	1971,9	4008	2605,2	633,3	0,32

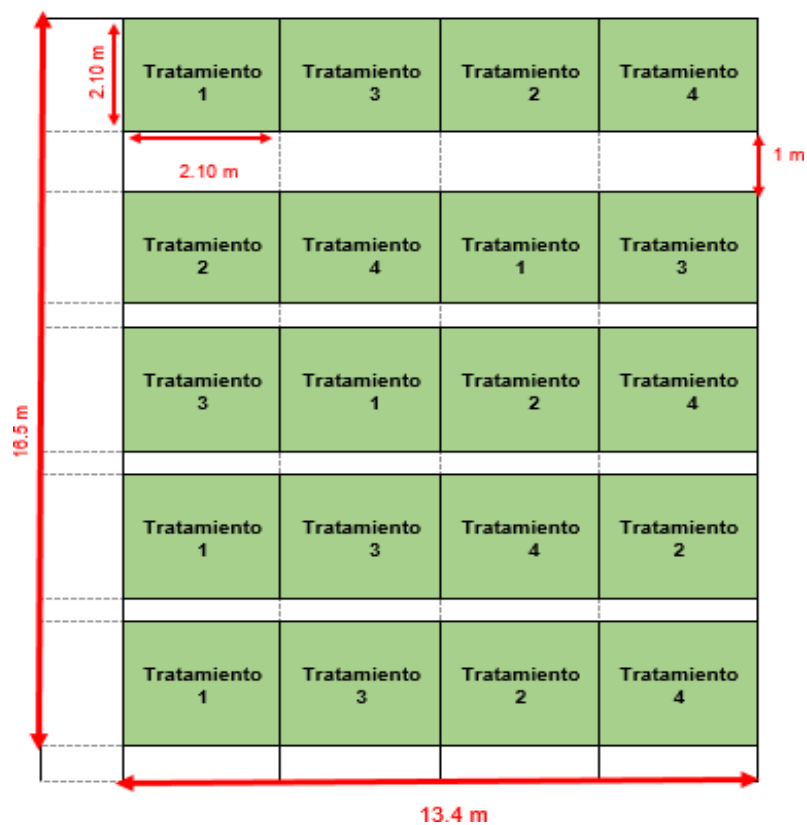
Relación Beneficio-Costo incluyendo los tratamientos y el rendimiento.  
Hidalgo, 2023

**Figura 1:** Ubicación del área de investigación

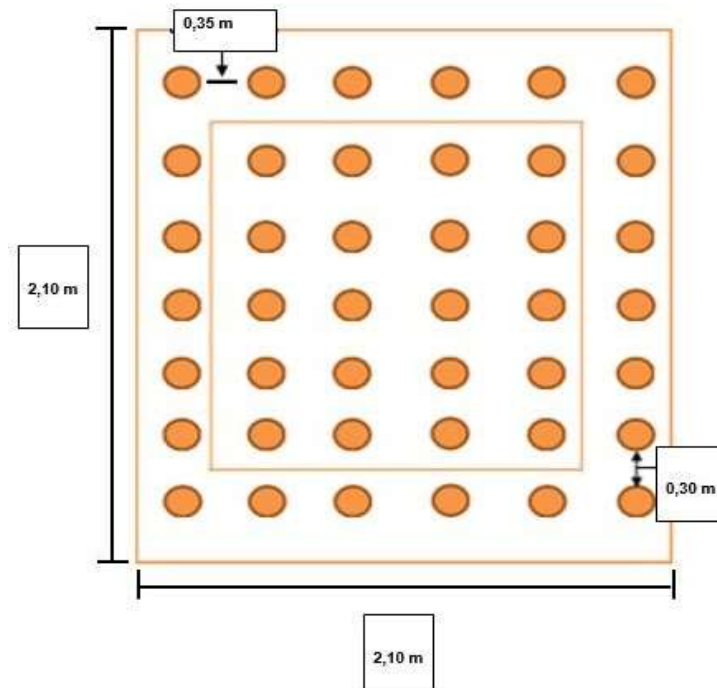


Google Maps, 2023

**Figura 2:** Croquis de campo



Hidalgo, 2023

**Figura 3:** Unidad experimental

Hidalgo, 2023

**Figura 4.** Recolección de datos altura de plantas

Hidalgo, 2023



**Figura 5.** Recolección de datos números de frutos por planta



Hidalgo, 2023

**Figura 6.** Recolección de datos longitud del fruto



Hidalgo, 2023

**Figura 7.** Recolección de datos diámetro del fruto



Hidalgo, 2023

**Figura 8.** Recolección de datos peso del fruto por plantas



Hidalgo, 2023

**Figura 9.** Elaboración de invernadero



Hidalgo, 2023

**Figura 10.** Preparación de sustrato



Hidalgo, 2023

**Figura 11.** Llenado de fundas



Hidalgo, 2023

**Figura 12.** Trasplante de pimiento



Hidalgo, 2023

**Figura 13.** Control de malezas, visita del docente guía



Hidalgo, 2023

**Figura 14.** Control fitosanitario.



Hidalgo, 2023

**Figura 15.** Obtención de lixiviados orgánicos.



Hidalgo, 2023

**Figura 16.** Instalación de riego



Hidalgo, 2023

**Figura 17.** Aplicación de los lixiviados para el fertirriego



Hidalgo, 2023

**Figura 18. El Tutorado**



Hidalgo, 2023

**Figura 19. Cosecha del cultivo**



Hidalgo, 2023