

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe - Pichincha”**

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

AUTORA: Montenegro Morillo Natalia Stefania

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paul Santiago MSc.

Tulcán, 2024.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante(s) Montenegro Morillo Natalia Stefania con el número de cédula 040185328-8 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe - Pichincha".

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

---

Ing. Ortiz Tirado Paul Santiago MSc.

**TUTOR**

Tulcán, diciembre de 2024.

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

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

Yo, Montenegro Morillo Natalia Stefania Montenegro y con cédula de identidad número 0401853288 y respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

---

Natalia Stefania Montenegro Morillo

**AUTORA**

Tulcán, diciembre de 2024.

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Montenegro Morillo Natalia Stefania y declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe - Pichincha" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

---

Montenegro Morillo Natalia Stefania

**AUTORA**

Tulcán, diciembre de 2024.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a Dios por brindarme cada día la oportunidad de vivir, gozar de buena salud, y adquirir sabiduría y entendimiento en cada experiencia que he enfrentado.

Extiendo mi gratitud a mis padres, Rocío e Iván, quienes se levantan cada día en busca de nuevas oportunidades que aseguren una mejor calidad de vida para nuestra familia. Su dedicación y esfuerzo inquebrantables son una inspiración constante.

A mis abuelos, especialmente a Nelly y José, les agradezco por haber estado presentes en innumerables fines de semana, apoyándome emocional, económica y moralmente en este sueño. Su amor y aliento han sido fundamentales en mi desarrollo personal y académico.

A mis hermanos, Iván y Óscar, les doy gracias por su comprensión en los momentos difíciles, así como por las risas y las innumerables historias que hemos compartido en nuestro hogar. Su apoyo ha fortalecido mi camino.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor, el Ingeniero Paul Ortiz, cuyo cariño, respaldo y persistencia han sido pilares fundamentales en la culminación de mi trabajo de titulación. Su labor trasciende la docencia, convirtiéndose en un apoyo humano invaluable. Aprecio profundamente su empatía y comprensión en mis momentos más desafiantes, y estoy agradecido por la gran persona y profesional que es, así como por su amistad sincera.

A mis amigos, Iván Coyago, Jairo Tuquerres y Jaqueline Cacuango, les agradezco por haber compartido conmigo momentos únicos durante mi estadía como estudiante foránea. Sus compañerismo y apoyo han hecho de esta experiencia un viaje maravilloso, lleno de recuerdos inolvidables y sonrisas que atesoraré en mi corazón. Gracias por ser un pilar esencial en los momentos que más los necesité.

Por último, agradezco a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a todos los docentes de la Carrera de Agropecuaria por haberme acogido y guiado en mi

formación profesional. Su compromiso en construir una educación ética y competente ha sido fundamental para mi desarrollo como profesional. Estoy profundamente agradecida por cada uno de los aprendizajes.

Montenegro Morillo Natalia Stefania

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada, en primer lugar, a Dios, quien me ha brindado un sinfín de oportunidades para vivir plenamente en los últimos años, incluso en aquellos momentos en los que yo misma dudaba de mi camino. Su amor y guía han sido fundamentales en mi vida, y por eso, esta dedicación es un profundo agradecimiento a Su presencia constante y a las bendiciones que me ha otorgado.

A mis padres, Rocío e Iván, les dedico este trabajo con todo mi corazón. Su lucha incansable cada día por brindarme un futuro mejor es un ejemplo que me inspira a seguir adelante. Gracias por su cariño incondicional, por el amor que siempre me han ofrecido y por ser un modelo de perseverancia y esfuerzo. Todo esto ha contribuido a formarme como la persona que soy hoy, con valores sólidos que me permiten desenvolverme en mis roles como hija, hermana y amiga.

A mis hermanos, Iván y Óscar, les agradezco por ser mis mejores aliados y por el amor que me han brindado. Su apoyo y confianza en mí me han motivado a demostrarles que soy capaz de alcanzar mis sueños. Ustedes son una fuente constante de inspiración y alegría en mi vida, y su presencia hace que cada logro tenga un significado aún más especial.

A mis queridos gatos, Botas, Nieve, Pablo, Coqueto y mi pequeña Mimi, les dedico un agradecimiento especial. Han sido testigos silenciosos de las innumerables noches de desvelo y esfuerzo, brindándome el apoyo emocional que tanto necesitaba en mis momentos más oscuros. Su compañía y cariño han sido un bálsamo en los días difíciles, recordándome que nunca estoy sola.

Por último, a mi pequeño Luchito, quien dio su vida para que yo pudiera escribir estas palabras. Su recuerdo vive en mi corazón y me impulsa a seguir adelante con determinación. Cada uno de ustedes es el motivo y la razón que me ha llevado a superarme día a día. En los momentos más difíciles, su amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza necesaria para enfrentar los desafíos y seguir luchando por

mis sueños. Esta dedicación es un homenaje a todos ustedes, quienes han sido fundamentales en mi vida y en mi camino hacia el éxito.

Montenegro Morillo Natalia Stefania

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	18
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	20
1.4.1. Objetivo General .....	20
1.4.2. Objetivos Específicos .....	20
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	20
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	21
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	21
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	24
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	38
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO</b> .....	38
3.1.1. Cuantitativo.....	38
3.1.2. Tipo de Investigación.....	38
<b>3.2. HIPÓTESIS</b> .....	39
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</b> .....	39
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS</b> .....	41
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	47
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	48
<b>4.1. RESULTADOS</b> .....	48
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	68

<b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....	68
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....	69
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	70
<b>VII. ANEXOS</b> .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la espinaca. ....	26
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la agricultura vertical.....	37
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables. ....	40
Tabla 4. Tratamientos de estudio.....	42
Tabla 5. Composición Nutriliq Raíz (abono comercial).....	43
Tabla 6. Composición de la preparación del sustrato.....	44
Tabla 7. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable altura. .....	48
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable altura de planta por tratamiento.....	49
Tabla 9. Prueba de tukey para la variable altura de planta por tratamiento.....	49
Tabla 10. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable diámetro.....	50
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable diámetro por tratamiento.....	51
Tabla 12. Prueba de tukey para la variable diámetro por tratamiento.....	52
Tabla 13. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable # de hojas. ....	53
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable número de hojas por tratamiento.....	54
Tabla 15. Prueba de tukey para la variable número de hojas por tratamiento.....	55
Tabla 16. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable largo de hoja.....	56
Tabla 17. Análisis de varianza para la variable largo de hoja por tratamiento. ....	57
Tabla 18. Prueba de tukey al 5% para la variable largo de hoja por tratamiento.....	57
Tabla 19. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable ancho de hoja.....	59

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable ancho de hoja por tratamiento. ....	60
Tabla 21. Prueba de tukey al 5% para la variable ancho de hoja por tratamiento. ...	60
Tabla 22. Análisis de varianza por número de cosechas en plantas muestreadas. ...	61
Tabla 23. Prueba de tukey al 5% para el número de cosechas en plantas muestreadas. .....	62
Tabla 24. Análisis de varianza para la variable rendimiento en factores de dosis y abono para el número de cosechas cosecha en plantas muestreadas.....	62
Tabla 25. Prueba de tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas cosecha en plantas muestreadas.....	63
Tabla 26. Análisis de varianza por número de cosechas en tubo completo. ....	63
Tabla 27. Prueba de tukey al 5% para el número de cosechas en tubo.....	64
Tabla 28. Análisis de varianza para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo. ....	64
Tabla 29. Prueba de tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo.....	65
Tabla 30. Análisis costo-beneficio. ....	66
Tabla 31. Costo de producción primer año.....	80
Tabla 32. Costo de producción segundo año. ....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto.....	41
Figura 2. Esquema de tratamientos.....	42
Figura 3. Unidad Experimental .....	43
Figura 4. Instalación de unidad experimental .....	78
Figura 5. Siembra del cultivo de espinaca.....	78
Figura 6. Primera medición a la semana de siembra .....	78
Figura 7. Evolución del cultivo a la semana 5.....	78
Figura 8. Medición del diámetro de la planta de espinaca .....	79
Figura 9. Vista aérea de la unidad experimental.....	79
Figura 10. Vista lateral de la unidad experimental.....	79
Figura 11. Cosecha .....	79

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	18
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas.....	18

## RESUMEN

Los abonos orgánicos en la actualidad se han considerado como una alternativa frente a la utilización de agroquímicos en el cultivo de espinaca en la agricultura convencional. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar diferentes abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe – Pichincha. El estudio fue de carácter experimental con enfoque cuantitativo, empleando investigación descriptiva, de campo y bibliográfica. Se evaluaron cinco tratamientos: T1 (Té de Estiércol, 0,5 lt/10 lt), T2 (Té de Estiércol, 1lt/10 lt), T3 (Bocashi líquido, 0,5 lt/10 lt), T4 (Bocashi líquido, 1lt/10 lt) y T5 (Nutriliq Químico, 25 ml/10 lt). Las variables analizadas incluyen variables morfológicas como: altura de planta, diámetro de planta, número de hojas, alto, ancho de hoja y aspectos económicos. Los resultados revelaron en esta investigación que el tratamiento químico T5 (Nutriliq 25ml/10lt) mostró superioridad en los parámetros morfológicos, alcanzando una altura máxima de 11.66 cm en la semana 12 y un ancho de hoja de 5.31 cm en la semana 9. Entre los abonos orgánicos, el T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt) destacó especialmente en el número de hojas, igualando al T5 con una media de 25.69 hojas en la semana 15. En términos de rendimiento, aunque el T5 superó a todos los tratamientos, el T4 demostró ser el abono orgánico más eficiente. Desde la perspectiva económica, el T3 (Bocashi líquido 0.5lt/10lt) resultó ser la alternativa más viable, con un balance costo-beneficio proyectado de 20.98 para 2025 y un rendimiento de 1.579 Kg/1000m<sup>2</sup>. Estos hallazgos sugieren que los abonos orgánicos líquidos, particularmente el Bocashi líquido, representan una alternativa sostenible y económicamente viable para la producción vertical del cultivo de espinaca, aunque existe una brecha de rendimiento respecto a los fertilizantes químicos utilizados en la agricultura convencional.

**Palabras clave:** Abono orgánico, espinaca, cultivo vertical.

## ABSTRACT

Currently, organic fertilizers have been considered as an alternative to the use of agrochemicals in the cultivation of spinach in conventional agriculture. In this context, the objective of this research was to evaluate different organic fertilizers in a vertical cultivation system of spinach (*Spinacia oleracea*) in Cayambe - Pichincha. The study was of an experimental nature with a quantitative approach, using descriptive, field and bibliographic research. Five treatments were evaluated: T1 (Manure Tea, 0.5 lt/10 lt), T2 (Manure Tea, 1lt/10 lt), T3 (Liquid Bocashi, 0.5 lt/10 lt), T4 (Liquid Bocashi, 1lt/10 lt) and T5 (Nutraliq Chemical, 25 ml/10 lt). The variables analyzed included morphological variables such as: plant height, plant diameter, number of leaves, height, leaf width and economic aspects. The results revealed in this research that the chemical treatment T5 (Nutraliq 25ml/10lt) showed superiority in morphological parameters, reaching a maximum height of 11.66 cm in week 12 and a leaf width of 5.31 cm in week 9. Among the organic fertilizers, T4 (Bocashi Liquid 1lt/10lt) stood out especially in leaf number, equaling T5 with an average of 25.69 leaves in week 15. In terms of yield, although T5 outperformed all treatments, T4 proved to be the most efficient organic fertilizer. From an economic perspective, T3 (liquid Bocashi 0.5lt/10lt) proved to be the most viable alternative, with a projected cost-benefit balance of 20.98 by 2025 and a yield of 1.579 kg/1000m<sup>2</sup>. These findings suggest that liquid organic fertilizers, particularly liquid Bocashi, represent a sustainable and economically viable alternative for vertical production of spinach crops, although there is a yield gap with respect to chemical fertilizers used in conventional agriculture.

**KEYWORDS:** Python, Flask, HTML and JavaScript, PLN.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de espinaca en los últimos años ha traído consigo grandes expectativas en los consumidores, esto por sus propiedades nutritivas que cumple con los requerimientos de la demanda; por tal motivo, su consumo se ha incrementado a nivel mundial; para ello, el sistema agrícola ha apostado por establecer alternativas para su producción como es la agricultura vertical que ha traído consigo varios beneficios, considerándose un sistema tecnológico que en las últimas décadas ha sido establecida como una opción en los cultivos, permitiendo optimizar recursos y espacios, además de ser amigable con el medio ambiente; de hecho, ha permitido menor uso de herbicidas y pesticidas, esto debido que se puede controlar sobre la iluminación y temperatura. Por lo que, la agricultura vertical se ha establecido como un método innovador que impulsa la tecnología para optimizar el uso de espacios (Díaz, 2018).

En virtud de ello, la aplicación de agroquímicos en el cultivo de espinaca ha llevado a perder sus propiedades nutritivas, además de comprometer a largo plazo la salud de los consumidores, por esta razón, los abonos orgánicos se han convertido en una opción en los cultivos, cumpliendo con las necesidades de los consumidores, sin embargo, su escasa aplicación ha ocasionado que los agricultores no cuenten con una alternativa para cultivar de forma eficiente; por lo que se ven obligados a seguir utilizando agroquímicos para sus sembríos (Mondino *et al.*, 2019).

Desde esta perspectiva, el cultivo de espinaca en Ecuador se lo realiza sobre una precipitación que oscila sobre los 400 a 600 milímetros sobre el ciclo del cultivo, además de 12 horas de luminosidad; esto mediante una temperatura que varía entre los 12 a 18°C, especialmente en el callejón interandino, siendo las provincias de Tungurahua, Pichincha, Azuay y Loja, siendo zonas aptas para su cultivo y desarrollo eficiente, para ello, el cultivo de espinaca requiere de suelos francos, limoso y arenoso que mantenga un adecuado drenaje con un pH que varíe de los 5,5, a 7,0 (Quispe, 2023).

Actualmente el uso prolongado de agroquímicos en el cultivo de espinaca ha traigo consigo eventos adversos no solamente en el cultivo, sino en la degradación de los suelos, por esta razón nace la importancia de implementar abonos orgánicos que

cumplan con las necesidades del cultivo, considerados como productos que mantiene las propiedades nutritivas de la espinaca.

En consecuencia, el propósito de este estudio fue evaluar la aplicación de abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe – Pichincha, esta investigación se constituye de cinco capítulos, partiendo del problema, la fundamentación teórica, metodología, resultados y discusión y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global, la aparición de enfermedades en los cultivos ha llevado al sector agrícola a adoptar diversos métodos preventivos, siendo la aplicación de agroquímicos la principal alternativa. Sin embargo, este enfoque ha provocado una pérdida de las propiedades nutritivas y ha resultado en una agricultura convencional que deteriora la calidad de los cultivos. Esta problemática se agrava por la falta de productos orgánicos en el mercado que satisfagan las necesidades específicas de cultivos como la espinaca (Riveron, 2022).

Desde esta perspectiva, en Ecuador la aplicación de productos orgánicos se ha convertido en una alternativa para el agricultor, especialmente en las hortalizas que requieren de estos productos, sin embargo, su escaso estudio en los cultivos de espinaca ha ocasionado que los agricultores de esta hortaliza opten por aplicar productos químicos que en muchas ocasiones las plagas y enfermedades mantiene una alta resistencia, es por este motivo que el sector agrícola se encuentra en una constante búsqueda de alternativas y productos orgánicos que suplan la aplicación de estos productos (Solís, 2021).

En este contexto, a nivel nacional el té de estiércol y bocashi líquido han sido considerados como productos que cumplen con las necesidades de los cultivos, sin embargo, su escaso estudio y aplicación ha ocasionado que estos productos sean poco utilizados, especialmente en el cultivo de espinaca que es predominante en el callejón interandino, por esta razón, los agricultores utilizan productos químicos que mantienen un alto costo en el mercado, lo que ocasiona una disminución en la rentabilidad del sector agrícola; más aún cuando los principales problemas sobre la producción de espinaca ha sido el abonamiento y fertilización (Jiménez, 2019).

En el cantón Cayambe, provincia de Pichincha, el cultivo de espinaca ha crecido en los últimos años; sin embargo, la rentabilidad de los agricultores es limitada debido a los altos costos de los productos químicos utilizados en sus cultivos. La falta de

alternativas orgánicas ha llevado al sector agrícola a depender de estos productos químicos, lo que no solo aumenta los costos operativos, sino que también contribuye a la contaminación del aire y al deterioro de los suelos, resultando en un suelo con un débil aporte nutritivo. Esta situación plantea desafíos significativos para la sostenibilidad y la rentabilidad del cultivo de espinaca en la región. Por lo tanto, los agricultores de espinaca son los principales afectados por esta problemática, ya que se ven en una constante búsqueda de alternativas a los productos químicos que utilizan. Al mismo tiempo, los consumidores también enfrentan un impacto indirecto, ya que requieren productos que ofrezcan un adecuado aporte nutritivo. Esta situación genera una interdependencia entre las necesidades de los agricultores por opciones más sostenibles y la demanda de los consumidores por alimentos saludables y nutritivos.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en el cantón Cayambe?

### **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la aplicación de productos orgánicos se ha convertido en una alternativa en el sector agrícola esto con la necesidades suplir los productos agrícolas, el propósito de esta investigación fue evaluar abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha; es importante reconocer que este estudio es significativo por la inexistencia de una investigación similar que contribuye en proponer una alternativa para mejorar los sistema de producción en el cultivo de espinaca.

La importancia de esta investigación radica en evaluar abonos orgánicos para una producción viable, rentable y amigable con el medio ambiente, implementando un sistema de agricultura vertical en una zona urbana, todo con el fin de mejorar no solo el desarrollo económico, sino asegurar la alimentación de familias residentes en ciudades y así utilizar espacios que nos son utilizados en las zonas urbanas, dándoles así un uso distinto, y generan ingresos económicos.

Desde esta perspectiva, este estudio se fundamenta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, centrandó su atención en el objetivo 12 el cual promueve la producción y el consumo responsables. La utilización de productos orgánicos puede garantizar una producción sostenible y un consumo más responsable, ya que los agroquímicos

contienen ingredientes potencialmente cancerígenos que pueden afectar la salud de los consumidores a largo plazo. Por ello, se busca evaluar diferentes dosis de abonos orgánicos para mejorar el rendimiento del cultivo de espinaca, aumentando así la rentabilidad agrícola. Esto es fundamental, dado que los agroquímicos utilizados actualmente por el sector agrícola tienen costos elevados en el mercado. En consecuencia, la importancia de este estudio radica en su potencial impacto socioambiental. Ya que promueve el uso de abonos orgánicos, lo que reduce la dependencia de agroquímicos nocivos que contaminan el suelo y el agua, y que pueden ser perjudiciales para la salud humana. Al mejorar la sostenibilidad de la producción de espinaca, se fomenta un entorno más saludable y se protege el bienestar de los consumidores y agricultores, contribuyendo además a una agricultura más responsable y respetuosa con el medio ambiente.

Por lo tanto, la aplicación de abonos orgánicos proporciona el uso eficiente de insumos evitando pérdidas económicas, y ayuda al control de plagas, malezas y enfermedades. De esta manera se espera que el costo beneficio sea rentable, ya que proporciona una reducción de gastos, representa una ganancia económica, evita el monocultivo y a la vez asegura una soberanía alimentaria, por eso es muy importante que las personas y los agricultores conozcan de nuevas técnicas de producción. Los resultados de esta investigación servirán a la comunidad científica para proponer alternativas a la utilización de agroquímicos en futuras investigaciones.

Como resultado de esta investigación, los beneficiarios directos serán los agricultores de espinaca, quienes podrán acceder a una alternativa viable en sus sistemas de cultivo mediante el uso de productos orgánicos. Esto les permitirá satisfacer mejor las necesidades específicas de sus cultivos, al tiempo que disminuirá los efectos negativos que los agroquímicos pueden tener en el medio ambiente y en la salud del suelo. Al implementar estas alternativas, los agricultores no solo mejorarán sus prácticas agrícolas, sino que también contribuirán a la sostenibilidad de sus actividades.

Por otro lado, los beneficiarios indirectos de esta investigación incluirán a los consumidores de espinaca y otras verduras. Al adoptar métodos de producción más sostenibles, los agricultores podrán ofrecer productos que cumplan con las expectativas nutricionales y de seguridad de los consumidores, quienes cada vez demandan alimentos más saludables y con menor contenido de sustancias químicas. Así, esta investigación no solo beneficiará a los agricultores en términos de

rentabilidad y sostenibilidad, sino que también fomentará el acceso de los consumidores a productos más seguros y nutritivos.

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe - Pichincha

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el desarrollo del cultivo de espinaca bajo la aplicación de abonos orgánicos líquidos en un sistema vertical
- Comparar el efecto de los abonos orgánicos líquidos sobre el rendimiento de la espinaca en un sistema de cultivo vertical.
- Analizar económicamente la productividad del cultivo vertical de espinaca

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál será el abono orgánico líquido que influya en el desarrollo del cultivo de espinaca en un sistema vertical?
- ¿Cuántas cosechas puede realizarse en el cultivo de espinaca bajo la influencia de abonos orgánicos en un sistema vertical?
- ¿Cuál de los abonos orgánicos (té de estiércol al 5%, té de estiércol al 10%, bocashi líquido al 5%, bocashi líquido al 10% o nutriliq) me da mayor producción en un sistema de agricultura vertical?
- ¿Qué ventajas y desventajas tienen la utilización de abonos orgánicos en el cultivo de espinaca en un sistema de agricultura vertical?
- ¿Qué ventajas y desventajas tienen la utilización de la agricultura vertical?
- ¿El control de enfermedades es mucho más manejable utilizando este tipo de sistema de producción?
- ¿Es más rentable cultivar espinaca en un sistema de agricultura vertical que tradicionalmente?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente apartado se exhiben previos estudios relacionados con el problema de estudio que sustente teóricamente la presente investigación, en este contexto, a continuación, se exponen los siguientes antecedentes investigativos:

La investigación de Solís *et al.*, (2021) de la Revista Brasileña de Investigación Animal y Ambiental denominada Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca"; desde esta perspectiva, este estudio se propuso evaluar los efectos de 4 tratamiento orgánicos sobre las variables morfológicas en la espinaca; en este sentido, la metodología tuvo un enfoque numérico, es decir, cuantitativo, los tipos de investigación adoptados fueron experimental y de campo mediante una modalidad deductiva; para el desarrollo del experimento se llevó a cabo cuatro tratamientos para ello se prepararon bioles de borrego, vaca y cabra, además de la utilización de bocashi, composta y vermicomposta; cabe mencionar que el control positivo se utilizaron el testigo y fertilizante químico. Por lo tanto, los principales hallazgos de esta investigación se identificaron que todos los fertilizantes tuvieron resultados similares en comparación con la fertilización química; de hecho, que el testigo, con respecto a la altura se obtuvo entre el 13 y 48% superior, ahora bien, sobre el peso de las hojas se obtuvo entre el 15 y 52%, mientras tanto, en el are foliar se obtuvo entre los 67 hasta los 265%.

Carrasco (2018) en su estudio de la Revista de Investigación e Innovación Agrícola y Recursos Naturales denominada Efecto de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de espinaca (*Spinacia oleracea L.*); el propósito de este estudio se centró en la evaluación del efecto de tres abonos orgánicos sobre la producción de espinaca; la modalidad de este estudio fue cuantitativo y experimental mediante los tipos de investigación de campo y descriptivo; para el experimento se evaluaron el AOLA sobre diferentes dosis de 0 a 30% mediante un diseño de bloques al azar, por lo tanto, las variables sujetas de estudio fueron el porcentaje de la emergencia , longitud y la cantidad y ancho de las hojas, el peso

de la biomasa y la altura de la planta. En este contexto, los resultados de este estudio se muestran que en relación al porcentaje de la emergencia se obtuvo un total del 86%, con respecto a la cantidad de hojas por cada planta en las 3 cosechas que fueron evaluadas el T2 obtuvo un promedio superior, especialmente en la tercera cosecha con un total de 13,30 hojas, la longitud de la hoja tuvo un promedio de 19cm,, siendo el T2 el tratamiento mayor eficiente, el ancho de la hoja fue de 15,67cm, la altura de la planta tuvo el 30,33cm, obteniendo como conclusión que el tratamiento con mayor efectividad fue el T2 en todas las variables de estudio.

La investigación de Quispe (2023) en su estudio realizado en la Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia denominada: Comparación del efecto (sólido y líquido) del abono orgánico de camélido, en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Para ello, el objetivo de esta investigación fue comparar los efectos del abono de camélido sobre el rendimiento de la espinaca, con respecto a la metodología tuvo un enfoque cuantitativo por el análisis estadístico económico sobre los diferentes tratamientos, los tipos de investigación fueron experimental, de campo y descriptivo, el experimento se llevó a cabo sobre un ambiente atemperado, fueron evaluadas 3 variedades de espinaca mediante un diseño de bloques al azar; la siembra se la realizó en una distancia de 30cm de cada planta, las variables evaluadas fueron número y ancho de las hojas, las temperatura fueron de 56°C mínimo y máximo 29,5°C. los resultados de esta investigación muestran que el mejor tratamiento de estudio fue el abono orgánico de camélido en la variedad hídrica; obteniendo como conclusión que el camélido presentó resultados significativos en el cultivo de espinaca.

El artículo científico de Chambi *et al.*, (2019) de la Revista Científica Agronómica de la Universidad de San Andrés titulada: "Comportamiento agronómico y efecto de la aplicación de varios niveles de Bocashi en el cultivo de la espinaca; por tal motivo, el propósito de esta investigación fue evaluar el comportamiento agronómico y efecto de la aplicación de varios niveles de Bocashi en el cultivo de la espinaca; con respecto a la metodología se utilizó un enfoque mixto, los tipos de investigación utilizados fueron descriptivo, de campo y experimental, para la aplicación de las dosis se lo realizó sobre un escenario atemperado, los tratamientos sujetos de estudio fueron 4 y 4 repeticiones por cada uno, siendo los tratamientos de estudio, las variables de estudio fueron altura de la planta, largo, ancho y número de hojas, diámetro del tallo y materia verde. En los resultados de esta investigación se identificó

que el tratamiento T4, es decir, abono orgánico Bocashi 60 tn/ha. Además, fue el mejor tratamiento sobre el peso y rendimiento de la planta.

Mallma (2019) llevo a cabo una investigación en la Universidad Cesar Vallejo de Perú titulada: "Evaluación de la eficiencia del té de estiércol y abono de frutas elaborados con residuos orgánicos de mercado en el crecimiento de *Raphanus Sativus* y *Spinacia oleracea*; para este estudio se propuso evaluar la eficiencia de abono de fruta y té de estiércol que fueron producidos por residuos orgánicos en *Spinacia oleracea* y *Raphanus Sativus*; con respecto a la metodología de esta investigación fue cuantitativa, los tipos de investigación de campo, bibliográfico y descriptivo, siendo su modalidad deductiva y experimental; la variables evaluadas fueron número y tamaño de hojas, altura de la planta, los abonos fueron producidos sobre residuos orgánicos de abono de frutas y te de estiércol; para el experimento se realizó un bloque al azar en donde se realizaron 7 tratamientos, es decir, abonos de frutas con el 5%, 10% y 20%, con respecto al té de estiércol se utilizaron dosis de 5%, 10% y 20% con una aplicación de los 7 días; para esto se utilizó la normalidad de Shapiro. En este contexto, en los resultados de esta investigación se identificó que el mejor tratamiento sujeto de estudio sobre el crecimiento de la planta fuer el abono de frutas al 5%, siendo el tratamiento T4, además del Té de estiércol con una dosis del 20%.

La investigación de Soles (2019) de la Universidad Privada Antenor Orrego de Perú denominada: Influencia de tres dosis de fertilización orgánica (biol) en la producción de espinaca *Spinacia oleracea* L. (Amarantaceae) en condiciones del valle de Santa Catalina; siendo su propósito evaluar la influencia de tres dosis de fertilización orgánica en la producción de espinaca; por lo tanto, la metodología de esta investigación fueron descriptivo, y de campo, su modalidad fue experimental, para llevar a cabo este tratamiento se utilizó una enmienda orgánica biol y te de estiércol; para llevar a cabo este experimento se utilizó un bloque al azar, en donde se realizaron 4 repeticiones que fueron distribuidos aleatoriamente, en donde dentro de cada bloque se utilizó un total de 16 parcelas experimentales, en donde se evaluaron número de hojas, longitud de la hoja, ancho de la hoja. Desde esta perspectiva, los resultados de esta investigación muestran que la mejor producción se obtuvo sobre el tratamientos 3 (1200 L biol/ha), en donde se obtuvo un total de 22,4 toneladas por hectárea, esto supero al tratamiento 4 que fue el testigo; la cantidad de hojas fue de 9, la longitud de la hoja fue de 48,4 centímetros, además se identificó que el cultivo de espinaca ha mantenido una producción favorable sobre los suelos aluviales; esto

sin la aplicación de un fertilizante químicos, considerándose una alternativa en la agricultura de espinaca.

El estudio de Cuaspud (2018) en su investigación de la Universidad Técnica de Babahoyo titulada evaluación de abonos orgánicos en el cultivo de la espinaca; el propósito de este estudio fue evaluar la aplicación de diferentes dosis de estiércol cabra y humus de lombriz; por su parte, la metodología de esta investigación se sujetó sobre un enfoque cuantitativo, además los tipos de investigación fueron descriptivo de campo mediante una modalidad experimental, para el desarrollo del experimento se utilizaron 3 dosis por cada tratamiento, es decir, al 5%, 10% y 15%, el diseño se lo realizó en bloques completamente al azar en un área de 200 metros cuadrados. En este sentido, los principales hallazgos de este estudio muestran que el mejor tratamiento fue el humus de lombriz al 10%, en donde se obtuvo una longitud d la planta de 30cm, el ancho de la hoja fue de 17.5cm y el número de hojas fueron 9cm por cada planta; mientras tanto, el estiércol de cabra no tuvo mayores resultados, sobresaliendo en todas las variables el ancho de las hojas en donde se obtuvo un promedio 7,6cm por cada planta, por lo tanto, se obtuvo como conclusiones que el humus de lombriz cuenta con mayor efectividad en relación al estiércol de cabra.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### 2.2.1. El cultivo de espinaca

La espinaca se ha establecido como una verdura que se adapta a los climas suaves, su color es verdoso que mantiene un importante aporte de calcio, hierro entre otras propiedades nutritivas; de hecho, se ha caracterizado por mantener varios antioxidantes; considerado también como una planta dioica que pertenece a la familia de las marantáceas, siendo cultivada como aquella verdura comestible (Rocha & Rodríguez, 2021). Por lo tanto, su cultivo se lo puede realizar en todas las épocas; desde este contexto, se ha considerado como una planta de carácter herbácea, aportando además con una gran fuente de vitaminas.

Desde esta perspectiva, la espinaca también se ha establecido como “una hortaliza que se originó en medio oriente; siendo muy apetecida en la dieta del ser humano, especialmente en las personas que mantienen problema de anemia por su alto contenido en vitamina A, hierro y minerales” (Canocoba *et al.*, 2023, p. 37). En este sentido, el cultivo de espinaca se desarrolla al aire libre, especialmente en regadío,

siendo mayormente cultivado sobre los invernaderos; por tal motivo, la producción de la espinaca puede ser para las industrias o incluso para abastecer los mercados durante el año.

Cabe considerar que la espinaca es muy exigente sobre la naturaleza y los suelos, debido que requiere una alta necesidad del nitrógeno, además debe contener un alto nivel de materia orgánica, por tal motivo, requiere de una excelente estructura el suelo.

#### 2.2.1.2. Distribución geográfica

Es importante señalar que la espinaca es cultivada sobre las zonas frías, especialmente en la región Sierra, siendo las provincias del Norte y centro del país en donde se realizan mayores cultivos, es decir, en las provincias de Carcho, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, entre otras regiones del callejón interandino; por tal motivo, la espinaca se ha constituido como una hortaliza que se desarrollan en los agro sistemas que oscilan entre los 1800 hasta los 2800 m.s.n.m. por lo tanto, en la zona de la Sierra el suelo es apto para su cultivo (Reinoso, 2019).

Desde esta perspectiva, en Ecuador su cultivo no cuenta con una producción amplia excepción de la provincia de Tungurahua que se dedican a la producción de esta hortaliza, en este contexto, a nivel nacional la producción de la espinaca ha cubierto las áreas más importantes en la producción y es de gran importancia en los mercados (Reinoso, 2019). Sin embargo, su internacionalización no se ha fortalecido por su cultivo limitado en las diferentes regiones.

#### 2.2.1.3. Características de la planta

La espinaca se ha caracterizado por mantiene un rápido crecimiento, en donde se han establecido diferentes siembras sobre las etapas, es decir, cada 15 o 20 días, obteniendo de esta manera varias cosechas en un periodo; por lo tanto, se ha caracterizado por ser una hortaliza de hoja, su alimentación se la puede realizar mediante cocción o cruda; con respecto a sus hojas se han caracterizado por ser ovaladas y alargadas que se encuentran unificadas sobre al tallo, mediante los peciolo que suelen ser de color verde con tono oscuro; de hecho, las hojas de las variedades perennes se han catalogado por ser de mayor tamaño que mantienen una forma triangular, además sus puntas son redondeadas (Calvo, 2018).

Conforme a lo anteriormente expuesto, sus flores masculinas de color verde, además mantiene flores femeninas que suelen establecerse en otras plantas; cabe considerar que la polinización es realizada mediante el viento, de hecho, la flores surgen sobre la primavera, por tal motivo, la recolección al establecerse en periodos tempranos no suelen florecer; también se ha identificado que la espinaca se caracteriza por mantiene un tallo único de aspecto carnosos del cual suelen brotar las hojas, siendo su color verde (Calvo, 2018).

#### 2.2.1.4. Taxonomía de la Espinaca

**Tabla 1.** Taxonomía de la espinaca.

<b>TAXONOMIA DE LA ESPINACA</b>	
Nombre Científico:	Spinacia oleracea
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Caryophyllidae
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Amaranthaceae
Género:	Spinacia
Especie:	S. oleracea

**Fuente:** Díaz (2018)

#### 2.2.1.5. Morfología de la espinaca

- **Planta:** Es una fase inicial una roseta de hojas que mantiene una variable duración según las condiciones de los climas para su posterior emisión sobre el tallo, en donde las axilas de las hojas surgen sobre los tallitos laterales en donde se establecer ramificaciones de carácter secundario, en donde suelen desarrollarse las flores (Mondino *et al.*, 2019).
- **Tallo:** Con respecto al tallo de la espinaca "es de forma vertical que mantiene una longitud promedio de 30 centímetros, en donde se pueden identificar hojas y flores de color verde mediante un peciolo concavo" (Mondino *et al.*, 2019, p. 12). Por lo tanto, se caracterizan en relación con múltiples criterios como las hojas, especialmente en periodos de cultivo.
- **Hojas:** Las hojas de la espinaca con caulíferas que mantiene una consistencia variable sobre la variedad, su color es verde de tono oscuro; con respecto al peciolo comúnmente suele ser rojo su base que mantiene una longitud variable que se disminuye conforme al soporte de las hojas que mantiene una

formación reciente y se desaparecen conforme se ubican sobre la parte alta del tallo (Mondino *et al.*, 2019).

- Flores: En relación con las flores se caracteriza por ser "masculinas que se encuentran agrupadas entre los 6 a 12 sobre las espigas denominadas terminales, su color es verde y que se encuentra constituida sobre un periantio que mantiene entre a 5 a 6 pétalos; además de 4 estambres" (Mondino *et al.*, 2019, p. 15). Mientras tanto, las flores femeninas se han caracterizado por adquirir glomérulos que se encuentran establecidas sobre un periantio.

#### 2.2.1.6. Valor nutricional

Por su parte, el valor nutricional de la espinaca se integra por líquido, es decir, agua en donde contiene 23 calorías por cada 100 gramos de productos, por tal motivo, que aporte sobre carbohidratos, proteínas y grasa es limitada; en este sentido, se ha identificado que en la espinaca por cada 100 gramos mantiene 28 miligramos de vitaminas, en donde el 34% es la dosis con mayor aportación (Corral, 2020). Permitiendo de esta manera reducir hipertensión, que puede contribuir sobre los eventos adversos a las diferentes virtudes estresantes.

Desde esta perspectiva, la espinaca contribuye con una serie de beneficios en la dieta de los consumidores, debido a su alto contenido de antioxidantes que contribuye sobre el envejecimiento prematura, de hecho, contiene vitaminas A,B,C,D, y fibra; también se ha identificado la presencia de ácido linoleico vitamina F, además del aporte de varios antioxidantes que contribuyen sobre la cicatrización, también es importante señalar que por cada 100 gramos de esta hortaliza se adquiere 28,1 microorganismos sobre la vitamina C. (Corral, 2020).

##### 2.2.1.6.1. Composición nutricional

Conforme a la composición nutricional cabe mencionar que la espinaca cuenta con nutrientes de mayor ayuda, por tal motivo, a continuación, se expone la composición nutricional de la espinaca:

Agua: 91%

Proteínas: 3%

Grasas: 0,5% (Corral, 2020).

##### 2.2.1.6.2. Beneficios

La espinaca se ha convertido en un producto que cumple con las necesidades y expectativas de los consumidores debido que sus beneficios son amplios, esto por considerarse un alimento que mantiene varios aportes nutritivos para la salud de los consumidores; de hecho, el aporte de las calorías es bajo, siendo de gran ayuda para los huesos, cabello y piel por su color oscuro que trae consigo varios nutrientes; por tal motivo, al momento de consumir la espinaca es necesario realizarlo mediante una dieta balanceada que permite incrementar la calidad de la sangre, especialmente disminuye el azúcar; de hecho, es un alimento que contribuye sobre la salud ósea, y disminuye los riesgos de padecer cáncer por el gran aporte de vitaminas y minerales (Pérez *et al.*, 2017).

#### 2.2.1.8. Requerimientos edafoclimáticos de la espinaca

- Altitud: “La altura para el cultivo de la espinaca se ha caracterizado por ser de fácil adaptación a todas las altitudes, especialmente en aquellas que oscilan sobre los 1430 a 2800 m.s.n.m” (Morales, 2022, p. 43).
- Clima: Con respecto a clima se mantiene un rendimiento óptimo cuando la temperatura en los cultivos oscila entre los 15 a 18°C; además de una temperatura máxima que puede establecerse sobre los 24 a 25°C; por tal motivo, la germinación mantiene una temperatura sobre los 15 a 25°C; mientras que para el desarrollo vegetativo puede presentarse en condiciones de los 15 a 18°C (Morales, 2022).
- Luz: Por su parte, “la iluminación en el cultivo de la espinaca es decisiva sobre este cultivo debido que requiere tener 14 horas de luz cuando la temperatura oscila en los 15°C, en donde las plantas suelen establecerse en la producción” (Morales, 2022, p. 46).
- Suelo: Cabe considerar que la espinaca se ha establecido en una planta sensible sobre la acidez de los suelos, por lo tanto, no suele superar a suelos que mantengan un pH inferior al 6,5, por lo tanto, se adapta con efectividad en los suelos que cuentan con índice alto de fertilidad, sin embargo, si no se presentan estas condiciones su producción suele disminuir, en este sentido, se ha identificado que la verdura mantiene una productividad mayor sobre los suelos arenosos o francos, especialmente en aquellos que mantienen un pH sobre los 7 y 10,5 (Morales, 2022).
- Agua: Cabe establecer que “la espinaca no suele ser exigente en la inhalación de líquidos, sin embargo, es necesario establecerse en pocas cantidades con

mayor frecuencia, por lo tanto, puede ser aplicado entre 4 a 6 riegos por semana" (Morales, 2022, p. 48).

#### 2.2.1.9. Técnica de cultivo

En este contexto, según las técnicas de cultivo de la espinaca se la puede realizar mediante diferentes formas, por lo tanto, si es para consumo en fresco se lo suelen cultivar en una separación que oscila entre los 25 a 30 centímetros, en donde debe existir un aclareo para establecer una separación sobre los 10 a 15 centímetros; mientras tanto, sobre el trasplante se lo suele realizar sobre un agujero que mantiene una variación de entre los 1.5 a 2 centímetros de profundidad (Chiara *et al.*, 2017).

- Riego: En relación con el riego es necesario hacer "por lo menos una dos veces cada semana, especialmente después de la siembra en donde se lo suele realizar todos los días, de hecho, es necesario realizarlo cuando se encuentra en el desarrollo entre dos a tres veces" (Chiara *et al.*, 2017, p. 37). Por tal motivo, los métodos más recomendables sobre su cultivo son por aspersión.
- Cosecha: Cuando se realiza la cosecha no es necesario hacerlo con toda la planta, puesto que se lo debe realizar con las hojas, es decir, realizar un corte en cada hoja, para ello, se deben extraer entre 5 a 6 hojas externas, esto se lo realiza a los 45 días posterior al trasplante o cuando las hojas se encuentren en perfecto desarrollo; también es necesario realizar la cosecha en la mañana debido que mantiene gran cantidad de humedad que puede conllevar a un producto que contienen sus propiedades nutritivas (Chiara *et al.*, 2017).
- Postcosecha: Cabe destacar que la espinaca al ser un producto que contiene un índice alto de caducidad la postcosecha debe ser rápida para impedir la marchitez o el amarillamiento de sus hojas; por tal motivo, para establecer una calidad es necesario que sus hojas estén completamente verdes, además no deben estar con lesiones y completamente limpia, sus raíces deben ser eliminadas que mantengan peciolo cortos; cabe mencionar que la espinaca posterior a los días frente su calidad (Chiara *et al.*, 2017).

#### 2.2.1.9. Manejo y control de plagas y enfermedades

- Nochero o trozador (*Agrotis sp.*, *Feltia sp.*, *Prodenia sp.*)

Esta plaga se ha conocido por su daño que ocasiona sobre la mayoría de las hortalizas, especialmente en las larvas considerándose las más dañadas, debido que su

presencia se la puede identificar en los peciolos que se encuentran secos o incluso en aquellos que son extensos, en este sentido, los adultos son consideradas las polillas que mantienen un tono gris y su longitud puede oscilar entre los 4.5 a 5 centímetros, esto cuando sus alas se encuentran abiertas; mientras tanto de 1.2 a 1.6 sobre su anchura, también es importante mencionar que su presencia oscila entre los 10 a 15 días (Herrera, 2021).

- Gusano alambre (*Agriotes sp.*)

Con respecto al gusano alambre se ha considerado un escarabajo que mantiene un tono oscuro; además, este insecto pone varios huevos que son depositados en los suelos, durando su eclosión más de 6 semanas, en donde surgen las larvas que mantienen un tono blanco, mediante su desarrollo van modificando su color convirtiéndose en un tono rojizo y amarillo; por tal motivo, suelen alimentarse de los cuellos y las raíces de las plantas, ocasionando su muerte inmediata en todos los procesos de desarrollo, mientras tanto, cuando las plantas son adultas presentan marchitez, además de un retraso sobre su desarrollo; de hecho, las heridas que dejan puede ser el surgimiento o la entrada de nuevos patógenos que afecten el desarrollo de los cultivos (Márquez *et al.*, 2019).

- Gallina ciega (*Melolontha sp. Phyllophaga sp.*)

Este patógeno ha sido considerado como un insecto considerado como un escarabajo, su color suele ser negro que mantiene alas de color marrón; con respecto a la hembra suele depositar huevos en el suelo, además al mes realizan el proceso de eclosión; por lo tanto, se han caracterizado por ser larvas de color blanco; mientras que su cabeza mantiene un tono rojizo; cabe mencionar que estos animales cada 3 años ocasionando daños sobre el sistema radicular, ocasionando que las plantas se marchiten; además el cultivo mantiene un riesgo de limitar su desarrollo y ocasionar pérdidas (Márquez, 2024).

Nemátodos

- Daño por nemátodos (*Heterodera schachtii*)

Por su parte, según Hernández *et al.*, (2019) sostienen que "los nematodos se han caracterizado por presentar diferentes síntomas como el raquitismo en la raíz, además por el aumento de las arcillas que mantienen un tono oscuro hasta cuando las hembras son adultas" (p. 26).

## Plagas del follaje

- Pulgones (*Aphis sp.*)

Los pulgones han sido considerados como un insecto chupador que suelen hospedarse sobre múltiples colonias, por tal motivo, el daño que ocasiona este insecto no solamente radica en chupar la savia, sino que su transmisión se la realiza al momento de chupar una planta enferma y luego hacer en nuevas plantas (Castresana & Puhl, 2018).

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci Genn., Trialeurodes sp.*)

Con respecto a la mosca blanca "suelen permanecer sobre las partes jóvenes en las plantas, esto se ha establecido sobre el envés de las hojas, por lo tanto, dichas larvas producen en las plantas una debilidad que ocasiona la marchitez y el amarillamiento" (Velázquez, 2020).

- "Trips" (*Thrips sp.*)

Se han caracterizado por ser insectos chupadores que ocasionan debilitamiento en las plantas, de hecho, son los causantes de transmitir varias enfermedades; en ese sentido, suelen ser los transmisores de varias enfermedades, su color es de café, amarillo y en muchas ocasiones verdad, con respecto a la longitud del insecto adulto suele ser de 1 mm (Zamora *et al.*, 2023).

## Enfermedades

- Alternaria (*Alternaria spinaciae*)

Ahora bien, con relación a las enfermedades como la alternaria se ha establecido como "un hongo que suele producir manchas, manteniendo un color pardo, se ha caracterizado por ser de forma circular, e incluso irregulares, también se puede identificar cuando existen múltiples manchas se origina la muerte de la planta" (Rodríguez *et al.*, 2019, p. 28). También se ha caracterizado este hongo por ser el reproductor de conidios.

- Antracnosis (*Colletotrichum dematium f. sp. spinaciae*)

Por su parte, según Adorno y Soilán (2018) afirma que "la antracnosis se ha establecido como una enfermedad presente es en las plantas, su identificación se la realizado mediante la observación de manchas foliares de forma circular, de hecho, mantiene un color grisaseo" (p. 22).

- *Ascochyta (Ascochyta spinaciae)*

Ahora bien, “la enfermedad *Ascochyta* se caracteriza por presentar manchas de diferentes tamaños que mantiene un color castaño y suele causar un limitado desarrollo de las plantas” (Rodríguez *et al.*, 2019, p. 32).

- *Cercosporiosis (Cercospora beticola Sacc)*

Con respecto a esta enfermedad “se la identifica por la presencia de manchas circulares que mantiene un borde, mientras que en el centro suele ser más oscuro que ha sido causante de varias pérdidas en los cultivos” (Rodríguez *et al.*, 2019, p. 36).

- *Mildiu de la espinaca (Peronospora spinaceae Laub, P. farinosa y P. effusa (Gw) Tul)*

Cabe considerar que en las hojas suele aparecer manchas que mantienen un cotrón indefinido, además se ha identificado que el color verde toma un tono amarillento; por tal motivo, este hongo es causante de un desarrollo abundante que se encuentra afelpado y su color es gris (Rodríguez *et al.*, 2019).

- *Podredumbre radicular (Phoma betae Frank)*

Esta enfermedad “es la causante de la pudrición en las plántulas y raíces, de hecho, existen algunas variedades que afectan gravemente en la madura, esto ha causado la presencia de lesiones cancrasas que mantiene un tono oscuro” (Rodríguez *et al.*, 2019, p. 38). Su localización se la identifica sobre los suelos.

- *Roya blanca (Albugo occidentalis)*

Con respecto a la toya blanca se ha caracterizado por la presencia de pústulas que mantienen un color blanco, especialmente en la parte inferior o debajo de la hojas, mientras tanto, en los peciolo se pueden encontrar grandes cantidades de pústulas, se ha identificado la presencia de hasta 200 en cada hoja que este contagiada; por tal motivo, cuando las pústulas realizan su proceso de apertura suelen liberar las esporas del hongo, en donde el viento permite su esparción, que generalmente la hojas que se encuentra infectadas se secan y suelen caer al suelo (Carmona & Sautua, 2018).

- *Mosaico del pepino (CMV)*

Con relación a esta enfermedad “puede generar en las plantas marchitez, especialmente cuando son las temperaturas altas que puede ser las causantes de la transmisión sobre los pulgones” (Carmona & Sautua, 2018, p. 45).

- Mosaico de la remolacha

Finalmente, con relación al mosaico de la remolacha “suelen presentar hoja de color amarillento, además de la presencia de un punto negro sobre el centro, su longitud es inferior a 1 mm” (Carmona & Sautua, 2018, p. 46).

## 2.2.2. Abonos orgánicos

### 2.2.2.1. Abono a base de Té de estiércol

El abono orgánico que se realiza a base del té de estiércol se ha establecido como un preparado que se utiliza el estiércol sólido y lo convierte sobre un abono líquido; esto gracias a un procedimiento que se lo ha establecido como una fermentación aeróbica, siendo utilizado el oxígeno en su preparación, por lo tanto, sobre este procedimiento el estiércol suele liberar todos sus nutrientes en el líquido o agua; para su posterior uso de las plantas; en este contexto, los biofertilizantes contribuyen en la formación de las plantas (Jiménez *et al.*, 2019). En donde se han obtenido varios beneficios sobre su utilización, garantizando de esta manera cosechas sanas en comparación con la utilización de los diferentes agroquímicos que se encuentran en el mercado.

Desde esta perspectiva, los biofertilizantes contribuyen sobre el desarrollo eficiente de las plantas, en donde se han obtenido varios beneficios conforme a su utilización; por tal motivo, los materiales para su preparación son:

#### 2.2.2.1.1. Materiales para el Té de estiércol

- Estiércol fresco de vaca 25 libras o 12 kilogramos
- 4 kilos de Leguminosa
- 2 metros de cabuya
- Tanque de 200 litros de capacidad
- 200 litros de Agua sin cloro
- Entre 5 a 8 kilogramos de piedra
- Leche – 1 litro
- 1 litro de melaza
- 1 litro de leche

- Costales (Jiménez *et al.*, 2019).

#### 2.2.2.1.2. Procedimiento

Para el proceso de elaboración de este abono orgánico se realizan varias actividades consecutivas como se muestra a continuación:

Se coloca el estiércol fresco sobre el costal utilizado, juntamente con una cantidad de 4 kilogramos de leguminosa, además de la piedra que le permita obtener un mayor peso y realizar un amarre con la cabuya o cuerda utilizada.

Colocar el costal sobre el tanque y añadir la melaza y leche para su posterior mesclado en donde se diluyan sobre los 200 litros

Posterior a ello, es necesario tapar la boca del tanque, para ello, es necesario dejar entrar el oxígeno y mantener un periodo de fermentación de 15 días, y finalmente se requiere sacar el costal y está listo para su utilización (Jiménez *et al.*, 2019).

#### 2.2.2.2. Abono a base de Bocashi

Para el desarrollo del abono a base de bocashi es necesario realizarlo posterior al ablandado del bocashi cuando se encuentra en estado sólido, conjuntamente debe realizarse con la gallinaza, además de melaza y polvo de arroz; por tal motivo, es necesario aplicar este abono una vez que el cultivo se encuentre en proceso de producción orgánica; puesto que el bocashi se ha establecido como un abono de carácter líquido que es necesario aplicarlo en los cultivos de forma rápida posterior a su preparación; esto debido que mediante el transcurso del tiempo va perdiendo su valor, por esta razón, no es recomendable aplicarlos o guardar más de 15 días (González *et al.*, 2023).

Materiales para el Té de estiércol

Con respecto a los materiales que se utilizan para su preparación están:

- Un recipiente de 20 litros
- 1 lona para tapar
- 1.25 kg de bocashi sólido
- 14 litros de agua sin cloro
- 1 palo para agitar
- 1.25 kg de polvillo de arroz
- 1 cernidor

- 1.25 litros de melaza (González *et al.*, 2023).

#### 2.2.2.2.2. Procedimiento

Para llevar a cabo este procedimiento se utiliza un recipiente en donde se colocan todos los materiales o ingredientes previamente descritos, es decir, sólidos y líquidos, posteriormente se tapa el recipiente para limitar el ingreso de moscas o patógenos que puedan afectar su desarrollo; posteriormente al día 2 se mezclan todos los ingredientes con la ayuda de un soporte, en donde se realiza esta acción cada 6 horas (González *et al.*, 2023).

Una vez realizado estos procesos se establece el mezclado en un periodo de 5 días, para la identificación el abono se lo identifica cuando se percibe un olor agradable y se note la presencia de burbujas; ocurriendo a los 8 días desde que se incidió todo el proceso y finalmente se cierra y se coloca sobre recipientes oscuros para su posterior conservación en un lugar seco y oscuro que cumpla con sus garantías (González *et al.*, 2023).

#### 2.2.3. Agricultura vertical

La agricultura vertical se ha constituido como una técnica de producción tradicional en donde los cultivos se encuentran apilado de forma vertical, siendo su principal propósito utilizar los espacios en los cultivos de manera eficiente, permitiendo además el incremento de la productividad de la planta en un mismo espacio o territorio (Lobato, 2021). Por tal motivo, se lo puede aplicar sobre la producción hidropónica sobre una escasa baja con la presencia de escenario o ambientes que se encuentren debidamente equilibrados, permitiendo la producción de alimentos en todos los periodos sin mantener dependencia de condiciones climáticas.

##### 2.2.3.2. Tipos de Agricultura Vertical

Cabe mencionar que la agricultura vertical existe tres tipos como se muestran a continuación:

- Hidroponía

En esta agricultura vertical las plantas suelen estar suministradas mediante una solución acuosa en donde se encuentran todos los elementos necesarios que permitan su adecuado crecimiento Lobato (2021).

- Acuaponía

En este tipo los peces suelen incorporarse sobre la producción de las plantas en donde se han utilizado sistemas hidropónicos, considerándose a las plantadas como fertilizantes con líquido que son enriquecidos y filtrados sobre el excremento de los peces Lobato (2021).

- Sistemas con sustrato

Estas plantas son producidas sobre los fertilizantes y sustratos mediante soluciones de carácter nutritivos Lobato (2021).

#### 2.2.3.3. Elecciones de Cultivo en un Sistema de Agricultura Vertical

Es importante establecer que en los diferentes sistemas de agricultura vertical es necesario producir grandes cantidades de especies de frutales y plantas; además de hierbas y hortalizas, también de los florales, siendo considerado un factor de suma importancia previo a la selección de las plantas es necesario identificar su económicamente viable; por tal motivo, en la actualidad los cultivos con mayor producción sobre dicho sistema se incluyen la menta, lechuga, col, fresas y varias hortalizas de hojas (Castro, 2023).

#### 2.2.3.4. Selección de sustratos para utilizar en agricultura vertical

Cabe resaltar que "el sustrato que mantiene mayor conveniencia sobre su utilización en los actuales sistemas de agricultura vertical es considerado aquellos que ofertan un espacio poroso, además de la presencia de un adecuado drenaje que mantengan una retención de nutrientes efectiva" (Castro, 2023, p. 37).

#### 2.2.3.5. Ventajas y Desventajas de la Agricultura Vertical

La agricultura vertical ha traído consigo varias ventajas y desventajas, por tal motivo, en la siguiente Tabla se muestran los beneficios y los eventos adversos de este tipo de cultivo.

**Tabla 2.** Ventajas y desventajas de la agricultura vertical.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Debido a su dinero apilado se pueden producir mayor cantidad de plantas	El costo de la tecnología sobre la agricultura vertical es alto
Existe una mayor productividad debido a que su forma vertical permita la producción de más plantas a diferencia de la forma tradicional.	Los costos desembolsados sobre la infraestructura suelen ser altos y requiere de tiempo para su producción
Si el cultivo se lo realiza internamente en un invernadero no mantiene dependencia de las condiciones climáticas	Requieren de una iluminación adecuada, en lo especial de forma natural
Se pueden aprovechar diferente infraestructura o edificaciones para su cultivo, puesto que se adapta a los diferentes entornos.	Se requiere de una gran dependencia de tecnología, debido que mantiene una alta susceptibilidad sobre las fallas.
Optimiza varios recursos energéticos, por lo tanto, es considerado como un sistema de producción sostenible y contribuye con el medio ambientes.	Requiere de costos elevados sobre la climatización, iluminación artificial; además de un mantenimiento sobre diferentes condiciones climáticas.
Los sistemas de producción que se encuentran en las zonas urbanas permiten estar más cerca del consumir, además de contribuir en purificar el aire, debido que no mantiene una larga cadena de suministro.	Mediante la evolución de la tecnología el costo de la maquinaria es elevado.

**Fuente:** Castro (2023)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### 3.1.1. Cuantitativo

El presente estudio fue de carácter cuantitativo, debido que se recopiló información numérica y se evaluó el desarrollo del cultivo de espinaca con 5 tratamientos orgánicos a diferentes concentraciones, permitiendo comprobar la rentabilidad de cada uno de ellos. Partiendo del análisis estadístico y el cálculo del costo beneficio de cada tratamiento sujeto de estudio.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

###### 3.1.2.1. Experimental

El tipo de investigación es de tipo experimental, se puso a prueba el funcionamiento de 5 abonos orgánicos a diferentes dosis en el cultivo de espinaca, con la finalidad de probar con cual existe mayor producción y cual dosis es la adecuada para lograr los resultados deseados.

###### 3.1.2.2. De campo

Mediante la investigación de campo se pudo recopilar información primaria sobre la efectividad de cada tratamiento, para ello se utilizaron varios recursos que permitieron identificar el comportamiento de los diferentes abonos orgánicos en el cultivo de espinaca.

###### 3.1.2.3. Descriptivo

Con respecto a la investigación descriptiva se pudo describir las variables de estudio, es decir, una vez recopilada la información se pudo extraer la información y describir la efectividad de cada tratamiento, en relación a la altura y diámetro de la planta, número, largo y ancho de la hoja, el costo de producción de cada tratamiento; de hecho, fue puntual en la construcción de las bases teóricas de la investigación por

medio de la recopilación de información secundaria que sustentaron las variables a estudiar.

### **3.2. HIPÓTESIS**

H1: La aplicación de diferentes abonos orgánicos a diferentes dosis en el cultivo de espinaca si permitió observar una producción rentable.

H2: La aplicación de diferentes abonos orgánicos a diferentes dosis en el cultivo de espinaca no permitió observar una producción rentable.

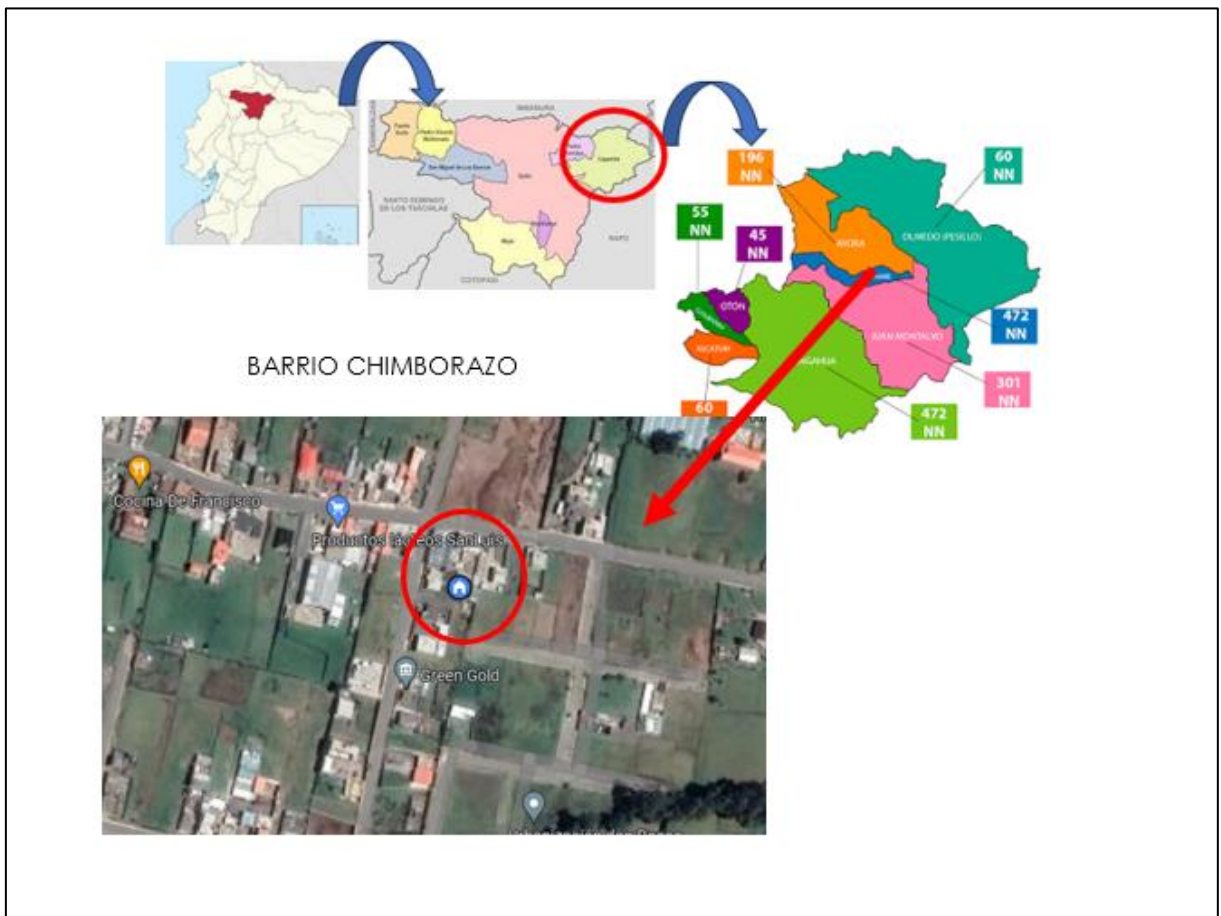
### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

**Tabla 3.** Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Descripción de la Variable	Indicador Dosis de aplicación	Técnica	Instrumento
<b>Dependiente</b>	Altura de planta	Altura en cm de la planta	Medición y observación	Flexómetro
	Diámetro de la planta	Diámetro en cm de la planta	Medición y observación	Flexómetro
	Nº de hojas	Cantidad de hojas por planta	Medición y observación	Conteo
	Largo de hoja	Largo en cm de la hoja	Medición y observación	Flexómetro
	Ancho de hoja	Ancho en cm de hoja	Medición y observación	Flexómetro
	Rendimiento de la unidad experimental	Cantidad de producción en gramos al final del ciclo del cultivo	Pesaje y Observación	Balanza Digital
	Rentabilidad	Beneficios que produce una producción	Relación costo/beneficio	Libro de notas (Excel)
<b>Independiente</b>	Té de estiércol al 5%	Dosis Baja 0.5 lt por 10 lt de agua	Aplicación por drench	Jarra Dosificadora en ml
	Te de estiércol al 10%	Dosis Alta 1lt por 10 lt de agua	Aplicación por drench	Jarra Dosificadora en ml
	Bocashi líquido al 5%	Dosis Baja 0.5 lt por 10 lt de agua	Aplicación por drench	Jarra Dosificadora en ml
	Bocashi Líquido al 10%	Dosis Alta 1lt por 10 lt de agua	Aplicación por drench	Jarra Dosificadora en ml
	Tratamiento Químico "Nutriliq"	Dosis Comercial (25cc por 10 lt de agua)	Aplicación por drench	Jeringuilla en ml

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Ubicación



**Figura 1.** Ubicación del Proyecto.

La presente investigación se realizó en la provincia de Pichincha, Cantón Cayambe, Ciudad de Cayambe, Parroquia Cayambe, Barrio Chimborazo; este se encuentra al este del centro de la ciudad, a una altura de 2.886 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas 17 Norte 818799.98 m y Este 385448 m. Mantiene un clima frío – templado, con una temperatura entre los 8° y 22° y una humedad relativa cerca al 80% (CAYAMBE TURISTICO, 2023).

Cayambe está ubicado en los Andes, al norte del Ecuador, al noreste de la provincia de Pichincha, al pie del nevado que lleva su nombre, sus límites son al NORTE: Provincia de Imbabura, SUR: Distrito Metropolitano de Quito, ESTE: Provincia de Napo y Sucumbíos, OESTE: Cantón Pedro Moncayo. Está situado entre dos hemisferios norte y sur, cruza la Línea Equinoccial o Ecuador (latitud 0°0'0") en la región interandina (CAYAMBE TURISTICO, 2023).

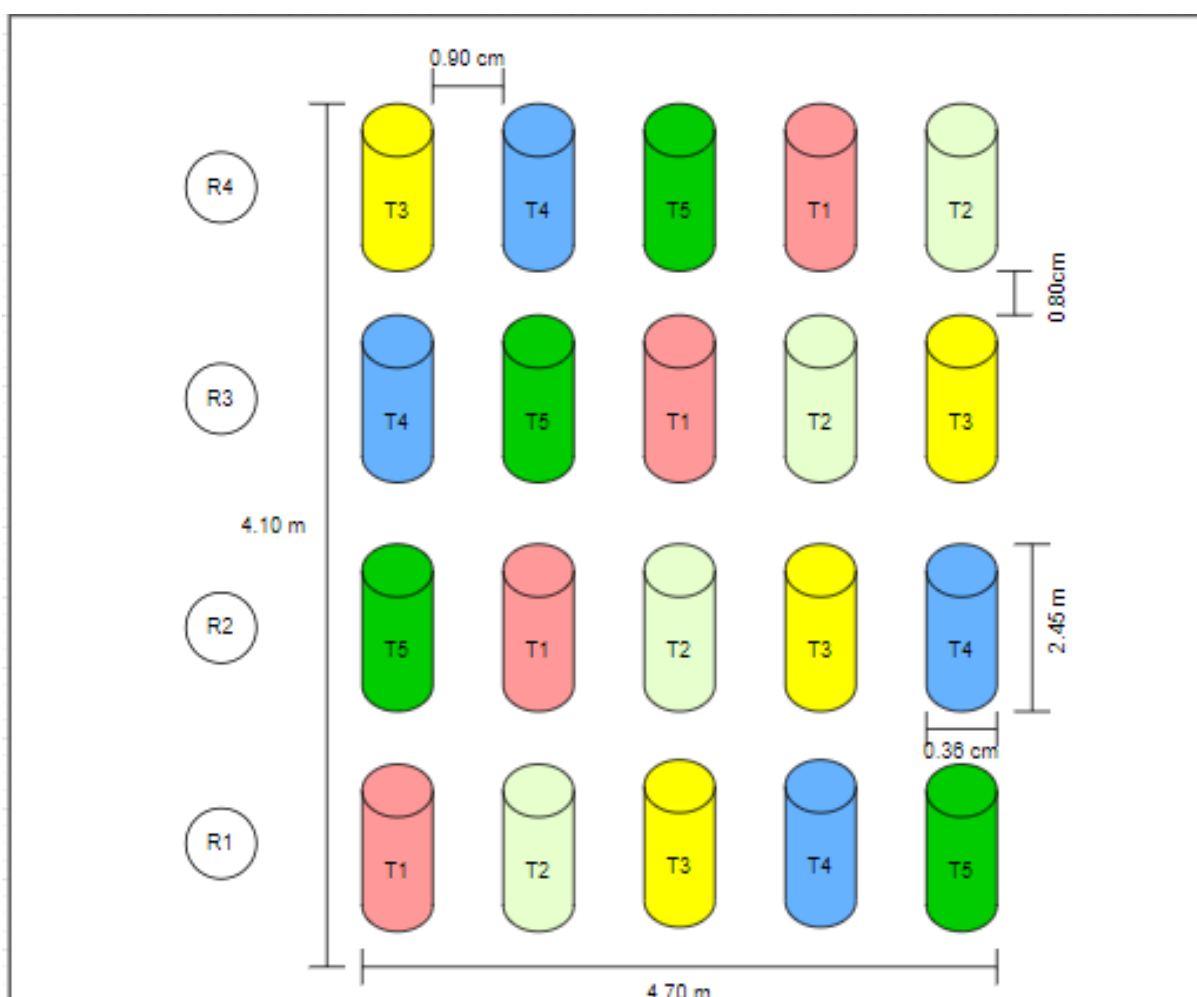
### 3.4.2. Factores de Estudio

**Tabla 4.** Tratamientos de estudio.

Tratamiento	Fertilizante	Dosis
T1	Té de Estiércol	0.5 lt por 10 lt de agua
T2	Té de Estiércol	1lt por 10 lt de agua
T3	Bocashi líquido	0.5 lt por 10 lt de agua
T4	Bocashi líquido	1lt por 10 lt de agua
T5	Nutriliq (Químico)	25 ml por 10 lt de agua

La aplicación de los tratamientos se realizó cada 8 días después del trasplante y a partir de los 8 días después del trasplante se realizó el muestreo de las variables evaluadas durante todo el desarrollo del cultivo hasta cumplir 3 cosechas.

### 3.4.3. Esquema del diseño en campo del experimento



**Figura 2.** Esquema de tratamientos.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar (DBCA) en el cual el área total del ensayo midió 4.70 metros de largo por 4.10 metros de ancho (19.27m<sup>2</sup>), incluidos los caminos que tuvieron una distancia de 0.90cm entre tratamientos y

0.80cm entre repeticiones, cada unidad experimental comprendió un tubo de 2.45 m de alto Y 36 cm de diámetro, se implementó el Factor 1: cultivo, el Factor 2: dosis de abonos orgánico y el tratamiento testigo con la aplicación de dosis de abono comercial el cual tiene la siguiente composición:

**Tabla 5.** Composición Nutriliq Raíz (abono comercial).

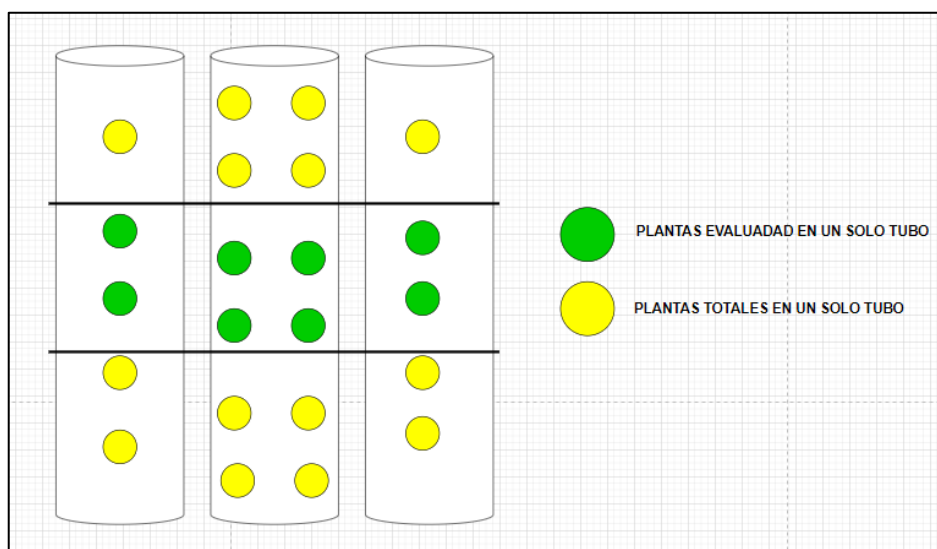
Elemento	Cantidad	Unidad
Nitrógeno	6.40	% p/v
Fósforo	11.00	% p/v
Potasio	5.00	% p/v
Zinc	1.30	% p/v
Ácidos Fúlvicos	1.87	% p/v
Aminoácidos	0.71	% p/v

Nutriliq Raíz “fertilizante químico”

Es un bioactivador del crecimiento de la raíz y un bioestimulante de los procesos metabólicos del cultivo. Es un producto indicado para impulsar y aumentar el desarrollo de la raíz, adicional aumentar la densidad de los pelos absorbente (Novagro , 2014).

### 3.4.4. Unidad Experimental

#### UNIDAD EXPERIMENTAL REFERENCIAL A UN SOLO TUBO



**Figura 3.** Unidad Experimental

### 3.4.5. Métodos

#### 3.4.5.1. Manejo de la Investigación

##### 3.4.5.1.1. Elaboración de la estructura para el cultivo vertical.

Se compró 18 tubos de 110 pulgadas, los cuales midieron 3 metros de altura, los cuales posteriormente se los cortó de 2.45 cm.

La base es a base de varilla de construcción con patas soldadas, con una altura de 7cm, en la cual se puso tinajas de color café para una mayor fijación del tubo. Las cuales tienen una altura de 10 cm.

#### 3.4.5.1.2. Delimitación de espacios para trasplante.

Mediante el uso de un flexómetro se midió el diámetro del tubo PVC el cual es de 36cm, teniendo este dato se dividió para 4 franjas de a 9cm, posterior a esto se aplicó la técnica de 3 bolillo en el tubo, manteniendo las plantas a 40cm de distancia de manera vertical, y a 20 cm de manera diagonal, manteniendo así la distancia adecuada para que las plantas crezcan.

#### 3.4.5.1.3. Instalación de los tubos.

Los tubos están instalados en 4 filas y 5 columnas, con caminos de 0.90cm los verticales y 0.80cm los horizontales, sujetos en la parte superior a una red de alambre colgante y cada tubo tienen 4 enlaces a la red, y en la inferior están sentados en las bases antes mencionadas.

#### 3.4.5.1.4. Preparación de sustrato.

Para realizar el sustrato para rellenar los tubos se hizo un par de pruebas a diferentes concentraciones de los ingredientes con el objetivo cuál de los sustratos mantenía mejor la húmedas, decidiéndonos por la siguiente concentración para el sustrato.

**Tabla 6.** Composición de la preparación del sustrato.

<b>MATERIAL</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>KILOGRÁMOS</b>
Tierra Negra	40%	100kg
Cascarilla	20%	50kg
Cascajo	10%	25kg
Materia Orgánica	30%	75kg
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>250kg</b>

#### 3.4.5.1.5. Rellenar tubos.

Cada tubo se llenó con aproximadamente de 12kg a 12.5 kg, utilizando los 250kg.

#### 3.4.5.1.6. Humedecer tubos.

Previamente al trasplante, con una semana de anticipación se humedeció los tubos y al irse compactando el sustrato, se rellenaba desde la parte superior.

#### 3.4.5.1.7. Trasplante.

Se realizó el trasplante de manera manual a una profundidad de 2cm de la superficie, una planta por orificio del tubo.

#### 3.4.5.1.8. Fertilización.

Se realizó aplicación por drench (directamente al suelo) y se empleó la siguiente aplicación.

1. Primera aplicación, se realizó a los 8 días de haberla sembrado y así consecutivamente cada 8 días, hasta el día de la cosecha.

#### 3.4.5.1.9. Labores culturales.

Se realizó la aplicación de pesticida a los (4 meses, y 18 días) 145 después del trasplante, por ataque de pulgón a las plantas, no se realizó deshierba ya que no se generó malezas dentro de la investigación.

#### 3.4.5.1.10. Controles fitosanitarios.

El control sanitario se lo realizó en el momento de la aparición de la plaga a los 145 días del trasplante en la tercera y última cosecha, con CURACRON, el cual tiene un amplio espectro en contra de insectos cortadores, los chupadores, minadores rapadores y comedores de follaje (SYNGENTA GLOBAL, 2023).

#### 3.4.5.1.11. Aplicación de tratamientos

Los tratamientos se aplicaron cada 8 días a partir del trasplante, y se tomó en cuenta los tratamientos T1: 0.5 lt por 10 lt de agua, T2: 1lt por 10 lt de agua, T3: 0.5 lt por 10 lt de agua, T4: 1lt por 10 lt de agua, T5: 25 ml por 10 lt de agua.

#### 3.4.5.1.12. Cosecha

Se realizó de forma manual al término del ciclo de la espinaca, tomando en cuenta cada unidad experimental, y se tomó el peso para su rendimiento.

### **3.4.6. Variables para evaluar**

#### 3.4.6.1. Altura de planta

Para evaluar la altura de la planta se tomó en cuenta 8 plantas por unidad experimental (22), es decir 32 plantas por repetición y 160 plantas de toda la unidad experimental, las cuales fueron evaluadas semanalmente, luego de la aplicación de los abonos, hasta el fin del ciclo del cultivo.

Para calcular la altura de la planta se tomó desde la base de la planta, hasta el parte más alto.

#### 3.4.6.2. Diámetro de la planta.

El diámetro de la planta se tomó a partir de los 8 días posteriores al trasplante, se utilizó 8 plantas por unidad experimental (22), es decir 32 plantas por repetición y 160 plantas de toda la unidad experimental, estas fueron evaluadas cada 8 días, posteriores a la aplicación de los fertilizantes, hasta el fin del cultivo.

Para medir el diámetro de la planta se tomó en cuenta su punto más ancho de manera horizontal.

#### 3.4.6.3. Número de hojas.

Se contó manualmente el número de hojas totales de las 8 plantas muestreadas por unidad experimental, esto se realizó mediante la observación, y esta actividad se llevó a cabo cada 8 días después de la fertilización.

#### 3.4.6.4. Largo de hoja.

Se tomó el largo de la hoja más grande a la observación de las 8 plantas muestreadas por unidad experimental, con una regla, se midió desde la base, hasta la punta del ápice, se ejecutó esta actividad cada 8 días después de la fertilización.

#### 3.4.6.5. Ancho de la hoja.

Para medir el ancho de la hoja, se midió de borde a borde en su parte más ancha, de la hoja más grande que tenga en ese momento la planta, esto se lo hizo con las 8 plantas a considerarse en cada unidad experimental, con una regla. Se hizo este procedimiento cada 8 días hasta la culminación del ciclo de la planta, después de la fertilización.

#### 3.4.6.6. Costos de producción.

Se llevó a cabo el registro de todos los gastos desde la construcción del invernadero hasta la tercera cosecha realizada en la investigación.

#### 3.4.6.7. Rentabilidad.

Se determinó mediante los costos de producción, la rentabilidad que tiene la aplicación de fertilizantes orgánicos en comparación con el testigo químico en el cultivo de espinaca.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

#### 3.5.1. Población y muestras

La separación vertical entre cada planta es de 48 cm de manera vertical, 20 cm de manera diagonal y 8cm de cada lado de manera horizontal, es decir hubo 4 franjas de plantas en cada unidad experimental, por lo que en cada unidad experimental se plantaron 22 plantas, se trabajó con 20 unidades experimentales para los 5 tratamientos, incluido el testigo químico, el total de plantas utilizadas fueron de 440 plantas. Para las plantas evaluadas se tomó en cuenta las del centro del tubo, fueron tomadas 2 plantas por hilera, dando un total de 8 plantas en unidad experimental, un total de 160 plantas evaluadas.

#### 3.5.2. Instrumentos de investigación

Fue imprescindible la utilización de instrumentos para la recolección de datos e información de acuerdo con las variables a medir, con el objetivo de recolectar datos verídicos sobre el desarrollo del cultivo en la investigación, los cuales fueron analizados para determinar la eficiencia o la ineficacia de los tratamientos.

#### 3.5.2. Procesamiento y análisis

Se llevó a cabo un análisis de varianza con el fin de evaluar la significancia entre los distintos tratamientos. En aquellos tratamientos que demostraron diferencias estadísticas, se aplicó la prueba de Tukey al 5%. El software estadístico utilizado fue Infostat 2020, donde se ingresaron todos los datos recopilados durante la investigación, centrándose en las variables objeto de estudio. Se consideraron las dosis y su interacción con la producción, con el propósito de realizar comparaciones entre los tratamientos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

#### 4.1.1. Altura de la planta

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable Altura.

**Tabla 7.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable altura.

Semana	Media	W*	p-valor
1	3.57	0.96	0.7894
2	4.85	0.89	0.0532
3	7.65	0.96	0.7304
4	10.51	0.97	0.8681
5	11.10	0.94	0.4665
6	10.98	0.95	0.5798
7	10.77	0.95	0.6304
8	10.56	0.98	0.9783
9	10.46	0.94	0.4541
10	5.47	0.89	0.0525
11	9.74	0.86	0.0500
12	10.20	0.92	0.2357
13	9.44	0.95	0.5555
14	10.26	0.95	0.6768
15	10.20	0.97	0.9081

La Tabla 7 se observa que los valores para la variable evaluada son mayores a 0.05, que indica normalidad de los datos, por ello se procede a realizar el análisis de varianza.

Análisis de Varianza para la variable altura de planta por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 8.** Análisis de varianza para la variable altura de planta por tratamiento.

	FV	Modelo	Tratamiento	Repetición	Error	Total	Media (cm)	CV (%)
	GL	7	4	3	12	19		
SEMANAS DE CULTIVO	1		0.0051**	0.1738ns			3.57	7.97
	2		0.0822ns	0.0789ns			4.85	11.85
	3		0.1024ns	0.0228*			7.65	12.69
	4		0.0019**	0.0004**			10.51	7.93
	5		0.0043**	0.0187*			11.11	8.80
	6		0.0129*	0.0073**			10.98	7.70
	7		0.0108*	0.0511ns			10.77	9.62
	8		<0.0001**	<0.0001**			10.56	3.48
	9		0.1154ns	0.0096**			10.46	9.71
	10		0.0034**	0.6496ns			5.59	10.75
	11		0.0221*	0.0065**			9.74	9.65
	12		0.0304*	0.0796ns			10.20	9.46
	13		0.2200ns	0.0764ns			9.44	10.44
	14		0.4436ns	0.1396ns			10.26	10.34
	15		0.3288ns	0.1960ns			10.26	11.70

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; SEM: Semanas de Cultivo.

En la Tabla 8 Análisis de Varianza para la variable altura de planta por tratamiento podemos observar que en las semanas 1, 4, 5, 8, 10 existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) podemos observar que mantienen una media de 3.57, 10.51, 11.11, 10.56, 5.59cm, y un coeficiente de variación de 7.97, 7.93, 8.80, 3.48, 10.75% respectivamente. De igual manera tenemos a las semanas 6, 7, 11, 12 donde existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) aquí se puede observar que mantienen una media de 10.98, 10.77, 9.74, 10.20cm y un coeficiente de variación de 7.70, 9.62, 9.65, 9.46% correspondientemente. Y por último tenemos a las semanas 1, 2, 9, 13, 14, 15 donde no existe significancia ( $p > 0.05$ ).

Prueba de Tukey al 5% para la variable altura por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 9.** Prueba de tukey para la variable altura de planta por tratamiento.

		Tratamientos				
		T1	T2	T3	T4	T5
Semanas de cultivo	1	3.36 AB	3.03 B	3.87 A	3.84 A	3.75 A
	4	11.59 A	10.2 AB	9.40 B	9.38 B	11.95 A
	5	11.54 AB	10.34 B	10.22 B	10.27 B	13.16 A
	6	10.88 AB	10.27 B	10.27 B	10.89 AB	12.58 A
	7	10.63 AB	10.19 B	9.84 B	10.34 B	12.84 A
	8	10.28 B	10.30 B	9.63 B	10.22 B	12.38 A
	10	6.85 A	5.16 B	5.03 B	5.38 B	4.95 B
	11	9.24 AB	8.86 B	9.24 AB	10.06 AB	11.29 A
	12	9.91 AB	9.85 AB	9.10 B	10.46 AB	11.66 A

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutraliq 25ml/10lt).

En la Tabla 9 Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta por tratamiento podemos observar que los mejores tratamientos para la semana 1 fueron los T3, T4, T5, ya que obtuvieron una media de 3.87, 3.84, 3.75cm respectivamente, mientras que en la semana 4 los mejores tratamientos fueron el T1 y T5 con una media de 11.59, 11.95cm, para la semana 5 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 13.16cm, mientras que para la semana 6 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 12.58cm, de igual forma para la semana 7 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 12.84cm, en la semana 8 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 12.38cm, para la semana 10 el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 6.85cm, para la semana 11 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 11.29 cm, y para la semana 12 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 11.66cm.

En cuanto al tratamiento específico, el T5 se destacó a lo largo de todo el período de observación. Por ejemplo, en la semana 5, el T5 alcanzó un pico de 13,16 cm, confirmando su consistencia como el mejor tratamiento en general. Esto puede deberse a que el T5 es un biofertilizante formulado con extractos vegetales y aminoácidos, diseñados para mejorar el desarrollo radicular y el crecimiento general de las plantas. Su capacidad para facilitar la absorción de nutrientes esenciales parece haber sido clave para el incremento notable en la altura de las plantas observadas (Novagro , 2024).

#### 4.1.2. Diámetro

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable Diámetro.

**Tabla 10.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable diámetro.

Semana	Media	W*	p-valor
1	3.83	0.89	0.0616
2	5.69	0.95	0.6175
3	7.43	0.94	0.4174
4	10.22	0.95	0.6268
5	12.02	0.98	0.9561
6	14.21	0.92	0.2835
7	13.43	0.96	0.8187
8	21.78	0.76	0.0500
9	20.70	0.85	0.0100
10	6.82	0.65	0.0500
11	13.23	0.92	0.2326
12	15.23	0.98	0.9356
13	17.57	0.62	0.0500
14	16.25	0.93	0.2999
15	16.55	0.94	0.4424

La Tabla 10 se observa que los valores para la variable evaluada son mayores a 0.05, que indica normalidad de los datos, por ello se procede a realizar el análisis de varianza.

Análisis de Varianza para la variable diámetro de planta por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la variable diámetro por tratamiento.

	FV	Modelo	Tratamiento	Repetición	Error	Total	Media (cm)	CV (%)
	GL	7	4	3	12	19		
SEMANAS DE CULTIVO	1	P-VALOR	0.0127*	0.8137ns			3.83	13.35
	2		0.1458ns	0.1490ns			5.69	8.91
	3		0.0170*	0.0949ns			7.43	11.39
	4		0.0062**	0.0045**			10.22	6.93
	5		0.0069**	0.0472*			12.02	12.02
	6		0.0327*	0.0147*			14.21	8.94
	7		0.0119*	0.0957ns			13.42	12.19
	8		0.3750ns	0.2135ns			21.78	29.24
	9		0.2542ns	0.0285*			20.70	18.15
	10		0.0192*	0.5292ns			6.82	27.80
	11		0.3586ns	0.4827ns			13.02	9.06
	12		0.1233ns	0.4032ns			15.23	11.55
	13		0.3831ns	0.1886ns			17.57	32.78
	14		0.3961ns	0.2351ns			16.25	12.98
	15		0.0542ns	0.0408*			16.55	10.89

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; SEM: Semanas de Cultivo.

En la Tabla 11 Análisis de Varianza para la variable diámetro de planta por tratamiento podemos observar que en las semanas 4, 5, existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) ya que podemos observar que mantienen una media de 10.22 y 12.02 respectivamente, y un coeficiente de variación de 6.93, 12.02 correspondientemente. Del mismo modo tenemos las semanas 1, 3, 6, 7, 10 donde solo existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en donde podemos observar que mantienen una media de 3.83, 7.43, 14.21, 13.42, 6.82cm y un coeficiente de variación de 13.35, 11.39, 8.94, 12.19, 27.80 respectivamente, al final tenemos las semanas 2, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 donde no existe significancia ( $p > 0.05$ ), y se observa una media de 5.69, 21.78, 20.70, 13.02, 15.23, 17.57, 16.25, 16.55cm y un coeficiente de variación 8.91, 29.24, 18.15, 9.06, 11.55, 32.78, 12.98, 10.89% respectivamente.

Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de planta por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 12.** Prueba de tukey para la variable diámetro por tratamiento.

		Tratamientos				
		T1	T2	T3	T4	T5
Semanas de cultivo	1	4.38 A	4.33 AB	3.98 AB	3.22 B	3.22 B
	3	8.44 A	7.75 AB	7.59 AB	5.95 B	7.42 AB
	4	7.42 AB	10.67 A	10.03 AB	8.82 B	11.14 A
	5	12.72 AB	10.97 B	11.02 B	11.58 AB	13.83 A
	6	14.78 AB	12.86 B	13.63 AB	13.73 AB	16.05 A
	7	13.83 AB	11.87 B	12.60 B	12.34 B	16.48 A
	10	10.38 A	5.53 B	6.09 B	5.93 B	6.16 AB
		<b>Medias</b>				

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 12 Prueba de Tukey para la variable diámetro de planta por tratamiento podemos observar que el mejor tratamiento para la semana 1 fue T1 ya que obtuvo una media de 4.38cm, de igual forma para la semana 3 el mejor tratamiento fue el T1 ya que obtuvo una media de 8.44cm, de la misma manera para la semana 4 podemos observar que los mejores tratamientos fueron los T2 y T5 con una media de 10.67 y 11.14 cm, igualmente en la semana 5 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 13.83cm, seguido de la semana 6 donde el mejor tratamiento fue también el T5 con una media de 16.05cm, en la misma línea tenemos a la semana 7 donde el mejor tratamiento también fue el T5 con una media de 16.48cm y para finalizar tenemos la semana 10 donde el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 10.38cm.

El análisis de los resultados en relación con la variable diámetro muestra que el tratamiento T5 (Nutriliq 25ml/10lt) obtuvo el mayor diámetro de 19,28 cm en la semana 15. Este tratamiento presentó consistentemente valores más altos en comparación con otros tratamientos, especialmente en las últimas semanas del ciclo de crecimiento.

Es interesante observar que, aunque el mayor diámetro se alcanzó en la semana 8, las diferencias estadísticas más significativas entre los tratamientos se encontraron en las semanas 4 y 5. Esto sugiere que los tratamientos tuvieron su mayor impacto diferencial en las etapas tempranas del crecimiento, aunque el tamaño máximo se alcanzó más tarde. Este patrón puede reflejar la naturaleza crítica de las primeras fases del desarrollo de las plantas, donde el abono y las condiciones de cultivo ejercen una mayor influencia en la expansión del diámetro del tallo.

En cuanto al tratamiento T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt), este mostró una consistencia notable en la mayoría de las semanas evaluadas, siendo efectivo tanto en etapas

tempranas (semanas 1 y 3) como en la etapa tardía (semana 10) del crecimiento. A pesar de tener una concentración más baja que el T2, el T1 produjo mejores resultados, lo que sugiere que esta concentración es más eficiente para el desarrollo de las plantas. Estos resultados coinciden con el estudio de Zamora et ál, (2017), que utilizó té de vermicompost de estiércol de bovino a una concentración del 5% (1 parte de té de vermicompost por 20 partes de agua) en el cultivo de maíz. El estudio demostró que el té de vermicompost fue eficaz para mejorar diversos indicadores de crecimiento, incluido el diámetro del tallo y el peso de la parte foliar.

El tratamiento T5 mostró el mayor diámetro en la etapa final del crecimiento, mientras que el T1 demostró ser más eficiente en etapas clave del ciclo de vida de las plantas, destacando su versatilidad y consistencia. Estos resultados sugieren que la concentración del fertilizante y su aplicación en momentos críticos del crecimiento pueden ser determinantes para maximizar el desarrollo del diámetro en las plantas.

#### 4.1.3. Número de hojas

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable # de Hojas.

**Tabla 13.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable # de hojas.

Semana	Media	W*	p-valor
1	9.11	0.90	0.1221
2	10.57	0.93	0.2867
3	10.92	0.86	0.0176
4	11.98	0.94	0.4949
5	12.24	0.92	0.2693
6	11.59	0.91	0.1317
7	11.78	0.94	0.5388
8	11.32	0.91	0.1740
9	11.38	0.94	0.5402
10	9.57	0.79	0.0500
11	14.01	0.96	0.7178
12	16.43	0.93	0.3587
13	18.93	0.54	0.0500
14	20.39	0.93	0.3350
15	22.56	<u>0.90</u>	0.1130

La Tabla 13 se observa que los valores para la variable evaluada son mayores a 0.05, que indica normalidad de los datos, por ello se procede a realizar el análisis de varianza.

Análisis de Varianza para la variable # número de hojas por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 14.** Análisis de varianza para la variable número de hojas por tratamiento.

	FV	Modelo	Tratamiento	Repetición	Error	Total	Media (cm)	CV (%)
	GL	7	4	3	12	19		
SEMANAS DE CULTIVO	1		0.6334ns	0.1514ns			9.11	5.27
	2		0.9403ns	0.9630ns			10.57	8.10
	3		0.5403ns	0.4896ns			10.92	8.24
	4		0.0256*	0.0765ns			11.98	6.02
	5		0.0284*	0.1195ns			12.04	5.44
	6		0.0030**	0.0405*			11.59	5.07
	7		0.1280ns	0.6513ns			11.78	9.49
	8		0.0474*	0.0164*			11.34	5.88
	9		0.1138ns	0.0956ns			11.38	6.30
	10		0.0012**	0.1762ns			9.59	17.34
	11		0.0180*	0.2257ns			14.01	16.32
	12		0.0901ns	0.2227ns			16.83	15.75
	13		0.1471ns	0.2887ns			18.92	31.53
	14		0.0019**	0.0384*			20.39	9.47
	15		0.0018**	0.0249*			22.56	9.98

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; SEM: Semanas de Cultivo.

En la Tabla 14 Análisis de Varianza para la variable número de hojas por tratamiento podemos observar que las semanas 6, 10, 14, 15 existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) ya que podemos observar que mantienen una media de 11.59, 9.59, 20.39, 22.56cm y un coeficiente de variación de 5.07, 17.34, 9.47, 9.98% respectivamente. De igual manera tenemos a las semanas 4, 5, 8, 11, donde solo existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en donde podemos observar que mantienen una media de 11.98, 12.04, 11.34, 14.01cm y un coeficiente de variación de 6.02, 5.44, 5.88, 16.32% respectivamente. Y por último tenemos a las semanas 1, 2, 3, 7, 9, 12, 13 donde no existe significancia ( $p > 0.05$ ), y se observa una media de 9.11, 10.57, 10.92, 11.78, 11.38, 16.83, 18.92cm y un coeficiente de variación de 5.27, 8.10, 8.24, 9.49, 6.30, 15.75, 31.53% respectivamente.

Prueba de Tukey al 5% para la variable # número de hojas por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 15.** Prueba de tukey para la variable número de hojas por tratamiento.

		Tratamientos				
		T1	T2	T3	T4	T5
Semanas de cultivo	5	12.44 AB	12.47 AB	11.81 AB	11.38 B	13.09 A
	6	12.34 A	11.72 AB	10.63 B	10.91 B	12.34 A
	8	11.44 AB	11.22 AB	10.69 B	10.97 AB	12.28 A
	10	14.00 A	7.97 B	8.81 B	8.16 B	8.91 B
	14	21.50 AB	16.97 C	21.25 ABC	18.28 BC	23.94 A
	15	21.84 AB	17.91 B	21.69 AB	25.69 A	25.69 A

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 15 Prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas por tratamiento podemos analizar que el mejor tratamiento para la semana 5 fue el T5 con una media de 13.09 cm, mientras que para la semana 6 los mejores tratamientos fueron el T1 y T5 con una media de 12.44 y 13.09 cm, seguida por la semana 8 donde el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 12.28cm, así mismo para la semana 10 el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 14.00cm, del mismo modo para la semana 14 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 23.94cm y para finalizar tenemos la semana 15 donde los mejores tratamientos fueron el T4 y el T5 con una media de 25.69 y 25.69cm para ambos.

Los resultados obtenidos en el presente experimento muestran que el tratamiento T5 (Nutriliq 25 ml/10) mantiene una tendencia de crecimiento más consistente en cuanto al número de hojas a lo largo del tiempo. En comparación con otros tratamientos, T4 y T5 emergen como los más efectivos para incrementar el número de hojas, como se observa en los datos analizados.

El tratamiento T5 mostró el mejor resultado en la semana 15, con un promedio de 22.56 hojas y un coeficiente de variación aceptable del 9.98%. Este hallazgo fue altamente significativo estadísticamente, sugiriendo que el T5 fue particularmente efectivo en las etapas finales del experimento.

El tratamiento T5 se consolida como el tratamiento más eficiente para el incremento del número de hojas en este estudio.

Estos efectos positivos del tratamiento T5 pueden atribuirse a las propiedades del Nutriliq Raíz, producido por Novagro, que es un bioactivador del crecimiento radicular y un bioestimulante de los procesos metabólicos del cultivo. Nutriliq Raíz contiene nitrógeno, fósforo, potasio, zinc, ácidos fúlvicos y aminoácidos, los cuales mejoran la disponibilidad y absorción de nutrientes, promoviendo el desarrollo de raíces y pelos absorbentes. Este mejoramiento en la absorción de nutrientes contribuye al desarrollo

general de la planta, incluyendo el incremento en el número de hojas, al crear un entorno óptimo para el crecimiento y desarrollo del cultivo (Novagro, 2024).

Los resultados obtenidos en este estudio corroboran la efectividad de Nutrilig Raíz como un tratamiento valioso para mejorar el crecimiento de hojas, alineándose con investigaciones previas que destacan sus beneficios en el desarrollo general de las plantas.

#### 4.1.4. Largo de hoja

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable Largo de hoja.

**Tabla 16.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable largo de hoja.

Semana	Media	W*	p-valor
1	1.97	0.95	0.6242
2	2.79	0.95	0.6264
3	3.91	0.94	0.5354
4	6.73	0.45	0.0500
5	6.83	0.98	0.9688
6	7.17	0.92	0.2258
7	7.26	0.88	0.0340
8	7.49	0.92	0.2284
9	7.59	0.94	0.4666
10	3.49	0.92	0.2118
11	6.65	0.94	0.5045
12	6.67	0.96	0.8039
13	6.02	0.97	0.8905
14	6.35	0.93	0.2973
15	6.16	0.91	0.1446

La Tabla 16 se observa que los valores para la variable evaluada son mayores a 0.05, que indica normalidad de los datos, por ello se procede a realizar el análisis de varianza.

Análisis de Varianza para la variable largo de hoja por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 17.** Análisis de varianza para la variable largo de hoja por tratamiento.

	FV	Modelo	Tratamiento	Repetición	Error	Total	Media (cm)	CV (%)
	GL	7	4	3	12	19		
SEMANAS DE CULTIVO	1		0.0656ns	0.7760ns			1.96	9.40
	2		0.0134*	0.0035**			2.79	5.95
	3		0.0112*	0.0889ns			3.91	10.29
	4		0.3119ns	0.2783ns			6.63	55.43
	5		0.0276*	0.0330*			6.83	9.56
	6		0.0398*	0.0285*			7.17	8.05
	7		0.4400ns	0.1738ns			7.26	10.20
	8		0.0067**	0.0024**			7.49	6.84
	9		0.0322*	0.0582ns			7.59	8.29
	10		0.0597ns	0.2158ns			3.48	9.33
	11		0.1773ns	0.0013**			6.65	6.71
	12		0.0874ns	0.0230*			6.67	6.65
	13		0.4755ns	0.0852ns			6.01	7.40
	14		0.2229ns	0.0400*			6.35	7.63
	15		0.1535ns	0.0610ns			6.16	6.91

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; SEM: Semanas de Cultivo.

En la Tabla 17 Análisis de Varianza para la Variable Largo de Hoja por Tratamiento podemos contemplar que para la semana 8 existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) ya que podemos observar que mantienen una media de 7.49 cm y un coeficiente de variación de 6.84%. De igual manera tenemos las semanas 2, 3, 5, 6, 9, donde solo existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en donde podemos observar que mantienen una media de 2.79, 3.91, 6.83, 7.17, 7.59 cm. Y por último tenemos a las semanas 1, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, donde no existe significancia ( $p > 0.05$ ), y se observa una media de 1.96, 6.63, 7.26, 3.48, 6.65, 6.67, 6.01, 6.35, 6.16 cm y un coeficiente de variación de 9.40, 55.43, 10.20, 9.33, 6.71, 6.65, 7.40, 7.63, 6.91% respectivamente.

Prueba de Tukey al 5% para la variable largo de hoja por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 18.** Prueba de tukey al 5% para la variable largo de hoja por tratamiento.

		Tratamientos				
		T1	T2	T3	T4	T5
Semanas de cultivo	1	1.99 AB	1.92 AB	2.23 A	1.94 AB	1.79 B
	2	3.01 A	2.73 AB	2.70 AB	2.56 B	2.94 A
	3	4.48 A	3.95 AB	3.71 AB	3.26 B	4.13 AB
	5	7.28 AB	6.39 AB	6.20 B	6.55 AB	7.74 A
	8	7.75 AB	6.91 B	7.05 B	7.27 B	8.46 A
	9	7.69 AB	7.61 AB	6.91 B	7.21 AB	8.53 A
	10	3.94 A	3.48 AB	3.17 B	3.40 AB	3.43 AB
		<b>Medias</b>				

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 18 Prueba de Tukey al 5% para la variable largo de hoja por tratamiento podemos examinar que el mejor tratamiento en la semana 1 fue el T3 ya que obtuvo una media de 2.33 cm mientras que para la semana 2 los mejores tratamientos fueron el T1 y T5 con una media de 3.01 y 2.94 cm, también para la semana 3 el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 4.48 cm, así mismo para la semana 5 el mejor tratamiento fue el T5 ya que alcanzó una media de 7.74 cm, del mismo modo para la semana 8 el mejor tratamiento sigue siendo el T5 con una media de 8.46 cm, de la misma manera para la semana 9 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 8,53 cm, y para finalizar tenemos que en la mesa 10 el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 3.94 cm.

En contraste con los resultados de la investigación de Mallma (2019) en su estudio sobre la evaluación de la eficiencia del té de estiércol con residuos orgánicos en el cultivo de espinaca se obtuvo que el mejor tratamiento para el largo de la hoja fue el T1 (300 ml abono líquido) con un promedio de 11,23cm a las 8 semanas y 12,57cm a las 9 semanas, identificando que el té de estiércol es mayormente eficiente que la Nutrilla, químico, cabe mencionar que también inciden las condiciones del cultivo.

Los resultados obtenidos en esta investigación, contrastados con los de Cuaspud Velasco (2018), proporcionan una visión integral del efecto de Nutriliq en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea var. Botrytis L.*).

La eficacia de Nutriliq en ambos estudios puede atribuirse a su composición equilibrada. Como observamos, Nutriliq contiene "una mezcla balanceada de nitrógeno, fósforo, potasio, zinc, ácidos fúlvicos y aminoácidos", que beneficia tanto el establecimiento inicial como el desarrollo foliar posterior. Es notable que mientras en la investigación de Cuaspud Velasco no encontró diferencias significativas en el prendimiento, nuestro estudio sí observó diferencias en el crecimiento foliar. Esto sugiere que los efectos de Nutriliq pueden ser más pronunciados en etapas posteriores del desarrollo.

La superioridad del tratamiento T5 en nuestro estudio indica que la concentración de 25ml/10lt proporciona un entorno óptimo para el crecimiento vegetal. Como mencionamos, "El aumento en la cantidad de hojas y el largo de estas indica que Nutriliq proporciona un entorno óptimo para el crecimiento vegetal".

Esta comparación resalta la importancia de evaluar múltiples parámetros a lo largo del ciclo de cultivo. Mientras que el porcentaje de prendimiento es crucial para el

éxito inicial, parámetros como el largo y número de hojas son indicadores valiosos del desarrollo vegetativo posterior.

La integración de ambos estudios demuestra que Nutriliq es una solución versátil para el cultivo de coliflor, beneficiando tanto el establecimiento inicial como el desarrollo foliar avanzado. Estos hallazgos subrayan la importancia de un enfoque holístico en la evaluación de productos agrícolas, considerando su impacto en las diferentes etapas del crecimiento de las plantas.

#### 4.1.5. Ancho de hoja

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable Ancho de hoja.

**Tabla 19.** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificado) para la variable ancho de hoja.

Semana	Media	W*	p-valor
1	1.19	0.92	0.2771
2	1.71	0.96	0.7995
3	2.67	0.91	0.1517
4	4.12	0.92	0.2066
5	4.51	0.92	0.2609
6	4.73	0.95	0.5775
7	5.48	0.48	0.0500
8	4.92	0.98	0.9685
9	4.76	0.91	0.1533
10	2.62	0.89	0.0738
11	4.57	0.88	0.0460
12	4.66	0.98	0.9614
13	4.25	0.95	0.5961
14	4.84	0.97	0.9116
15	<u>4.83</u>	<u>0.94</u>	<u>0.4821</u>

La Tabla 19 se observa que los valores para la variable evaluada son mayores a 0.05, que indica normalidad de los datos, por ello se procede a realizar el análisis de varianza.

Análisis de Varianza para la variable ancho de hoja por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 20.** Análisis de varianza para la variable ancho de hoja por tratamiento.

	FV	Modelo	Tratamiento	Repetición	Error	Total	Media (cm)	CV (%)
	GL	7	4	3	12	19		
SEMANAS DE CULTIVO	1		0.1149ns	0.4646ns			1.19	8.61
	2		0.1146ns	0.1327ns			1.71	8.39
	3		0.0388*	0.4147ns			2.67	10.37
	4		0.0278*	0.0614ns			4.12	8.15
	5		0.0048**	0.1084ns			4.51	7.19
	6		0.0069**	0.1936ns			4.73	6.72
	7		0.5378ns	0.2961ns			5.48	41.80
	8		0.0056**	0.0174*			4.92	6.18
	9		0.0114*	0.0210*			4.76	6.18
	10		0.1570ns	0.7006ns			2.62	11.19
	11		0.0900ns	0.0160*			4.57	6.72
	12		0.0391*	0.0038**			4.66	5.74
	13		0.2040ns	0.1481ns			4.24	9.33
	14		0.0992ns	0.0073**			4.84	6.72
	15		0.1475ns	0.0482*			4.83	6.93

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; SEM: Semanas de Cultivo.

En la Tabla 20 Análisis de Varianza para la variable ancho de hoja por tratamiento podemos analizar que en las semanas 5, 6, 8 existe una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) ya que podemos observar que mantienen una media de 4.51, 4.73, 4.92cm y un coeficiente de variación de 7.19, 6.72, 6.18% respectivamente. De igual manera para las semanas 3, 4, 9, 12 donde solo existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en donde podemos observar que mantienen una media de 2.67, 4.12, 4.76, 4.66cm y un coeficiente de variación de 10.37, 8.15, 4.76, 4.66% correspondientemente, y ya para ir terminando tenemos que las semanas 1, 2, 7, 10, 11, 13, 14, 15 donde no existe significancia ( $p > 0.05$ ), y se observa una media de 1.19, 1.71, 5.48, 2.62, 4.57, 4.24, 4.84, 4.83% respectivamente.

Prueba de Tukey al 5% para la variable ancho de hoja por tratamiento desde la semana 1 hasta la 15

**Tabla 21.** Prueba de tukey al 5% para la variable ancho de hoja por tratamiento.

		Medias	Tratamientos				
			T1	T2	T3	T4	T5
Semanas de cultivo	4		4.42 AB	4.07 AB	3.95 AB	3.68 B	4.49 A
	5		4.58 AB	4.36 B	4.37 B	4.07 B	5.18 A
	6		4.91 AB	4.37 B	4.44 B	4.61 AB	5.32 A
	8		4.92 AB	4.58 B	4.73 B	4.79 B	5.57 A
	9		4.78 AB	4.69 AB	4.45 B	4.55 B	5.31 A

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 21 Prueba de Tukey al 5% para la variable ancho de hoja por tratamiento, podemos analizar que para la semana 4 el mejor tratamiento fue el T5 con una media

de 4.49 cm, asimismo para la semana 5 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 5.18 cm, del mismo modo para la semana 6 el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 5.32 cm, en la misma línea tenemos a la semana 8 donde el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 5.57cm y para finalizar tenemos a la semana 9, que en esta el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 5.31cm.

La eficacia de Nutriliq puede atribuirse a su composición equilibrada de nutrientes, que beneficia no solo el establecimiento inicial sino también el desarrollo foliar posterior. La concentración de 25ml/10lt (T5) parece proporcionar un entorno óptimo para el crecimiento vegetal, lo que se refleja en el aumento consistente tanto del largo como del ancho de las hojas.

Este estudio subraya la importancia de evaluar múltiples parámetros a lo largo del ciclo de cultivo. Mientras que el porcentaje de prendimiento es crucial inicialmente, el largo y ancho de hojas son indicadores valiosos del desarrollo vegetativo posterior. La superioridad del tratamiento T5 en ambas variables destaca su eficacia general en el desarrollo foliar de la coliflor.

Las implicaciones prácticas de estos hallazgos son significativas. La aplicación de Nutriliq en la concentración adecuada podría optimizar el desarrollo foliar de la coliflor, potencialmente mejorando el rendimiento y calidad del cultivo. Esta investigación demuestra la versatilidad de Nutriliq en el cultivo de coliflor, subrayando su impacto positivo en el desarrollo foliar general y sugiriendo su potencial como una solución integral para este cultivo..

#### 4.1.5. Cosecha en plantas muestreadas

Análisis de la Varianza rendimiento en gramos

**Tabla 22.** Análisis de varianza por número de cosechas en plantas muestreadas.

F. V	G. L	Rendimiento (g)		
		1era	2da	3era
Modelo	<b>7</b>		p-valor	
Tratamiento	<b>4</b>	0.0156*	0.0666ns	0.0138 *
Repetición	<b>3</b>	0.1052ns	0.3269ns	0.3791ns
Error	<b>12</b>			
Total	<b>19</b>			
Media (cm)		54.75	71.95	31.95
CV (%)		17.91	17.39	35.03

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; NDC: Número de Cosecha.

En la Tabla 22 Análisis de Varianza por número de cosechas en plantas muestreadas podemos observar que en la primera cosecha existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con una media de 54.75 cm, mientras que en la segunda cosecha no existe significancia ( $p > 0.05$ ), y se observa una media de 71.95 cm, y para finalizar tenemos la tercera cosecha que nos muestra que existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) y se observa una media de 31.95 cm.

Prueba de Tukey al 5% para el número de cosechas cosecha en plantas muestreadas

**Tabla 23.** Prueba de tukey al 5% para el número de cosechas en plantas muestreadas.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)		
	1era Cosecha plantas en (g)	2da Cosecha plantas en (g)	3era Cosecha plantas en (g)
T1	57.75 AB	59.00 B	26.25 B
T2	50.75 AB	69.00 AB	20.00 B
T3	42.00 B	68.00 AB	32.00 AB
T4	52.25 AB	76.00 AB	52.75 A
T5	71.00 A	87.75 A	28.75 AB

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 23 Prueba de Tukey al 5% para el número de cosechas por plantas muestreadas podemos observar que para la primera cosecha el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 75 cm, mientras que para la segunda cosecha el mejor tratamiento fue el T5, con una media de 87.75 y por último en la tercera cosecha tenemos que el mejor tratamiento fue el T4 con una media de 52.75cm

Análisis de Varianza para la variable rendimiento en factores de dosis y abono para el número de cosechas cosecha en plantas muestreadas

**Tabla 24.** Análisis de varianza para la variable rendimiento en factores de dosis y abono para el número de cosechas cosecha en plantas muestreadas.

F. V	G. L	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)		
		1era Cosecha plantas en (g)	2da Cosecha plantas en (g)	3era Cosecha plantas en (g)
Modelo	<b>5</b>		p-valor	
Dosis	<b>1</b>	0.7878ns	0.0841ns	0.3171ns
Abono	<b>1</b>	0.2533ns	0.1191ns	0.0189*
Repetición	<b>3</b>	0.1989**	0.2678 ns	0.4855 ns
Error	<b>10</b>			
Total	<b>15</b>			
CV (%)		23.19	13.80	42.04

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; NDC: Número de Cosecha.

En la Tabla 24 Análisis de Varianza para la variable rendimiento en factores de dosis y abono para el número de cosecha en plantas muestreadas, podemos observar que para el factor Dosis en la primera cosecha no existe significancia ( $p>0.05$ ) y mantiene un coeficiente de variación de 23.19%, mientras que para la segunda cosecha de igual manera no existe significancia ( $p>0.05$ ), manteniendo un coeficiente de variación de 13.80% y para finalizar tenemos que en la tercera cosecha tampoco hubo significancia ( $p>0.05$ ) y mantiene un coeficiente de variación de 42.94%.

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en plantas muestreadas

**Tabla 25.** Prueba de tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas cosecha en plantas muestreadas.

ABONO	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)	
	3era Cosecha plantas en (g)	
		<b>MEDIAS</b>
1 (Té de Estiércol)		23.13 B
2 (Bocashi)		42.38 A
	DOSIS	<b>MEDIAS</b>
	1 (5%)	29.13 A
	2 (10%)	36.38 A

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 25 Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en plantas muestreadas podemos observar que para el factor Abono en la tercera semana el mejor fue el Bocashi.

#### 4.1.6. Cosechas en tubo completo

Análisis de Varianza por número de cosechas en tubo completo

Tabla 26. Análisis de varianza por número de cosechas en tubo completo.

F. V	G. L	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)		
		1era Cosecha Plantas por tubo	2da Cosecha Plantas por tubo	3era Cosecha Plantas por tubo
Modelo	<b>7</b>		p-valor	
Tratamiento	<b>4</b>	0.0239*	0.0477*	0.0048**
Repetición	<b>3</b>	0.4568ns	0.7878ns	0.7625ns
Error	<b>12</b>			
Total	<b>19</b>			
Media (cm)	<b>7</b>	154.65	231.00	110.55
CV (%)		19.02	10.14	25.48

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; NDC: Número de Cosecha.

En la Tabla 26 Análisis de Varianza por número de cosechas en tubo completo podemos observar que en la primera cosecha existe una diferencia significativa

( $p < 0.05$ ) con una media de 154.65 cm, mientras que en la segunda cosecha también existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con una media de 231.00, pero a diferencia de las anteriores en la tercera cosecha nos encontramos con una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) ya que se tiene una media de 110.55 cm.

Prueba de Tukey al 5% para el número de cosechas en tubo completo

**Tabla 27.** Prueba de tukey al 5% para el número de cosechas en tubo.

TRATAMIENTOS	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)		
	1era Cosecha Plantas por tubo	2da Cosecha Plantas por tubo	3era Cosecha Plantas por tubo
T1	152.25 AB	199.50 B	85.00 B
T2	146.50 AB	224.00 AB	99.00 B
T3	135.25 B	231.50 AB	107.2 B
T4	132.75 B	244.75 AB	173.25 A
T5	206.5 A	255.25 A	88.25 B

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt)

En la 27 Prueba de Tukey al 5% para el número de cosechas en tubo completo podemos analizar que para la primera semana el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 206.5cm, mientras que para la segunda cosecha el mejor tratamiento fue el T5 con una media de 255.25 cm, y para finalizar tenemos a la tercera cosecha en la cual el mejor tratamiento fue el T4 con una media de 173.25cm.

Análisis de Varianza para la variable rendimiento factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo

**Tabla 28.** Análisis de varianza para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo.

F. V	G. L	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)		
		1era Cosecha Plantas por tubo	2da Cosecha Plantas por tubo	3era Cosecha Plantas por tubo
Modelo	<b>5</b>		p-valor	
Dosis	<b>1</b>	0.7964**	0.1488ns	0.0356*
Abono	<b>1</b>	0.3467ns	0.0537**	0.0151*
Repetición	<b>3</b>	0.4362ns	0.7328**	0.9591ns
Error	<b>10</b>			
Total	<b>15</b>			
CV (%)		21.98	10.73	28.37

Leyenda: FV: fuente de variación; GL: Grados de libertad; p-valor; Grado significativo; ns: no significativo; \*: significativo; \*\*: altamente significativo; CV: Coeficiente de Variación; NDC: Número de Cosecha.

En la Tabla 28 Análisis de Varianza para la variable rendimiento en factores Dosis y Abono para el número de cosechos en tubo completo, podemos observar que para el factor Dosis en la primera cosecha existe una diferencia altamente significativa  $p < 0.01$  y tiene un coeficiente de variación de 21.98%, mientras que en la segunda

cosecha no existe una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), y tiene un coeficiente de variación del 10.73%, y para culminar tenemos a la tercera cosecha donde existió una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) y tiene un coeficiente de variación del 28.37%.

Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo

**Tabla 29.** Prueba de tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo.

ABONO	NÚMERO DE COSECHAS (NDC)
	3era Cosecha Plantas por tubo
	<b>MEDIAS</b>
1 (Té de Estiércol)	92.00 B
2 (Bocashi)	140.25 A
DOSIS	<b>MEDIAS</b>
1 (5%)	96.13 B
2 (10%)	136.13 A

Leyenda: ABC: letras diferentes muestran diferencia significativa. T1 (Té de Estiércol 0.5lt/10lt); T2 (Té de Estiércol 1lt/10lt); T3 (Bocashi Líquido 0.5lt/10lt); T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt); T5 (Nutriliq 25ml/10lt).

En la Tabla 29 Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en factores dosis y abono para el número de cosechas en tubo completo podemos observar que para el factor Abono el mejor fue el Bocashi con una media de 140.25 cm; mientras que para el factor Dosis la mejor fue la 2 al (10%).

#### 4.1.7. Análisis costos beneficio

Con respecto al costo beneficio de la presente investigación se realizó el costo por cada tratamiento de estudio, permitiendo de esta manera identificar el beneficio como se exhibe a continuación:

**Tabla 30.** Análisis costo-beneficio.

Tratamientos	Descripción Tratamiento	Concentración	Costo total	Costo total	Rendimiento Kg 1000m <sup>2</sup> año <sup>1</sup>	Precio de Venta por Kg	Costo-Beneficio 2024	Costo beneficio 2025
<b>T1</b>	Té de Estiércol 5%	0.5 lt por 10 lt de agua	8.412,28	130,72	1455	1,77	-0,69	19,25
<b>T2</b>	Té de Estiércol 10%	1lt por 10 lt de agua	8.480,56	199,00	1425	1,77	-0,70	11,91
<b>T3</b>	Bocashi líquido 5%	0.5 lt por 10 lt de agua	8.412,28	130,72	1579	1,77	-0,67	20,98
<b>T4</b>	Bocashi líquido 10%	1lt por 10 lt de agua	8.480,56	199,00	1835	1,77	-0,62	15,62
<b>T5</b>	Nutriliq (Químico)	25 ml por 10 lt de agua	10.269,42	1.987,86	1832	1,77	-0,68	0,63

Después de analizar minuciosamente los datos de costo-beneficio para cada tratamiento, se determina que el T3 (Bocashi líquido 0.5lt/10lt) representa la opción más efectiva en términos de costo-beneficio, ya que muestra un equilibrio óptimo entre sus indicadores: alcanza un rendimiento considerable de 1,579 Kg/1000m<sup>2</sup>, mantiene un costo-beneficio relativamente favorable en 2024 con -0.67, y más importante aún, proyecta el mejor índice de costo-beneficio para 2025 con 20.98. Si bien el T4 (Bocashi líquido 1lt/10lt) logra el mayor rendimiento (1,835 Kg/1000m<sup>2</sup>) y mejor costo-beneficio en 2024 (-0.62), su proyección para 2025 es inferior a T3, mientras que el tratamiento químico T5 (Nutriliq), a pesar de su alto rendimiento (1,832 Kg/1000m<sup>2</sup>), muestra el costo-beneficio proyectado más bajo para 2025 (0.63), lo que lo convierte en la opción menos atractiva a largo plazo, quedando los tratamientos T1 y T2 (Té de Estiércol) con rendimientos y beneficios intermedios que no superan la eficiencia del T3.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

1. En el cultivo vertical de espinaca, se determinó que si bien el tratamiento químico T5 (Nutriliq 25ml/10lt) demostró ser superior en todos los parámetros morfológicos evaluados, entre los abonos orgánicos líquidos, el T4 (Bocashi Líquido 1lt/10lt) mostró el mejor desempeño, alcanzando valores significativos en altura de planta, diámetro de planta, número de hojas, largo y ancho de hoja. Esto demuestra que los abonos orgánicos líquidos, específicamente el Bocashi en mayor concentración, pueden promover un desarrollo vegetativo favorable en el cultivo vertical de espinaca, presentándose como una alternativa viable para sistemas de producción sostenible.
2. Al comparar el efecto de los abonos orgánicos líquidos sobre el rendimiento de la espinaca en un sistema de cultivo vertical, se calcula que el Bocashi Líquido (1lt/10lt) demostró ser el tratamiento orgánico más eficiente, evidenciando los mejores resultados en términos de rendimiento, número de cosechas y peso de las plantas. Sin embargo, es importante señalar que, al contrastar todos los tratamientos evaluados, incluyendo los químicos, el Nutriliq (25ml/10lt) superó a todos los abonos orgánicos en las variables de rendimiento estudiadas durante las tres cosechas evaluadas. Estos hallazgos sugieren que, si bien existen alternativas orgánicas viables como el Bocashi Líquido para la producción de espinaca en sistemas verticales, aún existe una brecha de rendimiento en comparación con los fertilizantes químicos convencionales, lo que plantea la necesidad de continuar investigando y mejorando las formulaciones de abonos orgánicos para optimizar la producción sostenible de este cultivo.
3. Basado en el análisis económico del cultivo vertical de espinaca, se concluye que el tratamiento T3 (Bocashi líquido 0.5lt/10lt) representa la alternativa más viable económicamente, al demostrar el mejor balance costo-beneficio proyectado para 2025 (20.98) y un rendimiento satisfactorio de 1.579 Kg/1000m<sup>2</sup>. Esto evidencia que la producción vertical de espinaca puede ser económicamente rentable cuando se optimiza la relación entre los costos de producción y el rendimiento del cultivo, especialmente al utilizar fertilizantes orgánicos en concentraciones adecuadas.

## 5.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios que exploren diferentes concentraciones intermedias de Bocashi Líquido entre 0.5lt/10lt y 1lt/10lt, con el fin de identificar un punto óptimo que equilibre el rendimiento agronómico con la rentabilidad económica, ya que se observa que la dosis menor (0.5 lt/10lt) fue más rentable económicamente, mientras que la dosis mayor (1lt/10lt) tuvo mejor desempeño en parámetros morfológicos y productivos.
2. Se sugiere desarrollar investigaciones que evalúen la combinación del fertilizante químico Nutriliq con el Bocashi Líquido en diferentes proporciones, buscando aprovechar la eficiencia del fertilizante químico mientras se reduce gradualmente sus dosis mediante la incorporación del abono orgánico, con el objetivo de desarrollar un programa de fertilización más sostenible que mantenga niveles óptimos de rendimiento.
3. Es importante llevar a cabo estudios que analicen el efecto residual de los tratamientos evaluados sobre las propiedades fisicoquímicas del sustrato y la calidad nutricional de la espinaca en sistemas verticales a lo largo de Múltiples ciclos de cultivo, para determinar la sostenibilidad a largo plazo de cada alternativa de fertilización y su impacto en la calidad del producto final.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adorno Chavez, M., & Soilán Duarte, L. C. (2018). Efecto de fungicidas sobre la antracnosis (*Colletotrichum fragariae* Brooks) en plantines de frutilla [*Fragaria × ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier]. *Investigación Agraria*, 20(1), 38-50. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.junio.38-50>
- Álvarez Palomino L, Vargas Bayona J.E., García Díaz L.K. (2018). Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales. *Spei Domus*. 14(28-29):1-10. doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4247>. 2018.01.04
- Ayala Padilla, L. E., Pabón Beltrán, J. A. & Correa-Mahecha, F. (2021). Una mirada a la evaporación como operación en la industria química. *Revista De Investigación*, 13(1), 1–19. <https://doi.org/10.29097/23461098.304>
- Calvo, J. (2018). *Adaptabilidad y potencial de rendimiento de tres variedades de espinaca (Spinacia oleracea L.) en el distrito de Lamas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Sa Martín], Tarapoto-Perú. <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3229/1/AGRONOMIA%20-%20Juan%20Carlos%20Calvo%20Bartra%20.pdf>
- Canicoba Rubio, C. J., Villanueva Baca, K. L., Valdivia León, K. M., López Haya, J. B., Gonza Saavedra, A. E., & Sánchez Santillan, T. (2023). Germinación de semillas de espinaca (*Spinacia oleoracea* L.) utilizando tres sustratos en la región Amazonas. *Revista Científica Pakamuros*, 8(3). <https://doi.org/10.37787/zj6xrs94>
- Carmona, M. & Sautua, F. (17 de enero de 2018). *La roya blanca, una amenaza que obliga a estar muy cerca del girasol*. Manual fitosanitario. <https://www.manualfitosanitario.com/noticias/1916>
- Carrasco Nina, K. E., Chilón Camacho, E. & Mena Herrera, C. (2018). Efecto de tres niveles de fertilizante orgánico líquido aeróbico en la producción de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en el Centro Experimental Cota. *Revista de Investigación e Innovación Agrícola y Recursos Naturales*, 5 (1), 79-88. Recuperado el 23 de septiembre de 2024, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182018000100010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000100010&lng=es&tlng=es).
- Castillo, A. Pérez Luna, A. I., & Corella Madueño, M. A. (2019). Evaluación de trampas con atrayentes alimentarios para gusano cogollero en garbanzo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (7), 1677-1683.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000701677&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701677&lng=es&tlng=es).

- Castresana, J. E., & Puhl, Laura. R.S. (2018). Eficacia de insecticidas botánicos sobre *Myzus persicae* (Sulzer) y *Aphis gossypii* (Clover) (Hemiptera: Aphididae) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 136-146. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i>
- Castro, D. (2023). *Agricultura vertical para aumentar la producción de alimentos en áreas urbanas*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Babahoyo-Ecuador. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14796/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chambi Zubieta F. R. Blanco Villacorta M.W. Mena Herrera C. (2019). Evaluación agronómica de dos variedades de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) con dos abonos orgánicos en carpa sola. *Revista Agronómica de la Universidad de San Andres*. 5(3):1683-1793. ISSN: 2519-9382.
- Chiara Quispe, D. R., Herrera, L., Vargas, P., & Chauca, M. (2017). Cultivo hidropónico de espinaca mediante técnica NFT e invernadero para el control de variables ambientales. *Perfiles De Ingeniería*, 12(12), 49–60. [https://doi.org/10.31381/perfiles\\_ingenieria.v12i12.810](https://doi.org/10.31381/perfiles_ingenieria.v12i12.810)
- Corral. M. (14 de julio de 2020). *Espinaca: valor nutricional, beneficios y mitos de esta 'superverdura'*. El español. [https://www.elspanol.com/ciencia/nutricion/20200714/espinaca-valor-nutricional-beneficios-mitos-superverdura/498700357\\_0.html](https://www.elspanol.com/ciencia/nutricion/20200714/espinaca-valor-nutricional-beneficios-mitos-superverdura/498700357_0.html)
- Cuaspud, S. (2018). Evaluación de enraizantes y fertilizantes foliares en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) en la parroquia Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo], Babahoyo-Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4381/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000095.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, M. (2018). *Efecto de la aplicación de tres bioestimulantes en el cultivo de Espinaca (spinacea oleracea L), en la Zona de Izamba, provincia de Tungurahua*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/748/T-UTB-FACIAG-AGR-000150.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González Rodríguez, G., Preciado Rangel, P., Lizárraga Bernal, C. G., & Espinosa Palomeque, B. (2023). Análisis bibliométrico de la literatura científica sobre el abono orgánico Bokashi: alternativa en la agricultura sostenible: Abono orgánico Bokashi: en la agricultura sostenible. *Biocencia*, 25(2), 181–193. <https://doi.org/10.18633/biocencia.v25i2.1848>
- Guerrero, K. (2020). *Descripción de los principales métodos de control de Spodoptera frugífera en el cultivo de maíz (Zea mays L) en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo], Babahoyo-

Ecuador. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8516/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gutiérrez, D.R., Casóliba, R.M. & Rodríguez, S.D. (2020). DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PROCESO PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS IV GAMA: ESPINACAS (*Spinacia oleracea* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16 (1), 18-26.

Guzmán Piedrahita, O. A., Zamorano Montañez, C., & López Nicora, H. D. (2020). Interacciones fisiológicas de plantas con nematodos fitoparásitos: una revisión. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 24 (2), 190-205. <https://doi.org/10.17151/bccm.2020.24.2.13>

Hernández Ochandía, D., Rodríguez Hernández, M. G., & Holgado, R. (2019). Nematodos parásitos que afectan a *Phaseolus vulgaris* L.- en América Latina y Cuba: especies, daños y tácticas evaluadas para su manejo. *Revista de Protección Vegetal*, 33 (3), [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522018000300008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522018000300008&lng=es&tlng=es)

Herrera, J. (2021). *Efectos de los controladores biológicos sobre Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz (Zea mays L.) Jipijapa- Manabí trabajo experimental*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil-Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERRERA%20SALAZAR%20JOSE%20EDUARDO.pdf>

Jiménez Esparza, L. O., Decker Campuzano, F. E., González Parra, M. M., & Mera Andrade, R. (2019). Los fertilizantes orgánicos una alternativa en el desarrollo de los cormos de orito (*Musa acuminata* AA). *Revista de la Biosfera del Bosque Andino*, 7 (1), 54-62. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592019000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592019000100006&lng=es&tlng=es).

Jiménez Martínez, E., & Balladares Balladares, J. (2019). Aplicaciones alternas de insecticidas químicos y botánicos para el manejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius) y Geminivirus en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Tisma, Nicaragua. *La Calera*, 19(32), 33-40. <https://doi.org/10.5377/calera.v19i32.8438>

Juárez Zavaleta, G. J., Martínez Arroyo, M., Hernández Hernández, J. L., & Montero Valverde, J. A. (2024). Avances en la Detección de la Mosca Blanca mediante la Aplicación de Técnicas de Inteligencia Artificial: Un Comprensivo Estado del Arte. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 3194-3204. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10750](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10750)

Lobato, L. (23 de marzo de 2021). *La Agricultura Vertical impulsa la BioEconomía Circular en México*. Karmaverde. <https://iica.int/sites/default/files/2021-03/2021%200323%202%202%20Leo%20Lobato%20KVF.pdf>

- Mallma, P. (2019). Evaluación de la eficiencia del té de estiércol y abono de frutas elaborados con residuos orgánicos de mercado en el crecimiento de *Raphanus Sativus* - Rímac, 2019. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo], Lima-Perú.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51202/Mallma\\_BPD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51202/Mallma_BPD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Márquez Manzano J. P., Aragón García A., Cuate Mozo V. A., Pérez Torres B. C. (2024). Diversidad de gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pastos ornamentales de la ciudad de Puebla, México. *Entomología mexicana* 11:1-5.
- Márquez Manzano J. P., Aragón García A., Cuate Mozo V. A., Pérez Torres B. C. (2024). Diversidad de gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas a pastos ornamentales de la ciudad de Puebla, México. *Entomología mexicana* 11:1-5.
- Márquez, J.M. Motta, V.H. & Barrios, C. (2019). *Efecto de la reinfestación del gusano alambre (coleoptera: elateridae) sobre el desarrollo y rendimiento en peso de caña plantía. Finca río azul, ingenio La Unión. Cengicana.*  
<https://cengicana.org/files/20150902101624586.pdf>
- Mendivil Lugo, C., Nava Pérez, E., Armenta Bojórquez, A., Ruelas Ayala, R. D., & Félix Herrán, J. A. (2020). Elaboración de un fertilizante orgánico tipo bokashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Bioteconología*, 22 (1), 17-23. <https://doi.org/10.18633/biotecnica.v22i1.1120>
- Meza, K. Cusme, M. A., Velásquez, J. & Chirinos, D. (2020). TRIPS (Thysanoptera) asociados a la pitahaya *Selenicereus undatus* (haw.) dr hunt. especies, niveles de población, daños y algunos enemigos naturales. *LA GRANJA Revista de Ciencias de la Vida*, 32 (2), 93-105. <https://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.07>
- Mondino, M.C. Balaban, D. & Estrada, D (2019). *Evaluación agronómica de cultivares de espinaca (Spinacia oleracea L.) con destino industrial en el Cinturón Hortícola de Rosario. Agromensajes.*  
<https://rehip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/37dc981c-ccee-4573-9373-16a9521685be/content>
- Morales, C. (2022). *Biofortificación del cultivo de apio (Apium graveolens) mediante la utilización de yodo agrícola.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato], Ambato-Ecuador.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1c22e55e-382f-4bea-bd30-f7babf077202/content>
- Pérez Cabeza S.B., Morón Angarita N., Cervantes M., Barón Rodríguez M.A. (2019) Evaluación del potencial antioxidante en extracto de espinaca por voltamperometría cíclica. *Rev. Ion.* 2017;30(2):99-105.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v30n2/0120-100X-rion-30-02-00099.pdf>
- Pérez Cabeza, S.B. Morón Angarita, N. Cervantes, M. Barón Rodríguez, M.A. (2017). *Revista Redalyc.* 30(2),  
<https://www.redalyc.org/journal/3420/342057031002/html/>

- Perzabal Ramos, M., Sandoval Castro, E., Díaz Ruíz, R., Huerta de la Peña, A, Figueroa Brito, R., & Bahena Juárez, F. (2019). Respuesta de espinacas y Spodoptera a la fertilización orgánica y mineral. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (4), 723-735. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1390>
- Quispe, R. (2023). Comparación del efecto (sólido y líquido) del abono orgánico de camélido, en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.), [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés], La Paz-Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/33781/T-3185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reinoso, K. (2019). *Desarrollo morfofisiológico y productivo de dos variedades de lechuga (IACUCA SATIVA) con diferentes distancias de plantación en las condiciones del centro de investigación, posgrado y conservación amazónica (cipca), provincia de Napo*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Amazonica], Puyo-Ecuador. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/591/1/T.AGROP.B.UEA.1118.pdf>
- Riverón, B. (2022). *Los mitos y las realidades de la espinaca* Actual fruveg. <https://actualfruveg.com/2021/08/08/espinaca-mitos-realidades/>
- Rocha, J. & Rodríguez, C. (2021). *Importancia económica de la producción de espinaca en México y su competitividad en el mercado internacional*. <https://ru.iiec.unam.mx/5827/1/3.%20173-Rocha-Rodr%C3%ADguez.pdf>
- Rodríguez Guzmán, C. A., González Estrada, R. R., Bautista Baños, S, & Gutiérrez Martínez, P. (2019). Efecto del quitosano en el control de *Alternaria* sp. en plantas de tomate en invernadero. *TIPO. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22(3), 155-178. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.161>
- Rodríguez Vélez, B., Suaste Dzul, A., Rodríguez Vélez, J. M. Sarmiento Cordero, M. A. & Arredondo Bernal, H. C. (2019). Pulgones (Hemiptera: Aphididae) y sus parasitoides (Hymenoptera) en cultivos de sorgo en los estados de Colima y Tamaulipas, México. *Ley Zoológica Mexicana*, 35(3), 155-179. <https://doi.org/10.21829/azm.2019.3501085>
- Soles, M. (2019). *Influencia de tres dosis de fertilización orgánica (biol) en la producción de espinaca Spinacia oleracea L. (Amarantaceae) en condiciones del valle de Santa Catalina*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego], Trujillo-Perú. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/4508/REP\\_ING.AGRON\\_MAR%C3%8DA.SOLES\\_INFLUENCIA.TRES.DOSIS.FERTILIZACI%C3%93N.ORG%C3%81NICA.BIOL.PRODUCCI%C3%93N.ESPINACA.SPINACIA.OLERACEA.L.AMARANTACEAE.CONDICIONES.VALLE.SANTA.CATALINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/4508/REP_ING.AGRON_MAR%C3%8DA.SOLES_INFLUENCIA.TRES.DOSIS.FERTILIZACI%C3%93N.ORG%C3%81NICA.BIOL.PRODUCCI%C3%93N.ESPINACA.SPINACIA.OLERACEA.L.AMARANTACEAE.CONDICIONES.VALLE.SANTA.CATALINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Solís Oba, M. Castro Rivera R. Villegas Luna. A. Cruz Murillo A. Castro Ramos, J. (2021). Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). *Brazilian Journal*

of Animal and Environmental Research. 4(3), 3649-3662. DOI: 10.34188/bjaerv4n3-070

Velásquez Valle, R. (2020). Presencia de Bemisia tabaci Gennadius y Trialeurodes vaporariorum Westwood en el centro norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11 (1), 213-219. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1521>

Zamora Landa, A., Estrada Virgen, M.O., Lemus-Soriano, B., Robles Bermúdez, A., Isiordia Aquino, N., Cambero Ayón. C.B., Cambero-Campos, O.J. (2023). Identification and biorrational management of thrips (Thysanoptera) on blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in Nayarit, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 10 e1490. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1490>

## VII. ANEXOS

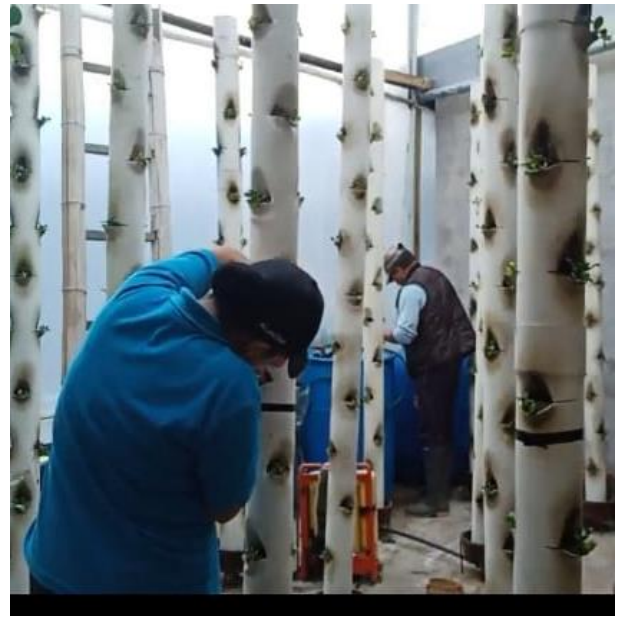
**Anexo 3.** Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

**Anexo 4.** Certificado del abstract por parte de idioma

**Anexo 5.**



**Figura 4.** Instalación de unidad experimental



**Figura 6.** Primera medición a la semana de siembra



**Figura 5.** Siembra del cultivo de espinaca



**Figura 7.** Evolución del cultivo a la semana 5



**Figura 8.** Medición del diámetro de la planta de espinaca



**Figura 10.** Vista lateral de la unidad experimental



**Figura 9.** Vista aérea de la unidad experimental



**Figura 11.** Cosecha

**Tabla 31.** Costo de producción primer año.

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN PRIMER AÑO</b>									
	A	B	A+B	C	D	CxD	VV-CT	VV/CT	Utilidad/CT
Tratamiento	Costo sin tratamiento en 1.000 m <sup>2</sup>	Costo del tratamiento en 1.000 m <sup>2</sup>	Costo total	Rendimiento Kg	Precio \$ KG	Valor venta \$/1.000 m <sup>2</sup>	Utilidad \$ en 1.000 m <sup>2</sup>	Valor Venta/ Costo Total	Beneficio
T1 Té de Estiércol 5%	8.344	68,28	8.412,28	1455	1,77	2574,68	-5.837,60	0,31	-0,69
T2 Té de Estiércol 10%	8.344	136,56	8.480,56	1425	1,77	2523,09	-5.957,47	0,30	-0,70
T3 Bocashi líquido 5%	8.344	68,28	8.412,28	1579	1,77	2794,56	-5.617,72	0,33	-0,67
T4 Bocashi líquido 10%	8.344	136,56	8.480,56	1835	1,77	3247,84	-5.232,72	0,38	-0,62
T5 Nutrilig (Químico)	8.344	1925,42	10.269,42	1832	1,77	3242,92	-7.026,50	0,32	-0,68

**Tabla 32.** Costo de producción segundo año.

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN SEGUNDO AÑO</b>									
	A	B	A+B	C	D	CxD	VV-CT	VV/CT	Utilidad/CT
Tratamiento	Costo sin tratamiento en 1.000 m <sup>2</sup>	Costo del tratamiento en 1.000 m <sup>2</sup>	Costo total	Rendimiento Kg	Precio \$ KG	Valor venta \$/1.000 m <sup>2</sup>	Utilidad \$ en 1.000 m <sup>2</sup>	Valor Venta/ Costo Total	Beneficio
T1 Té de Estiércol 5%	58,88	68,28	127,16	1455	1,77	2575,35	2.448,19	20,25	19,25
T2 Té de Estiércol 10%	58,88	136,56	195,44	1425	1,77	2522,25	2.326,81	12,91	11,91
T3 Bocashi líquido 5%	58,88	68,28	127,16	1579	1,77	2794,83	2.667,67	21,98	20,98
T4 Bocashi líquido 10%	58,88	136,56	195,44	1835	1,77	3247,95	3.052,51	16,62	15,62
T5 Nutrilig (Químico)	58,88	1925,42	1.984,30	1832	1,77	3242,64	1.258,34	1,63	0,63

