

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE NEGOCIOS
AGRONÓMICOS Y FORESTALES



TESIS

**Efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el
rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en
Huanta**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Agronomía

PRESENTADO POR:

Canchari Delgadillo, Ibet Mirian

ASESOR:

Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada

CO - ASESOR:

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

HUANTA, AYACUCHO

2026

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

tesis Ibet Mirian canchari Delgadillo-IMC
D_26.pdf

AUTOR

Ibet Mirian Canchari Delgadillo

RECuento DE PALABRAS

48319 Words

RECuento DE CARACTERES

259146 Characters

RECuento DE PÁGINAS

187 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.4MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 22, 2026 3:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 22, 2026 3:42 PM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Firmado

digitalmente por
QUISPE QUEZADA
Uriel Rigoberto FAU
20574653798 soft
Fecha: 2026.10.22
15:47:21 -05'00'



Creada por Ley N° 29658

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE NEGOCIOS AGRONÓMICOS Y FORESTALES

En la ciudad de Huanta, en el Auditorio de Estudios Generales de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en el Jr. Miguel Lazón N° 370 – cinco esquinas, a los 15 días del mes de octubre de 2026, siendo las 08: 30 horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dr. Reynaldo Sucari León
Mtro. Wiliam Blas Torres Gutiérrez
Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada
Mtro. Alfredo Ozejo López

Miembro Titular 1 (Presidente)
Miembro titular 2
Miembro titular 3
Miembro Suplente

Acto seguido se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 195-2026-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis del **Bach. Ibet Mirian Canchari Delgadillo**, con la tesis titulada: **"Efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta"**, asesorado por el Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada y Coasesor el Dr. Enderson Henry Cruz Mamani para optar el Título profesional de: Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales.

Observaciones:

NINGUNO

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluadores, los mismos que fueron defendidos y absueltos por el tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

Aprobado Regular ()
Aprobado Bueno ()
Aprobado Muy Bueno (X)
Aprobado Excelente ()

Con la calificación de **DIECI SIETE** **17** 0
Siendo las **9:35 a.m.** se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.

Dr. Reynaldo Sucari León
Miembro Titular 1 (Presidente)

Mtro. Wiliam Blas Torres Gutiérrez
Miembro Titular 2

Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada
Miembro Titular 3

**EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE Y TRES ABONOS
ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE
ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) EN HUANTA**

TESISTA

Bach. Ibet Mirian, Canchari Delgadillo

ASESOR

Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada

CIP N° 63037

CO - ASESOR

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

CIP N° 285419

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para superar cada dificultad y permitirme alcanzar una meta tan importante en mi vida profesional.

A mi padre, Teófanés Canchari Robles, por su amor incondicional, sus consejos y sacrificios, quien con su ejemplo y apoyo constante me motivó a seguir adelante y nunca rendirme ante las dificultades.

A mi madre, cuya presencia permanece viva en mi corazón, y cuyo recuerdo me acompaña en cada paso de mi vida. Aunque hoy no esté físicamente conmigo, su amor forma parte de quien soy y de la fuerza que me impulsa a seguir adelante.

A mi familia, por acompañarme durante este proceso, por creer en mí y por brindarme palabras de aliento en los momentos en que más las necesité.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la vida, salud, fortaleza y sabiduría necesarias para afrontar cada desafío y permitirme culminar satisfactoriamente esta importante etapa de mi formación profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, así como por los conocimientos y experiencias adquiridos durante mi etapa universitaria, que contribuyeron a mi crecimiento académico y personal.

A mi asesor de tesis, Dr. Uriel Quispe Quezada, y a mi coasesor, Dr. Enderson Henry Cruz Mamani, por su orientación, dedicación, paciencia y valiosos aportes durante el desarrollo de la presente investigación. Agradezco profundamente sus conocimientos, sugerencias y recomendaciones, que fueron fundamentales para fortalecer y culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación.

RESUMEN

El cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) demanda una nutrición eficiente, y el uso excesivo de fertilizantes sintéticos ha incrementado los costos de producción y el deterioro de los suelos, lo que hace necesario evaluar alternativas orgánicas sostenibles en la provincia de Huanta. La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca en Huanta. El estudio fue de tipo experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo, y empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2×4 , con tres repeticiones. El primer factor correspondió al biofertilizante líquido (con y sin microorganismos eficaces EM-1) y el segundo a los abonos orgánicos (sin abono, gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy), conformando ocho tratamientos. Los resultados evidenciaron efectos altamente significativos del biofertilizante ($p < 0,001$), del abono orgánico ($p < 0,001$) y de su interacción ($p = 0,007$) sobre el rendimiento, con un coeficiente de determinación de 0,945. El tratamiento con EM-1 más estiércol de cuy alcanzó el mayor rendimiento (6,74 t), superando al testigo (3,71 t) en 81,7 %, así como los mayores valores de peso fresco (97,13 g), peso seco (9,61 g), área foliar (167,73 cm²) y altura de planta (25,58 cm). Se concluyó que la aplicación combinada del biofertilizante y los abonos orgánicos incrementó significativamente el rendimiento del cultivo, cumpliéndose el objetivo planteado y aceptándose la hipótesis de investigación, lo que confirma el potencial de esta tecnología como alternativa sostenible para la producción hortícola en Huanta.

Palabras clave: abonos orgánicos; estiércol de cuy; fertilización sostenible; microorganismos eficaces; producción hortícola; rendimiento agronómico.

ABSTRACT

The cultivation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) requires efficient nutrition, and the excessive use of synthetic fertilizers has increased production costs and contributed to soil degradation, making it necessary to evaluate sustainable organic alternatives in the province of Huanta. This research aimed to determine the effect of a biofertilizer and three organic fertilizers on the yield of spinach crops in Huanta. The study was experimental, explanatory in scope, and quantitative in approach. A randomized complete block design with a 2×4 factorial arrangement and three replications was used. The first factor corresponded to a liquid biofertilizer (with and without effective microorganisms EM-1), while the second factor consisted of organic fertilizers (no fertilizer, processed poultry manure, cattle manure, and guinea pig manure), resulting in eight treatments. The results showed highly significant effects of the biofertilizer ($p < 0.001$), organic fertilizer ($p < 0.001$), and their interaction ($p = 0.007$) on yield, with a coefficient of determination of 0.945. The treatment combining EM-1 with guinea pig manure achieved the highest yield (6.74 t), exceeding the control treatment (3.71 t) by 81.7%, as well as producing the highest values for fresh weight (97.13 g), dry weight (9.61 g), leaf area (167.73 cm²), and plant height (25.58 cm). It was concluded that the combined application of the biofertilizer and organic fertilizers significantly increased crop yield, fulfilling the proposed objective and supporting the research hypothesis. These findings confirm the potential of this technology as a sustainable alternative for horticultural production in Huanta.

Keywords: organic fertilizers; guinea pig manure; sustainable fertilization; effective microorganisms; horticultural production; agronomic yield.

INDICE GENEARAL

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INDICE GENEARAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxii
INTRODUCCIÓN	23
CAPITULO I.....	26
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
1.1. <i>Planteamiento del problema.....</i>	26
1.1.1. <i>Formulación del problema.....</i>	27
1.1.1.1. Problema general.....	27
1.1.1.2. Problemas específicos	27
1.2. <i>Objetivos.....</i>	28
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	28
1.2.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	28
1.3. <i>Justificación e importancia</i>	28
1.3.1. Justificación teórica	28
1.3.2. Justificación práctica	29
1.3.3. Justificación económica.....	29
1.3.4. Justificación metodológica.....	30
1.3.5. Justificación social	30

1.3.6.	Justificación ambiental.....	30
1.3.7.	Importancia.....	31
1.4.	<i>Formulación de hipótesis.....</i>	31
1.4.1.	Hipótesis general.....	31
1.4.2.	Hipótesis específicas.....	31
1.5.	<i>Variables.....</i>	32
1.5.1.	Variable independiente.....	32
1.5.2.	Variable dependiente.....	32
1.5.3.	operacionalización de variables.....	32
CAPITULO II.....		34
MARCO TEÓRICO.....		34
2.1.	<i>Antecedentes de la investigación.....</i>	34
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	34
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	37
2.1.3.	Antecedentes locales.....	40
2.2.	<i>Bases teóricas.....</i>	41
2.2.1.	Generalidades de la espinaca.....	41
2.2.2.	Biofertilizantes.....	46
2.2.3.	Abonos orgánicos.....	48
2.2.3.1.	Gallinaza.....	48
2.2.3.2.	Estiércol de vacuno.....	49
2.2.3.3.	Estiércol de cuy.....	49
2.2.4.	Rendimiento agronómico de la espinaca.....	49
2.3.	<i>Definición de términos.....</i>	50
CAPITULO III.....		52
METODOLOGÍA.....		52

3.1.	<i>Tipo y nivel de investigación</i>	52
3.1.1.	Tipo de investigación	52
3.1.2.	Nivel de investigación	52
3.1.3.	Diseño de investigación	52
3.2.	<i>Ámbito temporal y espacial</i>	53
3.2.1.	Ámbito temporal	53
3.2.2.	Ámbito espacial	54
3.3.	<i>Material vegetal y materia orgánica</i>	54
3.3.1.	Material vegetal	54
3.3.2.	Características de los estiercoles	54
3.4.	<i>Estructura factorial y descripción de los tratamientos</i>	55
3.5.	<i>Distribución de tratamientos</i>	56
3.6.	<i>Población y muestra</i>	58
3.6.1.	Población	58
3.6.2.	Muestra.....	58
3.6.3.	Muestreo.....	58
3.7.	<i>Técnicas e instrumentos para recolección de datos</i>	58
3.7.1.	Técnica	58
3.7.2.	Instrumento	58
3.8.	<i>Procedimientos del cultivo de la espinaca</i>	59
3.8.1.	Muestreo de suelo	59
3.8.2.	Preparación del terreno	59
3.8.3.	Limpieza de malezas	60
3.8.4.	Manejo del suelo.....	60
3.8.5.	Aplicación de abonos orgánicos.....	60
3.8.6.	Trasplante	61

3.8.7.	<i>Riego</i>	61
3.8.8.	<i>Aplicación de microorganismos eficientes EM-1</i>	61
3.8.9.	<i>Deshierbo</i>	61
3.8.10.	<i>Control fitosanitario</i>	62
3.8.11.	<i>Cosecha</i>	62
3.9.	<i>Variables agronómicas evaluadas</i>	62
3.9.1.	<i>Número de hojas</i>	62
3.9.2.	<i>Altura de planta</i>	62
3.9.3.	<i>Peso fresco</i>	63
3.9.4.	<i>Peso seco</i>	63
3.9.5.	<i>Rendimiento</i>	63
4.1.	<i>Resultados</i>	64
4.1.1.	Análisis e interpretación de los resultados del número de hojas 15 DDT ..	64
4.1.2.	Análisis e interpretación de los resultados del número de hojas 30 DDT ..	70
4.1.3.	Análisis e interpretación de los resultados del número de hojas 45 DDT ..	75
4.1.4.	Análisis e interpretación de los resultados del área foliar 45 DDT	80
4.1.5.	Análisis e interpretación de los resultados de la altura de planta 15 DDT	86
4.1.6.	Análisis e interpretación de los resultados de la altura de planta 30 DDT	91
4.1.7.	Análisis e interpretación de los resultados de la altura de planta 45 DDT	97
4.1.8.	Análisis e interpretación de los resultados del peso fresco 45 DDT	103
4.1.9.	Análisis e interpretación de los resultados del peso seco 45 DDT.....	109
4.1.10.	Análisis e interpretación de los resultados del rendimiento de espinaca 45 DDT	115
4.2.	<i>Discusión</i>	120
4.2.1.	Número de hojas	121
4.2.2.	Área foliar.....	121

4.2.3. Altura de planta	122
4.2.4. Peso fresco y peso seco	124
4.2.5. Rendimiento.....	126
CAPITULO V	131
CONCLUSIONES	131
CAPITULO VI.....	133
RECOMENDACIONES	133
REFERENCIAS.....	134
ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	32
Tabla 2 Clasificación taxonómica de la espinaca	42
Tabla 3 Composición nutricional de estiércoles de cuy, gallinaza y estiércol bovino utilizados como abonos orgánicos	54
Tabla 4 Estructura factorial y descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	56
Tabla 5 Dosis de aplicación de los abonos orgánicos utilizados en el cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.)	60
Tabla 6 Número promedio de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 15 días después del trasplante (15 DDT), según tratamientos	64
Tabla 7 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT).....	66
Tabla 8 Prueba de homogeneidad de varianzas para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT).....	67
Tabla 9 Análisis de varianzas para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT).....	68
Tabla 10 Prueba de Tukey para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT).....	69
Tabla 11 Número promedio de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 30 días después del trasplante (30 DDT), según tratamientos	70
Tabla 12 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas a los 30 días después del trasplante (30 DDT).....	72
Tabla 13 Prueba de homogeneidad de varianzas para el número de hojas a los 30 días después del trasplante.....	72

Tabla 14 Análisis de varianzas para el número de hojas a los 30 días después del trasplante.....	74
Tabla 15 Prueba de Tukey para el número de hojas a los 30 días después del trasplante.....	74
Tabla 16 Número promedio de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos	75
Tabla 17 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas a los 45 días después del trasplante.....	77
Tabla 18 Prueba de homogeneidad de varianzas para el número de hojas a los 45 días después del trasplante.....	78
Tabla 19 Análisis de varianzas para el número de hojas a los 45 días después del trasplante.....	78
Tabla 20 Prueba de Tukey para el número de hojas a los 45 días después del trasplante.....	79
Tabla 21 Área foliar promedio de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos	80
Tabla 22 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el área foliar a los 45 días después del trasplante (45 DDT)	82
Tabla 23 Prueba de homogeneidad de varianzas para el área foliar a los 45 días después del trasplante	83
Tabla 24 Análisis de varianzas para el área foliar a los 45 días después del trasplante	84
Tabla 25 Prueba de Tukey para el área de foliar a los 45 días después del trasplante	85
Tabla 26 Altura promedio de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 15 días después del trasplante, según tratamientos	86

Tabla 27 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 15 días después del trasplante (15 DDT).....	88
Tabla 28 Prueba de homogeneidad de varianzas para la altura de planta a los 15 días después del trasplante.....	89
Tabla 29 Análisis de varianzas para la altura de planta a los 15 días después del trasplante.....	89
Tabla 30 Prueba de Tukey para la altura de planta a los 15 días después del trasplante.....	91
Tabla 31 Altura promedio de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 30 días después del trasplante, según tratamientos	92
Tabla 32 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 30 días después del trasplante (30 DDT).....	94
Tabla 33 Prueba de homogeneidad de varianzas para la altura de planta a los 30 días después del trasplante.....	94
Tabla 34 Análisis de varianzas para la altura de planta a los 30 días después del trasplante.....	95
Tabla 35 Prueba de Tukey para la altura de planta a los 30 días después del trasplante.....	96
Tabla 36 Altura promedio de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos	97
Tabla 37 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 45 días después del trasplante (45 DDT).....	99
Tabla 38 Prueba de homogeneidad de varianzas para la altura de planta a los 45 días después del trasplante.....	100
Tabla 39 Análisis de varianzas para la altura de planta a los 45 días después del trasplante.....	101

Tabla 40 Prueba de Tukey para la altura de planta a los 45 días después del trasplante.....	102
Tabla 41 Peso fresco de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos.....	103
Tabla 42 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el peso fresco a los 45 días después del trasplante (45 DDT)	105
Tabla 43 Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso fresco a los 45 días después del trasplante	106
Tabla 44 Análisis de varianzas para el peso fresco a los 45 días después del trasplante.....	107
Tabla 45 Prueba de Tukey para el peso fresco a los 45 días después del trasplante	108
Tabla 46 Peso seco de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos.....	109
Tabla 47 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el peso seco a los 45 días después del trasplante (45 DDT)	111
Tabla 48 Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso seco a los 45 días después del trasplante	112
Tabla 49 Análisis de varianzas para el peso seco a los 45 días después del trasplante	113
Tabla 50 Prueba de Tukey para el peso seco a los 45 días después del trasplante	114
Tabla 51 Rendimiento de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos.....	115
Tabla 52 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el rendimiento a los 45 días después del trasplante (45 DDT)	117

Tabla 53 Prueba de homogeneidad de varianzas para el rendimiento a los 45 días después del trasplante	118
Tabla 54 Análisis de varianzas para el rendimiento a los 45 días después del trasplante.....	119
Tabla 55 Prueba de Tukey para el rendimiento a los 45 días después del trasplante	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área experimental	53
Figura 2 Distribución y aleatorización de los tratamientos en el área experimental del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.).	57
Figura 3 Número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 15 días después del trasplante (15 DDT) según tratamientos.....	65
Figura 4 Número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 30 días después del trasplante (30 DDT) según tratamientos.....	71
Figura 5 Número de hojas por planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos.....	75
Figura 6 Área foliar de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos	81
Figura 7 Altura de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 15 días después del trasplante según tratamientos.....	86
Figura 8 Altura de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 30 días después del trasplante según tratamientos.....	92
Figura 9 Altura de planta de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos.....	98
Figura 10 Peso fresco de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos	104
Figura 11 Peso seco de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos	110
Figura 12 Rendimiento de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos.....	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia de la investigación.....	143
Anexo B Distribución de los tratamientos en el diseño experimental	144
Anexo C Croquis del área experimental	145
Anexo D Descripción de los tratamientos experimentales	145
Anexo E Caracterización de los abonos orgánicos utilizados	146
Anexo F Caracterización del biofertilizante utilizado	147
Anexo G Análisis físico-químico del suelo experimental	148
Anexo H Registro de las condiciones ambientales.	148
Anexo I Datos de la espinaca descargados en spss.....	149
Anexo J Registro fotográfico del establecimiento del experimento.....	183

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos asociada al incremento de la población mundial plantea importantes desafíos para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. En este contexto, el incremento de la producción debe desarrollarse procurando conservar la capacidad productiva de los ecosistemas y los recursos naturales que sustentan la agricultura (FAO, 2019). Las hortalizas adquieren especial importancia debido a su aporte a la alimentación y a la diversificación de la dieta, por lo que resulta necesario promover sistemas de producción que permitan mantener niveles adecuados de productividad y, al mismo tiempo, favorecer el uso sostenible de los recursos disponibles.

Durante las últimas décadas, la intensificación agrícola ha estado acompañada por un uso considerable de fertilizantes sintéticos, los cuales han contribuido al incremento de la productividad agrícola. Sin embargo, su uso inadecuado o excesivo puede generar efectos negativos sobre las propiedades del suelo y los recursos naturales, afectando la sostenibilidad de los sistemas productivos (Muñoz et al., 2024). Asimismo, la aplicación intensiva de insumos químicos puede contribuir a procesos de degradación del suelo y contaminación de los recursos hídricos, constituyendo uno de los factores asociados a los problemas ambientales derivados de la actividad agrícola (Gaylarde & Fonseca, 2025). Frente a esta situación, resulta necesario promover alternativas de manejo de la fertilización que permitan mantener la productividad de los cultivos mediante un aprovechamiento más eficiente de los recursos disponibles.

En este contexto, los abonos orgánicos constituyen una alternativa para el aprovechamiento de residuos de origen agrícola y pecuario, contribuyendo al aporte de materia orgánica y nutrientes al suelo. Entre estos materiales se encuentran los estiércoles de diferentes especies animales y la gallinaza, cuyo empleo requiere un adecuado manejo y procesamiento para favorecer su aprovechamiento agrícola (Restrepo, 2007; Estrada, 2005). La utilización de estos recursos puede adquirir especial importancia en sistemas de producción donde existe disponibilidad local de residuos pecuarios, debido a su potencial para incorporarlos nuevamente al proceso productivo.

De manera complementaria, los biofertilizantes basados en microorganismos eficaces (EM) representan una alternativa biológica para el manejo de los cultivos. Los EM comprenden un conjunto de microorganismos benéficos, entre los que se encuentran bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos, cuya actividad se relaciona con procesos de transformación de la materia orgánica y con el mejoramiento de las condiciones microbiológicas del suelo (Luna & Mesa, 2016). El empleo de biofertilizantes y abonos orgánicos constituye, por tanto, una alternativa que puede ser evaluada como parte de estrategias de manejo orientadas a mejorar las condiciones de producción de los cultivos.

Entre las hortalizas de hoja, la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) presenta importancia tanto por su aprovechamiento alimentario como por sus posibilidades de comercialización. Su producción se destina al consumo en fresco y a la transformación agroindustrial, principalmente mediante procesos de congelación y conserva (Mondino et al., 2018). Debido a que la parte comercial del cultivo corresponde principalmente a la biomasa foliar, las prácticas de manejo agronómico y fertilización adquieren relevancia para alcanzar un adecuado crecimiento y rendimiento. En este sentido, la evaluación de alternativas de fertilización orgánica y biológica constituye una opción de interés para determinar su comportamiento bajo diferentes condiciones de producción.

En el Perú, la producción hortícola forma parte de las actividades desarrolladas por los sistemas de agricultura familiar. En la región Ayacucho, la provincia de Huanta presenta condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo de diversas actividades agrícolas, entre ellas la producción de hortalizas. Dentro de este ámbito se encuentra la comunidad de Cangari, ubicada en el distrito de Iguaín, provincia de Huanta, donde se desarrolla actividad agrícola y producción de hortalizas. Sin embargo, la información experimental relacionada con el uso combinado de biofertilizantes y diferentes fuentes de abonos orgánicos en el cultivo de espinaca bajo las condiciones particulares de esta zona es limitada.

En consecuencia, resulta pertinente generar información que permita conocer la respuesta del cultivo de espinaca frente a la aplicación de un biofertilizante y diferentes fuentes de abono orgánico, tanto de manera individual

como combinada. Esta necesidad constituye el fundamento de la presente investigación, cuyo objetivo general fue evaluar el efecto de un biofertilizante (EM-1) y tres abonos orgánicos (gallinaza, estiércol de cuy y estiércol de vacuno) sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en la comunidad de Cangari, distrito de Iguain, provincia de Huanta. Asimismo, se buscó determinar el efecto del EM-1 sobre las variables agronómicas, evaluar el efecto de los diferentes abonos orgánicos y analizar el efecto de su interacción sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo.

La investigación busca aportar información agronómica generada bajo las condiciones edafoclimáticas de Cangari, contribuyendo al conocimiento sobre el manejo de alternativas de fertilización orgánica y biológica en el cultivo de espinaca. Los resultados podrán servir como referencia para futuras investigaciones y para la evaluación de prácticas de manejo adaptadas a condiciones productivas similares en la provincia de Huanta.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El incremento constante de la demanda alimentaria a nivel mundial ha impulsado el uso intensivo de fertilizantes inorgánicos en la agricultura convencional; sin embargo, esta práctica, cuando se realiza de manera excesiva o sin una adecuada gestión agronómica, puede provocar la acumulación de compuestos potencialmente nocivos como los nitratos en hortalizas de hoja.(Doñate, 2013).

Según Hisamar (2022), en la región de Cajamarca, Perú, el rendimiento del cultivo de espinaca presenta limitaciones asociadas tanto a factores genéticos como a condiciones ambientales, por lo que los agricultores implementan diversas prácticas de manejo con el fin de incrementar la producción; no obstante, el uso indiscriminado de fertilizantes químicos genera impactos negativos en el ambiente y la salud humana, además de acelerar el deterioro de la fertilidad del suelo. De igual manera, en la región de Ayacucho, el rendimiento del cultivo es considerablemente bajo y resulta insuficiente para cubrir la demanda del mercado, lo que ocasiona desabastecimiento en determinados periodos del año y, en consecuencia, un incremento en los precios para el consumidor.(Alanya, 2024).

En la comunidad de Cangari, ubicada en la provincia Huanta, los agricultores optan por el uso de fertilizantes químicos debido a la facilidad de acceso y a la amplia disponibilidad en el mercado local, aplicándolos de forma recurrente en sus diferentes cultivos, entre ellos la espinaca. Sin embargo, el costo de estos insumos es cada vez más elevado, lo que provoca que la comercialización de las cosechas también suban de precio, afectando tanto a los productores como a los consumidores (Ayala, 2024).

La mayoría de los agricultores optan por fertilizantes químicos debido a su amplia disponibilidad en el mercado local y la rápida respuesta que generan en el

crecimiento de los cultivos. Por ello la producción agrícola enfrenta desafíos significativos debido al uso excesivo de fertilizantes químicos, que no solo afectan la calidad del suelo, sino que también tienen un impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana (Ramola et al., 2023).

Uno de los problemas más relevantes en el ámbito agrícola es el escaso conocimiento que tienen los agricultores respecto a los efectos y beneficios que puede generar la aplicación de biofertilizantes en el cultivo de espinaca, lo que ocasiona que los agricultores continúen utilizando en mayor medida fertilizantes químicos convencionales (Hisamar, 2022). Asimismo, se observa un limitado aprovechamiento de abonos orgánicos en los sistemas de producción, a pesar de que representa una alternativa sostenible y accesible. Ya que los abonos orgánicos de origen animal contienen nutrientes y compuestos benéficos que no solo influyen positivamente en el rendimiento del cultivo, sino que también contribuyen a la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Siura C. et al., 2016).

1.1.1. Formulación del problema

1.1.1.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en Huanta?

1.1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación de biofertilizante sobre las variables agronómicas de rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta?
- ¿Cuál es la influencia de abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy, en el desarrollo fisiológico y rendimiento productivo del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta?
- ¿Cuál es el comportamiento del biofertilizante y abonos orgánicos (gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy) con el

rendimiento agronómico total de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en Huanta.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizante sobre las variables agronómicas de rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta.
- Analizar la influencia de abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy, en el rendimiento productivo del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta.
- Determinar el comportamiento del biofertilizante líquido y abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy en el rendimiento agronómico total de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación teórica

Numerosos estudios han demostrado que la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes contribuye de manera significativa al desarrollo fisiológico y al incremento del rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), debido a que es una opción más sostenible y respetuosa con el medio ambiente frente al uso tradicional de fertilizantes químicos.

La aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), se presenta como una alternativa sostenible y eficaz frente a la fertilización química, visto que prácticas como el uso de biol, bocashi, composta y vermicomposta generan incrementos significativos en altura,

peso foliar y área foliar respecto a cultivos sin fertilización, consolidándose como estrategias viables para mejorar el rendimiento de manera natural (Oba et al., 2021).

1.3.2. Justificación práctica

Desde el punto de vista práctico, la investigación ofrece a los agricultores de la provincia de Huanta alternativas concretas de fertilización que pueden aplicarse directamente en sus parcelas para incrementar el rendimiento del cultivo de espinaca. La identificación del biofertilizante y del abono orgánico más eficientes proporciona una recomendación técnica de manejo agronómico que responde a las limitaciones reales del pequeño productor, quien frecuentemente carece de acceso a fertilizantes sintéticos por su elevado costo. Según (Guapás, 2013) menciona que el abono líquido aporta mejoras significativas en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), logrando obtener un buen tamaño en las hojas.

1.3.3. Justificación económica

En la comunidad de Cangari se busca potenciar el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles, con productos como biofertilizantes y abonos orgánicos, lo que va generar ventajas tanto en el rendimiento, calidad y costos de producción a mediano y largo plazo, al disminuir la dependencia de fertilizantes químicos de alto precios. La aplicación de productos naturales en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) no solo contribuye a un manejo más sostenible del suelo, sino que también representa un beneficio directo para el agricultor al reducir significativamente los costos de producción (Astete, 2022). El costo de preparación del biofertilizante líquido es mínimo y accesible para los agricultores, ya que los ingredientes se encuentran disponibles dentro de su localidad (Apaza, 2019).

Sin embargo, la producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en el departamento es cada vez menor y en algunas épocas del año, la oferta no alcanza a cubrir la demanda de los mercados locales, lo que genera un aumento de precio, por ello, es importante introducir variedades con buen potencial productivo, aplicar un manejo agronómico y estrategias nutricionales para su óptimo desarrollo (Alanya, 2024).

1.3.4. Justificación metodológica

Metodológicamente, la investigación aporta un diseño experimental replicable que puede servir de referencia para futuros estudios sobre fertilización orgánica en hortalizas. El empleo de un diseño de bloques completos al azar, con tratamientos que combinan un biofertilizante y tres abonos orgánicos, permite un análisis estadístico riguroso de las diferencias entre fuentes nutricionales.

Los instrumentos y procedimientos de medición de las variables de rendimiento validados en este estudio constituyen un aporte metodológico que podrá ser utilizado y adaptado por otros investigadores en contextos edafoclimáticos similares de la sierra peruana.

1.3.5. Justificación social

En el plano social, la investigación beneficia directamente a las comunidades agrícolas de Huanta al promover tecnologías accesibles que fortalecen la seguridad alimentaria de las familias productoras. El cultivo de espinaca, rico en hierro, ácido fólico, vitaminas y antioxidantes, contribuye a mejorar la nutrición de la población, especialmente en zonas con altos índices de anemia y desnutrición como las de la región Ayacucho (MINSA, 2021).

La adopción de prácticas de fertilización orgánica también fortalece la organización y capacitación de los agricultores, favoreciendo la transferencia de conocimientos y el arraigo de una agricultura más autónoma y saludable en el ámbito rural.

1.3.6. Justificación ambiental

Ambientalmente, el estudio se justifica porque la sustitución de fertilizantes sintéticos por biofertilizantes y abonos orgánicos reduce la contaminación del suelo y de las fuentes de agua ocasionada por el uso excesivo de agroquímicos.

La promoción de una agricultura ecológica en Huanta contribuye a la conservación de los recursos naturales y a la mitigación de los efectos del cambio climático, aspectos de creciente relevancia en las zonas altoandinas vulnerables

1.3.7. Importancia

La importancia de esta investigación radica en que integra criterios agronómicos, económicos, sociales y ambientales para ofrecer una solución sostenible al problema del bajo rendimiento del cultivo de espinaca en Huanta. Al determinar el efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos, el estudio genera conocimiento aplicable que puede orientar políticas de fomento a la agricultura orgánica y servir de base para programas de extensión agraria en la región. De este modo, la investigación no solo aporta al desarrollo científico local, sino que también responde a las necesidades concretas de los productores hortícolas andinos.

1.4. Formulación de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La aplicación de un biofertilizante y tres abonos orgánicos influye significativamente en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), en Huanta.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La aplicación del biofertilizante mejora significativamente el rendimiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta.
- Los distintos tipos de abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy influyen significativamente en el rendimiento productivo del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), siendo superiores al tratamiento sin fertilización orgánica en Huanta.
- Existe una interacción significativa entre el biofertilizante y los abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy que maximiza el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones de campo, en Huanta.

1.5. Variables

1.5.1. Variable independiente

Biofertilizante

- Sin biofertilizante
- Con biofertilizante

Abonos orgánicos

- Sin abono (testigo)
- Gallinaza procesada (8 t/ha)
- Estiércol de vacuno (15 t/ha)
- Estiércol de cuy (9 t/ha)

1.5.2. Variable dependiente

Rendimiento agronómico del cultivo de espinaca, evaluado mediante las siguientes dimensiones e indicadores:

Crecimiento de planta

- Número de hojas por planta
- Altura de planta (cm)
- Área foliar (cm²/planta)

Biomasa y producción

- Peso fresco (g)
- Peso seco (g)
- Rendimiento por unidad de área (kg/ha)

1.5.3. operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Parametros analizados	Instrumento
Biofertilizante (Independiente)	Sustancias con microorganismos benéficos, que mejoran la nutrición vegetal, estimulan el crecimiento y fortalecen la defensa de las plantas.	Aplicación líquida en el suelo o por aspersión en el cultivo de espinaca, en dosis controladas.	- Con biofertilizante - Sin biofertilizante	- Cantidad aplicada (ml/planta) - Frecuencia de aplicación	Hoja de registro Cinta métrica Cuaderno de campo
Abonos orgánicos (Independiente)	Materia orgánica de origen animal o vegetal que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	Aplicación de abonos orgánicos locales: gallinaza, estiércol de vacuno y estiércol de cuy	- Gallinaza (8 t/ha) - Estiércol vacuno (15 t/ha) - Estiércol cuy (9 t/ha) - Sin abono	Dosis aplicadas (t/ha) - Tipo de abono por parcela	Hoja de registro Balde medidores Cuaderno de campo
Rendimiento agronómico de espinaca (Dependiente)	Producción total del cultivo de espinaca en su función de desarrollo fisiológico y productivo.	Evaluación de variables morfológicas y productivas mediante medición directa.	- Altura de planta (cm) - Número de hojas - Peso fresco (g) - Peso seco (g) - Rendimiento (t/ha)	- Promedio de altura por planta - Promedio de hojas por planta - Promedios de peso - Kg por parcela y extrapolación por hectárea	Cinta métrica Balanza digital Hoja de datos Software estadístico (SPSS, R, Excel)

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Shaheen et al. (2017), en su investigación titulada Effective microorganisms (EM) co-applied with organic wastes and NPK stimulate the growth, yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.), realizada en la Universidad de Gomal, Dera Ismail Khan, Pakistán, evaluaron el efecto de la aplicación de microorganismos efectivos (EM) en combinación con diferentes fuentes orgánicas y fertilizantes químicos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la espinaca. El objetivo principal fue determinar los cambios producidos en la fertilidad del suelo y en el crecimiento del cultivo de espinaca mediante la aplicación de EM conjuntamente con residuos orgánicos y fertilizantes NPK. Metodológicamente, el estudio se desarrolló bajo condiciones de invernadero mediante un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas y un esquema factorial. Se evaluaron seis tratamientos: testigo, estiércol de corral (FYM) a razón de 10 t ha⁻¹, pressmud a 20 t ha⁻¹, compost a 0,7 t ha⁻¹, gallinaza a 5 t ha⁻¹ y fertilización química NPK en proporción de 100:40:56 kg ha⁻¹ de N, P y K, respectivamente; cada tratamiento fue evaluado con y sin aplicación de EM. Se realizaron tres cosechas y se registraron variables relacionadas con el crecimiento y producción, entre ellas altura de planta, número de hojas por planta, rendimiento de follaje fresco y seco, longitud y área foliar. El análisis estadístico se efectuó mediante análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba LSD al 5 %. Los resultados mostraron diferencias importantes en el número de hojas por planta según la fuente de fertilización y la aplicación de EM. En la primera cosecha, el tratamiento con pressmud sin EM alcanzó 25,10 hojas por planta, mientras que la combinación pressmud + EM alcanzó 59,56 hojas por planta. En el caso de la gallinaza, se registraron 13,33 hojas por planta sin EM y 15,07 hojas con EM; para el estiércol de corral, los valores fueron de 15,67 y 27,76 hojas por planta, respectivamente. Asimismo, durante la segunda cosecha, pressmud + EM alcanzó 64,43 hojas por planta frente a 27,10 hojas sin EM, mientras que en la tercera cosecha registró 60,15

hojas con EM frente a 25,93 hojas sin EM. De manera particular, los autores señalaron que el número de hojas fue afectado significativamente ($p < 0,05$) por las diferentes fuentes de fertilización aplicadas con y sin EM. El tratamiento pressmud + EM presentó el mayor número de hojas en las tres cosechas, alcanzando 59,6, 64,4 y 60,2 hojas por planta, respectivamente. Los investigadores atribuyeron esta respuesta a la capacidad de los microorganismos efectivos para favorecer la descomposición y mineralización de la materia orgánica, incrementando la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En cuanto al rendimiento de follaje fresco, pressmud + EM alcanzó 118,67 g planta⁻¹ en la primera cosecha, 277,85 g planta⁻¹ en la segunda y 254,83 g planta⁻¹ en la tercera, superando considerablemente al tratamiento sin EM correspondiente. En la segunda cosecha, la combinación pressmud + EM produjo un incremento de 136 % respecto al tratamiento pressmud sin EM. Los autores concluyeron que la aplicación conjunta de EM con residuos orgánicos, especialmente pressmud, mejoró la fertilidad del suelo y estimuló el crecimiento, rendimiento y calidad de la espinaca.

Mendoza (2019) realizó en Cuautitlán Izcalli, México, la investigación titulada “Efecto de la aplicación de biofertilizantes y un bioestimulante vegetal en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.)”, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de los ácidos húmicos, bioestimulantes y una fuente de nitrógeno vía foliar sobre el rendimiento del cultivo de espinaca para corte, bajo condiciones semicontroladas. La investigación se desarrolló mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 10 tratamientos y cuatro repeticiones, conformando un total de 40 unidades experimentales. Se evaluaron variables relacionadas con el comportamiento productivo y las características de las hojas, entre ellas el peso de hoja por planta, peso de hoja por metro cuadrado, ancho y largo de hoja.

Los resultados mostraron que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. No obstante, los tratamientos que incluyeron la aplicación de KNO₃ presentaron valores superiores en comparación con aquellos que no recibieron este nutriente, destacando principalmente en la variable longitud de hoja. En particular, el tratamiento T5 (Biozyme + Nutrí-humus + KNO₃) presentó los valores más altos, especialmente en el largo de hoja, característica considerada relevante por su relación con el valor comercial de la espinaca y los criterios de

selección de los compradores. En este sentido, el autor concluyó que el tratamiento T5 presentó el comportamiento más favorable y constituyó la alternativa más eficiente bajo las condiciones del estudio. Este antecedente demuestra la importancia de evaluar diferentes alternativas de fertilización y bioestimulación en el cultivo de espinaca, considerando tanto el comportamiento agronómico como las características relacionadas con su calidad comercial. Asimismo, los resultados obtenidos por Mendoza constituyen un referente para futuras investigaciones orientadas a determinar la respuesta de la espinaca frente a diferentes fuentes de nutrientes y productos de origen biológico, especialmente cuando se busca mejorar las características productivas del cultivo.

Dasgan et al. (2023) desarrollaron la investigación titulada Biofertilizers improve the leaf quality of hydroponically grown baby spinach (*Spinacia oleracea* L.), realizada en Turquía, en la Universidad de Çukurova, Adana, bajo un sistema hidropónico de cultivo flotante. El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes biofertilizantes sobre la calidad foliar y la acumulación de nitratos en espinaca baby, buscando reducir parcialmente el uso de fertilizantes minerales. La investigación comparó tratamientos en los cuales se sustituyó el 50 % de la fertilización mineral mediante la incorporación de *Chlorella vulgaris*, una mezcla de bacterias benéficas y micorrizas. Los resultados mostraron que, en comparación con la fertilización mineral al 100 %, los tratamientos con micorrizas, algas y bacterias produjeron rendimientos foliares 17,5 %, 20,0 % y 21,9 % menores, respectivamente; sin embargo, los biofertilizantes mejoraron diversos indicadores de calidad. El tratamiento con micorrizas alcanzó 356,88 mg de ácido gálico/100 g de compuestos fenólicos totales, 73,83 mg/100 g de vitamina C, 9,4 % de sólidos solubles, 0,68 % de fósforo y 120,07 ppm de hierro. Los autores concluyeron que los biofertilizantes podían contribuir a sistemas de producción más sostenibles y mejorar la calidad interna de la espinaca, aunque su respuesta productiva dependió del tipo de biofertilizante utilizado. Este antecedente fue relevante para la presente investigación porque evidenció que la respuesta de la espinaca frente a los bioinsumos no fue uniforme y dependió de la fuente utilizada, lo que justificó evaluar un biofertilizante específico en combinación con diferentes abonos orgánicos bajo las condiciones edafoclimáticas de Huanta.

Kar et al. (2026) realizaron la investigación titulada *Optimizing Spinacia oleracea production through organic fertilizers use in the lower Gangetic plain, West Bengal*, en la granja Saidapur de la Universidad de Kalyani, Bengala Occidental, India. El objetivo fue determinar la influencia de diferentes abonos orgánicos y biofertilizantes sobre el crecimiento y rendimiento de la espinaca, considerando además el aprovechamiento de residuos agrícolas y ganaderos como estrategia de producción sostenible. El experimento se estableció bajo un Diseño de Bloques al Azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron estiércol bovino, estiércol de aves, vermicompost y Azotobacter, tanto individualmente como en combinaciones, además de un tratamiento con fertilización química y un testigo sin fertilización. Los resultados mostraron que la combinación de estiércol de aves + Azotobacter alcanzó el mayor rendimiento, con $4,06 \text{ t ha}^{-1}$, superando al tratamiento con fertilización química, que produjo $3,03 \text{ t ha}^{-1}$, y al testigo, que alcanzó $0,80 \text{ t ha}^{-1}$. Asimismo, la combinación de estiércol bovino + Azotobacter presentó la mayor altura de planta, con $24,80 \text{ cm}$ al momento de la cosecha, mientras que el tratamiento con estiércol de aves + Azotobacter alcanzó un área foliar de $150,17 \text{ cm}^2$, una longitud de raíz de $16,38 \text{ cm}$ y una materia seca foliar de $13,46 \text{ g}$. Además, el número de hojas presentó una correlación positiva fuerte con el rendimiento ($r = 0,87$). Los autores concluyeron que la integración de abonos orgánicos con biofertilizantes permitió mejorar significativamente el crecimiento y productividad de la espinaca frente al testigo y, en determinados tratamientos, alcanzar resultados superiores a la fertilización química. Este estudio constituyó un antecedente internacional particularmente cercano a la presente investigación, debido a que evaluó simultáneamente la utilización de un biofertilizante y diferentes fuentes orgánicas; sin embargo, la diferencia en las fuentes utilizadas y en las condiciones agroecológicas justificó realizar una evaluación específica en Huanta.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Janampa (2018) desarrolló la investigación titulada *Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.)*. Arizona-3200 msnm, Ayacucho, realizada en la comunidad de Arizona, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, Ayacucho. El objetivo fue evaluar la influencia de cuatro niveles de estiércol ovino $0, 2, 4 \text{ y } 6 \text{ t ha}^{-1}$ y dos formas de siembra melgas

y surcos sobre el rendimiento de la espinaca. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 4×2 y tres repeticiones. Los resultados mostraron una respuesta cuadrática de la longitud de planta y del número de hojas frente a los niveles de estiércol. Con 4 t ha^{-1} de estiércol ovino, la siembra en melgas alcanzó 23,62 cm de longitud de planta y 12 hojas por planta. Asimismo, el mayor rendimiento fue de $20\,896 \text{ kg ha}^{-1}$, obtenido con 4 t ha^{-1} de estiércol ovino y siembra en melgas, mientras que la siembra en surcos alcanzó $15\,100 \text{ kg ha}^{-1}$. El análisis de tendencia indicó que el rendimiento óptimo estimado en melgas fue de $21\,413,50 \text{ kg ha}^{-1}$, correspondiente a $5,40 \text{ t ha}^{-1}$ de estiércol ovino. Se concluyó que la aplicación de estiércol ovino incrementó el crecimiento y rendimiento de la espinaca y que la respuesta dependió de la forma de siembra. Este antecedente fue importante para la investigación actual porque demostró, en condiciones de Ayacucho, que una fuente orgánica de origen animal podía modificar significativamente componentes del crecimiento y rendimiento de la espinaca, aunque no evaluó la interacción entre un biofertilizante y diferentes fuentes de abonos orgánicos.

Soles (2019) realizó la investigación titulada Influencia de tres dosis de fertilización orgánica (biol) en la producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en condiciones del Valle de Santa Catalina, en el campus UPAO II, ubicado en Nuevo Barraza, distrito de Laredo, provincia de Trujillo, región La Libertad. El objetivo fue determinar la influencia de tres dosis de biol 400, 800 y 1200 L ha^{-1} sobre el crecimiento, desarrollo y producción de la espinaca. La investigación se condujo mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, y se aplicó análisis de varianza y prueba de Duncan al 5 %. La aplicación del biol se realizó a los 20 días después de la siembra. Los resultados evidenciaron que la dosis de 1200 L ha^{-1} produjo la mayor altura de planta, con 33,36 cm, y el mayor número de hojas, con 25,38 hojas por planta, a los 35 días después de la germinación. Asimismo, registró 10,63 cm de ancho de hoja, 30,31 cm de longitud de hoja y un rendimiento de $22,40 \text{ t ha}^{-1}$, mientras que el testigo alcanzó 18,05 cm de altura, 9,50 hojas por planta y $7,80 \text{ t ha}^{-1}$. Se concluyó que la aplicación de biol incrementó significativamente el crecimiento y producción de espinaca, destacándose la dosis de 1200 L ha^{-1} . Este antecedente respaldó la importancia de incorporar biofertilizantes en el manejo nutricional de la espinaca;

sin embargo, al evaluar únicamente dosis de biol, dejó abierta la necesidad de analizar su comportamiento cuando se combina con distintas fuentes de abonos orgánicos, aspecto abordado en la presente investigación.

Carrillo y Chavez (2022) desarrollaron la investigación titulada Efecto del abonamiento con fuentes orgánicas en el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* var. Viroflay), en condiciones edafoclimáticas de Choras, Yarowilca, 2020, en el caserío de Rurish, distrito de Choras, provincia de Yarowilca, región Huánuco. El objetivo fue determinar el efecto de diferentes fuentes orgánicas sobre el rendimiento de la espinaca. Se establecieron 25 parcelas experimentales bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Se utilizaron como fuentes de abonamiento gallinaza, estiércol ovino, estiércol vacuno y estiércol de cobayo, aplicados siete días antes del trasplante. Se evaluaron longitud del pecíolo, longitud de lámina foliar, número de hojas y peso de planta sin raíz, efectuándose la cosecha a los 89 días después del trasplante. Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre las fuentes orgánicas para todas las variables evaluadas, destacándose el estiércol de cobayo en las variables estudiadas, excepto en la longitud de hoja, donde presentó comportamiento estadísticamente similar al estiércol vacuno. Los autores concluyeron que la fuente orgánica utilizada tuvo una influencia significativa sobre el comportamiento productivo de la espinaca. Este antecedente fue relevante porque permitió establecer que la respuesta de la espinaca estuvo condicionada por el origen del abono orgánico, reforzando la necesidad de comparar diferentes fuentes orgánicas bajo las condiciones particulares de Huanta.

Rosa (2021) realizó en La Libertad, Perú la tesis sobre “Niveles de cuyinaza en el rendimiento y calidad de (*Spinacia oleracea* L.), en Santiago de Chuco, La Libertad”, con el objetivo de evaluar como influye diferentes niveles de cuyinaza en el rendimiento y calidad del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), La metodología utilizada, es de nivel experimental, desarrollado bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), donde se aplicó 4 tratamientos (0,3,6 y 9 t.ha⁻¹) con 4 repeticiones (T1, T2, T3 Y T4), conformando un total de 16 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas, área foliar, peso fresco, rendimiento y calidad del cultivo de la espinaca. Los resultados evidenciaron que los tratamientos abonados con cuyinaza (T2, T3 Y T4)

presentaron impactos positivos en el rendimiento y calidad de la espinaca. Se observaron diferencias estadísticas significativas en comparación con el tratamiento testigo, destacando mejoras en la altura de planta (25.06 a 25.97 cm), en número de hojas (17.07 a 17.17 unidades), en área foliar (83.15 a 139.42 cm), en peso fresco (20.69 a 26.99 g), en rendimiento (4414.57 a 5775.86 t) y reducción del porcentaje de daño (9 % a 7 %). Se concluyó que la aplicación de cuyinaza en una dosis de 6 t. ha⁻¹ optimiza significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

Olano (2022) realizó en San Martín, Perú la tesis sobre “Dosis de cuyaza y momento de aplicación en invernadero en *Spinacia oleracea* L. Variedad Viroflay Improvet”, con la finalidad de determinar de forma eficiente la cantidad de cuyaza requerida y evaluar el costo beneficio de su aplicación en la producción. La metodología utilizada, es de nivel experimental, desarrollado bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), empleando una estructura factorial de 2 x 2, con 4 tratamientos y un testigo, cada uno con 2 repeticiones con dosis de abonamiento de 5 t. ha y 10 t. ha y dos momentos de aplicación (15 días antes de la siembra y al momento de la siembra). Los resultados evidenciaron que el tratamiento 2 (10 t. ha x 15 días), presentó los valores más altos en las variables morfológicas evaluadas, tales como altura de planta, longitud diámetro del pecíolo, área foliar, número de hojas y peso total de la planta. En términos de rendimiento, el tratamiento T2 alcanzó una producción de 56,933.33 kg. ha, asimismo, en el análisis económico se obtuvo la mayor relación costo beneficio de 1.195, un beneficio neto de S/. 61,984.18 y una rentabilidad del 119.47%. Se concluyó que el tratamiento T2, fue el más eficiente, destacando en rendimiento y rentabilidad.

2.1.3. Antecedentes locales

Alanya (2024) realizó en Ayacucho, Perú la tesis sobre “Niveles de gallinaza procesada en el rendimiento de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho, 2022” cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de la gallinaza procesada en el rendimiento de dos variedades de espinaca. La investigación se desarrolló empleando un diseño de parcelas divididas, que fue organizado en bloques completamente al azar, con un arreglo factorial de 4 niveles de gallinaza procesada y 2 variedades de espinaca, resultando en total 8 tratamientos

con 3 repeticiones cada uno, lo que conformó 24 unidades experimentales. Los resultados evidenciaron un efecto significativo de la aplicación de gallinaza procesada, logrando 17.42 cm de longitud de hoja sobre las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de espinaca. En cuanto al factor de variedad, se observó una respuesta diferenciada, en la que la variedad Luna F1 fue la más resaltante, obteniendo una altura de planta de 29.47 cm y un rendimiento de 26 533,12 Kg/ha. en las demás variables no se registraron respuestas diferenciadas. Se concluyó que la gallinaza procesada influyó significativamente en los caracteres morfo- métricos y rendimiento del cultivo de espinaca. La variedad Luna F1 obtuvo el mayor rendimiento de biomasa en comparación a la variedad Viroflay, demostrando además una mejor adaptación a las condiciones del campo experimental.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades de la espinaca

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es una hortaliza de hoja perteneciente a la familia Amaranthaceae (antes Chenopodiaceae), originaria del suroeste de Asia, específicamente de la región de Persia, desde donde se difundió hacia Europa y posteriormente al resto del mundo (Roberts & Moreau, 2020). En la actualidad se cultiva ampliamente en regiones de clima templado y frío, siendo una de las hortalizas de hoja verde de mayor consumo por su elevado valor nutricional (Ronga et al., 2019).

2.2.1.1. Origen

La espinaca (*Spinacia oleracea* L.) es originaria del continente asiático, específicamente de la región de Persia, y fue introducida a Europa en el siglo XVII, y a partir de entonces comenzó a expandirse de manera significativa, estableciéndose como cultivo hortícola en países como los Países Bajos, Inglaterra y Francia, posteriormente, su producción se difundió hacia otras regiones del continente europeo y, con el tiempo, fue incorporada en los sistemas agrícolas del continente americano (Jiménez et al., 2010).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica

La espinaca se ubica taxonómicamente dentro del reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Caryophyllales, familia Amaranthaceae, género Spinacia y especie Spinacia oleracea L. (USDA, 2021). Es una planta anual, herbácea y dioica, aunque también se presentan individuos monoicos según las condiciones de cultivo y la variedad empleada (Roberts & Moreau, 2020).

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la espinaca

Taxonomía de la espinaca.	
Reino vegetal	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amarantaceae
Género	Spinacia
Especie	<i>Spinacia oleracea</i> L.

Nota. Fuente: (Soles, 2019).

2.2.1.3. Descripción botánica

Raíces. El sistema radicular es de tipo pivotante, lo que brinda una adecuada fijación al suelo y estabilidad estructural. Sin embargo, debido a que su desarrollo radicular se limita principalmente a las capas superficiales, presenta una baja ramificación, por ello, es fundamental asegurar una adecuada disponibilidad de humedad en esa zona para optimizar el crecimiento de la planta (Bacho, 2011).

Tallo. El tallo es generalmente erecto y alcanza una longitud promedio de 30 cm; sin embargo, cuando la planta se desarrolla con fuerza y vitalidad, este puede extenderse hasta cerca de un metro. Es precisamente en esta estructura donde se forman y organizan las flores, marcando una etapa clave en su ciclo de vida (Bacho, 2011).

Hojas. Las hojas de la espinaca son caulíferas y presentan variaciones notables en su forma y consistencia dependiendo de la variedad, aunque en general presentan un característico color verde oscuro. El pecíolo suele ser cóncavo y, en

muchos casos, adquiere una tonalidad rojiza en su base y su longitud no es uniforme, ya que tiende a ser mayor en las hojas más desarrolladas de la parte baja de la planta y va reduciéndose de manera progresiva en las hojas nuevas (Bacho, 2011).

Flor. El cultivo de espinaca se caracteriza por lo general por ser una especie dioica, característica que implica la existencia de individuos con flores exclusivamente masculinas y otros con flores únicamente femeninas. Sin embargo, en determinados casos pueden presentarse individuos monoicos, que desarrollan simultáneamente flores de ambos sexos, aunque con predominio de uno de ellos. De manera ocasional, también se han observado flores hermafroditas en esta especie (Serrano, 1976).

Semilla. Las semillas de espinaca se forman únicamente en las plantas femeninas, mientras que las plantas masculinas cumplen la función de liberar el polen durante la floración, que es transportado por el viento para efectuar la fecundación, una vez cumplida esta etapa, completan su ciclo de vida y mueren (De la paz, 2003; citado por Saldaña, 2024)

2.2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura. La espinaca es sensible a las variaciones de temperatura, especialmente durante la germinación, ya que estas influyen en la emergencia y el desarrollo inicial de las plántulas. Breit et al. (2025) señalaron que las temperaturas superiores a 20 °C pueden limitar la germinación, por lo que es importante considerar las condiciones térmicas para favorecer el establecimiento del cultivo.

Suelo. La espinaca requiere condiciones adecuadas de suelo para favorecer la germinación, el desarrollo radicular y la producción de hojas. Entre las propiedades más importantes se encuentra el pH, debido a que influye en la disponibilidad y absorción de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Una acidez excesiva puede reducir la disponibilidad de nutrientes como fósforo, calcio y magnesio, afectando el desarrollo vegetal. Hasan et al. (2025) evaluaron la espinaca en suelo ácido con pH 4,0 y encontraron efectos negativos en su desarrollo y productividad. Por ello, es importante analizar las características

químicas del suelo antes de establecer el cultivo, a fin de identificar posibles limitaciones y favorecer un crecimiento adecuado.

Agua. La espinaca requiere una humedad adecuada en el suelo para favorecer la germinación, la absorción de nutrientes y el crecimiento de las hojas. Por ello, el riego debe ser oportuno y controlado, evitando tanto el déficit hídrico como los encharcamientos. Asimismo, la calidad del agua de riego es importante, debido a que una elevada concentración de sales puede perjudicar la germinación y reducir el crecimiento y la acumulación de biomasa de las plantas (Kadir et al., 2020).

2.2.1.5. Manejo productivo del cultivo de espinaca

Propagación. La propagación de la espinaca es de tipo sexual, y sus semillas pueden clasificarse en espinosas (silvestres), lisas (comerciales) o híbridas. Asimismo, la producción mediante plántulas permite obtener un mayor porcentaje de germinación y un control más eficiente de plagas y patógenos en la etapa inicial de desarrollo, cuando la espinaca es más vulnerable (Fonseca, 2015).

Preparación del terreno. La preparación del terreno debe realizarse con una anticipación mínima de 15 días a la siembra, con el objetivo de favorecer la aireación del suelo y permitir la aplicación adecuada de la fertilización. Además, dos días antes de la siembra es importante dar un nuevo pase con el rastrillo, con el fin de corregir posibles compactaciones, nivelar la superficie y eliminar las malezas que estén en proceso de germinación, garantizando así condiciones óptimas para el establecimiento del cultivo (Fonseca, 2015).

Siembra. La siembra de esta hortaliza se puede llevar a cabo por trasplante de plántulas o mediante el sistema al voleo. El trasplante se utiliza con mayor frecuencia en variedades que permiten varios cortes de hojas a lo largo del ciclo productivo. Este método requiere plántulas de calidad, que son trasladadas al campo y establecidas con una separación de 15 a 20 cm entre ellas, ya sea en el suelo o en perforaciones realizadas en el plástico a la misma distancia. Durante el trasplante, la base de la planta debe quedar cubierta hasta el inicio de las hojas. Entre sus beneficios se encuentran un mejor desarrollo inicial y un menor tiempo de permanencia en campo; sin embargo, representa mayores costos de establecimiento

y de mano de obra. Por otro lado, la siembra al voleo es el método más empleado por los productores tradicionales, ya que consiste en esparcir las semillas de forma directa sobre las camas previamente preparadas, para luego cubrirlas con una delgada capa de tierra de 1 a 2 cm de espesor. Este sistema se caracteriza por su sencillez y menor costo en comparación con otras técnicas de establecimiento (Fonseca, 2015).

Asimismo, el calendario de siembra de la espinaca debe organizarse de forma escalonada, considerando las condiciones climáticas de cada región. En zonas con clima extremo, el establecimiento del cultivo es más adecuado entre los meses de marzo a mayo, así como a fines de agosto y durante todo septiembre. En regiones de clima cálido, la siembra resulta más favorable entre los meses de octubre y febrero (Serrano, 1976).

Abonado. La espinaca requiere un buen suministro de nitrógeno, potasio y fósforo, aunque este último debe aplicarse con precaución, ya que induce a una floración temprana. Un abonado adecuado con potasio contribuye a disminuir el nivel de ácido oxálico en las hojas, lo que incrementa su calidad (Serrano, 1976).

Riego. En las etapas iniciales del cultivo, el riego debe aplicarse durante un promedio de dos horas, ajustándose a las condiciones ambientales. En época de lluvias, este debe suspenderse para evitar la pérdida de semillas por exceso de agua, mientras que en épocas de sequía se requiere intensificar la frecuencia de riego. A medida que el cultivo avanza, la necesidad hídrica disminuye, por lo que el riego puede realizarse cada dos días con una duración aproximada de una hora (Jiménez et al., 2010).

Control de malezas. Se debe realizar manualmente, preferiblemente después de un riego, brindando mayor atención durante la primera semana del cultivo. Esta práctica es importante, ya que reduce la competencia por nutrientes, agua y luz, favoreciendo un desarrollo óptimo de las plantas. Además, mantener el área libre de malezas facilita la prevención de plagas y enfermedades, asegurando un crecimiento más sano y uniforme del cultivo (Sigueñas, 2002).

Aclareo. En cultivos intensivos bajo invernadero, destinados a cortes manuales, el aclareo se realiza cuando las plantas presentan de 5 a 7 hojas,

estableciendo inicialmente una separación de 5 cm, que posteriormente se amplía de 12 a 15 cm. Por otro lado, en sistemas extensivos de primavera con cosecha mecanizada, se aplica un único aclareo, manteniendo entre 5 y 8 cm de distancia, con un promedio de 40 plantas por metro cuadrado (Serrano, 1976).

Cosecha. Se lleva a cabo de forma manual, realizando el corte de la espinaca a la altura del cuello, cuando las hojas alcanzan su máximo desarrollo y se encuentran turgentes, con un color verde intenso. Este punto óptimo de recolección suele ocurrir entre los 40 y 50 días posteriores a la siembra, y el proceso de cosecha puede extenderse durante un período de 10 a 15 días (Sigüenza, 2002)

2.2.2. Biofertilizantes

Los biofertilizantes líquidos son formulaciones elaboradas a partir de microorganismos benéficos que desempeñan un papel fundamental en la nutrición y desarrollo vegetal, ya que su aplicación al suelo o directamente sobre las plantas tiene como finalidad sustituir el uso de fertilizantes químicos convencionales (Armenta et al., 2010).

2.2.1.6. Microorganismos eficientes

El EM (Microorganismos Eficientes) es un producto orgánico de naturaleza líquida, conformado por una diversidad microbiana compuesta alrededor de 80 especies, las cuales cumplen funciones benéficas en los ecosistemas agrícolas. (Callisaya et al., 2017).

2.2.1.6.1. Composición microbiológica del EM-1

Los microorganismos eficientes están constituidos por cinco grupos microbianos de relevancia funcional, entre los cuales se distinguen: las bacterias ácido-lácticas, las bacterias fotosintéticas o fototróficas, las levaduras, los actinomicetos y los hongos filamentosos con capacidad fermentativa (Morocho y Leiva-Mora, 2019)

las bacterias ácido-lácticas. Las bacterias ácido-lácticas son microorganismos grampositivos que presentan una pared celular con una capa gruesa de peptidoglucano, estructura que contribuye a mantener la forma e

integridad celular. Este grupo comprende diversos géneros bacterianos con características fisiológicas y metabólicas relacionadas con la fermentación de carbohidratos (Chapot-Chartier & Kulakauskas, 2014).

las bacterias fotosintéticas fototróficas. Las bacterias fototróficas presentes en el suelo utilizan la luz y el calor para sintetizar aminoácidos, azúcares, sustancias bioactivas y ácidos nucleicos, de modo que estos compuestos son absorbidos por las plantas y, al mismo tiempo, favorecen la proliferación de otros microorganismos eficientes, por lo que la actividad biológica del suelo se intensifica; además, la mayor disponibilidad de compuestos nitrogenados generada por estas bacterias estimula la formación de micorrizas, las cuales incrementan la solubilidad y absorción del fósforo y pueden coexistir con bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azotobacter* (Yucta, 2016).

Las levaduras. Según Valdivieso (2006), las levaduras son organismos unicelulares pertenecientes al reino Fungi, considerados un importante modelo biológico por su posición intermedia entre organismos simples y eucariotas más complejos.

Las levaduras desempeñan un rol importante en la producción y aprovechamiento de compuestos con acción antimicrobiana que influyen en el crecimiento de las plantas, los cuales se forman a partir de aminoácidos y azúcares provenientes de bacterias fotosintéticas, así como de la descomposición de la materia orgánica y los exudados de las raíces; de igual manera, estas producen sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, que favorecen la actividad metabólica de las células vegetales y contribuyen al desarrollo del sistema radicular.

Los actinomicetos. Los actinomicetos representan un grupo microbiano de gran relevancia para la sostenibilidad del suelo agrícola, debido a su capacidad para intervenir en procesos biológicos que favorecen la fertilidad y el equilibrio microbiológico; en este sentido, su potencial como recurso dentro de la biotecnología agrícola radica en la diversidad de funciones que cumplen, así como en los patrones de interacción que establecen con otros microorganismos del suelo, como los hongos micorrízicos arbusculares, y con las plantas (Franco, 2010).

Los hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Los hongos filamentosos corresponden a un grupo de microorganismos que se caracterizan por desarrollarse mediante la formación de redes tridimensionales integradas por filamentos denominados hifas, las cuales poseen paredes celulares rígidas y de notable espesor; asimismo, el crecimiento de estas estructuras se produce principalmente en la zona apical, es decir, en sus extremos, lo que facilita su expansión y colonización del medio en el que se desarrollan (Corkidi et al., 2008).

2.2.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son elaborados con una variedad de materiales naturales como el estiércol y restos de origen animal, compost generado en áreas rurales y urbanas y residuos vegetales. Estos insumos han demostrado ser efectivos para enriquecer el suelo, mejorando tanto su fertilidad como su capacidad de producción agrícola (Román et al., 2013). Sin embargo, para que los abonos orgánicos puedan ser utilizados eficazmente como fertilizantes, es importante que atraviesen procesos previos de descomposición, tales como el compostaje o la fermentación. Estas transformaciones biológicas permiten la estabilización de nutrientes esenciales, en particular del nitrógeno, que pasa a estar disponible en formas asimilables para los cultivos posteriores, asegurando así un aprovechamiento óptimo y sostenible (Orozco, 2017)

2.2.3.1. Gallinaza

La gallinaza constituye una fuente tradicional de abono orgánico, cuya composición está determinada principalmente por la dieta suministrada a las aves y por el sistema de crianza implementado. En sistemas de producción en piso, se obtiene de la mezcla de excretas con materiales absorbentes como viruta, pasto seco o cascarilla, que conforman la cama y permanecen durante todo el ciclo productivo. En cambio, en los sistemas de jaula está compuesta por deyecciones, restos de alimento, plumas y fragmentos de huevos, presentando un elevado contenido de humedad y nitrógeno, lo que genera olores desagradables y disminuye su calidad como abono. Para mejorar sus propiedades y manejo se recomienda el secado, proceso que, mediante fermentación aeróbica, transforma el nitrógeno en una forma más estable y eficiente para la fertilización agrícola (Estrada, 2005).

2.2.3.2. Estiércol de vacuno

El estiércol de vacuno se conforma por la combinación de las excretas del ganado y el material utilizado como cama. Esta combinación atraviesa un proceso de fermentación, que puede ocurrir directamente en el establo o posteriormente en un lugar destinado para su almacenamiento, como el estercolero (Cordero, 2010).

El estiércol vacuno está constituido por una mezcla de excretas sólidas y líquidas del ganado, que puede incluir material de cama y experimentar procesos de fermentación durante su almacenamiento. Este residuo representa una fuente de nutrientes para la agricultura; sin embargo, su manejo inadecuado puede ocasionar impactos ambientales, como la contaminación del agua y la pérdida de nutrientes. Se estima que los animales pueden excretar entre el 60 % y el 80 % del nitrógeno y fósforo ingeridos mediante la orina y las heces (Peralta-Veran et al., 2016).

2.2.3.3. Estiércol de cuy

El estiércol de cuy se caracteriza por su elevada calidad, debido a sus propiedades físicas y químicas favorables, lo que respalda su empleo frecuente como abono orgánico de aplicación directa en los sistemas de cultivo (Cordero, 2010).

2.2.4. Rendimiento agronómico de la espinaca

El rendimiento agronómico de la espinaca depende en gran medida de las condiciones nutricionales del suelo, así como de las prácticas de manejo agronómico aplicado durante su desarrollo. En el departamento, dicho rendimiento es actualmente bajo, principalmente a causa de un manejo inadecuado del cultivo, el uso de variedades con bajo potencial productivo y la escasa disponibilidad de nutrientes esenciales (Alanya, 2024). Por ello, es importante escoger adecuadamente la variedad de espinaca para obtener mejores rendimientos en el cultivo, ya que cada una presenta una respuesta distinta según sus características genéticas y las condiciones del entorno en el que se desarrolla (Molina, 2025). Asimismo, la aplicación de fertilizantes orgánicos genera valores más elevados en el rendimiento del cultivo de espinaca, en comparación con aquellas que recibieron fertilización química, ya que los nutrientes de origen orgánico favorecen de manera

más eficiente los procesos fisiológicos vinculados al crecimiento y desarrollo vegetal, contribuyendo, de este modo, la productividad y sostenibilidad agrícola (Pulido & Rincón, 2024).

2.3. Definición de términos

Biofertilizante. Producto que contiene microorganismos vivos que, al aplicarse a semillas, superficies vegetales o suelo, colonizan la rizosfera y promueven el crecimiento al aumentar la disponibilidad de nutrientes (Mahanty et al., 2017).

Abono orgánico. Material de origen vegetal o animal que se incorpora al suelo para mejorar su fertilidad y aportar nutrientes tras su descomposición (Chen et al., 2018).

Espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Hortaliza de hoja anual de la familia Amaranthaceae, cultivada por sus hojas comestibles ricas en hierro, vitaminas y antioxidantes (Roberts & Moreau, 2016).

Rendimiento agrícola. Cantidad de producto cosechado por unidad de superficie, generalmente expresada en kilogramos o toneladas por hectárea (Lobell et al., 2019).

Estiércol. Excremento animal empleado como abono orgánico que aporta materia orgánica y nutrientes al suelo (Chen et al., 2018).

Nitrógeno. Macronutriente esencial para el crecimiento vegetativo y la síntesis de proteínas y clorofila en las plantas (Anas et al., 2020).

Agricultura orgánica. Sistema de producción que evita insumos sintéticos y se basa en prácticas que mantienen la salud del suelo, los ecosistemas y las personas (Reganold & Wachter, 2016).

Biomasa vegetal. Cantidad total de materia orgánica producida por una planta o cultivo en un período determinado (Poorter et al., 2015).

Área foliar. Superficie total de las hojas de una planta, indicador de su capacidad fotosintética y crecimiento (Weraduwaage et al., 2015).

Sustrato. Medio sólido en el que se desarrollan las raíces de las plantas, aportando soporte, agua y nutrientes (Barrett et al., 2016).

Materia seca. Fracción de la planta que permanece tras eliminar el agua, indicador de acumulación de biomasa (Poorter et al., 2015).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que se orienta a la optimización del proceso productivo del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) mediante la evaluación de alternativas de fertilización orgánica en condiciones de campo. Asimismo, se fundamenta en los conocimientos obtenidos de la investigación básica, aplicándolos para resolver problemas específicos y mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo (Castro et al., 2023).

3.1.2. Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel explicativo, ya que permite explicar la influencia de la aplicación de un biofertilizante y abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Según Supo (2025), Los estudios de nivel explicativo tienen como objetivo comprender las razones por las cuales ocurren determinados fenómenos, analizando las relaciones que existen entre las variables de estudio y demostrando que estas no se presentan de manera casual ni por la intervención de factores externos, sino que se encuentran sustentadas en un sólido marco teórico y en evidencia empírica obtenida mediante el desarrollo de la investigación.

3.1.3. Diseño de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó un diseño experimental. Este tipo de diseño se caracteriza por la manipulación deliberada y controlada de una o más variables independientes, bajo condiciones previamente establecidas, con el propósito de observar, medir y analizar sus efectos sobre las variables dependientes (Agudelo et al., 2008).

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un arreglo factorial de dos factores (AxB). El factor A correspondió al biofertilizante,

el cual fue evaluado en dos niveles, mientras que el factor B estuvo constituido por los abonos orgánicos, evaluados en cuatro niveles. La combinación de los niveles de ambos factores dio lugar a un total de ocho tratamientos, los cuales se dispusieron en tres repeticiones (bloques), generando un total de veinticuatro unidades experimentales. La asignación de los tratamientos se realizó de manera aleatoria dentro de cada bloque.

3.2. **Ámbito temporal y espacial**

3.2.1. **Ámbito temporal**

La presente investigación tuvo una duración de cinco meses, desarrollándose desde el mes de octubre, cuando se iniciaron las labores de campo, hasta febrero de 2026, periodo en el cual se realizó la cosecha del cultivo y se culminó la primera etapa del estudio. Posteriormente, se desarrolló una segunda etapa correspondiente al trabajo de gabinete, orientada al procesamiento, análisis e interpretación de la información obtenida.

Figura 1

Ubicación del área experimental



Nota. Ubicación del área experimental en la comunidad de Cangari. Google earth

3.2.2. Ámbito espacial

La investigación se realizó en un terreno ubicado en la comunidad de Cangari, distrito de Iguian, provincia de Huanta, región Ayacucho. Este lugar fue seleccionado debido a su importancia agrícola en la producción de hortalizas. Lo que lo convierte en un espacio representativo para evaluar alternativas de manejo agronómico orientadas a mejorar el rendimiento y la sostenibilidad productiva.

3.3. Material vegetal y materia orgánica

3.3.1. Material vegetal

Los plantines de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) empleados en la presente investigación fueron obtenidos de la plantinería ubicada en la comunidad de Cangari, correspondiendo a la variedad Flamingo F1.

3.3.2. Características de los estiércoles

Tabla 3

Composición nutricional de estiércoles de cuy, gallinaza y estiércol bovino utilizados como abonos orgánicos

Composición nutricional	Unidades	Estiércol de cuy	Gallinaza	Estiércol de vaca
pH (*)	Unid.pH	10,1	8,9	8,0
Conductividad Eléctrica (*)	mS/m	24,6	18,0	5,7
Nitrogeno total (*)	%	2,23	1,20	0,98
Fósforo (P2O5)(+)	%	1,35	3,12	0,52
Potasio (K2O)(*)	%	8,20	3,37	0,98
Calcio (CaO)(*)	%	7,45	15,20	3,97
Magnesio (MgO) (*)	%	1,11	1,48	0,52
Materia orgánica	%	45,88	16,21	34,89

Nota. Los valores corresponden a la composición físicoquímica y nutricional de los abonos orgánicos utilizados en el experimento. pH = potencial de hidrógeno; CE = conductividad eléctrica; P₂O₅ = óxido de fósforo; K₂O = óxido de potasio; CaO = óxido de calcio; MgO = óxido de magnesio.

La composición nutricional de los abonos orgánicos mostró diferencias entre las fuentes evaluadas. El estiércol de cuy presentó el mayor contenido de nitrógeno total (2,23 %), potasio (8,20 %) y materia orgánica (45,88 %), además de valores elevados de pH (10,10) y conductividad eléctrica (24,60 mS/m). Por su

parte, la gallinaza destacó por presentar los mayores contenidos de fósforo (3,12 %), calcio (15,20 %) y magnesio (1,48 %). El estiércol bovino presentó los menores contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, aunque registró un importante contenido de materia orgánica (34,89 %).

En términos comparativos, el estiércol de cuy mostró la composición nutricional más elevada para nitrógeno y potasio, elementos importantes para favorecer el crecimiento vegetativo y la formación de biomasa en la espinaca. La gallinaza, en cambio, presentó una mayor concentración de fósforo y calcio, nutrientes relacionados con procesos de desarrollo y metabolismo de las plantas. Asimismo, el mayor contenido de materia orgánica del estiércol de cuy podría contribuir al mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Estos resultados permiten evidenciar que las fuentes de abono orgánico utilizadas presentaron características nutricionales diferenciadas, lo cual puede ayudar a explicar las diferencias observadas en el crecimiento, peso fresco, peso seco y rendimiento de la espinaca entre los tratamientos evaluados. En particular, la mayor concentración de nutrientes y materia orgánica del estiércol de cuy resulta consistente con el comportamiento productivo superior observado en los tratamientos que incorporaron esta fuente de abono.

3.4. Estructura factorial y descripción de los tratamientos

La Tabla 4 presenta la estructura factorial 2×4 utilizada para evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM-1) y de tres tipos de abonos orgánicos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). El factor A estuvo constituido por dos niveles: sin EM-1 (A0) y con EM-1 (A1); mientras que el factor B estuvo conformado por cuatro niveles: sin abono (B0), gallinaza (B1), estiércol de vacuno (B2) y estiércol de cuy (B3).

La combinación de ambos factores originó ocho tratamientos (T1–T8), permitiendo evaluar tanto los efectos individuales del EM-1 y de los abonos orgánicos como su posible interacción sobre las variables de crecimiento y rendimiento de la espinaca. El T1 (A0B0) correspondió al tratamiento testigo, sin aplicación de EM-1 ni abono orgánico.

Tabla 4

Estructura factorial y descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.)

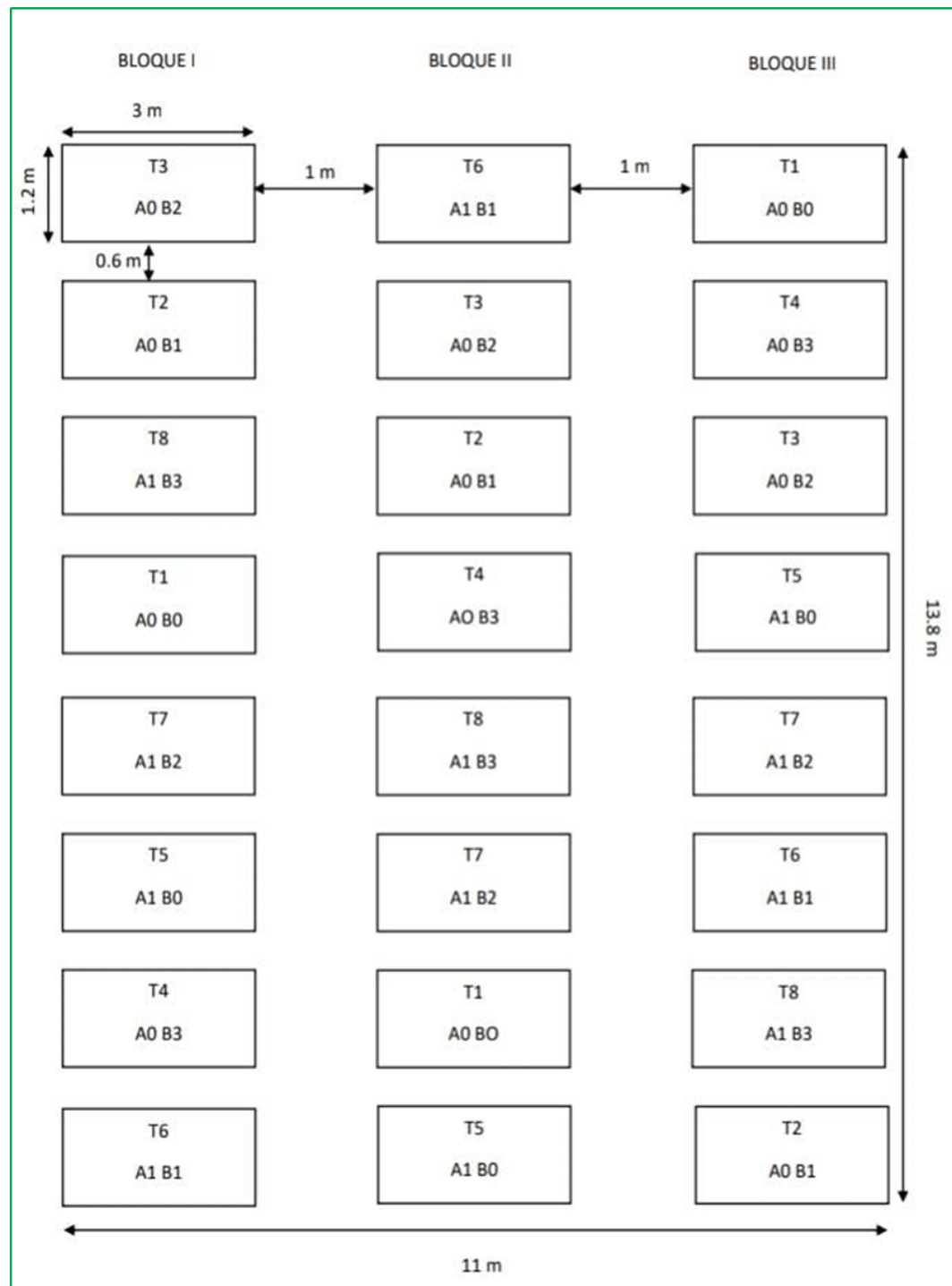
Tratamiento	Factor A	Factor B	Código	Descripción
T1	A0	B0	A0B0	Sin microorganismo eficiente y sin abonos (Testigo)
T2	A0	B1	A0B1	Sin microorganismo eficiente + gallinaza
T3	A0	B2	A0B2	Sin microorganismo eficiente + estiércol de vacuno
T4	A0	B3	A0B3	Sin microorganismo eficiente + estiércol de cuy
T5	A1	B0	A1B0	Con microorganismo eficiente y sin abono
T6	A1	B1	A1B1	Con microorganismo eficiente +gallinaza
T7	A1	B2	A1B2	Con microorganismo eficiente + estiércol de vacuno
T8	A1	B3	A1B3	Con microorganismo eficiente + estiércol de cuy

Nota. Factor A = aplicación de microorganismos eficientes (EM-1): A0 = sin EM-1 y A1 = con EM-1. Factor B = tipo de abono orgánico: B0 = sin abono, B1 = gallinaza, B2 = estiércol de vacuno y B3 = estiércol de cuy. La combinación de ambos factores generó ocho tratamientos (A×B), incluyendo el tratamiento testigo (T1).

3.5. Distribución de tratamientos

La figura 2 muestra la distribución de los ocho tratamientos (T1–T8) en un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres bloques y ocho unidades experimentales por bloque. Cada unidad experimental presenta dimensiones de 3,0 m de largo × 1,2 m de ancho, con una separación de 0,60 m entre parcelas y 1,0 m entre bloques. El área experimental total representada es de aproximadamente 11 m × 13,8 m.

Los tratamientos corresponden a las combinaciones factoriales de los factores A (microorganismos eficientes, EM-1) y B (abonos orgánicos). La asignación de los tratamientos dentro de cada bloque se realizó de manera aleatoria, permitiendo controlar la variabilidad existente en el área experimental y comparar los efectos de los tratamientos sobre el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).



3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

La población estuvo conformada por 1200 plantas de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), las cuales se encontraban distribuidas en el área experimental y fueron consideradas en el desarrollo del presente estudio.

3.6.2. Muestra

El tamaño de la muestra estuvo constituido por 288 plantas de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), correspondientes a 12 plantas seleccionadas por cada una de las 24 unidades experimentales.

3.6.3. Muestreo

Se empleó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, método mediante el cual todas las unidades que conformaron la población tuvieron la misma probabilidad de ser seleccionadas.

3.7. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.7.1. Técnica

Se realizó la técnica de observación directa, la cual permitió efectuar un seguimiento continuo del crecimiento y comportamiento agronómico del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en cada una de las unidades experimentales. A través de esta observación se evaluó el estado general de las plantas.

3.7.2. Instrumento

Para la recolección y registro de la información se emplearon diversos instrumentos tanto en campo como en laboratorio. En campo se utilizaron fichas de evaluación y un cuaderno de campo para el registro sistemático de las fechas de las actividades agronómicas, las dosis aplicadas por tratamiento y el manejo del cultivo durante todo el periodo experimental. Asimismo, se empleó una regla milimetrada para la medición de la altura de planta y una balanza analítica para la determinación del peso fresco de las muestras. En laboratorio, se utilizó una estufa de secado para

la deshidratación del material vegetal y una balanza analítica para la obtención del peso seco del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

3.8. Procedimientos del cultivo de la espinaca

Para el establecimiento del experimento, se desarrollaron las siguientes actividades:

3.8.1. Muestreo de suelo

Para la recolección de las muestras de suelo, se adoptó un patrón de recorrido en zigzag, a fin de garantizar la representatividad del área experimental. En cada punto de muestreo se retiraron previamente los residuos superficiales y se extrajo el suelo a una profundidad de 20 cm, correspondiente a la capa arable y zona de mayor desarrollo radicular del cultivo, utilizando una pala limpia y efectuando cortes en forma de “V”.

Las submuestras recolectadas se depositaron en un recipiente plástico, donde fueron mezcladas y homogeneizadas adecuadamente; posteriormente, se eliminaron piedras y restos vegetales y, mediante el método del cuarteo, se obtuvo aproximadamente 1 kg de suelo, constituyendo la muestra compuesta representativa. Concluido este proceso, la muestra fue debidamente rotulada y trasladada a los laboratorios de suelos del INIA para su respectivo análisis físico-químico.

3.8.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en una serie de labores que se realizó antes del establecimiento del cultivo con la finalidad de acondicionar y dejar el suelo en las mejores condiciones posibles. Estas actividades incluyeron la limpieza de malezas, el picado, la nivelación del suelo y la formación de surcos.

Cada una de estas labores se desarrolló de forma ordenada y permitió mejorar la estructura del terreno y crear un ambiente adecuado para el buen establecimiento y desarrollo de las plantas.

3.8.3. Limpieza de malezas

La limpieza de malezas se realizó con la finalidad de eliminar la vegetación remanente del cultivo previo de brócoli y las malezas presentes en el área experimental, reduciendo la competencia por agua, luz y nutrientes, así como el riesgo de plagas y enfermedades. Asimismo, el despeje del terreno facilitó las labores posteriores y la preparación del suelo.

3.8.4. Manejo del suelo

La preparación del terreno comprendió la labranza mediante el picado del suelo, con la finalidad de aflojarlo y reducir su compactación; posteriormente, se realizó la nivelación para uniformizar la superficie y evitar desniveles que pudieran afectar el establecimiento y desarrollo del cultivo. Luego, se delimitaron las parcelas experimentales de 3,6 m² utilizando yeso y wincha, considerando las calles y espacios de separación entre parcelas y bloques para facilitar el manejo y la distribución de los tratamientos. Finalmente, se efectuó la formación de surcos en cada bloque experimental, respetando las distancias establecidas, con el propósito de facilitar la siembra, el manejo del cultivo y favorecer un desarrollo uniforme de las plantas.

3.8.5. Aplicación de abonos orgánicos

El abonamiento se efectuó considerando los resultados del análisis de suelo y la composición de los abonos orgánicos, determinándose las dosis requeridas para cada tratamiento, las cuales fueron aplicadas e incorporadas al suelo antes del establecimiento del cultivo.

Tabla 5

Dosis de aplicación de los abonos orgánicos utilizados en el cultivo de espinaca (Spinacia oleracea L.)

Tipo de abono orgánico	Cantidad (t ha ⁻¹)	Cantidad (kg UE ⁻¹)
Gallinaza	8.0	2.88
Estiércol de vaca	15.0	5.4
Estiércol de cuy	9.0	3.24

Nota. t ha⁻¹ = toneladas por hectárea; kg UE⁻¹ = kilogramos por unidad experimental. Las dosis fueron calculadas de acuerdo con la superficie de cada unidad experimental.

3.8.6. Trasplante

El trasplante de las plántulas de espinaca se llevó a cabo manteniendo un distanciamiento de 20 cm entre plantas, de acuerdo con la densidad de siembra establecida para cada unidad experimental. Esta actividad se realizó el 23 de diciembre de 2025.

3.8.7. Riego

El primer riego se realizó al día siguiente del trasplante, con la finalidad de favorecer el prendimiento y establecimiento de las plántulas. Posteriormente, se efectuó un segundo riego a los tres días y, a partir de entonces, los riegos se aplicaron con una frecuencia de cada cinco días. Finalmente, el riego fue suspendido debido a la presencia de precipitaciones pluviales, las cuales cubrieron los requerimientos hídricos del cultivo.

3.8.8. Aplicación de microorganismos eficientes EM-1

La aplicación del biofertilizante se inició a los cinco días después del trasplante (ddt) y se realizó posteriormente cada 15 días hasta la cosecha. Para su activación, se utilizó un bidón hermético de 20 L, donde se mezclaron 18 L de agua limpia, 1 kg de melaza y 1 L de microorganismos eficientes (EM-1), previamente incorporados y homogenizados. La mezcla se mantuvo cerrada durante 5 a 7 días a temperatura ambiente, realizando una remoción suave diaria, hasta obtener un olor dulce característico de la fermentación, indicativo de una adecuada activación microbiana. Posteriormente, se diluyó 1 L de EM-1 activado en 20 L de agua y se aplicó directamente al suelo, en la zona radicular, mediante el método drench, utilizando 1,5 L de solución por unidad experimental para asegurar una distribución uniforme del biofertilizante.

3.8.9. Deshierbo

El deshierbo se llevó a cabo de manera manual y de forma continua a lo largo del cultivo; sin embargo, en dos fechas específicas se realizó de manera exhaustiva: la primera el 7 de enero y la segunda el 30 de enero.

3.8.10. Control fitosanitario

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron labores de control fitosanitario mediante monitoreos periódicos, identificándose enfermedades de origen fúngico, principalmente la enfermedad conocida como marchitez o pudrición radicular de plántulas (damping-off), asociada a patógenos del suelo como *Pythium*, así como la presencia de plagas insectiles, principalmente áfidos e insectos masticadores como *Diabrotica viridula*, que ocasionaron daños foliares y reducción del vigor vegetativo. Para su manejo se aplicó el fungicida sistémico Sextan y el insecticida Real, complementándose con prácticas culturales como deshierbe y eliminación de plantas afectadas, a fin de mantener la sanidad del cultivo durante el periodo experimental. Asimismo, se instalaron trampas adhesivas amarillas en el área experimental con la finalidad de monitorear y reducir la población de mosca blanca y otros insectos voladores, contribuyendo al manejo fitosanitario del cultivo.

3.8.11. Cosecha

La cosecha se realizó el 7 de febrero, fecha en la que se efectuaron las últimas evaluaciones agronómicas del cultivo. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio para su respectivo procesamiento y análisis.

3.9. Variables agronómicas evaluadas

3.9.1. Número de hojas

Se seleccionaron 12 plantas al azar por unidad experimental, evaluándose en tres etapas del cultivo: a los 15 y 30 días después del trasplante, y al momento de la cosecha. El conteo se realizó de forma manual, registrándose únicamente las hojas completamente desarrolladas por planta.

3.9.2. Altura de planta

Se seleccionaron 12 plantas por cada unidad experimental, las cuales fueron evaluadas en tres momentos del ciclo del cultivo: a los 15 y 30 después del trasplante y en la etapa de cosecha. Las mediciones se realizaron utilizando una regla milimétrica

3.9.3. Peso fresco

Se seleccionaron 12 plantas al azar por unidad experimental, las cuales fueron pesadas individualmente utilizando una balanza analítica, con el fin de obtener el peso correspondiente de cada muestra.

3.9.4. Peso seco

Se seleccionaron tres plantas por unidad experimental, a las cuales se les registró el peso inicial (peso fresco). Posteriormente, las muestras fueron colocadas en una estufa de secado hasta alcanzar peso constante, con la finalidad de determinar el peso seco.

3.9.5. Rendimiento

El rendimiento de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) se define como la cantidad de biomasa fresca comercial obtenida por unidad de superficie cultivada, generalmente expresada en $t\ ha^{-1}$. Este indicador permite evaluar la productividad del cultivo y determinar la respuesta de las plantas a los diferentes tratamientos aplicados durante el experimento. El rendimiento se calcula a partir del peso fresco de las plantas cosechadas en cada unidad experimental, extrapolarlo los valores obtenidos a una hectárea.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis e interpretación de los resultados del número de hojas 15 DDT

4.1.1.1. Análisis estadístico descriptivos del número de hojas 15 DDT

Tabla 6

Número promedio de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 15 días después del trasplante (15 DDT), según tratamientos

Tratamiento	Media (Unid.)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	9,25	0,66
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	12,36	0,65
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	11,00	1,34
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	11,72	1,35
T5 – Con EM-1 y sin abono	10,83	0,58
T6 – Con EM-1 + gallinaza	12,47	1,51
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	11,42	1,12
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	12,64	1,56

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar del número de hojas por planta.

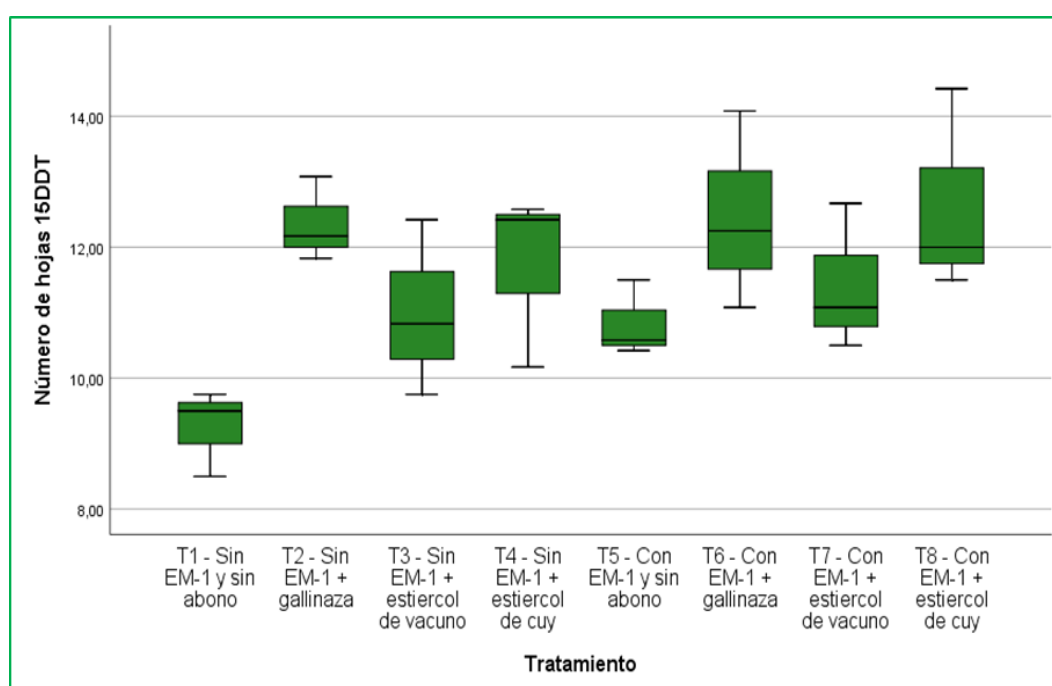
La Tabla 6 muestra que el número promedio de hojas por planta a los 15 días después del trasplante presentó variaciones entre los tratamientos. El mayor promedio correspondió al T8 (con EM-1 + estiércol de cuy), con 12,64 hojas por planta, seguido del T6 (con EM-1 + gallinaza), con 12,47 hojas, y del T2 (sin EM-1 + gallinaza), con 12,36 hojas. Por otro lado, el menor promedio se registró en el T1 (sin EM-1 y sin abono), con 9,25 hojas por planta. Los tratamientos T3, T4, T5 y T7 presentaron valores intermedios de 11,00; 11,72; 10,83 y 11,42 hojas, respectivamente. La desviación estándar fluctuó entre 0,58 y 1,56, siendo T5 el tratamiento con menor variabilidad y T8 el de mayor dispersión de los datos.

La Figura 1 permite observar visualmente la distribución del número de hojas por planta entre los tratamientos. Se aprecia que T8 y T6 presentan valores centrales más elevados, mientras que T1 concentra los valores más bajos. Asimismo, los tratamientos T3, T4, T7 y T5 muestran posiciones intermedias, aunque con diferente amplitud en la distribución de sus datos. En particular, T6 y

T8 presentan una mayor dispersión, evidenciada por la amplitud de sus cajas y rangos, mientras que T5 presenta una distribución más compacta, indicando menor variabilidad entre las observaciones. En términos descriptivos, la figura evidencia una tendencia hacia mayores valores de número de hojas en los tratamientos que combinan EM-1 con abonos orgánicos, especialmente con gallinaza y estiércol de cuy.

Figura 3

*Número de hojas por planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 15 días después del trasplante (15 DDT) según tratamientos*



4.1.1.2. Análisis estadístico inferencial para el número de hojas 15 DDT

4.1.1.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-para el número de hojas 15 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT) presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del número de hojas a los 15 DDT no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 7

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	0,363
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	0,508
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	0,790
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	0,113
T5 – Con EM-1 y sin abono	0,263
T6 – Con EM-1 + gallinaza	0,759
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	0,499
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	0,307

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La tabla 7 muestra la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk mostró valores de significancia superiores a 0,05 en todos los tratamientos, con valores comprendidos entre 0,113 y 0,790. El menor valor correspondió al tratamiento T4 (sin EM-1 + estiércol de cuy), con $p = 0,113$, mientras que el mayor se obtuvo en T3 (sin EM-1 + estiércol de vacuno), con $p = 0,790$. Debido a que todos los valores de significancia fueron mayores que 0,05, no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. Por tanto, no se encontraron evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los datos del número de hojas a los 15 DDT se desvían de una distribución normal. En consecuencia, se considera cumplido el supuesto de normalidad, por lo que es procedente continuar con el análisis estadístico paramétrico mediante el ANOVA factorial.

4.1.1.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 8

Prueba de homogeneidad de varianzas para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número de hojas a los 15 DDT	1,093	7	16	0,413

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

Los resultados de la tabla 8 muestra la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT) muestran un estadístico de 1,093, con 7 grados de libertad en el numerador y 16 en el denominador, y un nivel de significancia de 0,413. Debido a que el valor de significancia es mayor que 0,05 ($p = 0,413 > 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, se considera que las varianzas de los tratamientos son homogéneas, cumpliéndose el supuesto de homocedasticidad. En consecuencia, los datos cumplen con este supuesto para la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) paramétrico.

4.1.1.2.3. Análisis de varianza para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Los resultados del análisis de varianza tabla 9 para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT) evidenciaron que el factor abono orgánico presentó un efecto estadísticamente significativo sobre esta variable ($F = 4,968$; $p = 0,015 < 0,05$). Este resultado indica que existen diferencias significativas entre al

menos dos de los niveles de abono orgánico evaluados, por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias para este factor. En consecuencia, corresponde realizar una prueba de comparación múltiple de medias para identificar específicamente cuáles tratamientos difieren entre sí. Por otro lado, el factor biofertilizante no presentó un efecto estadísticamente significativo sobre el número de hojas a los 15 DDT ($F = 2,433$; $p = 0,141 > 0,05$). Por tanto, bajo las condiciones del experimento, no se encontraron evidencias suficientes para afirmar que la aplicación del biofertilizante haya generado diferencias en el número de hojas respecto a sus niveles evaluados. Asimismo, la interacción biofertilizante $\times$ abono orgánico no fue estadísticamente significativa ($F = 0,440$; $p = 0,728 > 0,05$). Esto indica que no se evidenció un efecto conjunto o dependiente entre ambos factores sobre el número de hojas a los 15 DDT; es decir, la respuesta a los diferentes tipos de abono orgánico no estuvo condicionada por el nivel de biofertilizante aplicado. En cuanto al efecto de bloque, este tampoco resultó significativo ($F = 0,649$; $p = 0,537 > 0,05$), lo que indica que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los bloques utilizados en el experimento. Esto sugiere que la variabilidad atribuible al efecto de bloqueo fue reducida para esta variable.

Tabla 9

Análisis de varianzas para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	28,180	9	3,131	2,217	0,088
Bloque	1,834	2	0,917	0,649	0,537
Biofertilizante	3,435	1	3,435	2,433	0,141
Abono orgánico	21,047	3	7,016	4,968	0,015*
Biofertilizante $\times$ Abono orgánico	1,864	3	0,621	0,440	0,728
Error	19,771	14	1,412	—	—
Total, corregido	47,951	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,588$; R^2 ajustado = 0,323.

Finalmente en la tabla 9 el modelo corregido presentó un $R^2 = 0,588$, lo que indica que el 58,8 % de la variabilidad observada en el número de hojas a los 15 DDT fue explicada por los factores incluidos en el modelo. El R^2 ajustado = 0,323

señala que, después de considerar el número de factores y grados de libertad del modelo, el porcentaje de variabilidad explicada ajustado fue de 32,3 %. En conjunto, los resultados muestran que el tipo de abono orgánico fue el único factor que produjo un efecto significativo sobre el número de hojas a los 15 DDT, mientras que el biofertilizante, la interacción entre ambos factores y el bloque no mostraron efectos estadísticamente significativos.

4.1.1.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de hojas 15 días después del trasplante (15 DDT)

Tabla 10

Prueba de Tukey para el número de hojas a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Abono orgánico	Media (hojas)	Subconjunto 1	Subconjunto 2
Gallinaza	12,4150	a	
Estiércol de cuy	12,1817	a	
Estiércol de vacuno	11,2083	a	b
Sin abono	10,0417		b

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La Tabla 10 de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la gallinaza presentó el mayor número promedio de hojas (12,42 hojas), seguida del estiércol de cuy (12,18 hojas); ambos tratamientos pertenecieron al subconjunto homogéneo 1 (a), por lo que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí. El estiércol de vacuno registró una media de 11,21 hojas y se ubicó simultáneamente en los subconjuntos 1 (a) y 2 (b), indicando que no difirió significativamente de la gallinaza ni del estiércol de cuy, pero tampoco presentó diferencias significativas con el tratamiento sin abono. Por su parte, el tratamiento sin abono presentó el menor promedio, con 10,04 hojas, y se ubicó únicamente en el subconjunto 2 (b). En términos descriptivos, la aplicación de gallinaza produjo el mayor número de hojas a los 15 DDT, mientras que la ausencia de abono presentó el menor valor.

4.1.2. Análisis e interpretación de los resultados del número de hojas 30 DDT

4.1.2.1. Análisis estadístico descriptivos del número de hojas 30 DDT

La Tabla 11 muestra que, a los 30 DDT, el tratamiento T1 (sin EM-1 y sin abono) presentó el mayor número promedio de hojas por planta, con $17,85 \pm 1,18$ hojas, seguido de T2 ($17,64 \pm 1,12$) y T3 ($17,62 \pm 0,82$). En contraste, el menor promedio correspondió al T8 (con EM-1 + estiércol de cuy), con $12,94 \pm 0,94$ hojas. En términos descriptivos, se observa una mayor producción de hojas en los tratamientos sin EM-1, mientras que los tratamientos con EM-1 presentaron valores inferiores. Sin embargo, estas diferencias descriptivas no permiten afirmar que los tratamientos difieran estadísticamente, por lo que su significancia debe determinarse mediante el análisis de varianza y, de ser necesario, una prueba de comparación de medias.

Tabla 11

*Número promedio de hojas por planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 30 días después del trasplante (30 DDT), según tratamientos*

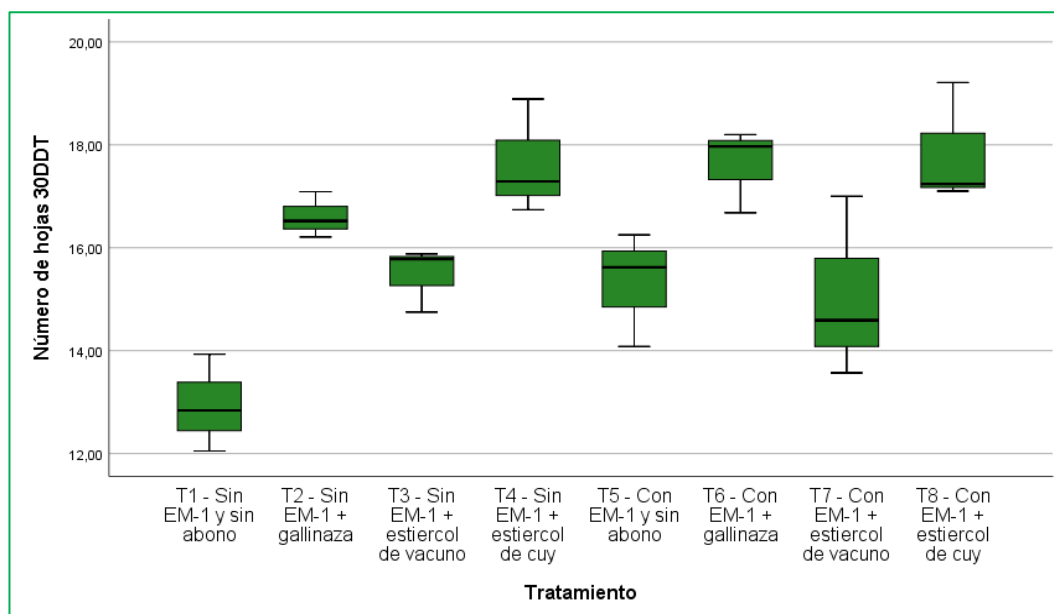
Tratamiento	Media (Unid.)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	13,47	1,57
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	17,75	0,85
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	15,39	2,06
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	16,61	1,89
T5 – Con EM-1 y sin abono	17,86	1,94
T6 – Con EM-1 + gallinaza	19,14	1,71
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	17,64	0,61
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	17,38	1,79

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar del número de hojas por planta.

La figura 4 muestra diferencias descriptivas en el número de hojas por planta de espinaca a los 30 DDT entre los tratamientos. El T1 (sin EM-1 y sin abono) presentó el mayor valor promedio, seguido de T2 y T3, mientras que el T8 (con EM-1 + estiércol de cuy) registró el menor número de hojas. En general, se observa una tendencia hacia mayores valores en los tratamientos sin EM-1, especialmente cuando se incorporó gallinaza o estiércol de vacuno. No obstante, estas diferencias observadas en la figura deben ser corroboradas mediante el ANOVA y la prueba de comparación de medias, para determinar si son estadísticamente significativas.

Figura 4

Número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 30 días después del trasplante (30 DDT) según tratamientos



4.1.2.2. Análisis estadístico inferencial para el número de hojas 30 DDT

4.1.2.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-para el número de hojas 30 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del número de hojas a los 30 días después del trasplante (30 DDT) presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del número de hojas a los 30 DDT no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 12

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas a los 30 días después del trasplante (30 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,825
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,677
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,153
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,475
T5 – Con EM-1 y sin abono	,546
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,269
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,561
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,113

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La tabla 1 muestra la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk mostró valores de significancia superiores a 0,05 en todos los tratamientos, con valores que oscilaron entre 0,113 y 0,825. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, concluyéndose que los datos del número de hojas a los 30 DDT presentan una distribución compatible con la normalidad en todos los tratamientos. En consecuencia, se cumple el supuesto de normalidad requerido para continuar con los análisis estadísticos paramétricos correspondientes.

4.1.2.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el número de hojas a los 30 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

La tabla 13 de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene presentó un estadístico de 1,093, con 7 y 16 grados de libertad, y un nivel de significancia de 0,296, superior al valor establecido de 0,05. Por tanto, no se rechaza la hipótesis

nula de igualdad de varianzas, evidenciándose que las varianzas del número de hojas a los 30 DDT son homogéneas entre los tratamientos. En consecuencia, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas y es pertinente continuar con el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los tratamientos.

Tabla 13

Prueba de homogeneidad de varianzas para el número de hojas a los 30 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número de hojas a los 30 DDT	1,093	7	16	0,296

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

4.1.2.2.3. Análisis de varianza para el número de hojas a los 30 días después del trasplante

El análisis de varianza tabla 14 mostró que el modelo corregido fue estadísticamente significativo ($F = 5,710$; $p = 0,002$), indicando que el conjunto de factores incluidos en el modelo explica diferencias significativas en el número de hojas de espinaca a los 30 DDT. El factor abono orgánico presentó un efecto altamente significativo ($F = 13,852$; $p < 0,001$), evidenciando que el número de hojas varió significativamente según el tipo de abono orgánico aplicado. En cambio, el factor biofertilizante no presentó un efecto significativo ($F = 3,159$; $p = 0,097$), por lo que no se encontraron evidencias suficientes para afirmar que su aplicación, de manera independiente, modificara significativamente el número de hojas. Asimismo, la interacción biofertilizante $\times$ abono orgánico no fue significativa ($F = 1,815$; $p = 0,191$), indicando que el efecto del abono orgánico no dependió significativamente de la aplicación del biofertilizante. El efecto de bloque tampoco fue significativo ($F = 0,615$; $p = 0,555$), lo que indica que no se detectaron diferencias atribuibles a los bloques experimentales. Finalmente, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,786$) indica que el modelo explica aproximadamente el 78,6 % de la variabilidad observada en el número de hojas a los 30 DDT, mientras que el R^2 ajustado fue de 0,648.

Tabla 14

Análisis de varianzas para el número de hojas a los 30 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	61,689	9	6,854	5,710	,002
Bloque	1,477	2	,738	,615	,555
Biofertilizante	3,792	1	3,792	3,159	,097
Abono orgánico	49,883	3	16,628	13,852	,000
Biofertilizante × Abono orgánico	6,537	3	2,179	1,815	,191
Error	16,805	14	1,200		
Total, corregido	78,495	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,786$; R^2 ajustado = 0,648.

4.1.2.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de hojas 30 días después del trasplante

La Tabla 15 de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que el estiércol de cuy presentó el mayor número promedio de hojas a los 30 DDT, con 17,75 hojas, seguido de la gallinaza, con 17,11 hojas; ambos tratamientos pertenecieron al subconjunto 1 (a), por lo que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

Por otro lado, el estiércol de vacuno registró un promedio de 15,26 hojas y el tratamiento sin abono presentó el menor promedio, con 14,13 hojas; ambos se ubicaron en el subconjunto 2 (b), indicando que tampoco presentaron diferencias significativas entre sí. En consecuencia, los abonos estiércol de cuy y gallinaza produjeron significativamente un mayor número de hojas que el estiércol de vacuno y el tratamiento sin abono.

Tabla 15

Prueba de Tukey para el número de hojas a los 30 días después del trasplante

Abono orgánico	Media (hojas)	Subconjunto 1	Subconjunto 2
Estiércol de cuy	17,7450	a	
Gallinaza	17,1117	a	
Estiércol de vacuno	15,2617		b
Sin abono	14,1283		b

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.1.3. Análisis e interpretación de los resultados del número de hojas 45 DDT

4.1.3.1. Análisis estadístico descriptivos del número de hojas 45 DDT

Tabla 16

*Número promedio de hojas por planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos*

Tratamiento	Media (Unid.)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	16,84	1,34
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	20,49	0,49
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	18,81	0,73
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	21,72	0,82
T5 – Con EM-1 y sin abono	20,28	0,85
T6 – Con EM-1 + gallinaza	22,21	0,55
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	20,98	0,56
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	24,34	0,42

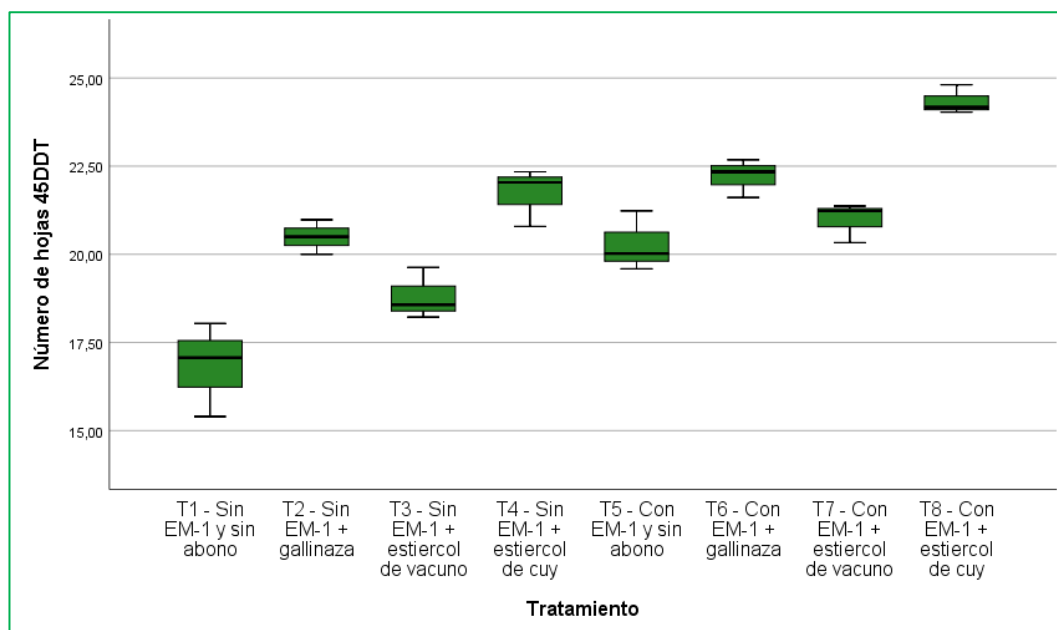
Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar del número de hojas por planta.

La Tabla 16 muestra que, a los 45 días después del trasplante (45 DDT), el tratamiento T8 (con EM-1 + estiércol de cuy) presentó el mayor número promedio de hojas por planta, con $24,34 \pm 0,42$ hojas, seguido de T6 (con EM-1 + gallinaza), con $22,21 \pm 0,55$ hojas, y T4 (sin EM-1 + estiércol de cuy), con $21,72 \pm 0,82$ hojas. En contraste, el menor promedio se registró en T1 (sin EM-1 y sin abono), con $16,84 \pm 1,34$ hojas. En términos descriptivos, los tratamientos que combinaron EM-1 con abonos orgánicos, especialmente el estiércol de cuy, presentaron los mayores valores de número de hojas, mientras que el tratamiento sin EM-1 y sin abono mostró el menor desarrollo foliar.

La Figura 5 de la figura muestra el comportamiento del número de hojas por planta de espinaca a los 45 DDT según los tratamientos evaluados. Se observa que el T8 (con EM-1 + estiércol de cuy) presentó el mayor promedio, mientras que el T1 (sin EM-1 y sin abono) registró el menor valor. En general, los tratamientos que incluyeron EM-1 combinado con abonos orgánicos mostraron una tendencia hacia un mayor número de hojas. Sin embargo, las diferencias observadas en la figura deben ser corroboradas mediante el análisis estadístico inferencial para determinar si son estadísticamente significativas.

Figura 5

Número de hojas por planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos



4.1.3.2. Análisis estadístico inferencial para el número de hojas 45 DDT

4.1.3.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-para el número de hojas 45 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del número de hojas a los 45 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del número de hojas a los 45 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 17

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas a los 45 días después del trasplante

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,710
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,977
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,460
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,350
T5 – Con EM-1 y sin abono	,488
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,604
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,237
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,323

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La tabla 17 de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk evidenció valores de significancia superiores a 0,05 en todos los tratamientos, con valores entre 0,237 y 0,977. Por tanto, no se rechazó la hipótesis nula de normalidad, indicando que los datos del número de hojas por planta a los 45 DDT presentan una distribución compatible con la normalidad. En consecuencia, se cumplió el supuesto de normalidad para proceder con el análisis estadístico paramétrico correspondiente.

4.1.3.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el número de hojas a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

La tabla 18 de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene presentó un estadístico de 1,093, con 7 y 16 grados de libertad, y un nivel de significancia de 0,363, valor superior a 0,05. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, evidenciándose que las varianzas del número de hojas a los 45 DDT

son homogéneas entre los tratamientos. En consecuencia, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas, por lo que es pertinente continuar con el análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 18

Prueba de homogeneidad de varianzas para el número de hojas a los 45 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número de hojas a los 45 DDT	1,093	7	16	0,363

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

4.1.3.2.3. Análisis de varianza para el número de hojas a los 45 días después del trasplante

Tabla 19

Análisis de varianzas para el número de hojas a los 45 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	106,869	9	11,874	19,092	,000
Bloque	,796	2	,398	,640	,542
Biofertilizante	37,076	1	37,076	59,611	,000
Abono orgánico	66,561	3	22,187	35,672	,000
Biofertilizante × Abono orgánico	2,437	3	,812	1,306	,312
Error	8,708	14	,622		
Total, corregido	115,577	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,925$; R^2 ajustado = 0,876.

La tabla 19 del análisis de varianza mostró que el modelo corregido fue estadísticamente significativo ($F = 19,092$; $p < 0,001$), indicando que los factores incluidos en el modelo explican una proporción significativa de la variabilidad observada en el número de hojas a los 45 DDT. El factor biofertilizante presentó un efecto altamente significativo ($F = 59,611$; $p < 0,001$), evidenciando diferencias en el número de hojas entre los niveles de aplicación del biofertilizante. Asimismo, el factor abono orgánico presentó un efecto altamente significativo ($F = 35,672$; $p <$

0,001), indicando que el número de hojas varió significativamente según el tipo de abono orgánico utilizado.

Por otro lado, la interacción biofertilizante $\times$ abono orgánico no fue significativa ($F = 1,306$; $p = 0,312$), lo que indica que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que el efecto del abono orgánico dependa de la aplicación del biofertilizante. Asimismo, el efecto de bloque no fue significativo ($F = 0,640$; $p = 0,542$), por lo que no se evidenciaron diferencias atribuibles a los bloques experimentales. Además, el modelo presentó un $R^2 = 0,925$, indicando que el 92,5 % de la variabilidad del número de hojas a los 45 DDT fue explicada por los factores incluidos en el modelo. El R^2 ajustado fue de 0,876, lo que confirma un adecuado ajuste del modelo.

4.1.3.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el número de hojas 45 días después del trasplante

Tabla 20

Prueba de Tukey para el número de hojas a los 45 días después del trasplante

Abono orgánico	Media (hojas)	Subconjunto			
		1	2	3	4
Estiércol de cuy	23,0300	a			
Gallinaza	21,3517		b		
Estiércol de vacuno	19,8917			c	
Sin abono	18,5583				d

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La tabla 20 de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de abono orgánico para el número de hojas a los 45 DDT. El estiércol de cuy presentó el mayor promedio, con 23,03 hojas, seguido de la gallinaza, con 21,35 hojas, el estiércol de vacuno, con 19,89 hojas, y el tratamiento sin abono, que registró el menor promedio, con 18,56 hojas.

Los cuatro tratamientos se ubicaron en subconjuntos diferentes (a, b, c y d), lo que indica que cada tipo de abono orgánico difirió significativamente de los demás. Por tanto, el estiércol de cuy fue el tratamiento que favoreció en mayor medida el desarrollo foliar de la espinaca a los 45 DDT.

4.1.4. Análisis e interpretación de los resultados del área foliar 45 DDT

4.1.4.1. Análisis estadístico descriptivos del área foliar 45 DDT

Tabla 21

Área foliar promedio de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos

Tratamiento	Media (cm ²)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	95,70	7,77
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	139,23	5,35
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	116,50	10,25
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	147,90	4,36
T5 – Con EM-1 y sin abono	139,73	2,65
T6 – Con EM-1 + gallinaza	148,50	4,42
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	131,40	5,41
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	167,73	10,50

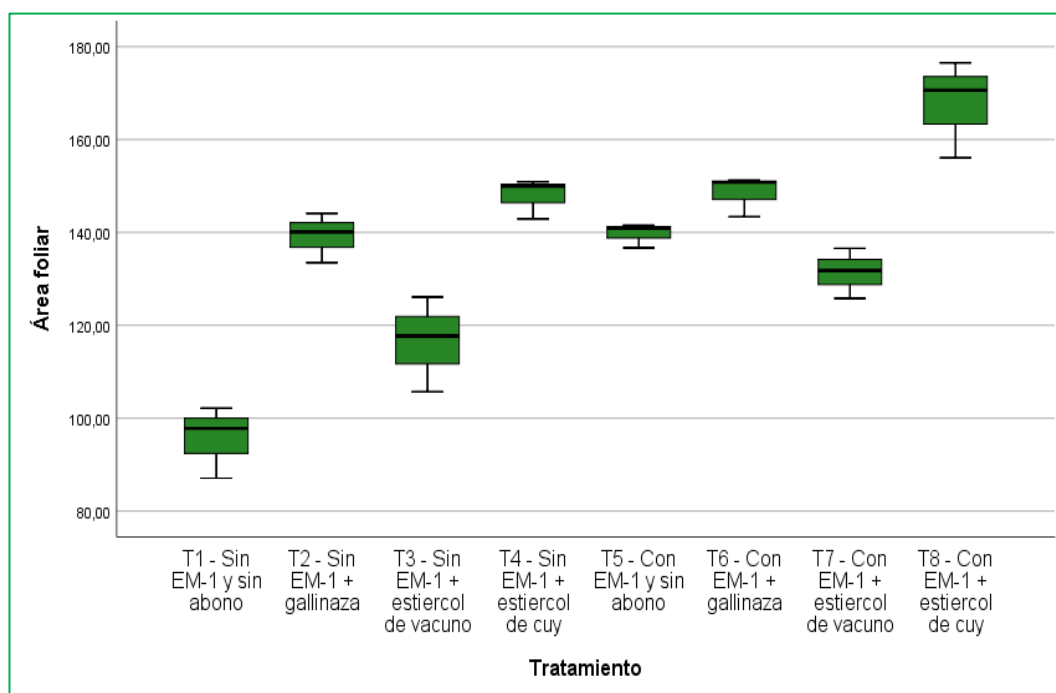
Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar del área foliar promedio.

La Tabla 21 muestra que el área foliar de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante presentó variaciones entre los tratamientos. El mayor valor promedio se registró en el T8 (con EM-1 + estiércol de cuy), con 167,73 cm², seguido del T6 (con EM-1 + gallinaza) con 148,50 cm² y del T4 (sin EM-1 + estiércol de cuy) con 147,90 cm². Los valores intermedios correspondieron al T5 (con EM-1 y sin abono) con 139,73 cm², T2 (sin EM-1 + gallinaza) con 139,23 cm² y T7 (con EM-1 + estiércol de vacuno) con 131,40 cm². En tanto, el T3 (sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentó 116,50 cm², mientras que el menor promedio correspondió al T1 (sin EM-1 y sin abono), con 95,70 cm².

En términos descriptivos, el T8 superó al tratamiento testigo T1 en 72,03 cm², lo que representa aproximadamente un 75,3 % de incremento en el área foliar. La desviación estándar osciló entre 2,65 y 10,50 cm², indicando una variabilidad relativamente baja a moderada dentro de los tratamientos. Estos resultados descriptivos sugieren que la aplicación conjunta de EM-1 y estiércol de cuy (T8) favoreció el desarrollo del área foliar de la espinaca a los 45 DDT; sin embargo, la existencia de diferencias estadísticamente significativas debe determinarse mediante el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias correspondiente.

Figura 6

*Área foliar de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos*



La Figura 6 muestra el comportamiento del área foliar de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) en los ocho tratamientos evaluados. Se observa una tendencia diferenciada entre tratamientos, destacando el T8 (con EM-1 + estiércol de cuy) como el tratamiento con mayor área foliar promedio (167,73 cm²), seguido por el T6 (con EM-1 + gallinaza) con 148,50 cm² y el T4 (sin EM-1 + estiércol de cuy) con 147,90 cm². Por el contrario, el menor valor se presentó en el T1 (sin EM-1 y sin abono), con 95,70 cm².

En términos generales, la figura evidencia que los tratamientos que incorporaron abonos orgánicos, particularmente el estiércol de cuy, presentaron mayores valores de área foliar respecto al tratamiento sin abono. Asimismo, el tratamiento con la combinación de EM-1 + estiércol de cuy (T8) mostró el mayor desarrollo foliar, lo que sugiere un efecto favorable de la combinación de ambos factores sobre esta característica. No obstante, estas diferencias observadas gráficamente deben ser corroboradas mediante el análisis estadístico inferencial, para determinar si son estadísticamente significativas.

4.1.4.2. Análisis estadístico inferencial para el área foliar 45 DDT

4.1.4.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para el área foliar 45 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del área foliar a los 45 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del área foliar a los 45 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 22

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el área foliar a los 45 días después del trasplante (45 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,549
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,731
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,806
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,220
T5 – Con EM-1 y sin abono	,253
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,108
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,878
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,544

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La Tabla 22 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada al área foliar de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días

después del trasplante (45 DDT). Los valores de significancia obtenidos para los ocho tratamientos fueron superiores a 0,05, con valores que oscilaron entre 0,108 y 0,878. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0) de normalidad, debido a que en todos los tratamientos se obtuvo $p > 0,05$. En consecuencia, los datos del área foliar presentan una distribución compatible con la normalidad en cada tratamiento, por lo que se cumple el supuesto de normalidad requerido para la aplicación de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA).

4.1.4.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el área foliar a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 23

Prueba de homogeneidad de varianzas para el área foliar a los 45 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Área foliar a los 45 DDT	1,262	7	16	0,328

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

La Tabla 23 presenta la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para el área foliar de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Se obtuvo un estadístico de Levene de 1,262, con 7 y 16 grados de libertad y una significancia de $p = 0,328$. Debido a que el valor de significancia es mayor que 0,05 ($p > 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, se considera que las varianzas del área foliar entre los ocho tratamientos son homogéneas.

4.1.4.2.3. Análisis de varianza para el área foliar a los 45 días después del trasplante

Tabla 24

Análisis de varianzas para el área foliar a los 45 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	10020,485	9	1113,387	17,944	,000
Bloque	7,266	2	3,633	,059	,943
Biofertilizante	2669,150	1	2669,150	43,018	,000
Abono orgánico	6517,155	3	2172,385	35,012	,000
Biofertilizante × Abono orgánico	826,915	3	275,638	4,442	,022
Error	868,654	14	62,047		
Total, corregido	10889,140	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,920$; R^2 ajustado = 0,869.

La Tabla 24 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el área foliar de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT). El modelo corregido resultó estadísticamente significativo ($F = 17,944$; $p < 0,001$), lo que indica que los factores evaluados explican una proporción significativa de la variabilidad observada en el área foliar. El coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,920$, mientras que el R^2 ajustado = 0,869, indicando que el modelo explica aproximadamente el 92,0 % de la variación total del área foliar.

Respecto a los bloques, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($F = 0,059$; $p = 0,943$; $p > 0,05$), por lo que el efecto del bloque no fue relevante para el área foliar. El factor biofertilizante presentó un efecto estadísticamente significativo ($F = 43,018$; $p < 0,001$), evidenciando que la aplicación de EM-1 produjo diferencias en el área foliar de las plantas. Asimismo, el factor abono orgánico presentó un efecto altamente significativo ($F = 35,012$; $p < 0,001$), indicando que los diferentes tipos de abono orgánico generaron diferencias en el área foliar. Además, se encontró una interacción significativa entre biofertilizante y abono orgánico ($F = 4,442$; $p = 0,022$), lo que indica que el efecto del biofertilizante sobre el área foliar depende del tipo de abono orgánico utilizado, y viceversa. Por ello, la interpretación de los efectos principales debe complementarse con una prueba de comparación de medias para la interacción o,

de acuerdo con el análisis factorial, examinar las medias de las combinaciones de tratamientos.

4.1.4.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el área foliar a los 45 días después del trasplante

Tabla 25

Prueba de Tukey para el área de foliar a los 45 días después del trasplante

Tratamiento	Media (cm ²)	Subconjunto			
		1	2	3	4
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	167,7333	a			
T6 – Con EM-1 + gallinaza	148,5000	a	b		
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	147,9000		b		
T5 – Con EM-1 y sin abono	139,7333		b		
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	139,2333		b		
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	131,4000		b	c	
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	116,5000			c	
T1 – Sin EM-1 y sin abono	95,7000				d

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La Tabla 25 presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el área foliar de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre varios tratamientos. El T8 (con EM-1 + estiércol de cuy) presentó el mayor promedio de área foliar, con 167,73 cm², ubicándose en el subconjunto a. Este tratamiento no presentó diferencias significativas con el T6 (con EM-1 + gallinaza), que alcanzó 148,50 cm², debido a que ambos comparten la letra a. Sin embargo, el T8 presentó diferencias significativas respecto a los tratamientos que no comparten la letra a.

El T4 (sin EM-1 + estiércol de cuy) presentó un promedio de 147,90 cm² y se ubicó en el subconjunto b, siendo estadísticamente similar al T6, T5, T2 y T7 cuando comparten el subconjunto correspondiente. Los tratamientos T5 (139,73 cm²), T2 (139,23 cm²) y T7 (131,40 cm²) mostraron valores intermedios, mientras que el T3 (116,50 cm²) se ubicó en el subconjunto c, presentando un área foliar significativamente menor que los tratamientos de mayor respuesta. Finalmente, el T1 (sin EM-1 y sin abono) presentó el menor promedio, con 95,70 cm², ubicándose

en el subconjunto d, por lo que fue estadísticamente diferente de los demás tratamientos que no comparten dicha letra.

4.1.5. Análisis e interpretación de los resultados de la altura de planta 15 DDT

4.1.5.1. Análisis estadístico descriptivos de la altura de planta 15 DDT

Tabla 26

*Altura promedio de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 15 días después del trasplante, según tratamientos*

Tratamiento	Media (cm)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	6,36	0,29
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	8,33	0,35
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	7,22	0,29
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	8,97	0,15
T5 – Con EM-1 y sin abono	7,99	0,64
T6 – Con EM-1 + gallinaza	8,64	0,50
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	8,44	0,51
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	9,51	0,35

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar de la altura de planta.

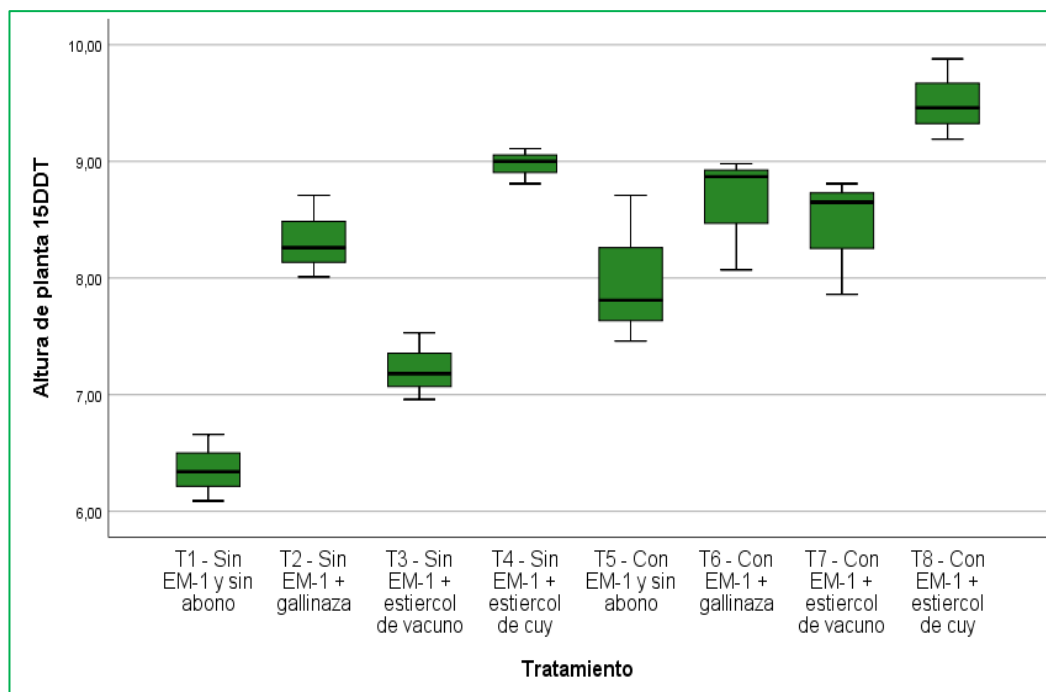
En la Tabla 26 se observa que a los 15 días después del trasplante (15 DDT), la altura promedio de las plantas de espinaca presentó variación entre los tratamientos. El mayor valor se registró en el T8 – con EM-1 + estiércol de cuy, con una altura promedio de 9,51 cm, seguido del T4 – sin EM-1 + estiércol de cuy, con 8,97 cm, y del T6 – con EM-1 + gallinaza, con 8,64 cm. Los tratamientos T7, T2 y T5 alcanzaron valores de 8,44; 8,33 y 7,99 cm, respectivamente, mientras que el T3 presentó 7,22 cm. El menor promedio correspondió al T1 – sin EM-1 y sin abono, con 6,36 cm. En términos descriptivos, estos resultados evidencian una mayor altura de planta en los tratamientos que incorporaron abonos orgánicos, destacando especialmente la combinación de EM-1 + estiércol de cuy (T8). La menor variabilidad se observó en el T4 (DE = 0,15 cm), mientras que la mayor correspondió al T5 (DE = 0,64 cm).

La Figura 7 muestra que la altura de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 15 días después del trasplante presentó diferencias descriptivas entre los tratamientos. El T8 (con EM-1 + estiércol de cuy) alcanzó la mayor altura promedio

(9,51 cm), seguido del T4 (sin EM-1 + estiércol de cuy) con 8,97 cm y el T6 (con EM-1 + gallinaza) con 8,64 cm. En contraste, el menor valor se observó en el T1 (sin EM-1 y sin abono), con 6,36 cm. Los tratamientos T7, T2, T5 y T3 registraron valores intermedios de 8,44; 8,33; 7,99 y 7,22 cm, respectivamente. En general, la figura evidencia una tendencia de mayor crecimiento vegetativo en los tratamientos que incorporaron abonos orgánicos, destacando la combinación de EM-1 + estiércol de cuy (T8).

Figura 7

Altura de planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 15 días después del trasplante según tratamientos



4.1.5.2. Análisis estadístico inferencial para la altura de planta 15 DDT

4.1.5.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para la altura de planta 15 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos de la altura de planta a los 15 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos de la altura de planta a los 15 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 27

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 15 días después del trasplante (15 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,865
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,688
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,750
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,708
T5 – Con EM-1 y sin abono	,525
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,212
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,302
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,762

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La Tabla 27 presenta la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk mostró valores de significancia superiores a 0,05 en todos los tratamientos, con valores que oscilaron entre 0,212 y 0,865. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, por lo que no se encontraron evidencias estadísticas de que los datos de altura de planta a los 15 días después del trasplante presenten una distribución diferente de la normal. Por tanto, se considera que los datos cumplen el supuesto de normalidad, lo que permite continuar con el análisis estadístico paramétrico correspondiente, como el análisis de varianza (ANOVA). La prueba de Shapiro-Wilk fue utilizada debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

4.1.5.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 28

Prueba de homogeneidad de varianzas para la altura de planta a los 15 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura de planta a los 15 DDT	1,462	7	16	0,249

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

En la Tabla 28 se observa la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para la altura de planta a los 15 días después del trasplante (15 DDT) presentó un estadístico de 1,462, con 7 y 16 grados de libertad, y un nivel de significancia de $p = 0,249$. Debido a que este valor es mayor que 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, se considera que las varianzas de la altura de planta son homogéneas entre los tratamientos, cumpliéndose el supuesto de homogeneidad de varianzas. En consecuencia, los datos cumplen los supuestos necesarios para proceder con el análisis de varianza (ANOVA) y, de encontrarse diferencias significativas, aplicar una prueba de comparación múltiple como Tukey.

4.1.5.2.3. Análisis de varianza para la altura de planta a los 15 días después del trasplante

La Tabla 29 del análisis de varianza mostró que el modelo corregido fue estadísticamente significativo ($F = 12,122$; $p < 0,001$), explicando el 88,6 % de la variabilidad observada en la altura de planta a los 15 días después del trasplante (R^2

= 0,886; R^2 ajustado = 0,813). El efecto del biofertilizante fue altamente significativo ($F = 26,777$; $p < 0,001$), indicando que la aplicación de EM-1 produjo diferencias significativas en la altura de las plantas. Asimismo, el factor abono orgánico presentó un efecto altamente significativo ($F = 24,494$; $p < 0,001$), evidenciando que los tipos de abono orgánico evaluados generaron diferencias en la altura de planta.

En cambio, el efecto de bloque no fue significativo ($F = 0,082$; $p = 0,922$), lo que indica que no se presentaron diferencias atribuibles a los bloques experimentales. Asimismo, la interacción biofertilizante $\times$ abono orgánico no fue significativa ($F = 2,892$; $p = 0,073$), debido a que el valor de p fue mayor que 0,05. Por tanto, no se evidenció un efecto conjunto significativo entre el EM-1 y los tipos de abono orgánico sobre la altura de planta a los 15 DDT.

En síntesis, la altura de planta estuvo influenciada significativamente por los efectos individuales del biofertilizante y del abono orgánico, pero no por su interacción. Dado que ambos factores principales fueron significativos, corresponde realizar las pruebas de comparación de medias para determinar qué niveles de biofertilizante y qué tipos de abono orgánico difieren entre sí.

Tabla 29

Análisis de varianzas para la altura de planta a los 15 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	20,879	9	2,320	12,122	,000
Bloque	,031	2	,016	,082	,922
Biofertilizante	5,125	1	5,125	26,777	,000
Abono orgánico	14,063	3	4,688	24,494	,000
Biofertilizante $\times$ Abono orgánico	1,661	3	,554	2,892	,073
Error	2,679	14	,191		
Total, corregido	23,558	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,886$; R^2 ajustado = 0,813.

4.1.5.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la altura de planta a los 15 días después del trasplante

La tabla 30 de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de abono orgánico sobre la altura de planta de espinaca a los 15 días después del trasplante (15 DDT). El estiércol de cuy presentó el mayor promedio de altura, con 9,24 cm, y se ubicó en un subconjunto independiente (a), indicando que fue significativamente superior al tratamiento sin abono.

La gallinaza alcanzó una altura promedio de 8,48 cm, ubicándose en el subconjunto b, mientras que el estiércol de vacuno presentó 7,83 cm y compartió los subconjuntos b y c. Esto indica que el estiércol de vacuno no presentó diferencias significativas respecto a la gallinaza ni respecto al tratamiento sin abono. Por su parte, el tratamiento sin abono registró el menor promedio, con 7,18 cm, perteneciendo al subconjunto c.

Tabla 30

Prueba de Tukey para la altura de planta a los 15 días después del trasplante

Abono orgánico	Media (cm)	Subconjunto 1	Subconjunto 2	Subconjunto 3
Estiércol de cuy	9,2417	a		
Gallinaza	8,4833		b	
Estiércol de vacuno	7,8317		b	c
Sin abono	7,1783			c

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.1.6. Análisis e interpretación de los resultados de la altura de planta 30 DDT

4.1.6.1. Análisis estadístico descriptivos de la altura de planta 30 DDT

La Tabla 31 presenta la altura promedio de las plantas de espinaca a los 30 días después del trasplante (DDT). El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) registró la mayor altura promedio, con 16,85 cm, seguido de T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy) con 15,21 cm y T6 (Con EM-1 + gallinaza) con 15,18 cm. En contraste, el tratamiento T1 (Sin EM-1 y sin abono) presentó la menor altura, con 10,72 cm. En términos generales, los tratamientos que incorporaron abonos

orgánicos mostraron mayores valores de altura respecto al tratamiento sin abono, destacando el estiércol de cuy, especialmente cuando fue combinado con EM-1. La menor variabilidad se observó en T6, con una desviación estándar de 0,10 cm, mientras que la mayor correspondió a T1, con 0,95 cm.

Tabla 31

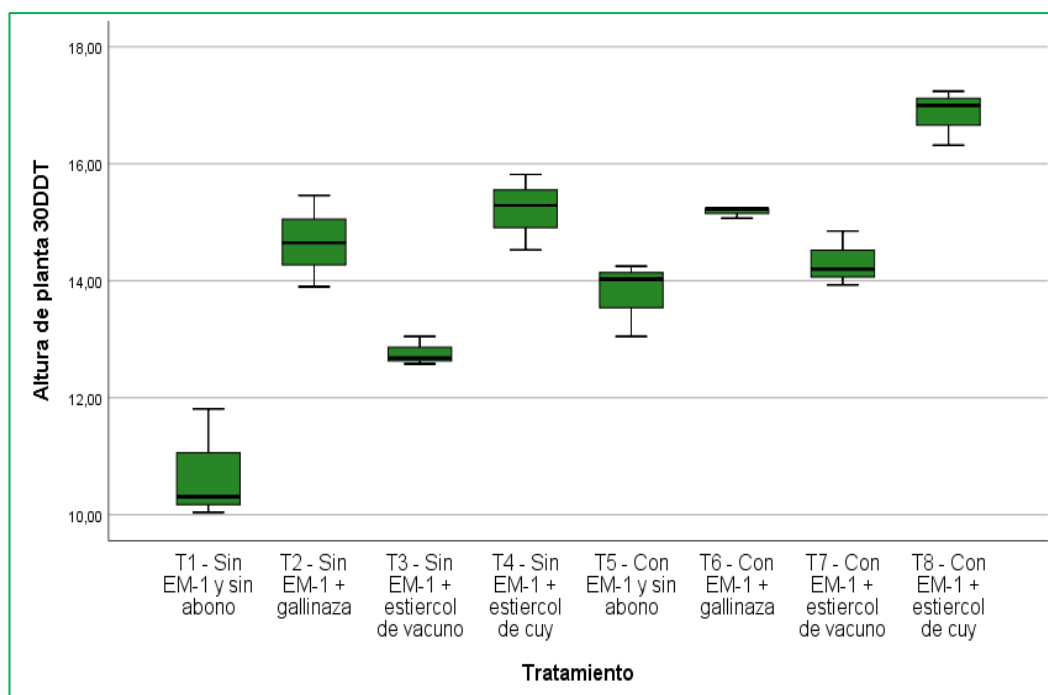
*Altura promedio de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 30 días después del trasplante, según tratamientos*

Tratamiento	Media (cm)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	10,72	0,95
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	14,67	0,78
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	12,77	0,25
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	15,21	0,65
T5 – Con EM-1 y sin abono	13,78	0,64
T6 – Con EM-1 + gallinaza	15,18	0,10
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	14,33	0,47
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	16,85	0,48

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar de la altura de planta.

Figura 8

*Altura de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 30 días después del trasplante según tratamientos*



La Figura 8 muestra la altura promedio de las plantas de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 30 días después del trasplante (DDT) en función de los diferentes tratamientos aplicados. Se observa que el tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) alcanzó la mayor altura, con 16,85 cm, seguido de T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy) y T6 (Con EM-1 + gallinaza), con 15,21 cm y 15,18 cm, respectivamente. Por el contrario, el tratamiento T1 (Sin EM-1 y sin abono) registró la menor altura promedio, con 10,72 cm. Estos resultados evidencian que la aplicación de abonos orgánicos, particularmente el estiércol de cuy combinado con EM-1, favoreció significativamente el crecimiento de las plantas de espinaca durante los primeros 30 días después del trasplante.

4.1.6.2. Análisis estadístico inferencial para la altura de planta 30 DDT

4.1.6.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para la altura de planta 30 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos de la altura de planta a los 30 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos de la altura de planta a los 30 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

En la Tabla 32 se presentan los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 30 días después del trasplante. Los valores de significancia para los ocho tratamientos fueron superiores a 0,05 ($T1 = 0,271$; $T2 = 0,958$; $T3 = 0,388$; $T4 = 0,804$; $T5 = 0,330$; $T6 = 0,100$; $T7 = 0,553$ y

$T8 = 0,485$), por lo que no se rechazó la hipótesis de normalidad. En consecuencia, los datos presentan una distribución compatible con la normalidad, cumpliéndose este supuesto para la aplicación de análisis estadísticos paramétricos.

Tabla 32

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 30 días después del trasplante (30 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,271
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,958
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,388
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,804
T5 – Con EM-1 y sin abono	,330
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,100
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,553
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,485

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

4.1.6.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 33

Prueba de homogeneidad de varianzas para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura de planta a los 30 DDT	1,759	7	16	0,165

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

La tabla 33 de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para la altura de planta a los 30 días después del trasplante (30 DDT) presentó un estadístico de 1,759, con 7 y 16 grados de libertad, y un nivel de significancia de $p = 0,165$. Debido a que este valor es mayor que 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas entre los ocho tratamientos evaluados.

4.1.6.2.3. Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Tabla 34

Análisis de varianzas para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	71,291	9	7,921	21,167	,000
Bloque	,498	2	,249	,665	,530
Biofertilizante	17,154	1	17,154	45,838	,000
Abono orgánico	48,719	3	16,240	43,396	,000
Biofertilizante × Abono orgánico	4,921	3	1,640	4,383	,023
Error	5,239	14	,374		
Total, corregido	76,530	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,932$; R^2 ajustado = 0,888.

En la Tabla 34 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta de espinaca a los 30 días después del trasplante. El modelo corregido resultó estadísticamente significativo ($F = 21,167$; $p < 0,001$). El factor biofertilizante presentó un efecto significativo sobre la altura de planta ($F = 45,838$; $p < 0,001$), al igual que el factor abono orgánico ($F = 43,396$; $p < 0,001$). Asimismo, se encontró una interacción significativa entre el biofertilizante y el abono orgánico ($F = 4,383$; $p = 0,023$), lo que indica que la respuesta de las plantas a la aplicación de EM-1 depende del tipo de abono orgánico utilizado. En contraste, el efecto del bloque no fue significativo ($F = 0,665$; $p = 0,530$). El modelo explicó el 93,2 % de la variabilidad observada en la altura de planta ($R^2 = 0,932$), con un R^2 ajustado de 0,888. Debido a la significancia de la interacción, se recomienda realizar

comparaciones de medias entre las combinaciones de biofertilizante y abono orgánico para determinar cuáles tratamientos difieren estadísticamente entre sí.

4.1.6.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Tabla 35

Prueba de Tukey para la altura de planta a los 30 días después del trasplante

Tratamiento	Media (cm)	Subconjunto para $\alpha = 0.05$			
		1	2	3	4
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	16,8533	a			
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	15,2133	a	b		
T6 – Con EM-1 + gallinaza	15,1800	a	b		
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	14,6700		b		
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	14,3267		b	c	
T5 – Con EM-1 y sin abono	13,7767		b	c	
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	12,7700			c	
T1 – Sin EM-1 y sin abono	10,7200				d

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La Tabla 35 de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) permitió identificar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la altura de planta de espinaca. El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) presentó la mayor altura promedio, con 16,8533 cm, y se ubicó en el subconjunto a, mostrando diferencias significativas respecto a los tratamientos que no comparten dicha agrupación. El tratamiento T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy) alcanzó una media de 15,2133 cm, mientras que T6 (Con EM-1 + gallinaza) registró 15,1800 cm; ambos pertenecieron a los subconjuntos a y b, por lo que no presentaron diferencias significativas con T8 ni entre ellos.

Por su parte, T2 (Sin EM-1 + gallinaza) presentó una media de 14,6700 cm, ubicándose en el subconjunto b, mientras que T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) y T5 (Con EM-1 y sin abono) registraron medias de 14,3267 y 13,7767 cm, respectivamente, y se ubicaron en los subconjuntos b y c, evidenciando un comportamiento intermedio. El tratamiento T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentó una altura promedio de 12,7700 cm, ubicándose en el subconjunto c, mientras que T1 (Sin EM-1 y sin abono) obtuvo la menor altura promedio, con

10,7200 cm, y se ubicó exclusivamente en el subconjunto d, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos con mayores medias.

4.1.7. Análisis e interpretación de los resultados de la altura de planta 45 DDT

4.1.7.1. Análisis estadístico descriptivos de la altura de planta 45 DDT

Tabla 36

*Altura promedio de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos*

Tratamiento	Media (cm)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	10,72	0,95
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	14,67	0,78
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	12,77	0,25
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	15,21	0,65
T5 – Con EM-1 y sin abono	13,78	0,64
T6 – Con EM-1 + gallinaza	15,18	0,10
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	14,33	0,47
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	16,85	0,48

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar de la altura de planta.

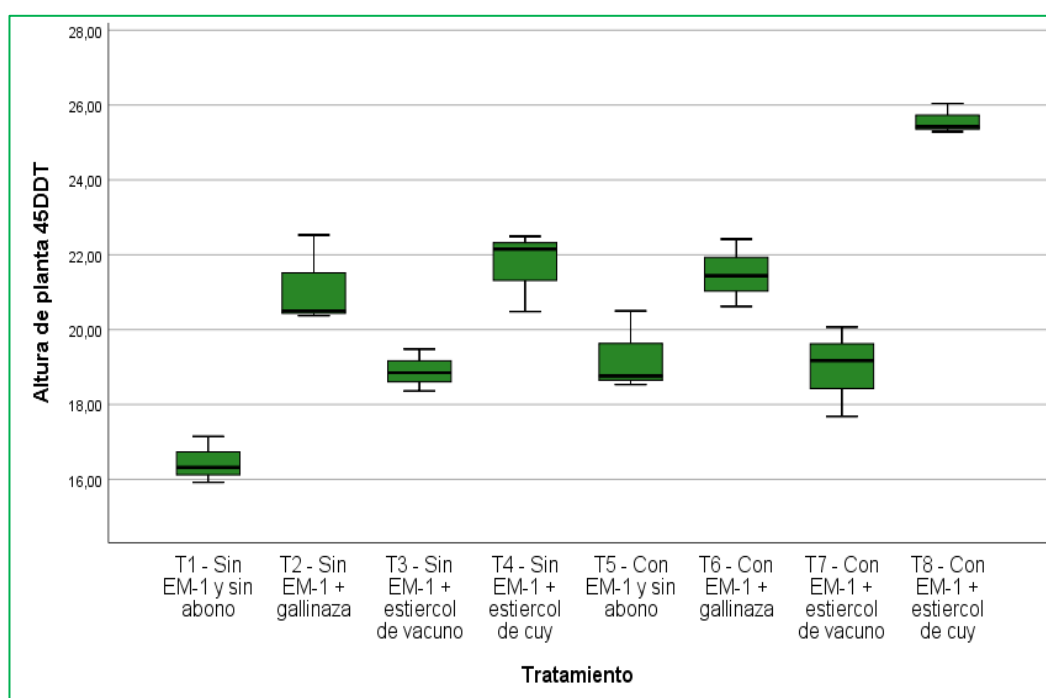
En la Tabla 36 a los 45 días después del trasplante (45 DDT), se observaron diferencias en la altura de las plantas entre los tratamientos. El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) presentó la mayor altura promedio, con $25,58 \pm 0,40$ cm, seguido de T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy) con $21,71 \pm 1,08$ cm, T6 (Con EM-1 + gallinaza) con $21,49 \pm 0,90$ cm y T2 (Sin EM-1 + gallinaza) con $21,13 \pm 1,21$ cm. Por su parte, T5 (Con EM-1 y sin abono) alcanzó una media de $19,26 \pm 1,08$ cm, mientras que T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) y T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) registraron valores de $18,97 \pm 1,21$ cm y $18,90 \pm 0,56$ cm, respectivamente. El tratamiento T1 (Sin EM-1 y sin abono) presentó la menor altura promedio, con $16,46 \pm 0,63$ cm. En términos descriptivos, el tratamiento T8 superó al tratamiento testigo T1 en aproximadamente 9,12 cm, evidenciando una mayor altura de planta bajo la combinación de EM-1 y estiércol de cuy.

La Figura 9 muestra el comportamiento de la altura de planta de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) en los ocho tratamientos evaluados. Se observa que el T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy)

presentó la mayor altura promedio (25,58 cm), seguido por T4 (21,71 cm), T6 (21,49 cm) y T2 (21,13 cm). En contraste, el T1 (Sin EM-1 y sin abono) registró la menor altura promedio (16,46 cm). Los tratamientos T3, T7 y T5 presentaron valores intermedios de 18,90, 18,97 y 19,26 cm, respectivamente. En términos descriptivos, estos resultados evidencian una tendencia favorable de la aplicación de EM-1 en combinación con estiércol de cuy, alcanzándose la mayor altura de planta en T8, mientras que la ausencia de biofertilizante y abono orgánico presentó el menor crecimiento. No obstante, la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos debe sustentarse con el análisis de varianza y la correspondiente prueba de comparación de medias.

Figura 9

Altura de planta de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos



4.1.7.2. Análisis estadístico inferencial para la altura de planta 45 DDT

4.1.7.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para la altura de planta 45 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos de la altura de planta a los 45 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos de la altura de planta a los 45 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 37

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 45 días después del trasplante (45 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,620
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,103
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,862
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,303
T5 – Con EM-1 y sin abono	,204
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,902
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,730
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,311

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La Tabla 37 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$), se empleó esta prueba para verificar el supuesto de normalidad. En todos los tratamientos, los valores de significancia fueron superiores a 0,05: T1 ($p = 0,620$), T2 ($p = 0,103$), T3 ($p = 0,862$), T4 ($p = 0,303$), T5 ($p = 0,204$), T6 ($p = 0,902$), T7 ($p = 0,730$) y T8 ($p = 0,311$). Por tanto, no se encontraron evidencias estadísticamente significativas para rechazar la hipótesis de normalidad en ninguno de los tratamientos. En

consecuencia, se considera que los datos de altura de planta a los 45 DDT cumplen con el supuesto de normalidad.

4.1.7.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 38

Prueba de homogeneidad de varianzas para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura de planta a los 45 DDT	1,136	7	16	0,390

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

La Tabla 38 muestra los resultados de la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas de la altura de planta a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Se obtuvo un estadístico de Levene de 1,136, con 7 y 16 grados de libertad y un nivel de significancia de $p = 0,390$. Dado que $p = 0,390 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos, indicando que se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

4.1.7.2.3. Análisis de varianza para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

La Tabla 39 muestra el análisis de varianza donde el modelo corregido fue estadísticamente significativo ($F = 23,406$; $p < 0,001$), lo que indica que existen diferencias significativas en la altura de las plantas atribuibles a los factores evaluados. En cuanto al bloque, no se encontraron diferencias estadísticamente

significativas ($F = 2,259$; $p = 0,141 > 0,05$), indicando que las condiciones asociadas a los bloques no tuvieron un efecto significativo sobre la altura de las plantas.

El factor biofertilizante presentó un efecto estadísticamente significativo ($F = 25,376$; $p < 0,001$), demostrando que la aplicación de EM-1 influyó significativamente en la altura de las plantas a los 45 DDT. Asimismo, el factor abono orgánico mostró un efecto altamente significativo ($F = 53,331$; $p < 0,001$), evidenciando que los diferentes tipos de abono orgánico generaron diferencias en la altura de las plantas. Además, se encontró una interacción significativa entre el biofertilizante y el abono orgánico ($F = 6,924$; $p = 0,004 < 0,05$). Esto significa que el efecto del biofertilizante sobre la altura de planta depende del tipo de abono orgánico utilizado, por lo que ambos factores no deben interpretarse únicamente de manera independiente. En consecuencia, corresponde realizar una prueba de comparación de medias para la interacción Biofertilizante $\times$ Abono orgánico, como Tukey, para identificar qué combinaciones de tratamientos presentan diferencias significativas.

El coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,938$, lo que indica que el modelo explica aproximadamente el 93,8 % de la variabilidad observada en la altura de planta, mientras que el R^2 ajustado = 0,898 señala que, considerando el número de factores incluidos en el modelo, se explica aproximadamente el 89,8 % de dicha variabilidad. En conjunto, los resultados evidencian que el biofertilizante, el tipo de abono orgánico y, principalmente, su interacción tiene una influencia significativa sobre la altura de planta a los 45 DDT.

Tabla 39

Análisis de varianzas para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	157,518	9	17,502	23,406	,000
Bloque	3,379	2	1,689	2,259	,141
Biofertilizante	18,975	1	18,975	25,376	,000
Abono orgánico	119,634	3	39,878	53,331	,000
Biofertilizante $\times$ Abono orgánico	15,531	3	5,177	6,924	,004
Error	10,468	14	,748		
Total, corregido	167,987	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,938$; R^2 ajustado = 0,898.

4.1.7.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

Tabla 40

Prueba de Tukey para la altura de planta a los 45 días después del trasplante

Tratamiento	Media (cm)	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	25,5833	a			
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	21,7067	a			
T6 – Con EM-1 + gallinaza	21,4933		b	c	
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	21,1333		b	c	
T5 – Con EM-1 y sin abono	19,2633		b	c	
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	18,9733			c	d
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	18,8967			c	d
T1 – Sin EM-1 y sin abono	16,4633				d

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La Tabla 40 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la altura de planta a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Los resultados evidencian diferencias estadísticas entre las combinaciones de biofertilizante y abono orgánico. El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) alcanzó la mayor altura promedio, con 25,58 cm, seguido de T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 21,71 cm. Ambos tratamientos se ubicaron en el subconjunto a, indicando que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí. Sin embargo, T8 mostró una tendencia hacia una mayor altura.

Los tratamientos T6 (Con EM-1 + gallinaza) y T2 (Sin EM-1 + gallinaza) registraron alturas de 21,49 y 21,13 cm, respectivamente, compartiendo los subconjuntos b y c, por lo que no difirieron significativamente entre ellos. Asimismo, T5 (Con EM-1 y sin abono) presentó una media de 19,26 cm, ubicándose también en los subconjuntos b y c, lo que indica similitud estadística con los tratamientos que comparten dichas letras. Por otro lado, T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) y T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentaron valores de 18,97 y 18,90 cm, respectivamente, y compartieron los subconjuntos c y d, evidenciando que no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos.

Finalmente, el tratamiento T1 (Sin EM-1 y sin abono) presentó la menor altura promedio, con 16,46 cm, ubicándose en el subconjunto d. Este tratamiento presentó diferencias significativas respecto a los tratamientos que no comparten la letra d, particularmente frente a T8, T4, T6, T2 y T5.

4.1.8. Análisis e interpretación de los resultados del peso fresco 45 DDT

4.1.8.1. Análisis estadístico descriptivos del peso fresco 45 DDT

Tabla 41

Peso fresco de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos

Tratamiento	Media (g)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	42,90	4,40
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	75,93	2,71
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	65,10	1,57
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	83,90	1,78
T5 – Con EM-1 y sin abono	69,23	4,40
T6 – Con EM-1 + gallinaza	82,23	0,85
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	70,67	6,86
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	97,13	7,28

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar de la altura de planta.

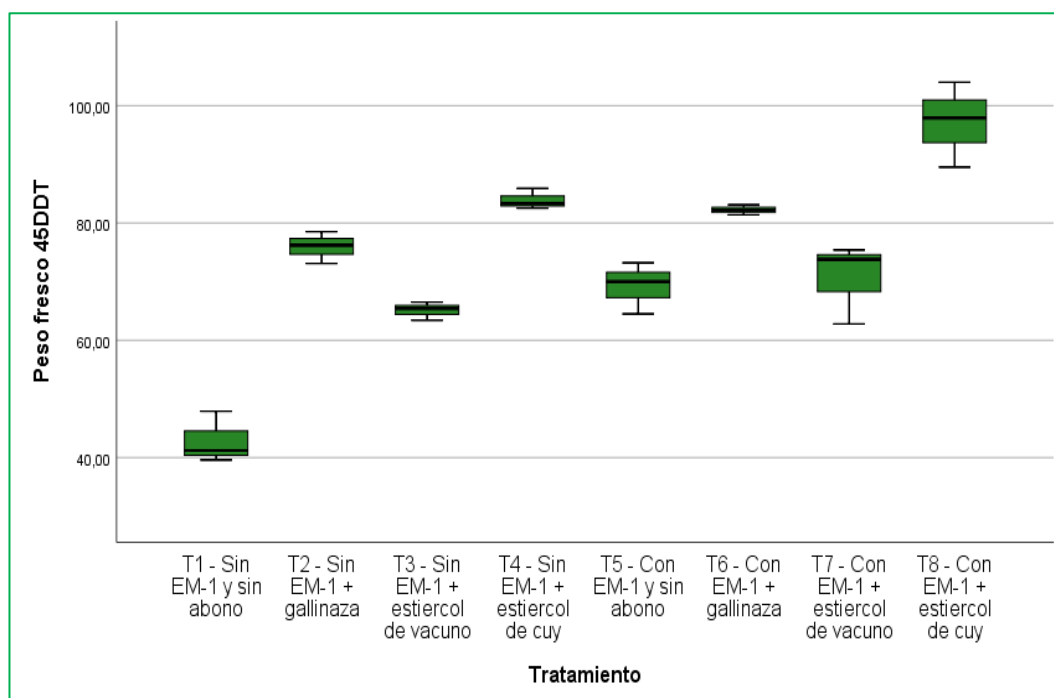
La Tabla 41 presenta el peso fresco de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) según los diferentes tratamientos. Los resultados muestran una variación importante en el peso fresco promedio entre tratamientos. El mayor peso fresco se registró en T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy), con una media de 97,13 g y una desviación estándar de 7,28 g, seguido por T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 83,90 g, y T6 (Con EM-1 + gallinaza), con 82,23 g. Estos resultados evidencian una tendencia favorable del estiércol de cuy, especialmente cuando se combina con el biofertilizante EM-1.

Los tratamientos T2 (Sin EM-1 + gallinaza), T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) y T5 (Con EM-1 y sin abono) presentaron pesos frescos intermedios, con valores de 75,93; 70,67 y 69,23 g, respectivamente. Por su parte, T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) alcanzó 65,10 g. El menor peso fresco correspondió al T1 (Sin EM-1 y sin abono), con 42,90 g, lo que representa una menor acumulación de biomasa respecto a los tratamientos que recibieron abono orgánico y/o EM-1. En

cuanto a la variabilidad, T8 presentó la mayor desviación estándar (7,28 g), mientras que T6 mostró la menor (0,85 g), indicando una mayor uniformidad de los valores observados en este último tratamiento.

Figura 10

Peso fresco de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos



La Figura 10 muestra el comportamiento del peso fresco de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) en los diferentes tratamientos. Se observa una tendencia diferenciada entre las combinaciones de biofertilizante EM-1 y abonos orgánicos. El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) presentó el mayor peso fresco, con 97,13 g, destacándose claramente respecto a los demás tratamientos. Le siguieron T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy) con 83,90 g y T6 (Con EM-1 + gallinaza) con 82,23 g. En contraste, el menor peso fresco correspondió al T1 (Sin EM-1 y sin abono), con 42,90 g. Estos resultados evidencian que la incorporación de estiércol de cuy, particularmente en combinación con EM-1, favoreció una mayor acumulación de biomasa fresca en las plantas de espinaca. En términos descriptivos, el tratamiento T8 presentó aproximadamente 54,23 g más de peso fresco que el tratamiento testigo T1, equivalente a un incremento aproximado del 126,5 %.

4.1.8.2. Análisis estadístico inferencial para el peso fresco 45 DDT

4.1.8.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para peso fresco 45 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del peso fresco a los 45 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del peso fresco a los 45 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 42

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el peso fresco a los 45 días después del trasplante (45 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,349
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,837
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,683
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,433
T5 – Con EM-1 y sin abono	,711
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,935
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,223
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,826

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La Tabla 42 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el peso fresco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT).

Debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$), se empleó esta prueba para verificar el supuesto de normalidad. Los valores de significancia obtenidos fueron: T1 ($p = 0,349$), T2 ($p = 0,837$), T3 ($p = 0,683$), T4 ($p = 0,433$), T5 ($p = 0,711$), T6 ($p = 0,935$), T7 ($p = 0,223$) y T8 ($p = 0,826$). En todos los casos, los valores de p fueron superiores a 0,05. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, indicando que no existen evidencias estadísticas de desviaciones significativas respecto a una distribución normal en ninguno de los tratamientos.

4.1.8.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el peso fresco a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 43

Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso fresco a los 45 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso fresco a los 45 DDT	2,515	7	16	0,060

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

La Tabla 43 presenta los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para el peso fresco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Se obtuvo un estadístico de Levene de 2,515, con 7 y 16 grados de libertad, y un nivel de significancia de $p = 0,060$. Debido a que $p = 0,060 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos, por lo que se considera que se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

4.1.8.2.3. Análisis de varianza para el peso fresco a los 45 días después del trasplante

Tabla 44

Análisis de varianzas para el peso fresco a los 45 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	5369,305	9	596,589	29,668	,000
Bloque	23,493	2	11,746	,584	,571
Biofertilizante	992,020	1	992,020	49,333	,000
Abono orgánico	3936,948	3	1312,316	65,261	,000
Biofertilizante × Abono orgánico	416,845	3	138,948	6,910	,004
Error	281,521	14	20,109		
Total, corregido	5650,826	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,950$; R^2 ajustado = 0,918.

La Tabla 44 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el peso fresco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). El modelo corregido resultó estadísticamente significativo ($F = 29,668$; $p < 0,001$), indicando que existen diferencias significativas en el peso fresco entre las combinaciones de los factores evaluados. El efecto de bloque no fue significativo ($F = 0,584$; $p = 0,571 > 0,05$), lo que indica que no existieron diferencias atribuibles a los bloques y que esta fuente de variación no influyó significativamente sobre el peso fresco.

El factor biofertilizante presentó un efecto altamente significativo ($F = 49,333$; $p < 0,001$), evidenciando que la aplicación de EM-1 influyó significativamente en el peso fresco de las plantas. Asimismo, el factor abono orgánico mostró un efecto altamente significativo ($F = 65,261$; $p < 0,001$), demostrando que los diferentes tipos de abono orgánico produjeron diferencias significativas en el peso fresco. Además, se encontró una interacción significativa entre el biofertilizante y el abono orgánico ($F = 6,910$; $p = 0,004 < 0,05$). Esto significa que el efecto del EM-1 sobre el peso fresco depende del tipo de abono orgánico empleado. Por ello, los factores no deben interpretarse únicamente de manera independiente, siendo necesario realizar una prueba de comparación múltiple de medias para la interacción Biofertilizante × Abono orgánico, como Tukey, para determinar qué combinaciones presentan diferencias significativas. El

coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,950$, indicando que el modelo explica el 95,0 % de la variabilidad del peso fresco observado. Asimismo, el R^2 ajustado = 0,918 indica que, después de considerar el número de factores incorporados en el modelo, se explica aproximadamente el 91,8 % de la variabilidad.

4.1.8.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el peso fresco a los 45 días después del trasplante

Tabla 45

Prueba de Tukey para el peso fresco a los 45 días después del trasplante

Tratamiento	Media (g)	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	97,1333	a				
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	83,9000		b			
T6 – Con EM-1 + gallinaza	82,2333		b	c		
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	75,9333		b	c	d	
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	70,6667			c	d	
T5 – Con EM-1 y sin abono	69,2333				d	
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	65,1000				d	
T1 – Sin EM-1 y sin abono	42,9000					e

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La Tabla 45 presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el peso fresco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre varios tratamientos. El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) presentó el mayor peso fresco promedio, con 97,13 g, ubicándose en el subconjunto a. Esto indica que fue estadísticamente superior a los tratamientos que no comparten la letra a, particularmente T7, T5, T3 y T1.

En segundo lugar, se ubicó T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 83,90 g, perteneciente al subconjunto b. Este tratamiento no presentó diferencias significativas con T6 (82,23 g) y T2 (75,93 g), debido a que comparten el subconjunto b. Asimismo, T6 compartió los subconjuntos b y c, mientras que T2 se ubicó en b, c y d, evidenciando la existencia de grupos estadísticamente similares entre estos tratamientos. El tratamiento T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) alcanzó 70,67 g y se ubicó en los subconjuntos c y d, mientras que T5 (Con EM-1 y sin abono) y T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentaron 69,23 y 65,10 g, respectivamente, ubicándose en el subconjunto d. Por tanto, estos tratamientos no

presentaron diferencias significativas entre sí. Finalmente, T1 (Sin EM-1 y sin abono) registró el menor peso fresco, con 42,90 g, y se ubicó exclusivamente en el subconjunto e, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos.

4.1.9. Análisis e interpretación de los resultados del peso seco 45 DDT

4.1.9.1. Análisis estadístico descriptivos del peso seco 45 DDT

Tabla 46

Peso seco de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos

Tratamiento	Media (g)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	4,68	0,38
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	7,66	0,07
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	6,09	0,19
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	8,69	0,18
T5 – Con EM-1 y sin abono	6,80	0,11
T6 – Con EM-1 + gallinaza	8,15	0,12
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	7,01	0,15
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	9,61	0,32

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar de la altura de planta.

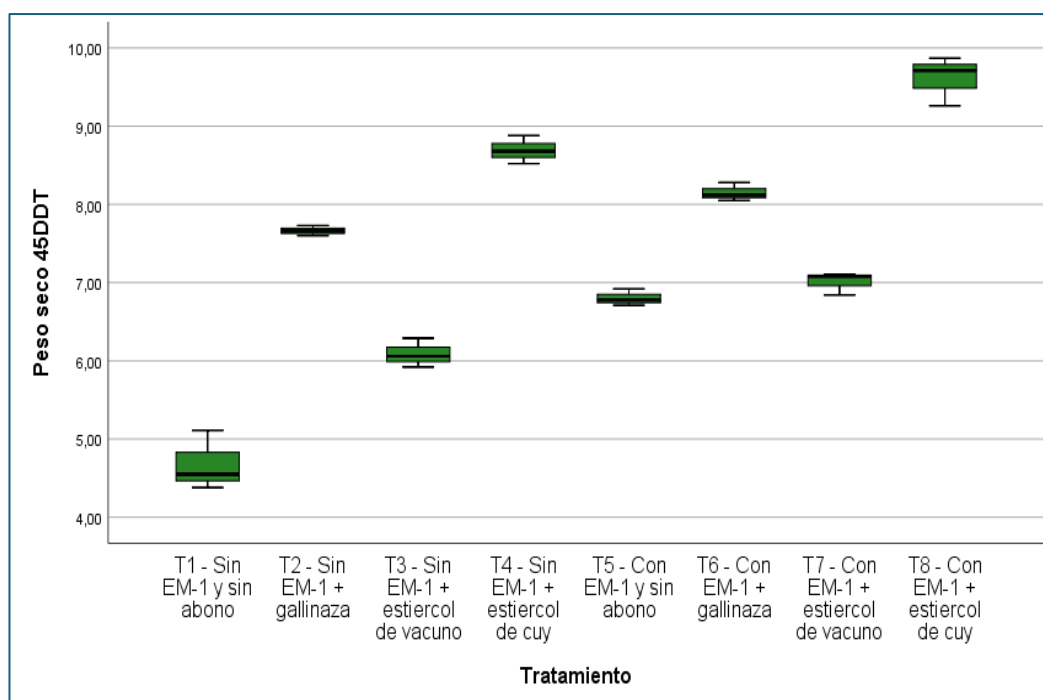
La Tabla 46 muestra el peso seco de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) según los tratamientos evaluados. Se observa el mayor peso seco correspondió al T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy), con una media de 9,61 g, seguido de T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 8,69 g, y T6 (Con EM-1 + gallinaza), con 8,15 g. Estos resultados muestran una tendencia favorable del estiércol de cuy, particularmente cuando se combina con el biofertilizante EM-1.

Los tratamientos T2 (Sin EM-1 + gallinaza), T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) y T5 (Con EM-1 y sin abono) alcanzaron valores intermedios de 7,66; 7,01 y 6,80 g, respectivamente, mientras que T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentó 6,09 g. El menor peso seco se registró en T1 (Sin EM-1 y sin abono), con 4,68 g, evidenciando una menor acumulación de materia seca en comparación con los tratamientos que recibieron abonos orgánicos y/o EM-1. Respecto a la variabilidad, las desviaciones estándar fueron relativamente bajas, destacando T2

(DE = 0,07 g) como el tratamiento con mayor uniformidad en sus observaciones, mientras que T1 (DE = 0,38 g) presentó la mayor variabilidad.

Figura 11

Peso seco de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos



La Figura 11 muestra el comportamiento del peso seco de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) en los ocho tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) presentó el mayor peso seco, con 9,61 g, seguido por T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 8,69 g, y T6 (Con EM-1 + gallinaza), con 8,15 g. Por el contrario, el tratamiento T1 (Sin EM-1 y sin abono) registró el menor valor, con 4,68 g.

Los tratamientos restantes presentaron valores intermedios: T2 = 7,66 g, T7 = 7,01 g, T5 = 6,80 g y T3 = 6,09 g. La figura evidencia, por tanto, que la aplicación de EM-1 en combinación con estiércol de cuy favoreció una mayor acumulación de materia seca en las plantas de espinaca. En términos descriptivos, T8 superó al tratamiento testigo T1 en 4,93 g de peso seco, lo que representa un incremento aproximado del 105,3 %. Estos resultados sugieren que la combinación de EM-1 y estiércol de cuy fue la alternativa más favorable para la producción de biomasa seca

a los 45 DDT, aunque la existencia de diferencias estadísticas debe confirmarse mediante el análisis inferencial correspondiente.

4.1.9.2. Análisis estadístico inferencial para el peso seco 45 DDT

4.1.9.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para el peso seco 45 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del peso seco a los 45 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del peso seco a los 45 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 47

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el peso seco a los 45 días después del trasplante (45 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,429
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,915
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,734
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,878
T5 – Con EM-1 y sin abono	,637
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,576
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,194
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,488

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La Tabla 47 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el peso seco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Los valores de significancia obtenidos fueron: T1 ($p = 0,429$), T2 ($p = 0,915$), T3 ($p = 0,734$), T4 ($p = 0,878$), T5 ($p = 0,637$), T6 ($p = 0,576$), T7 ($p = 0,194$) y T8 ($p = 0,488$). En todos los tratamientos, los valores de p fueron superiores a 0,05. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, indicando que no se encontraron evidencias estadísticas de una distribución diferente a la normal en ninguno de los tratamientos. En consecuencia, los datos de peso seco a los 45 DDT cumplen con el supuesto de normalidad.

4.1.9.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el peso seco a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 48

Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso seco a los 45 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso seco a los 45 DDT	2,470	7	16	0,064

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

La Tabla 48 presenta los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para el peso seco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Se obtuvo un estadístico de Levene de 2,470, con 7 y 16 grados de libertad y un nivel de significancia de $p = 0,064$. Debido a que $p = 0,064$

$> 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos, lo que indica que se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

4.1.9.2.3. Análisis de varianza para el peso seco a los 45 días después del trasplante

Tabla 49

Análisis de varianzas para el peso seco a los 45 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	50,560	9	5,618	141,541	,000
Bloque	,174	2	,087	2,192	,149
Biofertilizante	7,426	1	7,426	187,099	,000
Abono orgánico	40,728	3	13,576	342,054	,000
Biofertilizante × Abono orgánico	2,231	3	,744	18,740	,000
Error	,556	14	,040		
Total, corregido	51,115	23	—	—	—

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,989$; R^2 ajustado = 0,982.

La Tabla 49 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el peso seco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). El modelo corregido resultó altamente significativo ($F = 141,541$; $p < 0,001$), indicando que existen diferencias estadísticamente significativas en el peso seco entre los tratamientos evaluados. El efecto de bloque no fue significativo ($F = 2,192$; $p = 0,149 > 0,05$), lo que indica que no se presentaron diferencias significativas entre los bloques y, por tanto, esta fuente de variación no influyó sobre el peso seco de las plantas.

El factor biofertilizante presentó un efecto altamente significativo ($F = 187,099$; $p < 0,001$), evidenciando que la aplicación de EM-1 produjo diferencias significativas en el peso seco de la espinaca. Asimismo, el factor abono orgánico mostró un efecto altamente significativo ($F = 342,054$; $p < 0,001$), demostrando que los diferentes tipos de abono orgánico generaron respuestas significativamente diferentes en la acumulación de materia seca. De igual manera, se encontró una interacción altamente significativa entre el biofertilizante y el abono orgánico ($F =$

18,740; $p < 0,001$). Esto indica que el efecto del EM-1 sobre el peso seco depende del tipo de abono orgánico utilizado. Por ello, la interpretación debe centrarse en las combinaciones de ambos factores y se recomienda realizar una prueba de comparación múltiple de medias para la interacción Biofertilizante $\times$ Abono orgánico, como Tukey, para identificar qué tratamientos difieren significativamente. El coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,989$, lo que indica que el modelo explica aproximadamente el 98,9 % de la variabilidad observada en el peso seco. Asimismo, el R^2 ajustado = 0,982 indica que el modelo mantiene una capacidad explicativa muy elevada (98,2 %) después de considerar el número de factores incluidos.

4.1.9.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el peso seco a los 45 días después del trasplante

Tabla 50

Prueba de Tukey para el peso seco a los 45 días después del trasplante

Tratamiento	Media (g)	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	9,6133	a					
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	8,6933		b				
T6 – Con EM-1 + gallinaza	8,1500		b	c			
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	7,6633			c			
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	7,0100				d		
T5 – Con EM-1 y sin abono	6,8033				d		
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	6,0900					e	
T1 – Sin EM-1 y sin abono	4,6800						f

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

La Tabla 50 presenta la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el peso seco de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). El tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) alcanzó el mayor peso seco, con una media de 9,61 g, ubicándose en el subconjunto a y diferenciándose significativamente de los tratamientos con menores valores. Le siguió T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 8,69 g, perteneciente al subconjunto b. Asimismo, T6 (Con EM-1 + gallinaza) presentó 8,15 g, compartiendo los subconjuntos b y c, por lo que no presentó diferencias significativas con T4 ni con T2.

El tratamiento T2 (Sin EM-1 + gallinaza) obtuvo una media de 7,66 g y se ubicó en el subconjunto c, mientras que T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) y T5 (Con EM-1 y sin abono) registraron 7,01 y 6,80 g, respectivamente, ambos pertenecientes al subconjunto d, indicando que no difieren significativamente entre sí. Por otro lado, T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentó 6,09 g, ubicándose en el subconjunto e, mientras que T1 (Sin EM-1 y sin abono) registró el menor peso seco, con 4,68 g, y conformó el subconjunto f, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos.

4.1.10. Análisis e interpretación de los resultados del rendimiento de espinaca 45 DDT

4.1.10.1. Análisis estadístico descriptivos del rendimiento de espinaca 45 DDT

Tabla 51

Rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante, según tratamientos

Tratamiento	Media (t)	Desviación estándar
T1 – Sin EM-1 y sin abono	3,71	0,17
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	6,40	0,49
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	5,22	0,22
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	6,51	0,24
T5 – Con EM-1 y sin abono	5,25	0,19
T6 – Con EM-1 + gallinaza	6,69	0,34
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	5,64	0,33
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	6,74	0,28

Nota. DDT = días después del trasplante. Los valores corresponden a la media y desviación estándar de la altura de planta.

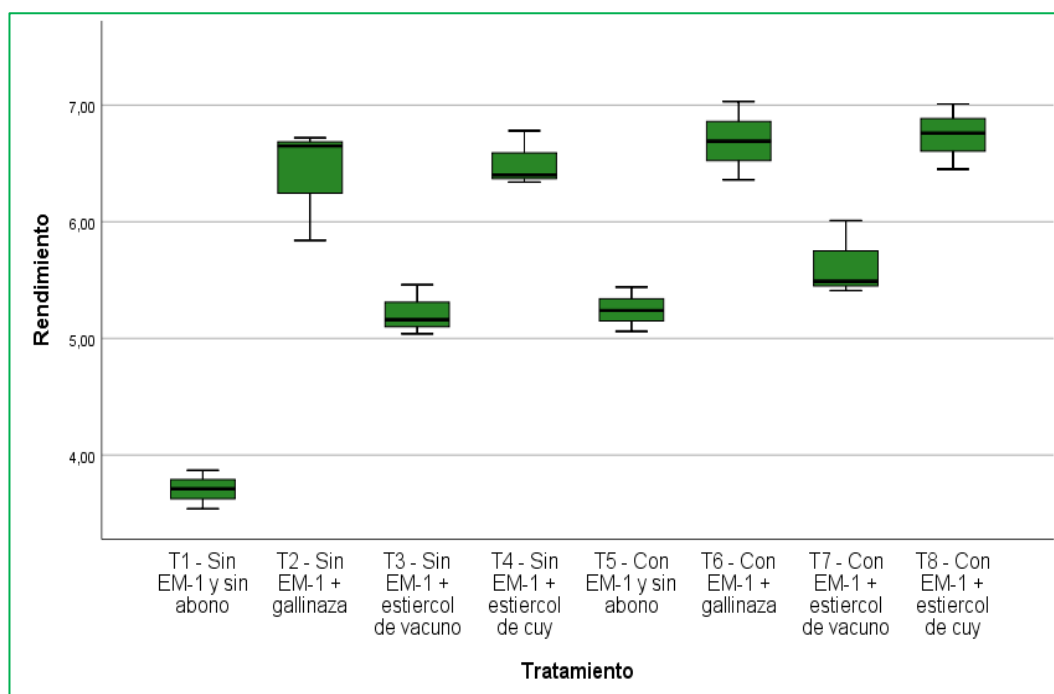
La Tabla 51 presenta el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) según los tratamientos evaluados. El mayor rendimiento promedio correspondió al T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy), con 6,74 t, seguido del T6 (Con EM-1 + gallinaza), con 6,69 t, y el T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 6,51 t. Asimismo, los tratamientos T2 (Sin EM-1 + gallinaza) y T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) alcanzaron rendimientos de 6,40 y 5,64 t, respectivamente.

Los tratamientos T5 (Con EM-1 y sin abono) y T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) presentaron valores de 5,25 y 5,22 t, respectivamente. El menor

rendimiento se obtuvo en el T1 (Sin EM-1 y sin abono), con 3,71 t, correspondiente al tratamiento testigo. En términos descriptivos, el T8 superó al T1 en 3,03 t, lo que representa un incremento aproximado del 81,7 % respecto al testigo. Esto evidencia una tendencia favorable de la combinación EM-1 + estiércol de cuy sobre el rendimiento del cultivo.

Figura 12

Rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.) a los 45 días después del trasplante según tratamientos



La Figura 12 muestra el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) en los ocho tratamientos evaluados. Se observa una tendencia diferenciada en el rendimiento según la combinación de EM-1 y los tipos de abono orgánico aplicados. El mayor rendimiento corresponde al T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy), con 6,74 t, seguido por T6 (Con EM-1 + gallinaza), con 6,69 t, y T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy), con 6,51 t. En contraste, el menor rendimiento se observa en T1 (Sin EM-1 y sin abono), con 3,71 t. Los tratamientos T2, T7, T5 y T3 presentan valores intermedios de 6,40; 5,64; 5,25 y 5,22 t, respectivamente. La figura evidencia que los tratamientos con estiércol de cuy y

gallinaza tendieron a producir mayores rendimientos, especialmente cuando se combinaron con EM-1.

4.1.10.2. Análisis estadístico inferencial para el rendimiento 45 DDT

4.1.10.2.1. Prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro para el rendimiento 45 DDT

Hipótesis estadísticas:

H_0 : Los datos del rendimiento a los 45 días después del trasplante presentan una distribución normal.

H_1 : Los datos del rendimiento a los 45 días después del trasplante no presentan una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar que los datos se desvían de una distribución normal.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0 ; por tanto, se considera que los datos no presentan una distribución normal.

Tabla 52

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el rendimiento a los 45 días después del trasplante (45 DDT)

Tratamiento	Shapiro-Wilk (Sig.)
T1 – Sin EM-1 y sin abono	,967
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	,137
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,537
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	,241
T5 – Con EM-1 y sin abono	,942
T6 – Con EM-1 + gallinaza	,984
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	,235
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	,882

Nota. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$).

La Tabla 52 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Debido al reducido número de observaciones por tratamiento ($n = 3$), se empleó la prueba de Shapiro-Wilk. Los valores de significancia obtenidos fueron T1 ($p = 0,967$), T2 ($p = 0,137$), T3 ($p = 0,537$), T4 ($p = 0,241$), T5 ($p = 0,942$), T6 ($p = 0,984$), T7 ($p = 0,235$) y T8 ($p = 0,882$). En todos los casos, los valores de p fueron superiores a 0,05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, indicando que los datos de rendimiento presentan una distribución compatible con la normalidad en todos los tratamientos. En consecuencia, se cumple el supuesto de normalidad.

4.1.10.2.2. Prueba de homogeneidad de varianzas de los datos mediante la prueba de Levene para el rendimiento a los 45 días después del trasplante

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$: no se rechaza H_0 ; se considera que existe homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$: se rechaza H_0 ; se considera que no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 53

Prueba de homogeneidad de varianzas para el rendimiento a los 45 días después del trasplante

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento a los 45 DDT	1,230	7	16	0,343

Nota. La prueba de Levene se realizó con un nivel de significancia de 0,05. DDT = días después del trasplante.

La Tabla 53 presenta los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para el rendimiento de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT). Se obtuvo un estadístico de Levene de 1,230, con 7 y 16 grados de libertad y un nivel de significancia de $p = 0,343$. Debido a que $p = 0,343 > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por tanto, no

existen diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos, indicando que los datos cumplen el supuesto de homogeneidad de varianzas.

4.1.10.2.3. Análisis de varianza para el rendimiento a los 45 días después del trasplante

La tabla 54 del análisis de varianza para el rendimiento de espinaca a los 45 días después del trasplante (45 DDT) mostró que el modelo corregido fue estadísticamente significativo ($F = 26,925$; $p < 0,001$), explicando el 94,5 % de la variabilidad observada en el rendimiento ($R^2 = 0,945$; R^2 ajustado = 0,910). En cuanto a los factores estudiados, el biofertilizante EM-1 presentó un efecto altamente significativo sobre el rendimiento ($F = 24,456$; $p < 0,001$), indicando que su aplicación modificó significativamente la producción de espinaca. Asimismo, el abono orgánico tuvo un efecto altamente significativo ($F = 66,240$; $p < 0,001$), evidenciando diferencias en el rendimiento entre los diferentes tipos de abono utilizados.

La interacción biofertilizante $\times$ abono orgánico también resultó significativa ($F = 6,077$; $p = 0,007$), lo que indica que el efecto del EM-1 sobre el rendimiento dependió del tipo de abono orgánico aplicado. Por tanto, los factores no actuaron de manera independiente y fue pertinente realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para identificar qué combinaciones de tratamientos presentaron diferencias significativas. Por otro lado, el efecto de los bloques no fue significativo ($F = 0,459$; $p = 0,641$), lo que indica que las diferencias entre bloques no influyeron significativamente en el rendimiento de las plantas.

Tabla 54

Análisis de varianzas para el rendimiento a los 45 días después del trasplante

Fuente de variación	SC	gl	MC	F	p
Modelo corregido	22,853	9	2,539	26,925	,000
Bloque	,087	2	,043	,459	,641
Biofertilizante	2,306	1	2,306	24,456	,000
Abono orgánico	18,741	3	6,247	66,240	,000
Biofertilizante $\times$ Abono orgánico	1,719	3	,573	6,077	,007
Error	1,320	14	,094		

Total, corregido	24,173	23	—	—	—
-------------------------	---------------	-----------	---	---	---

Nota. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher; p = nivel de significancia. *Significativo al 5 % ($p < 0,05$). $R^2 = 0,945$; R^2 ajustado = 0,910.

4.1.10.2.4. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento a los 45 días después del trasplante

La tabla 55 de la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. El mayor rendimiento numérico correspondió al T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy), con 6,74 t, seguido del T6 (Con EM-1 + gallinaza) con 6,69 t y el T4 (Sin EM-1 + estiércol de cuy) con 6,51 t. Estos tres tratamientos pertenecieron al subconjunto “a”, por lo que no presentaron diferencias significativas entre sí. El T2 (Sin EM-1 + gallinaza) alcanzó 6,40 t y compartió los subconjuntos a y b, indicando que no presentó diferencias significativas con los tratamientos de ambos grupos. El T7 (Con EM-1 + estiércol de vacuno) obtuvo 5,64 t y se ubicó en los subconjuntos b y c, mientras que el T5 (Con EM-1 y sin abono) y el T3 (Sin EM-1 + estiércol de vacuno) registraron 5,25 y 5,22 t, respectivamente, perteneciendo al subconjunto c. Finalmente, el T1 (Sin EM-1 y sin abono) presentó el menor rendimiento, con 3,71 t, ubicándose exclusivamente en el subconjunto d, por lo que presentó diferencias significativas respecto de los tratamientos con mayores rendimientos.

Tabla 55

Prueba de Tukey para el rendimiento a los 45 días después del trasplante

Tratamiento	Media (t)	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T8 – Con EM-1 + estiércol de cuy	6,7400	a			
T6 – Con EM-1 + gallinaza	6,6933	a			
T4 – Sin EM-1 + estiércol de cuy	6,5067	a			
T2 – Sin EM-1 + gallinaza	6,4033	a	b		
T7 – Con EM-1 + estiércol de vacuno	5,6367		b	c	
T5 – Con EM-1 y sin abono	5,2467			c	
T3 – Sin EM-1 + estiércol de vacuno	5,2200			c	
T1 – Sin EM-1 y sin abono	3,7067				d

Nota. Las medias que comparten una misma letra no presentan diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4.2. Discusión

4.2.1. Número de hojas

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que, a los 15 DDT, el número de hojas fue influenciado significativamente por el tipo de abono orgánico ($F = 4,968$; $p = 0,015$), destacando la gallinaza con 12,42 hojas por planta y el estiércol de cuy con 12,18 hojas. Estos resultados guardan relación con lo reportado por Shaheen et al. (2017), quienes encontraron diferencias en el número de hojas de espinaca según la fuente de fertilización y la aplicación de microorganismos efectivos. En su primera cosecha, la gallinaza presentó 13,33 hojas por planta sin EM y 15,07 hojas con EM, valores cercanos a los obtenidos en el presente estudio para las primeras etapas del cultivo. Asimismo, los autores registraron mayores respuestas cuando el EM fue combinado con fuentes orgánicas de rápida disponibilidad; particularmente, el tratamiento pressmud + EM alcanzó 59,56 hojas frente a 25,10 hojas sin EM, evidenciando un incremento aproximado de 137,3 %. En particular, tu resultado de 12,42 hojas con gallinaza es muy cercano al valor de 10,83 hojas reportado por Alanya Valenzuela en Canaán, Ayacucho, y al valor de 13,33 hojas obtenido con gallinaza sin EM por Shaheen et al.

4.2.2. Área foliar

El área foliar registrada a los 45 días después del trasplante (DDT) en el presente estudio alcanzó 167,73 cm² con el tratamiento T8 (EM-1 + estiércol de cuy), superando ampliamente al tratamiento testigo. Este resultado guarda relación con lo reportado por Kar et al. (2026), quienes obtuvieron un área foliar de 150,17 cm² mediante la aplicación combinada de estiércol de aves + Azotobacter, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor desarrollo foliar. El valor obtenido en la presente investigación fue aproximadamente 11,7 % superior al registrado por dichos autores. Asimismo, Dasgan et al. (2023) reportaron áreas foliares de 186,65 cm² con la aplicación de micorrizas y 181,08 cm² con microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPR), evidenciando que la incorporación de microorganismos benéficos puede favorecer la expansión foliar de la espinaca. En conjunto, estos resultados sugieren que la combinación de EM-1 con estiércol de cuy pudo favorecer la disponibilidad de nutrientes y estimular la actividad microbiana en la rizosfera, promoviendo una mayor expansión de las hojas y, consecuentemente, un incremento del área foliar.

4.2.3. Altura de planta

La altura de planta de la espinaca a los 45 días después del trasplante (DDT) presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El mayor valor correspondió al T8 (EM-1 + estiércol de cuy), con 25,58 cm, evidenciándose además un efecto altamente significativo del biofertilizante ($F = 25,376$; $p < 0,001$) y del abono orgánico ($F = 53,331$; $p < 0,001$), así como una interacción significativa entre ambos factores ($F = 6,924$; $p = 0,004$). Estos resultados demostraron que la altura de la planta no estuvo determinada únicamente por la presencia individual del biofertilizante o del abono orgánico, sino por la combinación específica de ambos factores. En consecuencia, el comportamiento superior del T8 sugirió un efecto complementario entre EM-1 y el estiércol de cuy, posiblemente relacionado con una mayor disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes durante la etapa de crecimiento vegetativo.

Los resultados obtenidos fueron consistentes con lo reportado por Kar et al. (2026), quienes evaluaron diferentes combinaciones de abonos orgánicos y Azotobacter en espinaca bajo un Diseño de Bloques al Azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. En dicho estudio, la mayor altura al momento de la cosecha correspondió al tratamiento estiércol bovino + Azotobacter, con 24,80 cm, mientras que los tratamientos de estiércol de aves + Azotobacter, vermicompost + Azotobacter y fertilización química registraron 22,40, 21,33 y 21,70 cm, respectivamente. Al comparar estos resultados con los obtenidos en la presente investigación, el T8 alcanzó 25,58 cm, valor que fue 0,78 cm superior al máximo registrado por Kar et al. (2026), equivalente a aproximadamente 3,15 % más. Esta diferencia, aunque relativamente pequeña, evidenció una respuesta favorable del tratamiento EM-1 + estiércol de cuy bajo las condiciones de Huanta. La similitud entre ambos resultados fue particularmente importante porque ambos estudios demostraron que la combinación de microorganismos benéficos con una fuente orgánica de origen animal favoreció el crecimiento longitudinal de la espinaca. Kar et al. (2026) explicaron que esta respuesta podía relacionarse con una mayor disponibilidad de nitrógeno, actividad microbiana y producción de sustancias promotoras del crecimiento.

Asimismo, los resultados presentaron concordancia con Soles Escobedo (2019), quien evaluó tres dosis de biol en espinaca en condiciones del Valle de Santa Catalina, utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. A los 35 días después de la germinación, la dosis de 1200 L ha^{-1} de biol alcanzó una altura de 33,36 cm, mientras que el tratamiento testigo presentó 18,05 cm. En términos comparativos, el valor de 25,58 cm registrado por T8 en la presente investigación fue 7,78 cm menor que los 33,36 cm obtenidos por Soles Escobedo (2019), lo que representó aproximadamente 23,32 % menos. Sin embargo, esta diferencia no necesariamente implicó una contradicción entre ambos estudios, debido a que Soles Escobedo evaluó una aplicación de biol a los 35 días después de la germinación, mientras que la presente investigación determinó la altura a los 45 DDT y utilizó EM-1 combinado con estiércol de cuy. Además, las condiciones edafoclimáticas, la edad fisiológica de las plantas, la composición del biofertilizante y la forma de aplicación fueron diferentes. Por tanto, la comparación mostró que el potencial de los biofertilizantes para estimular el crecimiento puede variar considerablemente según la fuente, concentración, momento de aplicación y condiciones de producción.

En el ámbito regional, Alanya Valenzuela (2024) evaluó niveles de gallinaza procesada en las variedades Viroflay y Luna F1 de espinaca en Canaán, Ayacucho, mediante un Diseño de Parcelas Divididas, considerando cuatro niveles de gallinaza 0, 2,5, 5,0 y $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ y tres repeticiones. El estudio encontró que la variedad Luna F1 alcanzó una altura de 29,47 cm, además de un rendimiento de biomasa de $26\,533,12 \text{ kg ha}^{-1}$. Frente a este resultado, el T8 de la presente investigación alcanzó 25,58 cm, es decir, 3,89 cm menos, equivalente a aproximadamente 13,20 % inferior al valor reportado por Alanya Valenzuela (2024). A pesar de esta diferencia, ambos estudios mostraron que la incorporación de fuentes orgánicas de origen animal favoreció el desarrollo vegetativo de la espinaca. La diferencia observada podría explicarse por la naturaleza del abono utilizado, ya que la gallinaza y el estiércol de cuy presentan distinta composición química, velocidad de mineralización y disponibilidad de nutrientes, además de las diferencias entre variedades y condiciones ambientales. En este sentido, el resultado obtenido con EM-1 + estiércol de cuy confirmó que esta fuente orgánica también pudo generar una respuesta favorable en altura bajo las condiciones de Huanta.

4.2.4. Peso fresco y peso seco

El peso fresco de la planta de espinaca a los 45 días después del trasplante (DDT) presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El mayor valor correspondió al T8 (EM-1 + estiércol de cuy), con 97,13 g por planta, acompañado de un peso seco de 9,61 g por planta. Asimismo, el análisis factorial evidenció efectos altamente significativos del biofertilizante, del abono orgánico y de su interacción ($p < 0,05$), lo que indicó que la acumulación de biomasa fresca estuvo condicionada tanto por la aplicación individual de los factores como por su combinación. En términos productivos, el T8 representó un incremento de 126,5 % respecto al tratamiento testigo, evidenciando una respuesta favorable de la espinaca a la combinación de EM-1 con estiércol de cuy.

El resultado obtenido fue consistente con lo reportado por Kain et al. (2025), quienes evaluaron diferentes combinaciones de abonos orgánicos y biofertilizantes en espinaca bajo un Diseño de Bloques al Azar con diez tratamientos y tres repeticiones. El tratamiento constituido por estiércol de corral (FYM) + vermicompost + PSB + Azotobacter registró el mayor peso fresco, alcanzando 88,61 g por planta, además de 25,50 cm de altura, 15 hojas por planta y un rendimiento de 168,88 q ha⁻¹. Al comparar este resultado con el obtenido en la presente investigación, el T8 alcanzó 97,13 g, superando en 8,52 g por planta al tratamiento de Kain et al. (2025), lo que representó aproximadamente un 9,61 % de incremento. Esta coincidencia permitió sostener que la integración de fuentes orgánicas con microorganismos benéficos favoreció la acumulación de biomasa fresca de la espinaca. La diferencia observada podría atribuirse a las características nutricionales de los abonos utilizados, las dosis aplicadas, el tipo de biofertilizante, la variedad empleada y las condiciones ambientales de cada experimento.

Asimismo, los resultados guardaron relación con Dasgan et al. (2023), quienes evaluaron biofertilizantes en espinaca baby cultivada hidropónicamente. En su investigación, la aplicación de biofertilizantes sobre una fertilización mineral reducida permitió alcanzar pesos acumulados de hojas de 97,80 g planta⁻¹ con micorrizas, 94,33 g planta⁻¹ con PGPR y 92,53 g planta⁻¹ con microalgas, mientras que el tratamiento con 50 % de fertilización mineral alcanzó 87,61 g planta⁻¹. La incorporación de estos biofertilizantes incrementó el peso foliar acumulado en 12

%, 8 % y 6 %, respectivamente, respecto al tratamiento con 50 % de fertilización mineral. En comparación, el T8 de la presente investigación alcanzó 97,13 g por planta, valor prácticamente equivalente al registrado por Dasgan et al. (2023) con micorrizas (97,80 g), siendo solamente 0,67 g menor, diferencia equivalente a 0,68 %. Esta similitud fue relevante porque, aunque ambos estudios utilizaron sistemas de producción diferentes hidroponías en el estudio de Dasgan et al. y cultivo en suelo en la presente investigación, ambos evidenciaron que la incorporación de microorganismos benéficos favoreció la acumulación de biomasa en la parte aérea de la espinaca.

De manera similar, Muñoz Vilela (2024) evaluó diferentes dosis de biol elaborado a partir de residuos de pescado en espinaca bajo condiciones de Barranca, Perú. El experimento se desarrolló mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, correspondientes a dosis de 0, 0,5, 1,0, 1,5 y 2 L de biol por 200 L de agua. El tratamiento con 2 L de biol por 200 L de agua alcanzó un peso de planta de 107,49 g, además de 27,01 cm de altura, 58,63 g de peso de hojas, 81,63 cm² de área foliar y un rendimiento comercial de 18,121 t ha⁻¹. Frente a este resultado, el T8 de la presente investigación registró 97,13 g, es decir, 10,36 g menos, equivalente a aproximadamente 9,64 % inferior al valor reportado por Muñoz Vilela (2024). Sin embargo, la diferencia no contradijo la tendencia favorable de los biofertilizantes, debido a que el estudio de Barranca utilizó un biol elaborado con residuos de pescado y una dosis específica, mientras que en la presente investigación se utilizó EM-1 en combinación con estiércol de cuy. En consecuencia, la fuente del biofertilizante y la disponibilidad de nutrientes provenientes del abono orgánico pudieron explicar parte de la diferencia observada.

Un resultado particularmente importante fue el obtenido por Kar et al. (2026), quienes analizaron nueve tratamientos constituidos por estiércol bovino, estiércol de aves, vermicompost y *Azotobacter*, tanto individualmente como en combinaciones. El estudio demostró que la combinación de fuentes orgánicas con biofertilizantes produjo mejores respuestas productivas que los tratamientos individuales. El mayor rendimiento correspondió a estiércol de aves + *Azotobacter*, con 4,06 t ha⁻¹, mientras que el tratamiento con fertilización química alcanzó 3,03

t ha⁻¹ y el testigo solamente 0,80 t ha⁻¹. Además, la combinación de estiércol de aves + *Azotobacter* destacó en área foliar, materia seca y otras variables relacionadas con la acumulación de biomasa. Aunque el artículo no presentó el peso fresco por planta como principal variable de comparación, sus resultados respaldaron el comportamiento observado en la presente investigación: la combinación entre una fuente orgánica y un microorganismo benéfico generó una respuesta superior respecto al testigo. Por tanto, el incremento de 126,5 % del peso fresco observado en T8 siguió la misma tendencia general reportada por Kar et al. (2026), quienes encontraron que las combinaciones de abonos orgánicos y biofertilizantes fueron superiores a la ausencia de fertilización.

4.2.5. Rendimiento

El rendimiento del cultivo de espinaca presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El análisis factorial evidenció un efecto altamente significativo del biofertilizante EM-1 ($F = 24,456$; $p < 0,001$), del abono orgánico ($F = 66,240$; $p < 0,001$) y de la interacción biofertilizante $\times$ abono orgánico ($F = 6,077$; $p = 0,007$). Asimismo, el modelo explicó el 94,5 % de la variabilidad observada ($R^2 = 0,945$), lo que indicó un elevado grado de explicación del comportamiento productivo mediante los factores estudiados. El mayor rendimiento correspondió al T8 (EM-1 + estiércol de cuy), con 6,74 t ha⁻¹, seguido por T6, con 6,69 t ha⁻¹, y T4, con 6,51 t ha⁻¹. En comparación con el tratamiento testigo, que alcanzó 3,71 t ha⁻¹, el T8 produjo un incremento de 3,03 t ha⁻¹, equivalente a 81,7 %. Estos resultados demostraron que la incorporación conjunta de EM-1 y abonos orgánicos favoreció significativamente la productividad de la espinaca bajo las condiciones experimentales de Huanta.

Los resultados fueron consistentes con los obtenidos por Kar et al. (2026), quienes evaluaron nueve tratamientos conformados por diferentes combinaciones de estiércol bovino, estiércol de aves, vermicompost y *Azotobacter* en espinaca, mediante un Diseño de Bloques al Azar. El tratamiento constituido por estiércol de aves + *Azotobacter* alcanzó el mayor rendimiento, con 4,06 t ha⁻¹, mientras que la fertilización química produjo 3,03 t ha⁻¹ y el tratamiento testigo solamente 0,80 t ha⁻¹. La combinación de estiércol de aves + *Azotobacter* incrementó el rendimiento aproximadamente 407,5 % respecto al testigo. En comparación, el tratamiento T8

de la presente investigación alcanzó $6,74 \text{ t ha}^{-1}$, superando en $2,68 \text{ t ha}^{-1}$ al tratamiento de Kar et al. (2026), equivalente a un rendimiento aproximadamente 66,0 % mayor. Asimismo, el testigo de la presente investigación presentó $3,71 \text{ t ha}^{-1}$, mientras que el testigo de Kar et al. (2026) alcanzó únicamente $0,80 \text{ t ha}^{-1}$. Esta diferencia entre los testigos evidenció que el potencial productivo estuvo fuertemente condicionado por las condiciones edafoclimáticas, variedad, manejo agronómico, densidad de plantas y metodología de evaluación. No obstante, ambos estudios coincidieron en que la combinación de un biofertilizante con una fuente orgánica favoreció el rendimiento frente a la ausencia de fertilización.

La superioridad del T8 también pudo interpretarse a partir de la interacción significativa encontrada entre EM-1 y el abono orgánico ($F = 6,077$; $p = 0,007$). Este resultado indicó que el efecto del biofertilizante no fue independiente de la fuente orgánica utilizada, sino que la respuesta productiva dependió de la combinación específica entre ambos factores. Esta tendencia coincidió con Kar et al. (2026), quienes observaron que las combinaciones de abonos orgánicos con *Azotobacter* fueron superiores a los tratamientos individuales para diversas variables productivas. En particular, el tratamiento con estiércol de aves + *Azotobacter* alcanzó $4,06 \text{ t ha}^{-1}$, mientras que *Azotobacter* aplicado individualmente registró apenas $0,89 \text{ t ha}^{-1}$, y el testigo $0,80 \text{ t ha}^{-1}$. Los autores atribuyeron esta respuesta a la complementariedad entre la disponibilidad de nutrientes proporcionada por los abonos orgánicos y la actividad de los microorganismos benéficos, especialmente en relación con la fijación biológica de nitrógeno y la producción de sustancias promotoras del crecimiento. Esta explicación resulta compatible con el comportamiento observado en T8, donde la combinación de EM-1 y estiércol de cuy produjo el mayor rendimiento.

En el ámbito nacional, los resultados pudieron contrastarse con investigaciones realizadas en diferentes regiones del Perú. Apaza (2019) evaluó el rendimiento y calidad del cultivo de espinaca utilizando biol en Chuquibambilla, Grau, Apurímac. De acuerdo con la revisión realizada por un estudio posterior sobre fertilización orgánica en espinaca, la aplicación de biol en una concentración de 60 % de biol y 40 % de agua permitió alcanzar un rendimiento total de $13,88 \text{ t ha}^{-1}$. Comparado con este resultado, el T8 de la presente investigación, con $6,74 \text{ t ha}^{-1}$,

fue inferior en $7,14 \text{ t ha}^{-1}$, equivalente a aproximadamente 51,4 % menos. Esta diferencia no necesariamente implicó una menor eficacia del EM-1 + estiércol de cuy, debido a que Apaza utilizó un biol como fuente nutricional y una concentración específica, mientras que en la presente investigación se utilizó EM-1 asociado con un abono orgánico sólido. Además, las condiciones ambientales de Chuquibambilla y Huanta, la variedad utilizada, la densidad de plantas, la dosis y frecuencia de aplicación pudieron modificar considerablemente la respuesta productiva.

Asimismo, Huerta (2016) reportó que la aplicación conjunta de 2 t ha^{-1} de guano de isla + 20 L ha^{-1} de microorganismos eficientes permitió alcanzar un rendimiento de $21,73 \text{ t ha}^{-1}$ de espinaca. Frente a este resultado, el T8 de la presente investigación alcanzó $6,74 \text{ t ha}^{-1}$, valor $14,99 \text{ t ha}^{-1}$ menor, equivalente a aproximadamente 69,0 % inferior. Sin embargo, este antecedente es especialmente importante porque evaluó precisamente la combinación de una fuente orgánica con microorganismos eficientes, concepto relacionado con el EM-1 empleado en la presente investigación. La diferencia en rendimiento pudo deberse principalmente a la utilización de guano de isla frente al estiércol de cuy, así como a las diferencias en dosis, manejo agronómico, condiciones del suelo y características ambientales. Por tanto, los resultados de Huerta (2016) respaldaron la hipótesis de que los microorganismos eficientes pueden potenciar el efecto de una fuente orgánica, aunque demostraron también que la magnitud de la respuesta depende de la fuente de nutrientes utilizada.

En una investigación nacional más reciente, Chávez Guía (2026) evaluó el efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el comportamiento y rendimiento agronómico de la espinaca en Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac. Se empleó un Diseño Completamente al Azar con cuatro tratamientos: guano de isla, gallinaza, compost y testigo. El tratamiento con $4\,000 \text{ kg ha}^{-1}$ de guano de isla alcanzó el mayor rendimiento, con 36 t ha^{-1} , mientras que la gallinaza y el compost alcanzaron rendimientos de hasta $12,04$ y $9,20 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente; el testigo registró solamente $2,8 \text{ t ha}^{-1}$. En comparación, el T8 de la presente investigación produjo $6,74 \text{ t ha}^{-1}$, siendo inferior en $29,26 \text{ t ha}^{-1}$ al tratamiento con guano de isla, equivalente a aproximadamente 81,3 % menos. Sin embargo, el rendimiento de T8 fue superior al testigo de Chávez Guía (2026), que registró $2,8 \text{ t ha}^{-1}$.

ha⁻¹, en 3,94 t ha⁻¹, equivalente a aproximadamente 140,7 % de incremento. Esta comparación resulta relevante debido a la cercanía geográfica entre Andahuaylas y Huanta, aunque debe considerarse que el estudio de Chávez Guía empleó una dosis elevada de guano de isla y una metodología diferente, por lo que los valores absolutos no son directamente equivalentes.

De igual manera, una investigación realizada en el distrito de Lamas, San Martín, evaluó diferentes dosis de materia orgánica en espinaca variedad Viroflay Improvet. El tratamiento con 30 t ha⁻¹ de materia orgánica alcanzó un rendimiento de 26 356,25 kg ha⁻¹, equivalente a 26,36 t ha⁻¹, mientras que el control químico alcanzó 38 550 kg ha⁻¹, equivalente a 38,55 t ha⁻¹. El peso promedio por planta fue de 105,42 g con 30 t ha⁻¹ de materia orgánica y 154,2 g con fertilización química. Comparado con estos resultados, el rendimiento de 6,74 t ha⁻¹ obtenido con T8 fue inferior en 19,62 t ha⁻¹, equivalente a aproximadamente 74,4 % menos que el tratamiento de 30 t ha⁻¹ de materia orgánica. Esta diferencia puede atribuirse a que la investigación de Lamas empleó una dosis considerablemente mayor de materia orgánica y evaluó una variedad específica, además de presentar condiciones edafoclimáticas diferentes. No obstante, el estudio confirmó que la incorporación de materia orgánica podía mejorar sustancialmente el rendimiento de la espinaca respecto al testigo.

Otro antecedente relevante fue el estudio realizado por Dasgan et al. (2023), quienes evaluaron biofertilizantes en espinaca baby cultivada mediante un sistema hidropónico. Aunque el objetivo principal estuvo relacionado con la calidad foliar, los autores observaron que la aplicación de biofertilizantes produjo rendimientos foliares menores que la fertilización mineral completa cuando esta última se utilizó como referencia; sin embargo, los tratamientos biológicos permitieron mejorar diferentes componentes de calidad de la espinaca. En particular, los tratamientos con micorrizas, *Chlorella vulgaris* y bacterias promotoras del crecimiento permitieron mantener una producción considerable bajo una reducción del aporte mineral. Este resultado mostró que la respuesta productiva a los biofertilizantes dependió del sistema de cultivo y del nivel de fertilización de base. Por ello, el resultado de 6,74 t ha⁻¹ alcanzado por T8 en condiciones de suelo no debe compararse únicamente por magnitud con sistemas hidropónicos, sino por la

capacidad del biofertilizante de complementar una fuente orgánica y sostener una producción elevada bajo un sistema convencional de campo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Se determinó que la aplicación combinada del biofertilizante EM-1 y los abonos orgánicos ejerció un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) a los 45 días después del trasplante (45 DDT) en Huanta. El análisis de varianza confirmó que tanto el biofertilizante ($F = 24,456$; $p < 0,001$) como el abono orgánico ($F = 66,240$; $p < 0,001$), así como su interacción ($F = 6,077$; $p = 0,007$), influyeron significativamente en el rendimiento, con un modelo que explicó el 94,5 % de la variabilidad observada ($R^2 = 0,945$). El mayor rendimiento correspondió al tratamiento T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy), con 6,74 t, que superó al testigo T1 (Sin EM-1 y sin abono; 3,71 t) en 3,03 t, equivalente a un incremento aproximado del 81,7 %. Se concluye, por tanto, que el uso conjunto del biofertilizante y los abonos orgánicos incrementa de manera efectiva el rendimiento del cultivo de espinaca en las condiciones agroecológicas de Huanta.

Se evaluó que el biofertilizante líquido EM-1 tuvo un efecto significativo sobre las variables agronómicas de rendimiento, aunque su influencia dependió de la variable y del momento de medición. En las etapas tempranas (número de hojas a los 15 DDT) el EM-1 no resultó significativo ($F = 2,433$; $p = 0,141$); sin embargo, en las variables directamente asociadas a la producción sí mostró un efecto altamente significativo: peso fresco ($F = 49,333$; $p < 0,001$), peso seco ($F = 118,839$; $p < 0,001$), altura de planta a los 45 DDT ($F = 25,376$; $p < 0,001$) y rendimiento final ($F = 24,456$; $p < 0,001$). Se concluye que la aplicación del biofertilizante EM-1 mejora el desarrollo y la acumulación de biomasa de la espinaca, potenciando el rendimiento principalmente en la fase final del cultivo.

Se analizó que el factor abono orgánico fue el de mayor influencia sobre el rendimiento productivo del cultivo ($F = 66,240$; $p < 0,001$). La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) estableció un ordenamiento claro: el estiércol de cuy y la gallinaza procesada produjeron los mayores rendimientos, el estiércol de vacuno generó rendimientos intermedios y el tratamiento sin abono el menor. En rendimiento, los tratamientos con estiércol de cuy (T8 = 6,74 t; T4 = 6,51

t) y gallinaza (T6 = 6,69 t; T2 = 6,40 t) integraron el subconjunto superior “a”, sin diferencias significativas entre sí; el estiércol de vacuno (T7 = 5,64 t; T3 = 5,22 t) se ubicó en subconjuntos inferiores, y el testigo sin abono (T1 = 3,71 t) fue estadísticamente el más bajo. Se concluye que, entre los abonos evaluados, el estiércol de cuy y la gallinaza procesada son los más eficaces para elevar el rendimiento de la espinaca, mientras que el estiércol de vacuno presenta un efecto de menor magnitud.

Se determinó que el comportamiento conjunto del biofertilizante líquido y los abonos orgánicos fue complementario y de tipo interactivo, ya que la interacción Biofertilizante $\times$ Abono orgánico resultó significativa para el rendimiento ($F = 6,077$; $p = 0,007$) y para las principales variables agronómicas (peso fresco: $p = 0,004$; peso seco: $p < 0,001$; altura de planta a los 45 DDT: $p = 0,004$). Esto indica que el efecto del EM-1 sobre la producción dependió del tipo de abono aplicado, alcanzándose los mejores resultados cuando el biofertilizante se combinó con estiércol de cuy. La combinación T8 (Con EM-1 + estiércol de cuy) presentó consistentemente el mejor comportamiento agronómico total: mayor rendimiento (6,74 t), mayor peso fresco (97,13 g), mayor peso seco (9,61 g), mayor área foliar (167,73 cm²) y mayor altura de planta a los 45 DDT (25,58 cm). Se concluye que el comportamiento agronómico total óptimo de la espinaca en Huanta se logra con la aplicación combinada del biofertilizante EM-1 y estiércol de cuy, seguida de la combinación de EM-1 con gallinaza procesada.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores de espinaca de Huanta evaluar la aplicación conjunta de EM-1 y estiércol de cuy (T8), debido a que este tratamiento alcanzó el mayor rendimiento, con 6,74 t ha⁻¹, bajo las condiciones de la presente investigación.

Se recomienda a los futuros investigadores evaluar diferentes dosis de EM-1, gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy, con la finalidad de determinar las dosis más adecuadas para mejorar el rendimiento de la espinaca.

Se recomienda complementar futuras investigaciones con un análisis de costos de producción y rentabilidad, a fin de determinar la viabilidad económica de los tratamientos evaluados y su posible aplicación por los productores de la zona.

REFERENCIAS

- Adison, R., Maisnam, G., Devi, T. D., & Kangjam, D. (2024). Impact of bio-fertilizers on growth, yield and quality of Spinach (*Spinacia oleracea* L.) in Noida UP. *BIO Web of Conferences*, 110, 6–10. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411003002>
- Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz, J. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/2f5ad12b-b267-4185-9a47-8cba19a60f58/content>
- Alanya Valenzuela, Y. (2024). Niveles de gallinaza procesada en el rendimiento de dos variedades de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/165f69f1-de81-438d-8c1f-60b6866512de/content>
- Anas, M., Liao, F., Verma, K. K., Sarwar, M. A., Mahmood, A., Chen, Z.-L., Li, Q., Zeng, X.-P., Liu, Y., & Li, Y.-R. (2020). Fate of nitrogen in agriculture and environment: Agronomic, eco-physiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. *Biological Research*, 53, Article 47. <https://doi.org/10.1186/s40659-020-00312-4>
- Apaza, M. (2019). Evaluación del rendimiento y calidad del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) utilizando biol en Chuquibambilla-Grau [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/828/T_0519.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Armenta Bojórquez, A. D., García Gutiérrez, C., Camacho Báez, J. R., Apodaca Sánchez, M. Á., Montoya, L. G., & Nava Pérez, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51–56. <https://doi.org/10.35197/rx.06.01.2010.07.aa>
- Astete Calderón, L. M. (2024). Uso de biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), Barranca–2022 [Tesis de maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez

Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC.
<http://hdl.handle.net/20.500.14067/9970>

- Ayala, C. L. (2024). Impacto del alto costo de los fertilizantes en la agricultura ecuatoriana.
- Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustainability*, 12(11), Article 4456. <https://doi.org/10.3390/su12114456>
- Bacho, J. (2011). Fotosíntesis, transpiración y rendimiento de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) bajo diferentes condiciones de humedad y riego por goteo.
- Barrett, G. E., Alexander, P. D., Robinson, J. S., & Bragg, N. C. (2016). Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems—A review. *Scientia Horticulturae*, 212, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.030>
- Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed, R. Z., Reddy, M. S., & El Enshasy, H. (2021). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants: Recent developments, constraints, and prospects. *Sustainability*, 13(3), Article 1140. <https://doi.org/10.3390/su13031140>
- Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S., & Mathieu, J. (2019). Vermicompost significantly affects plant growth: A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, Article 34. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x>
- Breit, A., Larraburu, E. E., & Castañares, J. L. (2025). Seed priming to enhance spinach (*Spinacia oleracea* L.) germination at supraoptimal temperature. *Horticultura Argentina*, 44(113), 24–31. <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/z3ebj91lk>
- Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J. W., & Brussaard, L. (2018). Soil quality—A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105–125. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>
- Callisaya Quispe, Y., & Fernández Chávez, C. M. (2017). Evaluación del efecto

- que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla. *Apthapi*, 3(3), 652–666. <https://doi.org/10.53287/cwpu3794jc40j>
- Carrillo Poma, M. M., & Chavez Maylle, M. P. (2022). Efecto del abonamiento con fuentes orgánicas en el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* var. Viroflay), en condiciones edafoclimáticas de Choras, Yarowilca, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/5581>
- Castro, J. J., Gómez, L. K., & Camargo, E. C. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27.
- Chapot-Chartier, M.-P., & Kulakauskas, S. (2014). Cell wall structure and function in lactic acid bacteria. *Microbial Cell Factories*, 13, Article S9. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-S1-S9>
- Chen, H. Y. H., Chen, C., Ma, Z., Searle, E. B., Yu, Z., & Huang, Z. (2018). Effects of plant diversity on soil carbon in diverse ecosystems: A global meta-analysis. *Biological Reviews*, 93(1), 167–183. <https://doi.org/10.1111/brv.12345>
- Corkidi, G., Serrano-Carreón, L., & Galindo, E. (2008). Análisis digital de imágenes para la caracterización microscópica de parámetros críticos en la producción fermentativa de metabolitos secundarios. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 10(1), 75–93. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77610109>
- Corwin, D. L., & Yemoto, K. (2020). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. *Soil Science Society of America Journal*, 84(5), 1442–1461. <https://doi.org/10.1002/saj2.20154>
- Cruz, B. (2023). Efecto del Bocashi y humus en la producción de fresa (*Fragaria* sp.) en la provincia de Huanta, 2023.
- Dasgan, H. Y., Kacmaz, S., Arpacı, B. B., İkiz, B., & Gruda, N. S. (2023). Biofertilizers improve the leaf quality of hydroponically grown baby spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Agronomy*, 13(2), 575. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020575>

- Doñate, M. T. (2013). Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento y la concentración de nitrato en un cultivo ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en invernadero. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <http://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/1702>
- Egamberdieva, D., Wirth, S. J., Alqarawi, A. A., Abd Allah, E. F., & Hashem, A. (2017). Phytohormones and beneficial microbes: Essential components for plants to balance stress and fitness. *Frontiers in Microbiology*, 8, Article 2104. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02104>
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 43–48.
- Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147–159. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>
- Fierer, N. (2017). Embracing the unknown: Disentangling the complexities of the soil microbiome. *Nature Reviews Microbiology*, 15(10), 579–590. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.8>
- Fonseca, L. (2015). Manual: Espinaca. Cámara de Comercio de Bogotá. <http://hdl.handle.net/11520/14310>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. FAO. <https://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019, December 5). World Soil Day 2019 draws attention to soil erosion. FAO. <https://www.fao.org/new-york/news/news-detail/World-Soil-Day-2019-draws-attention-to-soil-erosion/en>
- Franco-Correa, M. (2009). Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización. *Revista Peruana de Biología*, 16(2), 239–242. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i2.213>
- Gaylarde, C. C., & da Fonseca, E. M. (2025). Biofertilization and bioremediation—How can microbiological technology assist the ecological crisis in developing countries? *Micro*, 5(2), 18. <https://doi.org/10.3390/micro5020018>

- Guapás, M. B. (2013). Respuesta de la espinaca (*Spinacea oleracea*) a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos. Puenbo, Pichincha.
- Hasan, M. K., Al-Hasib Imon, M. A., Jahan, I., Das, T. K., Mishu, M. S., Shopan, J., Saha, M., Khan, M. S. I., Islam, M. S., & Ahammed, G. J. (2025). Melatonin-mediated adaptation of spinach (*Spinacia oleracea* L.) in acidic soil. *Plant Physiology and Biochemistry*, 223, Article 109816. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109816>
- Hisamar, S. J. (2022). Eficiencia de tres dosis de biol para mejorar el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* sp.), en el departamento de Cajamarca [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5172>
- Iglesias, L. (1995). El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el ambiente. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf
- Janampa Huamaní, M. (2018). Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Arizona–3200 msnm, Ayacucho [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.
- Jiménez, J., Arias, L., Ligia, E., Fuentes, L., Carzón, C., Gil, R., Niño, N., & Rodríguez, M. (2010). El cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y su manejo fitosanitario en Colombia.
- Kain, P., Kumar, P., Parmar, S. S., & Pandey, D. (2025). Influence of organic manures and bio-fertilizers on the growth and productivity of Indian spinach. *International Journal of Plant & Soil Science*, 37(9), 476–483. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2025/v37i95725>
- Kangjam, D., Maisnam, G., Devi, T. D., & Adison, R. (2024). Effect of different bio-fertilizers on growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *BIO Web of Conferences*, 110, 4–7. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411004002>
- Kar, S., Arunachalam, A., Debnath, S., Reddy, M. K., Ghanti, P., & Lahiri, S. (2026). Optimizing *Spinacia oleracea* production through organic fertilizers use in the lower Gangetic plain, West Bengal. *Discover Agriculture*, 4, Article 71. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00418-x>

- Lapa, A. (2022). Efecto de la fertilización NPK y microorganismos eficientes en la producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).
- Lavao, A., & Yepes Aguirre, Z. M. (2021). Elaboración de abonos orgánicos derivados de los residuos sólidos aprovechables, procedentes del restaurante escolar en la Institución Educativa Rural Las Lajas de la Inspección de Yurayaco, del municipio de San José del Fragua.
- Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature*, 528(7580), 60–68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>
- Lobell, D. B., Azzari, G., Burke, M., Gurlay, S., Jin, Z., Kilic, T., & Murray, S. (2019). Eyes in the sky, boots on the ground: Assessing satellite- and ground-based approaches to crop yield measurement and analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 102(1), 202–219. <https://doi.org/10.1093/ajae/aaz051>
- Luna Feijoo, M. A., & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31–40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 3315–3335. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0>
- Malhotra, H., Vandana, Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: Plant growth in response to deficiency and excess. En M. Hasanuzzaman, M. Fujita, H. Oku, K. Nahar, & B. Hawrylak-Nowak (Eds.), *Plant nutrients and abiotic stress tolerance* (pp. 171–190). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7
- Mendoza, J. C. (2019). Efecto de la aplicación de biofertilizantes y un bioestimulante vegetal en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.).
- Molina, E. (2025). Niveles de broza de semillas de quinua en el rendimiento de dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) Santiago de Huatatas, 2637 msnm, Ayacucho–2024. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5720>

- Mondino, M. C., Balaban, D. M., & Vicente, D. (2018). Evaluación agronómica de cultivares de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) con destino industrial en el Cinturón Hortícola de Rosario. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Montenegro, N. (2024). Evaluación de abonos orgánicos en un sistema de cultivo vertical de espinaca (*Spinacia oleracea*) en Cayambe–Pichincha.
- Muñoz-Morales, J., Capilla-Otero, M., Gordillo-Ibarra, X., et al. (2024). El impacto del uso inadecuado de agroquímicos y riego intensivo en la degradación del suelo: del cultivo al yermo. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla <https://hdl.handle.net/20.500.12371/20785>
- Muñoz Vilela, A. J. (2024). Uso de biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento ecológico de espinaca (*Spinacia oleracea* L.), Barranca–2022 [Tesis de maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/9970>
- Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola, 46(2), 93–103.
- Neina, D. (2019). The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. Applied and Environmental Soil Science, 2019, Article 5794869. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- Oba, M. M. S., Rivera, R. C., Luna, A. V., Murillo, A. C., Oba, A. S., Ramos, J. J. C., Rodríguez, A. R., Rangel, A. P. J., Ortiz, J. A. P., & Benítez, G. A. (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. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-070>
- Olano, M. M. (2022). Dosis de cuyaza y momento de aplicación en invernadero en *Spinacia oleracea* L. variedad Viroflay Improvet.
- Peralta-Veran, L., Juscamaita-Morales, J., & Meza-Contreras, V. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. Ecología Aplicada, 15(1), 1–10.

<https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.577>

- Poorter, H., Jagodzinski, A. M., Ruiz-Peinado, R., Kuyah, S., Luo, Y., Oleksyn, J., Usoltsev, V. A., Buckley, T. N., Reich, P. B., & Sack, L. (2015). How does biomass distribution change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continents. *New Phytologist*, 208(3), 736–749. <https://doi.org/10.1111/nph.13571>
- Pulido, N., & Rincón, A. (2024). Evaluación de algunas variables de rendimiento agronómico de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo fertilización orgánica y convencional.
- Ramola, G. C., Kukreti, A., & Rathod, D. (2023). Soil degradation and deterioration: Causes, effects and case studies. En *Soil restoration: Assessment and reclamation* (pp. 107–123).
- Rawat, P., Das, S., Shankhdhar, D., & Shankhdhar, S. C. (2021). Phosphate-solubilizing microorganisms: Mechanism and their role in phosphate solubilization and uptake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1), 49–68. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00342-7>
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, Article 15221. <https://doi.org/10.1038/nplants>
- Restrepo Rivera, J. (2007). El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS). https://aderlan.org/wp-content/uploads/2020/06/El_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas.pdf.2015.221
- Roberts, J. L., & Moreau, R. (2016). Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food & Function*, 7(8), 3337–3353. <https://doi.org/10.1039/C6FO00051G>
- Saldaña, F. (2024). Efecto de dos bioestimulantes foliares sobre el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Cajamarca. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7280/TESIS_FREDY_SALDAÑA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sardans, J., & Peñuelas, J. (2021). Potassium control of plant functions: Ecological

- and agricultural implications. *Plants*, 10(2), Article 419. <https://doi.org/10.3390/plants10020419>
- Shaheen, S., Khan, M., Khan, M. J., Jilani, S., Bibi, Z., Munir, M., & Kiran, M. (2017). Effective microorganisms (EM) co-applied with organic wastes and NPK stimulate the growth, yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Sarhad Journal of Agriculture*, 33(1), 30–41. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2017.33.1.30.41>
- Siura C., S., Montes, I., & Dávila, S. (2016). Efecto del biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico. *Anales Científicos*, 70(1), 1–8. <https://doi.org/10.21704/ac.v70i1.64>
- Soles Escobedo, M. J. (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]. Repositorio Institucional UPAO. <https://n9.cl/tzfjl>
- Soumare, A., Diedhiou, A. G., Thuita, M., Hafidi, M., Ouhdouch, Y., Gopalakrishnan, S., & Kouisni, L. (2020). Exploiting biological nitrogen fixation: A route towards a sustainable agriculture. *Plants*, 9(8), Article 1011. <https://doi.org/10.3390/plants9081011>
- Supo, J. A. (2025). Una clasificación emergente fundamentada en el análisis de datos para la investigación científica.
- Uçgun, K., Ferreira, J. F. S., Liu, X., da Silva Filho, J. B., Suarez, D. L., de Lacerda, C. F., & Sandhu, D. (2020). Germination and growth of spinach under potassium deficiency and irrigation with high-salinity water. *Plants*, 9(12), Article 1739. <https://doi.org/10.3390/plants9121739>
- Weraduwaage, S. M., Chen, J., Anozie, F. C., Morales, A., Weise, S. E., & Sharkey, T. D. (2015). The relationship between leaf area growth and biomass accumulation in *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in Plant Science*, 6, Article 167. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00167>

ANEXOS

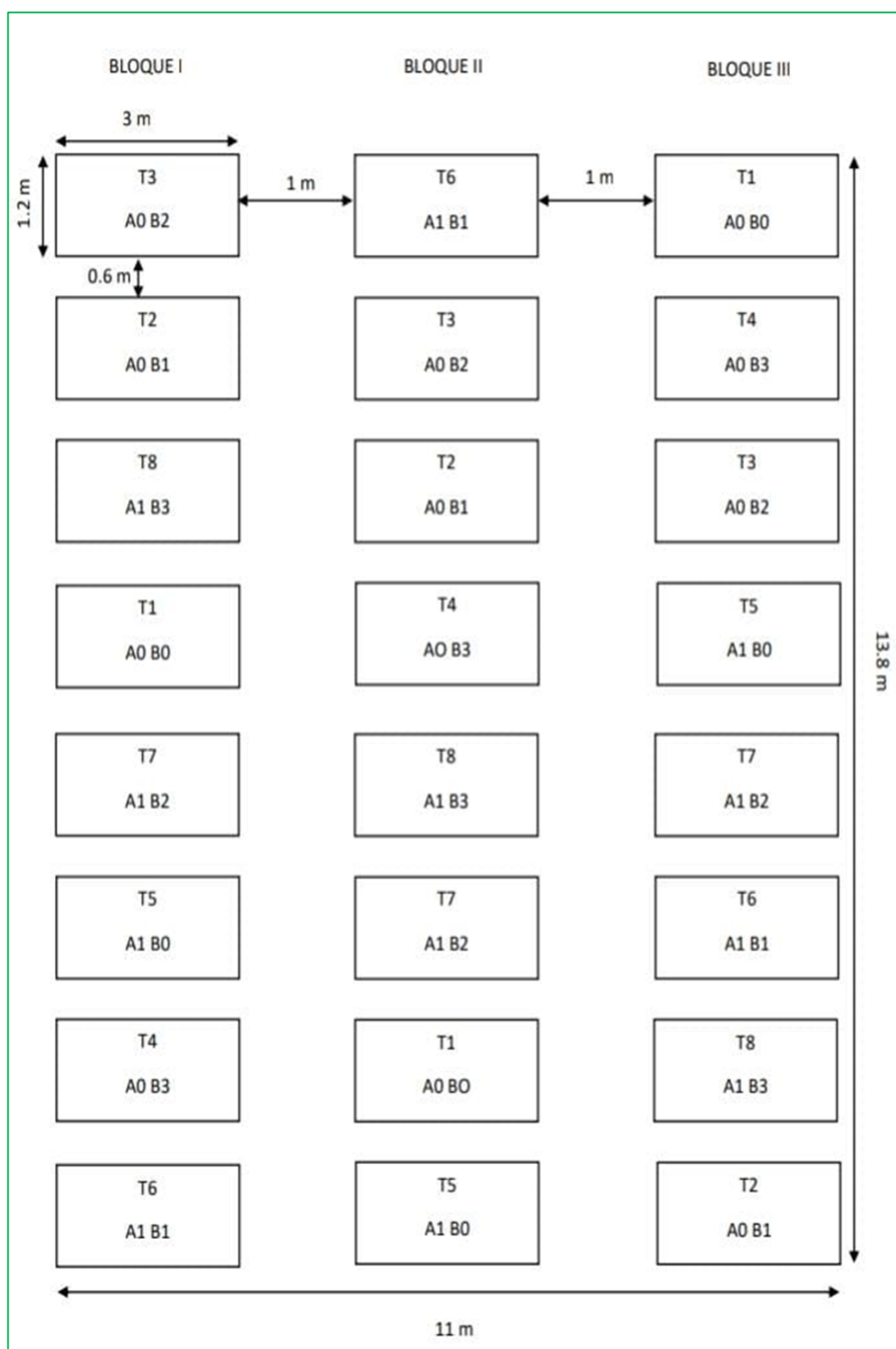
Anexo A Matriz de consistencia de la investigación

**EFFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE Y TRES ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.) EN HUANTA**

<i>Problema</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Variables e indicadores</i>	<i>Metodología</i>
Problema general: ¿Cuál es el efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta?	Objetivo general: Determinar el efecto de un biofertilizante y tres abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta.	Hipótesis general: La aplicación de un biofertilizante y tres abonos orgánicos influye significativamente en el rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta.	VI (X₁): Biofertilizante EM-1 Aplicación: sin EM-1; con EM-1.	Metodología Enfoque: cuantitativo. Tipo: aplicada Nivel: explicativo. Diseño: experimental; DBCA con arreglo factorial 2 × 4 (8 tratamientos × 3 bloques = 24 U.E.). Población: 1 200 plantas. Muestra: 288 plantas. Muestreo: probabilístico aleatorio simple. Técnica/Instrumentos: observación directa; ficha de evaluación, cuaderno de campo, regla milimetrada, balanza analítica y estufa. Análisis: descriptivo e inferencial; ANOVA factorial y Tukey ($\alpha = 0,05$).
Problema específico 1: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de biofertilizante sobre las variables agronómicas de rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta?	Objetivo específico 1: Evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizante sobre las variables agronómicas de rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta.	Hipótesis específica 1: La aplicación del biofertilizante mejora significativamente el rendimiento agronómico del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta.	V2 (X₂): Abonos orgánicos Tipo: sin abono; gallinaza; estiércol de vacuno; estiércol de cuy.	
Problema específico 2: ¿Cuál es la influencia de los abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy en el desarrollo fisiológico y rendimiento productivo del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta?	Objetivo específico 2: Analizar la influencia de los abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy en el rendimiento productivo del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta.	Hipótesis específica 2: Los distintos tipos de abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy influyen significativamente en el rendimiento productivo del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.), siendo superiores al tratamiento sin fertilización orgánica en Huanta	VD (Y): Rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) Crecimiento vegetativo: altura (cm), n.º de hojas. Biomasa: peso fresco (g/planta), peso seco (g/planta). Producción: rendimiento (t/ha).	
Problema específico 3: ¿Cuál es el comportamiento del biofertilizante y los abonos orgánicos (gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy) en el rendimiento agronómico total de la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta?	Objetivo específico 3: Determinar el comportamiento del biofertilizante y abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy en el rendimiento agronómico total de la espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en Huanta.	Hipótesis específica 3: Existe una interacción significativa entre el biofertilizante y los abonos orgánicos gallinaza procesada, estiércol de vacuno y estiércol de cuy que maximiza el rendimiento del cultivo de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) en condiciones de campo, en Huanta.		

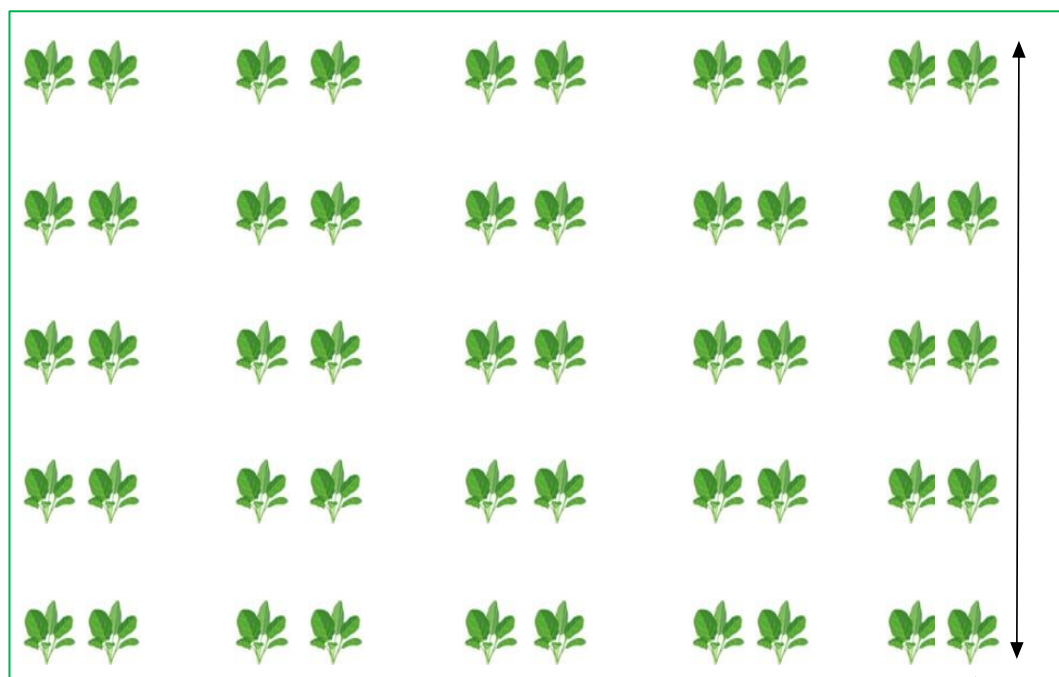
Nota. La matriz presenta la correspondencia entre el problema, objetivos, hipótesis, variables, dimensiones, indicadores y metodología de la investigación.

Anexo B Distribución de los tratamientos en el diseño experimental



Nota. Se presenta la distribución aleatoria de los tratamientos y sus respectivas repeticiones dentro de las unidades experimentales.

Anexo C Croquis del área experimental



Nota. Representación esquemática de la ubicación y distribución de las unidades experimentales, tratamientos, repeticiones y áreas correspondientes dentro del campo experimental.

Anexo D Descripción de los tratamientos experimentales

Tratamiento	Factor A	Factor B	Código	Descripción
T1	A0	B0	A0B0	Sin microorganismo eficiente y sin abonos (Testigo)
T2	A0	B1	A0B1	Sin microorganismo eficiente + gallinaza
T3	A0	B2	A0B2	Sin microorganismo eficiente + estiércol de vacuno
T4	A0	B3	A0B3	Sin microorganismo eficiente + estiércol de cuy
T5	A1	B0	A1B0	Con microorganismo eficiente y sin abono
T6	A1	B1	A1B1	Con microorganismo eficiente +gallinaza
T7	A1	B2	A1B2	Con microorganismo eficiente + estiércol de vacuno
T8	A1	B3	A1B3	Con microorganismo eficiente + estiércol de cuy

Nota. Se detallan el tratamiento testigo, el biofertilizante y los tres tipos de abonos orgánicos empleados en el experimento, así como las dosis o cantidades aplicadas.

Anexo E Caracterización de los abonos orgánicos utilizados

Composición nutricional	Unidades	Estiércol de cuy	Gallinaza	Estiércol de vaca
pH (*)	Unid.pH	10,1	8,9	8,0
Conductividad Eléctrica (*)	mS/m	24,6	18,0	5,7
Nitrogeno total (*)	%	2,23	1,20	0,98
Fósforo (P205)(+)	%	1,35	3,12	0,52
Potasio (K20)(*)	%	8,20	3,37	0,98
Calcio (CaO)(*)	%	7,45	15,20	3,97
Magnesio (MgO) (*)	%	1,11	1,48	0,52
Materia orgánica	%	45,88	16,21	34,89

Nota. Se presentan las características y procedencia de los abonos orgánicos empleados como fuentes de fertilización para el cultivo de espinaca.

Anexo F Caracterización del biofertilizante utilizado



EM-1®



ORIGEN

EM-1 es un inoculante microbiano natural que contiene microorganismos benéficos. EM-1 (Microorganismos Eficaces, por sus siglas en inglés) fue desarrollado por el Dr. Teruo Higa, profesor de la Universidad de Ryukyus de Okinawa, Japón. Es una tecnología que promueve el uso de microorganismos eficaces para el bienestar de los seres humanos, animales y medio ambiente.

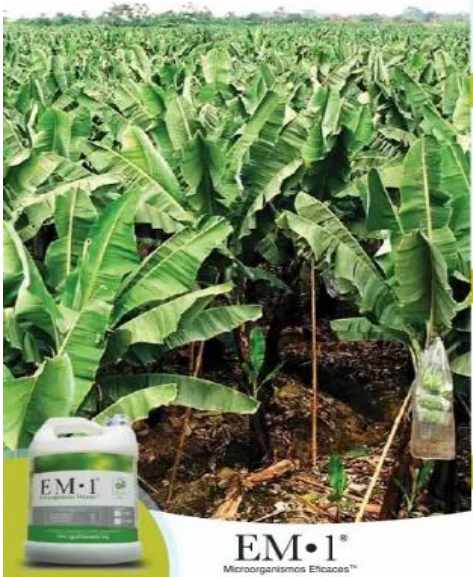
DESCRIPCIÓN

EM-1 es un producto que favorece especialmente la descontaminación de aguas, tratamiento de desechos, eliminación de malos olores y presencia de moscas debido a la acumulación de materia orgánica. Los microorganismos contenidos en el producto, tienen la facultad directa o indirecta de prevenir sustancias que deterioren la vida y el ambiente a través de la generación de sustancias bioactivas. Es una mezcla de microorganismos benéficos que desplazan a los microorganismos patógenos mejorando la calidad del medio en el que son aplicados. El producto contiene microorganismos vivos que no han sido modificados genéticamente; por lo tanto, no puede ser mezclado con antibióticos, químicos ni plaguicidas, pues al hacerlo puede perder su efectividad.

CONTENIDO MÍNIMO UFC/mL

Bacterias Ácido Lácticas:	10^4
Bacterias Fototróficas:	10^2
Levaduras:	10^3



DATOS FÍSICOS

Apariencia:	Solución color marrón amarillenta.
Olor:	Fuertemente a fermento.
pH:	Máx. 3.5

PREPARACIÓN DE INSUMOS

EM-1 Activado

- Mezclar 5% de EM-1 y 5% de melaza, completar el 90% restante con agua dulce. Ej.: 10L de EM-1 + 10L de melaza + 180L agua dulce = 200 litros de EM Activado.
- Colocar la mezcla en un envase plástico, sin contaminación química, limpio y herméticamente cerrado.
- Dejar escapar los gases generados en el interior del envase plástico.
- La mezcla debe permanecer durante 5 a 7 días a la sombra antes de su aplicación, se debe controlar que el pH sea inferior a 3.5; si es mayor, desistir de su uso.

MODO DE APLICACIÓN

EM-1 puede ser utilizado luego de su activación de las siguientes maneras:

- INOCULACIÓN DE SUELOS:** Aplicaciones al 2-5% de EM Activado (puede utilizarse en la mezcla de la fertilización foliar en ferti-riego o aguilones) por hectárea.
- CONTROL DE MALOS OLORES:** Aplicaciones al 5% de EM Activado al inicio; 2% conforme a resultados.
- ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO:** Aplicaciones del 5 al 10% de EM Activado de acuerdo a las características del material.

CERTIFICACIONES

El **EM-1** cuenta con la certificación de Control Union Perú S.A.C., para ser empleado en producciones agrícolas orgánicas.




Nota. Se describe la procedencia, composición, concentración y forma de aplicación del biofertilizante utilizado durante el desarrollo del experimento.

Anexo G Análisis físico-químico del suelo experimental



instituto Nacional de Innovación Agraria

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200**



INACAL
DA - Perú
Acreditado por

INFORME DE ENSAYO
LABSAF CANAAN
N° 114086-25 / SU / CA



I. INFORMACIÓN GENERAL

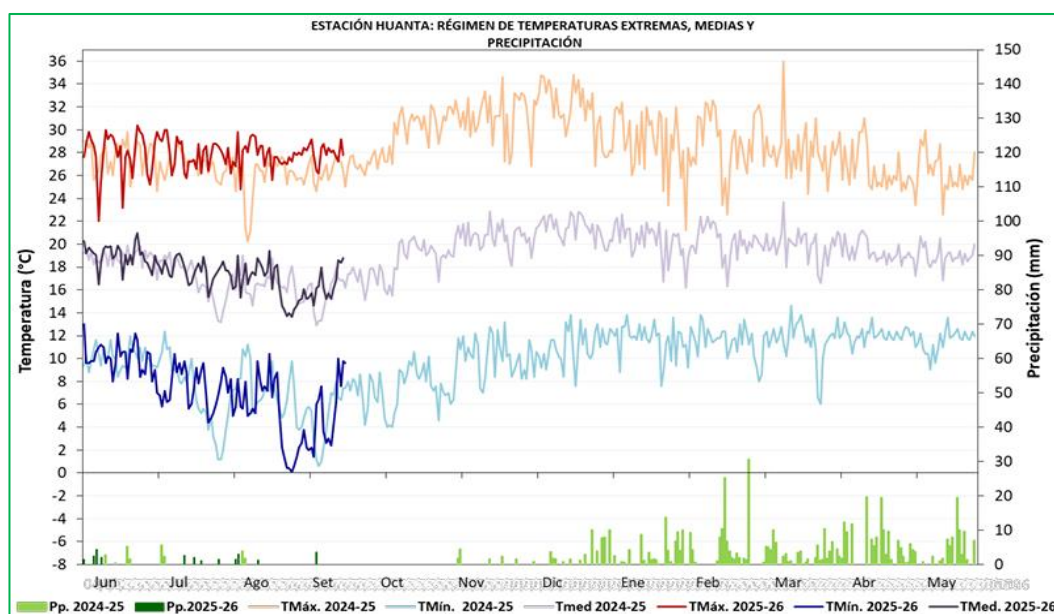
Cliente	: Ibeth Miriam Canchari Delgadillo
Propietario / Productor	: Ibeth Miriam Canchari Delgadillo
Dirección del cliente	: Huanta - Ayacucho
Solicitado por	: Ibeth Miriam Canchari Delgadillo
Muestreado por	: Cliente
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	: Iguain-Huanta-Ayacucho
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2025-10-19
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-10-20
Lugar de ensayo	: LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	: Del 2025-10-28 al 2025-11-03
Cotización del servicio	: 204-25-CA
Fecha de emisión	: 2025-11-04

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU3225-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2025-10-19	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	10:00	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	-	-	-	-	-	-
Resultados						
Ensayo	Unidad	LC	1	2	3	4
pH	unid. pH	0,1	7,5	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	11,1	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,2	1,3	-	-	-
Textura	%	-	28,83	-	-	-
Arena	%	-	33,88	-	-	-
Arcilla	%	-	37,29	-	-	-
Limo	%	-	-	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arcilloso	-	-	-

Nota. Resultados del análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo utilizado para establecer el cultivo de espinaca antes de la aplicación de los tratamientos.

Anexo H Registro de las condiciones ambientales.



Nota. Se presentan los registros de temperatura, humedad relativa, precipitación u otras condiciones ambientales relevantes durante el periodo experimental.

Anexo I Datos de la espinaca descargados en spss

BASE DE DATOS 9 de agosto.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 14 de 14 variables

	Bloque	Biofertilizante	Abono_organico	Tratamiento	Número_de_hojas_1	Número_de_hojas_3	Número_de_hojas_4	Área_foliar	Altura_de_planta_15	Altura_de_planta_30	Altura_de_planta_45	Peso_fresco_45DDT	Peso_seco_50DDT	Rendimiento	var	var	var	var	var
1	1	0	0	1	8,50	13,93	17,07	87,10	6,34	10,31	15,92	41,20	5,11	3,54					
2	1	0	1	2	11,83	17,09	20,00	133,50	8,26	13,90	22,53	76,20	7,73	6,65					
3	1	0	2	3	9,75	14,75	18,57	117,70	6,96	12,58	18,85	63,40	6,06	5,16					
4	1	0	3	4	12,42	17,29	20,79	150,90	9,00	15,29	22,49	85,90	8,68	6,40					
5	1	1	0	5	11,50	16,25	19,59	140,90	8,71	14,03	18,76	70,00	6,92	5,06					
6	1	1	1	6	12,25	17,97	22,68	151,30	8,07	15,24	20,62	81,40	8,28	7,03					
7	1	1	2	7	10,50	13,57	21,23	131,80	7,86	14,85	19,17	75,40	7,11	5,41					
8	1	1	3	8	12,00	17,24	24,81	170,60	9,88	17,00	25,42	97,90	9,71	6,76					
9	2	0	0	1	9,75	12,84	15,40	102,20	6,66	10,04	16,32	47,90	4,55	3,87					
10	2	0	1	2	12,17	16,52	20,50	140,10	8,01	15,46	20,50	78,50	7,60	6,72					
11	2	0	2	3	10,83	15,88	18,22	125,10	7,53	12,68	19,48	65,40	5,92	5,04					
12	2	0	3	4	12,58	18,89	22,34	142,90	8,81	14,53	20,48	82,50	8,88	6,78					
13	2	1	0	5	10,58	14,08	21,23	141,60	7,46	14,25	18,53	73,20	6,78	5,24					
14	2	1	1	6	11,08	16,68	22,34	143,40	8,98	15,07	21,44	83,10	8,12	6,69					
15	2	1	2	7	12,67	17,00	20,33	136,60	8,65	13,93	17,68	73,80	6,84	6,01					
16	2	1	3	8	14,42	19,21	24,17	156,10	9,46	16,32	25,29	89,50	9,26	6,45					
17	3	0	0	1	9,50	12,05	16,04	97,80	6,09	11,81	17,15	39,60	4,38	3,71					
18	3	0	1	2	13,08	16,21	20,98	144,10	8,71	14,65	20,37	73,10	7,66	5,84					
19	3	0	2	3	12,42	15,78	19,63	105,70	7,18	13,05	18,36	66,50	6,29	5,46					
20	3	0	3	4	10,17	16,74	22,04	149,90	9,11	15,82	22,15	83,30	8,52	6,34					
21	3	1	0	5	10,42	15,62	20,02	136,70	7,81	13,05	20,50	64,50	6,71	5,44					
22	3	1	1	6	14,08	18,20	21,61	150,80	8,87	15,23	22,42	82,20	8,05	6,36					
23	3	1	2	7	11,08	14,59	21,37	125,80	8,81	14,20	20,07	62,80	7,08	5,49					
24	3	1	3	8	11,50	17,10	24,03	176,50	9,19	17,24	26,04	104,00	9,87	7,01					

Vista de datos Vista de variables

BASE DE DATOS 9 de agosto.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Bloque	Número	8	0		{1. Bloque 1}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
2	Biofertilizante	Número	8	0		{0. Sin EM-1}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
3	Abono_organico	Número	8	0		{0. Sin abono}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
4	Tratamiento	Número	8	0		{1. T1 - Sin EM-1}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
5	Número_de_hojas_1	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	Número_de_hojas_3	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7	Número_de_hojas_4	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
8	Área_foliar	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
9	Altura_de_planta_15	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10	Altura_de_planta_30	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
11	Altura_de_planta_45	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
12	Peso_fresco_45	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
13	Peso_seco_50	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
14	Rendimiento	Número	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

Vista de datos Vista de variables

Nota. Se presentan los datos individuales obtenidos para las variables relacionadas con el desarrollo vegetativo de las plantas de espinaca en cada tratamiento y repetición.

Anexo J Resultados del análisis de la estadística.

		Descriptivos			Desv. Error
Número_de_hojas_15D DT	Tratamiento			Estadístico	
	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media		9,2500	,38188
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,6069	
			Límite superior	10,8931	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		9,5000	
		Varianza		,438	
		Desv. Desviación		,66144	
		Mínimo		8,50	
		Máximo		9,75	
		Rango		1,25	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-1,458	1,225
		Curtosis		.	.
		T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media		12,3600
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	10,7545	
			Límite superior	13,9655	
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		12,1700		
	Varianza		,418		
	Desv. Desviación		,64630		
	Mínimo		11,83		
	Máximo		13,08		
	Rango		1,25		
	Rango intercuartil		.		
	Asimetría		1,209	1,225	
	Curtosis		.	.	
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno		Media		11,0000
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,6636	
			Límite superior	14,3364	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		10,8300	
		Varianza		1,804	
		Desv. Desviación		1,34309	
		Mínimo		9,75	
		Máximo		12,42	
		Rango		2,67	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,560	1,225
		Curtosis		.	.
		T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	Media		11,7233
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	8,3757	
			Límite superior	15,0710	
	Media recortada al 5%		.		
	Mediana		12,4200		
	Varianza		1,816		
	Desv. Desviación		1,34760		
	Mínimo		10,17		
	Máximo		12,58		
Rango			2,41		
Rango intercuartil		.			
Asimetría		-1,705	1,225		

	Curtosis		.	.
T5 - Con EM-1 y sin abono	Media		10,8333	,33652
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,3854	
		Límite superior	12,2813	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,5800	
	Varianza		,340	
	Desv. Desviación		,58287	
	Mínimo		10,42	
	Máximo		11,50	
	Rango		1,08	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,586	1,225
	Curtosis		.	.
T6 - Con EM-1 + gallinaza	Media		12,4700	,87298
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,7139	
		Límite superior	16,2261	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		12,2500	
	Varianza		2,286	
	Desv. Desviación		1,51205	
	Mínimo		11,08	
	Máximo		14,08	
	Rango		3,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,641	1,225
	Curtosis		.	.
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media		11,4167	,64865
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,6258	
		Límite superior	14,2076	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		11,0800	
	Varianza		1,262	
	Desv. Desviación		1,12349	
	Mínimo		10,50	
	Máximo		12,67	
	Rango		2,17	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,227	1,225
	Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media		12,6400	,90163
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,7606	
		Límite superior	16,5194	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		12,0000	
	Varianza		2,439	
	Desv. Desviación		1,56167	
	Mínimo		11,50	
	Máximo		14,42	
	Rango		2,92	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,534	1,225
	Curtosis		.	.

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número_de_hojas_15DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,314	3	.	,893	3	,363
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,282	3	.	,935	3	,508
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,217	3	.	,988	3	,790
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,364	3	.	,800	3	,113
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,335	3	.	,858	3	,263
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,225	3	.	,984	3	,759
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,284	3	.	,933	3	,499
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,326	3	.	,874	3	,307

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_hojas_15DDT	Se basa en la media	1,093	7	16	,413
	Se basa en la mediana	,274	7	16	,955
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,274	7	10,752	,951
	Se basa en la media recortada	1,003	7	16	,464

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_hojas_15DDT

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	28,180 ^a	9	3,131	2,217	,088
Intersección	3152,875	1	3152,875	2232,605	,000
Bloque	1,834	2	,917	,649	,537
Biofertilizante	3,435	1	3,435	2,433	,141
Abono_ orgánico	21,047	3	7,016	4,968	,015
Biofertilizante * Abono_ orgánico	1,864	3	,621	,440	,728
Error	19,771	14	1,412		
Total	3200,826	24			
Total corregido	47,951	23			

a. R al cuadrado = ,588 (R al cuadrado ajustada = ,323)

Número_de_hojas_15DDT

HSD Tukey^{a,b}

Abono_ orgánico	N	Subconjunto	
		1	2
Sin abono	6	10,0417	
Estiercol de vacuno	6	11,2083	11,2083
Estiercol de cuy	6		12,1817
Gallinaza	6		12,4150
Sig.		,360	,332

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,412.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

b. Alfa = 0.05.

Númerro de hojas – 30 DDT

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
Número_de_hojas_30DDT	Tratamiento				
	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media		12,9400	,54501
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,5950	
			Límite superior	15,2850	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		12,8400	
		Varianza		,891	
		Desv. Desviación		,94398	
		Mínimo		12,05	
		Máximo		13,93	
		Rango		1,88	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,471	1,225
		Curtosis		.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media		16,6067	,25770
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,4979	
			Límite superior	17,7155	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		16,5200	
		Varianza		,199	
		Desv. Desviación		,44636	
		Mínimo		16,21	
		Máximo		17,09	
		Rango		,88	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,841	1,225
		Curtosis		.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media		15,4700	,36116
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,9161	
			Límite superior	17,0239	
		Media recortada al 5%		.	

		Mediana	15,7800	
		Varianza	,391	
		Desv. Desviación	,62554	
		Mínimo	14,75	
		Máximo	15,88	
		Rango	1,13	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,682	1,225
		Curtosis	.	.
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	Media	17,6400	,64485
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,8654
			Límite superior	20,4146
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	17,2900	
		Varianza	1,248	
		Desv. Desviación	1,11692	
		Mínimo	16,74	
		Máximo	18,89	
		Rango	2,15	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	1,272	1,225
		Curtosis	.	.
	T5 - Con EM-1 y sin abono	Media	15,3167	,64452
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,5435
			Límite superior	18,0898
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	15,6200	
		Varianza	1,246	
		Desv. Desviación	1,11635	
		Mínimo	14,08	
		Máximo	16,25	
		Rango	2,17	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,132	1,225
		Curtosis	.	.
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	Media	17,6167	,47302
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,5814
			Límite superior	19,6519
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	17,9700	
		Varianza	,671	
		Desv. Desviación	,81929	
		Mínimo	16,68	
		Máximo	18,20	
		Rango	1,52	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,580	1,225
		Curtosis	.	.
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media	15,0533	1,01690
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,6780
			Límite superior	19,4287
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	14,5900	
		Varianza	3,102	
		Desv. Desviación	1,76132	
		Mínimo	13,57	
		Máximo	17,00	
		Rango	3,43	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	1,102	1,225
		Curtosis	.	.
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media	17,8500	,68120
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,9190
			Límite superior	20,7810

	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	17,2400	
	Varianza	1,392	
	Desv. Desviación	1,17987	
	Mínimo	17,10	
	Máximo	19,21	
	Rango	2,11	
	Rango intercuartil	.	
	Asimetría	1,705	1,225
	Curtosis	.	.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístic			Estadístic		
	Tratamiento	o	gl	Sig.	o	gl	Sig.
Número_de_hojas_30 DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,209	3	.	,992	3	,825
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,244	3	.	,972	3	,677
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,357	3	.	,816	3	,153
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,290	3	.	,926	3	,475
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,274	3	.	,945	3	,546
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,334	3	.	,861	3	,269
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,270	3	.	,948	3	,561
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,364	3	.	,800	3	,113

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_hojas_30D DT	Se basa en la media	1,337	7	16	,296
	Se basa en la mediana	,319	7	16	,934
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,319	7	10,876	,930
	Se basa en la media recortada	1,222	7	16	,347

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_hojas_30DDT

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	61,689 ^a	9	6,854	5,710	,002
Intersección	6191,451	1	6191,451	5157,898	,000
Bloque	1,477	2	,738	,615	,555
Biofertilizante	3,792	1	3,792	3,159	,097
Abono_orgánico	49,883	3	16,628	13,852	,000

Biofertilizante * Abono_ orgánico	6,537	3	2,179	1,815	,191
Error	16,805	14	1,200		
Total	6269,946	24			
Total corregido	78,495	23			

a. R al cuadrado = ,786 (R al cuadrado ajustada = ,648)

Número_de_hojas_30DDT

HSD Tukey^{a,b}

Abono_ orgánico	N	Subconjunto	
		1	2
Sin abono	6	14,1283	
Estiercol de vacuno	6	15,2617	
Gallinaza	6		17,1117
Estiercol de cuy	6		17,7450
Sig.		,317	,751

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,200.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

b. Alfa = 0.05.

Númerro de hojas – 45 DDT

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
Tratamiento					
Número_de_hojas_45DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media		16,8367	,77098
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,5194	
			Límite superior	20,1539	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		17,0700	
		Varianza		1,783	
		Desv. Desviación		1,33538	
		Mínimo		15,40	
		Máximo		18,04	
		Rango		2,64	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-,762	1,225
		Curtosis		.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media		20,4933	,28292
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,2760	
			Límite superior	21,7106	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		20,5000	
		Varianza		,240	
		Desv. Desviación		,49003	

			Mínimo	20,00	
			Máximo	20,98	
			Rango	,98	
			Rango intercuartil	.	
			Asimetría	-,061	1,225
			Curtosis	.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	95% de intervalo de confianza para la media	Media	18,8067	,42388
			Límite inferior	16,9828	
		Límite superior		20,6305	
			Media recortada al 5%	.	
			Mediana	18,5700	
			Varianza	,539	
			Desv. Desviación	,73419	
			Mínimo	18,22	
			Máximo	19,63	
			Rango	1,41	
			Rango intercuartil	.	
			Asimetría	1,300	1,225
			Curtosis	.	.
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	95% de intervalo de confianza para la media	Media	21,7233	,47463
			Límite inferior	19,6811	
		Límite superior		23,7655	
			Media recortada al 5%	.	
			Mediana	22,0400	
			Varianza	,676	
			Desv. Desviación	,82209	
			Mínimo	20,79	
			Máximo	22,34	
			Rango	1,55	
			Rango intercuartil	.	
			Asimetría	-1,476	1,225
			Curtosis	.	.
	T5 - Con EM-1 y sin abono	95% de intervalo de confianza para la media	Media	20,2800	,49095
			Límite inferior	18,1676	
		Límite superior		22,3924	
			Media recortada al 5%	.	
			Mediana	20,0200	
			Varianza	,723	
			Desv. Desviación	,85035	
			Mínimo	19,59	
			Máximo	21,23	
			Rango	1,64	
			Rango intercuartil	.	
			Asimetría	1,247	1,225
			Curtosis	.	.
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	95% de intervalo de confianza para la media	Media	22,2100	,31565
			Límite inferior	20,8519	
		Límite superior		23,5681	
			Media recortada al 5%	.	
			Mediana	22,3400	
			Varianza	,299	
			Desv. Desviación	,54672	
			Mínimo	21,61	
			Máximo	22,68	
			Rango	1,07	
			Rango intercuartil	.	
			Asimetría	-1,010	1,225
			Curtosis	.	.
			Media	20,9767	,32585
			Límite inferior	19,5747	

	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	22,3787	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		21,2300	
		Varianza		,319	
		Desv. Desviación		,56439	
		Mínimo		20,33	
		Máximo		21,37	
		Rango		1,04	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-1,613	1,225
		Curtosis		.	.
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media		24,3367	,24009
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,3036	
			Límite superior	25,3697	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		24,1700	
		Varianza		,173	
		Desv. Desviación		,41585	
		Mínimo		24,03	
		Máximo		24,81	
		Rango		,78	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,514	1,225
		Curtosis		.	.

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Número_de_hojas_45DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,236	3	.	,977	3	,710
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,176	3	.	1,000	3	,977
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,293	3	.	,922	3	,460
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,317	3	.	,889	3	,350
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,287	3	.	,930	3	,488
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,261	3	.	,958	3	,604
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,340	3	.	,849	3	,237
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,322	3	.	,880	3	,323

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_hojas_45D	Se basa en la media	1,188	7	16	,363
DT	Se basa en la mediana	,390	7	16	,895
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,390	7	11,184	,890
	Se basa en la media recortada	1,112	7	16	,402

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_hojas_45DDT

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	106,869 ^a	9	11,874	19,092	,000
Intersección	10291,628	1	10291,628	16546,896	,000
Bloque	,796	2	,398	,640	,542
Biofertilizante	37,076	1	37,076	59,611	,000
Abono_ orgánico	66,561	3	22,187	35,672	,000
Biofertilizante * Abono_ orgánico	2,437	3	,812	1,306	,312
Error	8,708	14	,622		
Total	10407,205	24			
Total corregido	115,577	23			

a. R al cuadrado = ,925 (R al cuadrado ajustada = ,876)

Número_de_hojas_45DDT

HSD Tukey^{a,b}

Abono_ orgánico	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
Sin abono	6	18,5583			
Estiercol de vacuno	6		19,8917		
Gallinaza	6			21,3517	
Estiercol de cuy	6				23,0300
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,622.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

b. Alfa = 0.05.

Área foliar

Descriptivos

	Tratamiento		Estadístico	Desv. Error
Área_foliar	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media	95,7000	4,48367
		95% de intervalo de	Límite inferior	76,4083
		confianza para la media	Límite superior	114,9917
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	97,8000	.
		Varianza	60,310	.
		Desv. Desviación	7,76595	.
		Mínimo	87,10	.
		Máximo	102,20	.
		Rango	15,10	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	-1,128	1,225
		Curtosis	.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media	139,2333	3,09049
		95% de intervalo de	Límite inferior	125,9360
		confianza para la media	Límite superior	152,5306
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	140,1000	.
		Varianza	28,653	.
		Desv. Desviación	5,35288	.
		Mínimo	133,50	.
		Máximo	144,10	.
		Rango	10,60	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	-,709	1,225
		Curtosis	.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media	116,5000	5,91946
		95% de intervalo de	Límite inferior	91,0306
		confianza para la media	Límite superior	141,9694
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	117,7000	.

		Varianza	105,120	
		Desv. Desviación	10,25280	
		Mínimo	105,70	
		Máximo	126,10	
		Rango	20,40	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-,519	1,225
		Curtosis	.	.
T4 - Sin EM-1 +		Media	147,9000	2,51661
estiercol de cuy	95% de intervalo de	Límite inferior	137,0719	
	confianza para la media	Límite superior	158,7281	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	149,9000	
		Varianza	19,000	
		Desv. Desviación	4,35890	
		Mínimo	142,90	
		Máximo	150,90	
		Rango	8,00	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,630	1,225
		Curtosis	.	.
T5 - Con EM-1 y		Media	139,7333	1,53007
sin abono	95% de intervalo de	Límite inferior	133,1500	
	confianza para la media	Límite superior	146,3167	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	140,9000	
		Varianza	7,023	
		Desv. Desviación	2,65016	
		Mínimo	136,70	
		Máximo	141,60	
		Rango	4,90	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,597	1,225
		Curtosis	.	.
T6 - Con EM-1 +		Media	148,5000	2,55408
gallinaza	95% de intervalo de	Límite inferior	137,5107	
	confianza para la media	Límite superior	159,4893	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	150,8000	
		Varianza	19,570	
		Desv. Desviación	4,42380	

T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Mínimo		143,40	
	Máximo		151,30	
	Rango		7,90	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,707	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		131,4000	3,12410
	95% de intervalo de	Límite inferior	117,9581	
	confianza para la media	Límite superior	144,8419	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		131,8000	
	Varianza		29,280	
	Desv. Desviación		5,41110	
	Mínimo		125,80	
	Máximo		136,60	
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Rango		10,80	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,331	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		167,7333	6,06089
	95% de intervalo de	Límite inferior	141,6554	
	confianza para la media	Límite superior	193,8113	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		170,6000	
	Varianza		110,203	
	Desv. Desviación		10,49778	
	Mínimo		156,10	
	Máximo		176,50	
	Rango		20,40	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,137	1,225
	Curtosis		.	.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Tratamiento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Área_foliar	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,273	3	.	,945	3	,549
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,231	3	.	,980	3	,731
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,213	3	.	,990	3	,806
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,343	3	.	,842	3	,220
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,337	3	.	,855	3	,253
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,365	3	.	,797	3	,108
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,196	3	.	,996	3	,878
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,274	3	.	,944	3	,544

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Área_foliar	Se basa en la media	1,262	7	16	,328
	Se basa en la mediana	,508	7	16	,816
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,508	7	10,791	,811
	Se basa en la media recortada	1,198	7	16	,358

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Área_foliar

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10020,485 ^a	9	1113,387	17,944	,000
Intersección	439860,450	1	439860,450	7089,181	,000
Bloque	7,266	2	3,633	,059	,943
Biofertilizante	2669,150	1	2669,150	43,018	,000
Abono_orgánico	6517,155	3	2172,385	35,012	,000
Biofertilizante * Abono_orgánico	826,915	3	275,638	4,442	,022
Error	868,654	14	62,047		
Total	450749,590	24			
Total corregido	10889,140	23			

a. R al cuadrado = ,920 (R al cuadrado ajustada = ,869)

Área foliar

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 - Sin EM-1 y sin abono	3	95,7000			
T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	3		116,5000		
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	3		131,4000	131,4000	
T2 - Sin EM-1 + gallinaza	3			139,2333	
T5 - Con EM-1 y sin abono	3			139,7333	
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	3			147,9000	
T6 - Con EM-1 + gallinaza	3			148,5000	148,5000
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	3				167,7333
Sig.		1,000	,208	,107	,054

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Altura de planta – 15 DDT

Descriptivos

Tratamiento		Estadístico	Desv. Error
Altura_de_planta_15D DT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media	6,3633
		95% de intervalo de confianza para la media	5,6536
		Límite inferior	7,0731
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	.
		Mediana	6,3400
		Varianza	,082
		Desv. Desviación	,28572
		Mínimo	6,09
		Máximo	6,66
		Rango	,57
		Rango intercuartil	.
		Asimetría	,365
		Curtosis	1,225
			.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media	8,3267
		95% de intervalo de confianza para la media	7,4455
		Límite inferior	9,2079
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	.
		Mediana	8,2600
		Varianza	,126
		Desv. Desviación	,35473
		Mínimo	8,01
		Máximo	8,71
		Rango	,70
		Rango intercuartil	.
		Asimetría	,816
		Curtosis	1,225
			.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media	7,2233
		95% de intervalo de confianza para la media	6,5092
		Límite inferior	7,9374
		Límite superior	
		Media recortada al 5%	.
		Mediana	7,1800
		Varianza	,083
		Desv. Desviación	,28746
		Mínimo	6,96
		Máximo	7,53
		Rango	,57
		Rango intercuartil	.
		Asimetría	,663
		Curtosis	1,225
			.

T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	Media		8,9733	,08762
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,5963	
		Límite superior	9,3503	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		9,0000	
	Varianza		,023	
	Desv. Desviación		,15177	
	Mínimo		8,81	
	Máximo		9,11	
	Rango		,30	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,766	1,225
	Curtosis		.	.
T5 - Con EM-1 y sin abono	Media		7,9933	,37231
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,3914	
		Límite superior	9,5952	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7,8100	
	Varianza		,416	
	Desv. Desviación		,64485	
	Mínimo		7,46	
	Máximo		8,71	
	Rango		1,25	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,176	1,225
	Curtosis		.	.
T6 - Con EM-1 + gallinaza	Media		8,6400	,28676
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,4062	
		Límite superior	9,8738	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		8,8700	
	Varianza		,247	
	Desv. Desviación		,49669	
	Mínimo		8,07	
	Máximo		8,98	
	Rango		,91	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,637	1,225
	Curtosis		.	.
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media		8,4400	,29366
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,1765	
		Límite superior	9,7035	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		8,6500	
	Varianza		,259	
	Desv. Desviación		,50863	
	Mínimo		7,86	
	Máximo		8,81	
	Rango		,95	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,541	1,225
	Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media		9,5100	,20075
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,6462	
		Límite superior	10,3738	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		9,4600	
	Varianza		,121	
	Desv. Desviación		,34771	
	Mínimo		9,19	
	Máximo		9,88	
	Rango		,69	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,634	1,225

Curtosis	.	.
----------	---	---

ruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_de_planta_15DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,199	3	.	,995	3	,865
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,241	3	.	,974	3	,688
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,227	3	.	,983	3	,750
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,236	3	.	,977	3	,708
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,279	3	.	,939	3	,525
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,345	3	.	,839	3	,212
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,327	3	.	,872	3	,302
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,224	3	.	,984	3	,762

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura_de_planta_15DDT	Se basa en la media	1,462	7	16	,249
	Se basa en la mediana	,306	7	16	,941
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,306	7	9,376	,934
	Se basa en la media recortada	1,333	7	16	,298

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_de_planta_15DDT

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	20,879 ^a	9	2,320	12,122	,000
Intersección	1607,370	1	1607,370	8399,035	,000
Bloque	,031	2	,016	,082	,922
Biofertilizante	5,125	1	5,125	26,777	,000
Abono_orgánico	14,063	3	4,688	24,494	,000
Biofertilizante * Abono_orgánico	1,661	3	,554	2,892	,073
Error	2,679	14	,191		
Total	1630,929	24			
Total corregido	23,558	23			

a. R al cuadrado = ,886 (R al cuadrado ajustada = ,813)

Altura_de_planta_15DDT

HSD Tukey^{a,b}

Abono_ orgánico	N	Subconjunto		
		1	2	3
Sin abono	6	7,1783		
Estiercol de vacuno	6	7,8317	7,8317	
Gallinaza	6		8,4833	
Estiercol de cuy	6			9,2417
Sig.		,089	,090	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,191.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

b. Alfa = 0.05.

Altura de planta – 30 DDT

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
	Tratamiento				
Altura_de_planta_30DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media		10,7200	,55055
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,3512	
			Límite superior	13,0888	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		10,3100	
		Varianza		,909	
		Desv. Desviación		,95357	
		Mínimo		10,04	
		Máximo		11,81	
		Rango		1,77	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,577	1,225
		Curtosis		.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media		14,6700	,45044
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,7319	
			Límite superior	16,6081	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		14,6500	
		Varianza		,609	
		Desv. Desviación		,78019	
		Mínimo		13,90	
		Máximo		15,46	
		Rango		1,56	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,115	1,225
		Curtosis		.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media		12,7700	,14295
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,1550	
			Límite superior	13,3850	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		12,6800	
	Varianza		,061		

		Desv. Desviación		,24759	
		Mínimo		12,58	
		Máximo		13,05	
		Rango		,47	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,420	1,225
		Curtosis		.	.
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy		Media		15,2133	,37436
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,6026	
			Límite superior	16,8241	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		15,2900	
		Varianza		,420	
		Desv. Desviación		,64841	
		Mínimo		14,53	
		Máximo		15,82	
		Rango		1,29	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-,525	1,225
		Curtosis		.	.
T5 - Con EM-1 y sin abono		Media		13,7767	,36884
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	12,1897	
			Límite superior	15,3637	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		14,0300	
		Varianza		,408	
		Desv. Desviación		,63885	
		Mínimo		13,05	
		Máximo		14,25	
		Rango		1,20	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-1,504	1,225
		Curtosis		.	.
T6 - Con EM-1 + gallinaza		Media		15,1800	,05508
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,9430	
			Límite superior	15,4170	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		15,2300	
		Varianza		,009	
		Desv. Desviación		,09539	
		Mínimo		15,07	
		Máximo		15,24	
		Rango		,17	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-1,711	1,225
		Curtosis		.	.
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno		Media		14,3267	,27303
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	13,1519	
			Límite superior	15,5014	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		14,2000	
		Varianza		,224	
		Desv. Desviación		,47290	
		Mínimo		13,93	
		Máximo		14,85	
		Rango		,92	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,119	1,225
		Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy		Media		16,8533	,27552
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,6679	
			Límite superior	18,0388	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		17,0000	

Varianza	,228	
Desv. Desviación	,47721	
Mínimo	16,32	
Máximo	17,24	
Rango	,92	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	-1,252	1,225
Curtosis	.	.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Tratamiento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_de_planta_30DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,333	3	.	,861	3	,271
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,178	3	.	1,000	3	,958
	T3 - Sin EM-1 + estiércol de vacuno	,309	3	.	,901	3	,388
	T4 - Sin EM-1 + estiércol de cuy	,214	3	.	,990	3	,804
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,321	3	.	,882	3	,330
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,367	3	.	,794	3	,100
	T7 - Con EM-1 + estiércol de vacuno	,272	3	.	,946	3	,553
	T8 - Con EM-1 + estiércol de cuy	,287	3	.	,929	3	,485

a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura_de_planta_30DDT	Se basa en la media	1,759	7	16	,165
	Se basa en la mediana	,499	7	16	,822
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,499	7	8,207	,813
	Se basa en la media recortada	1,635	7	16	,196

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_de_planta_30DDT

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	71,291 ^a	9	7,921	21,167	,000
Intersección	4831,695	1	4831,695	12911,347	,000
Bloque	,498	2	,249	,665	,530
Biofertilizante	17,154	1	17,154	45,838	,000
Abono_orgánico	48,719	3	16,240	43,396	,000
Biofertilizante * Abono_orgánico	4,921	3	1,640	4,383	,023
Error	5,239	14	,374		
Total	4908,225	24			
Total corregido	76,530	23			

a. R al cuadrado = ,932 (R al cuadrado ajustada = ,888)

Altura_de_planta_30DDTHSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 - Sin EM-1 y sin abono	3	10,7200			
T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	3		12,7700		
T5 - Con EM-1 y sin abono	3		13,7767	13,7767	
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	3		14,3267	14,3267	
T2 - Sin EM-1 + gallinaza	3			14,6700	
T6 - Con EM-1 + gallinaza	3			15,1800	15,1800
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	3			15,2133	15,2133
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	3				16,8533
Sig.		1,000	,083	,129	,054

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Altura de planta – 45 DDT**Descriptivos**

Tratamiento		Estadístico		Desv. Error
Altura_de_planta_45DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media	16,4633	,36223
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,9048
			Límite superior	18,0219
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	16,3200	
		Varianza	,394	
		Desv. Desviación	,62740	
		Mínimo	15,92	
		Máximo	17,15	
		Rango	1,23	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	,974	1,225
		Curtosis	.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media	21,1333	,69934
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	18,1243
			Límite superior	24,1424
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	20,5000	
		Varianza	1,467	
		Desv. Desviación	1,21129	
		Mínimo	20,37	

T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Máximo		22,53	
	Rango		2,16	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,710	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		18,8967	,32416
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	17,5019	
		Límite superior	20,2914	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		18,8500	
	Varianza		,315	
	Desv. Desviación		,56146	
	Mínimo		18,36	
	Máximo		19,48	
	Rango		1,12	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,371	1,225
	Curtosis		.	.
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	Media		21,7067	,62114
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,0341	
		Límite superior	24,3792	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		22,1500	
	Varianza		1,157	
	Desv. Desviación		1,07584	
	Mínimo		20,48	
	Máximo		22,49	
	Rango		2,01	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,539	1,225
	Curtosis		.	.
T5 - Con EM-1 y sin abono	Media		19,2633	,62189
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	16,5876	
		Límite superior	21,9391	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		18,7600	
	Varianza		1,160	
	Desv. Desviación		1,07714	
	Mínimo		18,53	
	Máximo		20,50	
	Rango		1,97	

T6 - Con EM-1 + gallinaza	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,644	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		21,4933	,52030
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	19,2547	
		Límite superior	23,7320	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		21,4400	
	Varianza		,812	
	Desv. Desviación		,90118	
	Mínimo		20,62	
	Máximo		22,42	
	Rango		1,80	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,265	1,225
	Curtosis		.	.
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media		18,9733	,69691
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,9748	
		Límite superior	21,9719	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		19,1700	
	Varianza		1,457	
	Desv. Desviación		1,20708	
	Mínimo		17,68	
	Máximo		20,07	
	Rango		2,39	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,714	1,225
	Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media		25,5833	,23140
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,5877	
		Límite superior	26,5790	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		25,4200	
	Varianza		,161	
	Desv. Desviación		,40079	
	Mínimo		25,29	
	Máximo		26,04	
	Rango		,75	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,529	1,225

Curtosis	.	.
----------	---	---

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístic			Estadístic		
	Tratamiento	o	gl	Sig.	o	gl	Sig.
Altura_de_planta_45D DT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,257	3	.	,961	3	,620
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,366	3	.	,795	3	,103
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,200	3	.	,995	3	,862
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,327	3	.	,873	3	,303
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,347	3	.	,836	3	,204
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,190	3	.	,997	3	,902
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,231	3	.	,980	3	,730
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,325	3	.	,875	3	,311

a. Corrección de significación de Lilliefors

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura_de_planta_45DDT	Se basa en la media	1,136	7	16	,390
	Se basa en la mediana	,211	7	16	,978
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,211	7	9,986	,975
	Se basa en la media recortada	1,025	7	16	,451

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Altura_de_planta_45DDT					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	157,518 ^a	9	17,502	23,406	,000
Intersección	10026,229	1	10026,229	13408,531	,000
Bloque	3,379	2	1,689	2,259	,141
Biofertilizante	18,975	1	18,975	25,376	,000
Abono_ orgánico	119,634	3	39,878	53,331	,000
Biofertilizante * Abono_ orgánico	15,531	3	5,177	6,924	,004
Error	10,468	14	,748		
Total	10194,216	24			
Total corregido	167,987	23			

a. R al cuadrado = ,938 (R al cuadrado ajustada = ,898)

Altura_de_planta_45DDT

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 - Sin EM-1 y sin abono	3	16,4633			
T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	3	18,8967	18,8967		
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	3	18,9733	18,9733		
T5 - Con EM-1 y sin abono	3		19,2633	19,2633	
T2 - Sin EM-1 + gallinaza	3		21,1333	21,1333	
T6 - Con EM-1 + gallinaza	3		21,4933	21,4933	
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	3			21,7067	
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	3				25,5833
Sig.		,067	,054	,079	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Peso fresco – 45 DDT

Descriptivos

Tratamiento			Estadístico	Desv. Error
Peso_fresco_45DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media	42,9000	2,54231
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	31,9613
			Límite superior	53,8387
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	41,2000	.
		Varianza	19,390	.
		Desv. Desviación	4,40341	.
		Mínimo	39,60	.
		Máximo	47,90	.
		Rango	8,30	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	1,478	1,225
		Curtosis	.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media	75,9333	1,56454
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	69,2017
			Límite superior	82,6650
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	76,2000	.
		Varianza	7,343	.
		Desv. Desviación	2,70986	.
		Mínimo	73,10	.
		Máximo	78,50	.
		Rango	5,40	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	-,439	1,225
		Curtosis	.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media	65,1000	,90738
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	61,1959
			Límite superior	69,0041
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	65,4000	.
		Varianza	2,470	.
		Desv. Desviación	1,57162	.
		Mínimo	63,40	.
		Máximo	66,50	.
		Rango	3,10	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	-,828	1,225
		Curtosis	.	.
	T4 - Sin EM-1 +	Media	83,9000	1,02632
		Límite inferior	79,4841	.

estiercol de cuy	95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	88,3159	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		83,3000	
	Varianza		3,160	
	Desv. Desviación		1,77764	
	Mínimo		82,50	
	Máximo		85,90	
	Rango		3,40	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,346	1,225
	Curtosis		.	.
T5 - Con EM-1 y sin abono	Media		69,2333	2,54056
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	58,3022 80,1645	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		70,0000	
	Varianza		19,363	
	Desv. Desviación		4,40038	
	Mínimo		64,50	
	Máximo		73,20	
	Rango		8,70	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,760	1,225
	Curtosis		.	.
T6 - Con EM-1 + gallinaza	Media		82,2333	,49103
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	80,1206 84,3461	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		82,2000	
	Varianza		,723	
	Desv. Desviación		,85049	
	Mínimo		81,40	
	Máximo		83,10	
	Rango		1,70	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,176	1,225
	Curtosis		.	.
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media		70,6667	3,96036
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	53,6266 87,7067	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		73,8000	
	Varianza		47,053	
	Desv. Desviación		6,85954	
	Mínimo		62,80	
	Máximo		75,40	
	Rango		12,60	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,627	1,225
	Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media		97,1333	4,20331
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	79,0480 115,2187	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		97,9000	
	Varianza		53,003	
	Desv. Desviación		7,28034	
	Mínimo		89,50	
	Máximo		104,00	
	Rango		14,50	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,469	1,225
	Curtosis		.	.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Tratamiento	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso_fresco_45DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,317	3	.	,888	3	,349
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,206	3	.	,993	3	,837
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,242	3	.	,973	3	,683
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,299	3	.	,915	3	,433
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,236	3	.	,977	3	,711
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,182	3	.	,999	3	,935
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,343	3	.	,844	3	,223
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,209	3	.	,992	3	,826

a. Corrección de significación de Lilliefors

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso_fresco_45DDT	Se basa en la media	2,515	7	16	,060
	Se basa en la mediana	,721	7	16	,657
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,721	7	6,965	,662
	Se basa en la media recortada	2,342	7	16	,075

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Peso_fresco_45DDT					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5369,305 ^a	9	596,589	29,668	,000
Intersección	129257,404	1	129257,404	6427,956	,000
Bloque	23,493	2	11,746	,584	,571
Biofertilizante	992,020	1	992,020	49,333	,000
Abono_ orgánico	3936,948	3	1312,316	65,261	,000
Biofertilizante * Abono_ orgánico	416,845	3	138,948	6,910	,004
Error	281,521	14	20,109		
Total	134908,230	24			
Total corregido	5650,826	23			

a. R al cuadrado = ,950 (R al cuadrado ajustada = ,918)

Peso_fresco_45DDTHSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
T1 - Sin EM-1 y sin abono	3	42,9000				
T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	3		65,1000			
T5 - Con EM-1 y sin abono	3		69,2333			
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	3		70,6667	70,6667		
T2 - Sin EM-1 + gallinaza	3		75,9333	75,9333	75,9333	
T6 - Con EM-1 + gallinaza	3			82,2333	82,2333	
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	3				83,9000	
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	3					97,1333
Sig.		1,000	,108	,075	,382	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Peso seco – 45 DDT**Descriptivos**

Tratamiento		Estadístico		Desv. Error
Peso_seco_45 DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media	4,6800	,22053
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,7311
			Límite superior	5,6289
		Media recortada al 5%		.
		Mediana	4,5500	
		Varianza	,146	
		Desv. Desviación	,38197	
		Mínimo	4,38	
		Máximo	5,11	
		Rango	,73	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	1,354	1,225
		Curtosis	.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media	7,6633	,03756
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,5017
			Límite superior	7,8250
		Media recortada al 5%		.
		Mediana	7,6600	
		Varianza	,004	
		Desv. Desviación	,06506	
		Mínimo	7,60	
		Máximo	7,73	
		Rango	,13	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	,230	1,225
		Curtosis	.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media	6,0900	,10786
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,6259
			Límite superior	6,5541
		Media recortada al 5%		.
		Mediana	6,0600	
		Varianza	,035	
		Desv. Desviación	,18682	
		Mínimo	5,92	

T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	Máximo		6,29	
	Rango		,37	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,704	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		8,6933	,10414
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,2453	
		Límite superior	9,1414	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		8,6800	
	Varianza		,033	
	Desv. Desviación		,18037	
	Mínimo		8,52	
	Máximo		8,88	
	Rango		,36	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,331	1,225
	Curtosis		.	.
T5 - Con EM-1 y sin abono	Media		6,8033	,06173
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,5377	
		Límite superior	7,0690	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		6,7800	
	Varianza		,011	
	Desv. Desviación		,10693	
	Mínimo		6,71	
	Máximo		6,92	
	Rango		,21	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,935	1,225
	Curtosis		.	.
T6 - Con EM-1 + gallinaza	Media		8,1500	,06807
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,8571	
		Límite superior	8,4429	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		8,1200	
	Varianza		,014	
	Desv. Desviación		,11790	
	Mínimo		8,05	
	Máximo		8,28	
	Rango		,23	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,071	1,225
	Curtosis		.	.
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media		7,0100	,08544
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,6424	
		Límite superior	7,3776	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7,0800	
	Varianza		,022	
	Desv. Desviación		,14799	
	Mínimo		6,84	
	Máximo		7,11	
	Rango		,27	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,652	1,225
	Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media		9,6133	,18260
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,8276	
		Límite superior	10,3990	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		9,7100	
	Varianza		,100	
	Desv. Desviación		,31628	

Mínimo	9,26	
Máximo	9,87	
Rango	,61	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	-1,247	1,225
Curtosis	.	.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso_seco_45DDT	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,300	3	.	,913	3	,429
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,187	3	.	,998	3	,915
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,230	3	.	,981	3	,734
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,196	3	.	,996	3	,878
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,253	3	.	,964	3	,637
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,267	3	.	,951	3	,576
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,349	3	.	,832	3	,194
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,287	3	.	,930	3	,488

a. Corrección de significación de Lilliefors

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso_seco_45DDT	Se basa en la media	2,470	7	16	,064
	Se basa en la mediana	,604	7	16	,744
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,604	7	7,023	,739
	Se basa en la media recortada	2,270	7	16	,083

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Peso_seco_45DDT					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	50,560 ^a	9	5,618	141,541	,000
Intersección	1292,281	1	1292,281	32559,445	,000
Bloque	,174	2	,087	2,192	,149
Biofertilizante	7,426	1	7,426	187,099	,000
Abono_orgánico	40,728	3	13,576	342,054	,000
Biofertilizante * Abono_orgánico	2,231	3	,744	18,740	,000
Error	,556	14	,040		
Total	1343,396	24			
Total corregido	51,115	23			

a. R al cuadrado = ,989 (R al cuadrado ajustada = ,982)

Peso_seco_45DDTHSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
T1 - Sin EM-1 y sin abono	3	4,6800					
T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	3		6,0900				
T5 - Con EM-1 y sin abono	3			6,8033			
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	3			7,0100			
T2 - Sin EM-1 + gallinaza	3				7,6633		
T6 - Con EM-1 + gallinaza	3				8,1500	8,1500	
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	3					8,6933	
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	3						9,6133
Sig.		1,000	1,000	,925	,165	,094	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Rendimiento – 45 DDT

Descriptivos					
	Tratamiento		Estadístico	Desv. Error	
Rendimiento	T1 - Sin EM-1 y sin abono	Media		3,7067	,09528
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,2967	
			Límite superior	4,1166	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		3,7100	
		Varianza		,027	
		Desv. Desviación		,16503	
		Mínimo		3,54	
		Máximo		3,87	
		Rango		,33	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-,091	1,225
		Curtosis		.	.
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	Media		6,4033	,28239
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,1883	
			Límite superior	7,6184	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		6,6500	
		Varianza		,239	
		Desv. Desviación		,48911	
		Mínimo		5,84	
		Máximo		6,72	
		Rango		,88	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-1,692	1,225
		Curtosis		.	.
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	Media		5,2200	,12490
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,6826	
			Límite superior	5,7574	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		5,1600	
	Varianza		,047		

		Desv. Desviación		,21633	
		Mínimo		5,04	
		Máximo		5,46	
		Rango		,42	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,152	1,225
		Curtosis		.	.
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	Media		6,5067	,13776
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,9139	
			Límite superior	7,0994	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		6,4000	
		Varianza		,057	
		Desv. Desviación		,23861	
		Mínimo		6,34	
		Máximo		6,78	
		Rango		,44	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,610	1,225
		Curtosis		.	.
	T5 - Con EM-1 y sin abono	Media		5,2467	,10975
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,7745	
			Límite superior	5,7189	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		5,2400	
		Varianza		,036	
		Desv. Desviación		,19009	
		Mínimo		5,06	
		Máximo		5,44	
		Rango		,38	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,158	1,225
		Curtosis		.	.
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	Media		6,6933	,19342
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,8611	
			Límite superior	7,5256	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		6,6900	
		Varianza		,112	
		Desv. Desviación		,33501	
		Mínimo		6,36	
		Máximo		7,03	
		Rango		,67	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,045	1,225
		Curtosis		.	.
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	Media		5,6367	,18809
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,8274	
			Límite superior	6,4460	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		5,4900	
		Varianza		,106	
		Desv. Desviación		,32578	
		Mínimo		5,41	
		Máximo		6,01	
		Rango		,60	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,615	1,225

Curtosis		.	.
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	Media	6,7400	,16197
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,0431
		Límite superior	7,4369
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	6,7600	.
	Varianza	,079	.
	Desv. Desviación	,28054	.
	Mínimo	6,45	.
	Máximo	7,01	.
	Rango	,56	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	-,319	1,225
Curtosis		.	.

Tratamiento		Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Estadístico		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento	T1 - Sin EM-1 y sin abono	,177	3	.	1,000	3	,967
	T2 - Sin EM-1 + gallinaza	,360	3	.	,809	3	,137
	T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	,276	3	.	,942	3	,537
	T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	,339	3	.	,850	3	,241
	T5 - Con EM-1 y sin abono	,181	3	.	,999	3	,942
	T6 - Con EM-1 + gallinaza	,176	3	.	1,000	3	,984
	T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	,340	3	.	,848	3	,235
	T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	,195	3	.	,996	3	,882

a. Corrección de significación de Lilliefors

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento	Se basa en la media	1,230	7	16	,343
	Se basa en la mediana	,204	7	16	,980
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,204	7	7,204	,974
	Se basa en la media recortada	1,111	7	16	,403

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Rendimiento					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	22,853 ^a	9	2,539	26,925	,000
Intersección	798,799	1	798,799	8470,237	,000
Bloque	,087	2	,043	,459	,641
Biofertilizante	2,306	1	2,306	24,456	,000
Abono_ orgánico	18,741	3	6,247	66,240	,000
Biofertilizante * Abono_ orgánico	1,719	3	,573	6,077	,007
Error	1,320	14	,094		

Total	822,972	24			
Total corregido	24,173	23			

a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,910)

Rendimiento

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T1 - Sin EM-1 y sin abono	3	3,7067			
T3 - Sin EM-1 + estiercol de vacuno	3		5,2200		
T5 - Con EM-1 y sin abono	3		5,2467		
T7 - Con EM-1 + estiercol de vacuno	3		5,6367	5,6367	
T2 - Sin EM-1 + gallinaza	3			6,4033	6,4033
T4 - Sin EM-1 + estiercol de cuy	3				6,5067
T6 - Con EM-1 + gallinaza	3				6,6933
T8 - Con EM-1 + estiercol de cuy	3				6,7400
Sig.		1,000	,675	,086	,849

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nota. Se presentan las tablas de análisis de varianza (ANOVA), pruebas de comparación de medias y demás procedimientos estadísticos empleados para determinar el efecto de los tratamientos.

Anexo J Registro fotográfico del establecimiento del experimento

Fotografía 1. Reconocimiento y selección del área experimental.



Nota. Identificación y delimitación del terreno destinado al establecimiento del experimento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en Huanta.

Fotografía 2. Limpieza y preparación del terreno experimental.



Nota. Eliminación de malezas, residuos vegetales y otros materiales presentes en el área destinada al experimento.

Fotografía 3. Preparación y acondicionamiento del suelo.



Nota. Labores de remoción, mullido y nivelación del suelo para favorecer el establecimiento y desarrollo del cultivo.

Fotografía 4. Trazado y delimitación de las unidades experimentales.



Nota. Distribución de los bloques y tratamientos de acuerdo con el diseño experimental establecido.

Fotografía 5. Preparación de los abonos orgánicos.



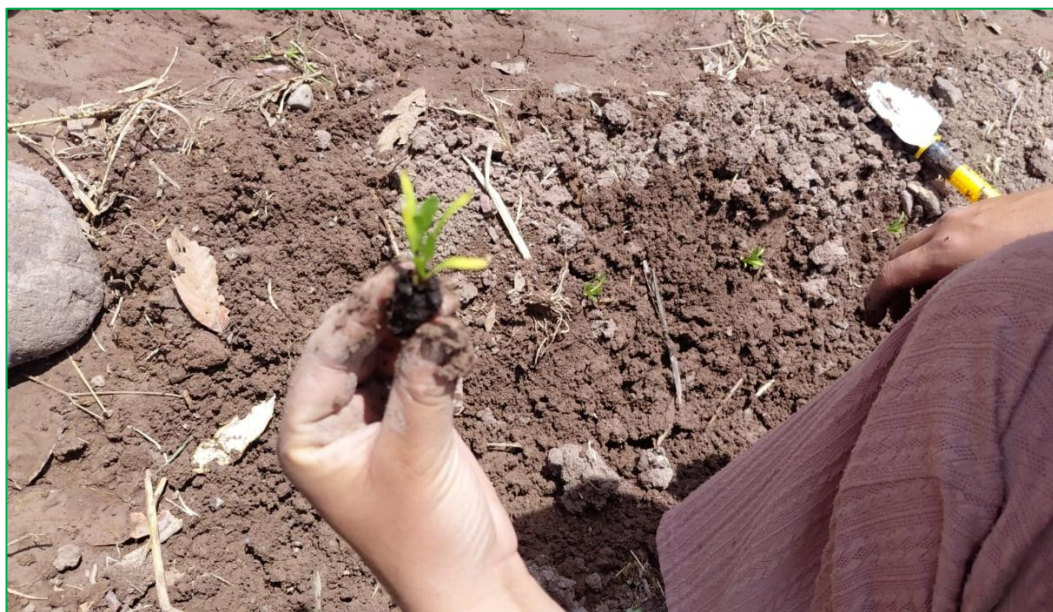
Nota. Acondicionamiento y preparación de los abonos orgánicos utilizados como tratamientos en el cultivo de espinaca.

Fotografía 6. Preparación de las plántulas de espinaca.



Nota. Selección y acondicionamiento de plántulas de *Spinacia oleracea* L. para su establecimiento en el área experimental.

Fotografía 7. Trasplante de las plántulas de espinaca.



Nota. Establecimiento de las plántulas en las unidades experimentales, respetando el distanciamiento y distribución establecidos en el diseño experimental.

Fotografía 8. Aplicación del biofertilizante EM-1.



Nota. Aplicación inicial del biofertilizante EM-1 después del trasplante, según el protocolo establecido para el tratamiento correspondiente.

Fotografía 9. Labores de manejo y mantenimiento del cultivo.



Nota. Realización de actividades de mantenimiento, principalmente riego, control de malezas y cuidado general de las unidades experimentales.

Fotografía 10. Desarrollo vegetativo de la espinaca



Nota. Desarrollo y crecimiento de las plantas de espinaca, según los tratamientos evaluados.

Fotografía 15. Desarrollo vegetativo de la espinaca a los 45 DDT.



Nota. Desarrollo de la parte aérea de las plantas de espinaca antes de la cosecha y evaluación final.

Fotografía 16. Evaluación de la altura de planta.



Nota. Medición de la altura de las plantas de espinaca en los diferentes tratamientos y momentos de evaluación.

Fotografía 17. Pesaje de las plantas cosechadas.



Nota. Determinación del peso fresco de las plantas mediante balanza, para el cálculo del rendimiento del cultivo.

Fotografía 18. Evaluación del peso seco por tratamiento.



Nota. Registro y comparación del peso seco obtenido en las diferentes unidades experimentales.

Fotografía 19. Comparación visual de los tratamientos.



Nota. Comparación del desarrollo y producción de las plantas de espinaca sometidas a los diferentes tratamientos de biofertilizante y abonos orgánicos.