

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE NEGOCIOS

AGRONÓMICOS Y FORESTALES



TESIS

**Influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento
fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.)
cultivado en Luricocha, Huanta**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Agronomía

PRESENTADO POR:

Ore Rodriguez, Noe

ASESOR:

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

HUANTA – AYACUCHO

2026

NOMBRE DEL TRABAJO

Influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivado en Luricocha, Huanta

AUTOR

Noe Ore Rodriguez

RECUENTO DE PALABRAS

49651 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

198 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jun 22, 2026 2:50 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

279939 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

18.5MB

FECHA DEL INFORME

Jun 22, 2026 2:55 PM GMT-5

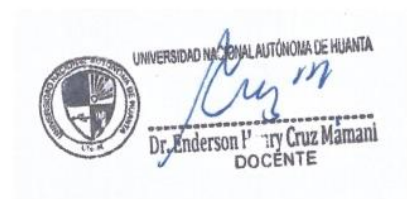
● 14% de similitud general

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

- 10% 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
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)





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 la Escuela Profesional de Ingeniería de Negocios Agronómicos y Forestales del campus universitario de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en la autopista Carlos Ch. Hiraoka, desvío a Ccollana, a los 02 días del mes de junio de 2026, siendo las 16:00 horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dr. Juan Quispe Rodriguez Presidente
Mtro. William Blas Torres Gutierrez Miembro titular 2
Dr. Enderson Henry Cruz Mamani Miembro titular 3

Acto seguido se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 074-2026-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis del Bach. Noe Ore Rodriguez, con la tesis titulada: “Influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol (Helianthus annuus L.) cultivado en Luricocha, Huanta”; asesorado por 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 Buenos ()
Aprobado Excelente ()

Con la calificación de Dieciocho (18)

Siendo las 05:00pm se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.

Signature of Dr. Juan Quispe Rodriguez
Dr. Juan Quispe Rodriguez
Presidente

Signature of Mtro. William Blas Torres Gutierrez
Mtro. William Blas Torres Gutierrez
Miembro Titular 2

Signature of Dr. Enderson Henry Cruz Mamani
Dr. Enderson Henry Cruz Mamani
Miembro Titular 3

**Influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento
fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.)
cultivado en Luricocha, Huanta**

TESISTA

Ore Rodriguez, Noe

ASESOR

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

CIP N° 285419

Dedicatoria

Con profunda gratitud, dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por iluminar mi camino, brindarme fortaleza, perseverancia y sabiduría para superar cada obstáculo y desafío presentado durante esta etapa académica.

A mi padre, por su amor incondicional, por impulsarme desde mis inicios a superarme cada día, por sus sacrificios, consejos y por ser el pilar fundamental en mi formación personal y profesional.

A mi familia, por su apoyo constante, comprensión y motivación, que me alentaron a no rendirme y a continuar luchando por alcanzar mis metas en este camino académico.

Asimismo, dedico este trabajo de investigación a los agricultores del distrito de Luricocha, cuya preocupación y compromiso con la producción agrícola motivan la búsqueda de alternativas sostenibles para mejorar y diversificar el rendimiento del girasol, (*Helianthus annuus* L.), bajo condiciones agroecológicas.

Finalmente, dedico este logro académico a todas aquellas personas que confiaron en mí y contribuyeron, de una u otra manera, a la culminación de esta importante etapa de mi vida profesional.

Agradecimiento

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a Dios, por concederme vida, salud, sabiduría y la oportunidad de culminar satisfactoriamente esta importante etapa de mi formación profesional.

Asimismo, expreso mi agradecimiento a la universidad y a los docentes de la escuela profesional, quienes, con sus conocimientos, orientación académica y apoyo constante, contribuyeron significativamente al desarrollo y culminación de la presente investigación.

De manera especial, manifiesto mi gratitud y reconocimiento al Dr. Enderson Henry Cruz Mamani, asesor de tesis, por su orientación académica, apoyo constante, sugerencias y valiosos aportes metodológicos brindados durante el proceso de elaboración del presente estudio, los cuales contribuyeron de manera eficiente a la culminación de esta investigación.

Finalmente, agradezco a mi familia, amigos y a todas aquellas personas que hicieron posible la ejecución de este estudio, brindándome facilidades, colaboración y el respaldo necesario para alcanzar satisfactoriamente este importante objetivo y culminar el presente trabajo de investigación.

RESUMEN

El cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) constituye una alternativa agrícola de gran importancia debido a su alto valor económico, alimenticio e industrial. Este cultivo es ampliamente reconocido por la producción de aceite vegetal de excelente calidad, rico en ácidos grasos insaturados, lo que lo convierte en un producto altamente demandado en la industria alimentaria y en el mercado internacional. Además, el girasol presenta adaptabilidad a diversas condiciones agroclimáticas, lo que permite su desarrollo en diferentes regiones agrícolas. La investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del girasol, considerando además la respuesta del cultivo en sus principales componentes productivos bajo condiciones de campo. La metodología empleada correspondió a un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño experimental en bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos: estiércol de vacuno, caprino, cuy y un testigo sin aplicación de fertilización orgánica, evaluados en variables fenológicas y productivas del cultivo. Los resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), destacando el estiércol de vacuno como el más eficiente, con un rendimiento de 3670,532 kg/ha, seguido del estiércol de caprino (3454,648 kg/ha), cuy (2760,446 kg/ha) y el testigo (1950,552 kg/ha). Asimismo, se observaron incrementos en los componentes del rendimiento, como el número de semillas por capítulo (1026,478 en T2 frente a 646,528 en T1) y el peso de 1000 semillas (66,908 g en T2 frente a 46,454 g en T1), evidenciando una respuesta positiva a la fertilización orgánica. Se concluye que los abonos orgánicos influyen significativamente en el desarrollo fenológico y productivo del girasol, siendo el estiércol de vacuno el tratamiento más eficiente en términos agronómicos. Este resultado confirma la importancia del uso de enmiendas orgánicas como estrategia sostenible para mejorar la productividad del cultivo y la fertilidad del suelo en sistemas agrícolas de Luricocha, Huanta.

Palabras clave: *Helianthus annuus* L., abonos orgánicos, fertilización orgánica, comportamiento fenológico, productividad.

ABSTRACT

The sunflower crop (*Helianthus annuus* L.) is an important agricultural alternative due to its high economic, nutritional, and industrial value. This crop is widely recognized for the production of high-quality vegetable oil, rich in unsaturated fatty acids, which makes it highly demanded in the food industry and international markets. In addition, sunflower shows adaptability to diverse agroclimatic conditions, allowing its development in different agricultural regions. The objective of this research was to evaluate the influence of different organic fertilizers on the phenological behavior and productive yield of sunflower, as well as to analyze the crop response in its main yield components under field conditions. The methodology followed a quantitative, applied approach with a randomized complete block experimental design, including four treatments: cattle manure, goat manure, guinea pig manure, and a control without organic fertilization. Phenological and productive variables of the crop were evaluated. The results showed highly significant differences among treatments ($p < 0.05$), with cattle manure being the most efficient treatment, achieving a yield of 3670.532 kg/ha, followed by goat manure (3454.648 kg/ha), guinea pig manure (2760.446 kg/ha), and the control (1950.552 kg/ha). Likewise, increases were observed in yield components, such as the number of seeds per head (1026.478 in T2 compared to 646.528 in T1) and the weight of 1000 seeds (66.908 g in T2 compared to 46.454 g in T1), evidencing a positive response to organic fertilization. It is concluded that organic fertilizers significantly influence the phenological development and productivity of sunflower, with cattle manure being the most efficient agronomic treatment. This result confirms the importance of using organic amendments as a sustainable strategy to improve crop productivity and soil fertility in agricultural systems of Luricocha, Huanta.

Keywords: *Helianthus annuus* L., organic fertilizers, organic fertilization, phenological behavior, productivity.

ÍNDICE

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	xxi
CAPÍTULO I.....	24
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	24
1.1. Planteamiento del problema.....	24
1.2. Descripción y formulación del problema.....	26
1.2.1. Problema general.....	26
1.2.2. Problemas específicos.....	26
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo general.....	26
1.3.2. Objetivos específicos.....	26
1.4. Justificación e importancia.....	27
1.4.1. Justificación.....	27
1.4.2. Importancia.....	30
1.5. Hipótesis.....	31
1.5.1. Hipótesis general.....	31
1.5.2. Hipótesis específicas.....	31
1.6. Variables de la investigación.....	31
1.6.1. Variable independiente (VI): Abonos orgánicos.....	31
1.6.2. Variables dependientes (VD):.....	32
Variables: Comportamiento fenológico y rendimiento del girasol.....	32
1.7. Operacionalización de variables.....	34
CAPÍTULO II.....	35
MARCO TEÓRICO.....	35

2.1. Antecedentes.....	35
2.2. Bases teóricas	40
2.2.1.1. Concepto de agricultura sostenible.....	40
2.2.1.2. Principios de la agroecología	41
2.2.1.3. Conservación del suelo y sostenibilidad productiva	41
2.2.1.4. Importancia del reciclaje de nutrientes en sistemas agrícolas.....	42
2.2.14.1. Densidad de siembra	56
2.2.14.2. Nutrición del suelo.....	56
2.2.14.3. Agua y clima	57
2.2.14.4. Manejo integrado del cultivo.....	57
2.2.15.1. Rendimiento (kg)	57
2.2.15.2. Ingresos (S/.)	58
2.2.15.3. Utilidad neta (S/.).....	58
2.2.15.4. Relación Beneficio/Costo (B/C).....	58
2.2.15.5. Rentabilidad porcentual (%).....	59
2.2.15.6. Costo unitario de producción por kg.....	59
2.2.15.7. Costo de venta por kg	59
2.2.15.8. Margen de utilidad por kg	60
2.2.15.9. Punto de equilibrio (Q) por kg.....	60
2.3. Definición de términos	61
CAPÍTULO III.....	66
METODOLOGÍA	66
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	66
3.1.1 Tipo de investigación.....	66
3.1.2 Nivel de investigación	66
3.2. Método de investigación.....	67
3.3. Diseño de investigación.....	67
3.4. Ámbito temporal y espacial.....	68
3.4.1 Ámbito temporal.....	69
3.4.2 Ámbito espacial	69
3.5. Población y muestra.....	70
3.5.1 Población	70
3.5.2 Muestra	70

3.6. Variables de estudio.....	71
3.6.1 Variable independiente: Abonos orgánicos.....	71
3.6.2 Variables dependientes: Comportamiento fenológico del girasol.....	71
3.6.3 Variables dependientes: Productividad del girasol.....	71
3.6.4 Variables dependientes: Relación costo–beneficio	72
3.7. Procedimiento experimental.....	72
3.7.1 Preparación del área experimental.....	73
3.7.2 Instalación del experimento y siembra	73
3.7.3 Aplicación de tratamientos y manejo agronómico	73
3.7.4 Evaluación del comportamiento fenológico	73
3.7.5 Evaluación de la productividad del cultivo	74
3.7.6 Evaluación económica y análisis final.....	74
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	74
3.8.1 Técnicas	74
3.8.2 Instrumentos	75
3.9. Análisis estadístico	76
CAPITULO IV.....	77
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	77
4.1. Resultados.....	77
4.1.1. Estadística descriptiva de las etapas fenológicas	77
4.1.2. Estadística descriptiva para el crecimiento vegetativo	85
4.1.2.1. Estadística descriptiva para altura de planta	85
4.1.2.2. Estadística descriptiva para número de hojas.....	86
4.1.2.3. Estadística descriptiva para el diámetro del capítulo del girasol.....	88
4.1.3. Estadística descriptiva para los componentes del rendimiento	89
4.1.3.1. Estadística descriptiva para el número de semillas por capítulo del girasol	89
4.1.3.2. Estadística descriptiva para el peso de 1000 semillas de girasol.....	90
4.1.3.3. Estadística descriptiva para el peso de semillas por planta de girasol...	92
4.1.3.4. Estadística descriptiva para el peso de rendimiento estimado (kg/ha) de girasol	94
4.1.4. Determinación de la relación costo–beneficio de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol,	95

4.1.4.1.	Análisis de los costos de producción del cultivo de girasol bajo la aplicación de abonos orgánicos	95
4.1.4.2.	Análisis de los indicadores económicos del cultivo de girasol bajo la aplicación de abonos orgánicos	97
4.1.5.	Análisis inferencial las etapas fenológicas del girasol	101
4.1.5.1.	Estadística inferencial para los días de emergencia del girasol.....	101
4.1.5.1.1.	Prueba de normalidad para los días de emergencia del girasol.	101
4.1.5.1.2.	Homogeneidad de varianzas de Levene para días de emergencia del girasol.....	102
4.1.5.1.3.	Análisis de varianza para días de emergencia del girasol.	103
4.1.5.1.4.	Prueba Tukey para días de emergencia del girasol.....	104
4.1.5.2.	Estadística inferencial para los días a botón floral del girasol.....	105
4.1.5.2.1.	Prueba de normalidad para los días a botón floral del girasol.	105
4.1.5.2.2.	Homogeneidad de varianzas de Levene para días a botón floral del girasol.....	105
4.1.5.2.3.	Análisis de varianza para días a botón floral del girasol.....	106
4.1.5.2.4.	Prueba Tukey para días a botón floral del girasol.....	107
4.1.5.3.	Estadística inferencial para los días a floración del girasol.	108
4.1.5.3.1.	Prueba de normalidad días a floración del girasol.....	108
4.1.5.3.2.	Homogeneidad de varianzas de Levene para días a floración del girasol.	109
4.1.5.3.3.	Análisis de varianza para días a floración del girasol.....	110
4.1.5.3.4.	Prueba Tukey para días a floración del girasol.....	111
4.1.5.4.	Estadística inferencial para días a llenado de semillas de girasol.....	112
4.1.5.4.1.	Prueba de normalidad para días a llenado de semillas de girasol.....	112
4.1.5.4.2.	Homogeneidad de varianzas de Levene para días a llenado de semillas de girasol.....	113
4.1.5.4.3.	Análisis de varianza para días a llenado de semillas del girasol.....	114
4.1.5.4.4.	Prueba Tukey para días a llenado de semillas del girasol.....	115
4.1.5.5.	Estadística inferencial para días a madurez fisiológica del girasol.....	116
4.1.5.5.1.	Prueba de normalidad para días a madurez fisiológica del girasol.....	116
4.1.5.5.2.	Homogeneidad de varianzas de Levene para días a madurez fisiológica del girasol.....	117
4.1.5.5.3.	Análisis de varianza para días a madurez fisiológica del girasol.....	118

4.1.5.5.4. Prueba Tukey para días a llenado de semillas del girasol	118
4.1.6. Estadística inferencial para el crecimiento vegetativo.....	119
4.1.6.1. Estadística inferencial para altura de planta.....	119
4.1.6.1.1. Prueba de normalidad para altura de planta (cm).....	119
4.1.6.1.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para altura de planta del girasol.	120
4.1.6.1.3. Análisis de varianza para altura de planta del girasol.....	121
4.1.6.1.4. Prueba Tukey para la altura de planta del girasol	122
4.1.6.2. Estadística inferencial para el número de hojas del girasol	123
4.1.6.2.1. Prueba de normalidad para el número de hojas del girasol.....	123
4.1.6.2.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el número de hojas del girasol.	124
4.1.6.2.3. Análisis de varianza para el número de hojas del girasol.....	125
4.1.6.2.4. Prueba Tukey para el número de hojas del girasol	126
4.1.6.3. Estadística inferencial para diámetro del capítulo del girasol	126
4.1.6.3.1. Prueba de normalidad para el diámetro del capítulo (cm) del girasol..	126
4.1.6.3.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el diámetro del capítulo del girasol.	127
4.1.6.3.3. Análisis de varianza para el diámetro del capítulo del girasol.....	128
4.1.6.3.4. Prueba Tukey para el diámetro del capítulo del girasol.	129
4.1.6.4. Estadística inferencial para el número de semillas por capítulo	130
4.1.6.4.1. Prueba de normalidad para el número de semillas por capítulo	130
4.1.6.4.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el número de semillas del capítulo del girasol.	131
4.1.6.4.3. Análisis de varianza para el número de semillas del capítulo del girasol.	132
4.1.6.4.4. Prueba Tukey para el numero de semillas por capítulo del capítulo del girasol.	133
4.1.6.5. Estadística inferencial para el peso de 1000 semillas de girasol	134
4.1.6.5.1. Prueba de normalidad para el peso de 1000 semillas de girasol.....	134
4.1.6.5.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el peso de 1000 semillas de girasol	135
4.1.6.5.3. Análisis de varianza para el peso de 1000 semillas de girasol.....	136
4.1.6.5.4. Prueba Tukey para el peso de 1000 semillas de girasol.....	137

4.1.6.6. Estadística inferencial para el peso de semillas por planta girasol	138
4.1.6.6.1. Prueba de normalidad para el peso de semillas por planta girasol.....	138
4.1.6.6.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el peso de semillas por planta de girasol.....	138
4.1.6.6.3. Análisis de varianza para el peso de semillas por planta de girasol	139
4.1.6.6.4. Prueba Tukey para el peso de semillas por planta de girasol	140
4.1.6.7. Estadística inferencial para el rendimiento del girasol.....	141
4.1.6.7.1. Prueba de normalidad para el rendimiento estimado del girasol.....	141
4.1.6.7.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el rendimiento (kg/ha) del girasol	142
4.1.6.7.3. Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) del girasol	143
4.1.6.7.4. Prueba Tukey para el rendimiento (kg/ha) del girasol.....	144
4.2. Discusiones	145
CAPÍTULO V	158
CONCLUSIONES	158
CAPÍTULO VI.....	160
RECOMENDACIONES	160
CAPÍTULO VII	161
REFERENCIAS.....	161
ANEXOS	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.....	34
Tabla 2 Tratamientos experimentales con diferentes estiercoles en el cultivo del girasol	71
Tabla 3 Estadística descriptiva para días de emergencia del girasol.....	77
Tabla 4 Estadística descriptiva para días a boton floral	78
Tabla 5 Estadística descriptiva para días a floración	80
Tabla 6 Estadística descriptiva para días a llenado de semillas del girasol	81
Tabla 7 Estadística descriptiva para días a madurez fisiológica del girasol	83
Tabla 8 Estadística descriptiva para altura de planta (m) del girasol.....	85
Tabla 9 Estadística descriptiva para número de hojas del girasol.....	86
Tabla 10 Estadística descriptiva para el diámetro del capítulo del girasol	88
Tabla 11 Estadística descriptiva para el número de semillas por capítulo del girasol	89
Tabla 12 Estadística descriptiva el peso de 1000 semillas (g) de girasol del girasol	90
Tabla 13 Estadística descriptiva para el peso de semillas por planta (g) de girasol	92
Tabla 14 Estadística descriptiva para el rendimiento (kg/ha) de girasol.....	94
Tabla 15 Costos de producción de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol.....	95
Tabla 16 Indicadores economicos de la producción del girasol con la aplicación de abonos orgánicos	97
Tabla 17 Resultados del test de normalidad por tratamiento (días de emergencia del girasol) mediante Shapiro–Wilk	102
Tabla 18 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días de emergencia del girasol.	102
Tabla 19 Análisis de varianza (ANOVA) para días de emergencia del girasol.	103
Tabla 20 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días de emergencia del girasol.	104

Tabla 21 Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a botón floral del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	105
Tabla 22 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a botón floral del girasol.....	106
Tabla 23 Análisis de varianza (ANOVA) para días a botón floral del girasol. .	107
Tabla 24 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a botón floral del girasol.....	107
Tabla 25 Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a floración) mediante Shapiro–Wilk.....	108
Tabla 26 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a floración del girasol.	109
Tabla 27 Análisis de varianza (ANOVA) para días a floración del girasol.....	110
Tabla 28 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a floración del girasol.	111
Tabla 29 Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a llenado de semillas) mediante Shapiro–Wilk.....	112
Tabla 30 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a llenado de semillas de girasol.	113
Tabla 31 Análisis de varianza (ANOVA) para días a llenado de semillas de girasol.	114
Tabla 32 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a llenado de semillas del girasol.....	115
Tabla 33 Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a madurez fisiológica del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	116
Tabla 34 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a madurez fisiológica del girasol.....	117
Tabla 35 Análisis de varianza (ANOVA) para días a madurez fisiológica del girasol.	118
Tabla 36 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a madurez fisiológica del girasol.....	118
Tabla 37 Resultados del test de normalidad por tratamiento (altura de planta del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	120
Tabla 38 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para altura de planta del girasol.....	120
Tabla 39 Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta del girasol.....	121

Tabla 40	Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para la altura de planta del girasol.....	122
Tabla 41	Resultados del test de normalidad por tratamiento (número de hojas del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	123
Tabla 42	Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el número de hojas del girasol.	124
Tabla 43	Análisis de varianza (ANOVA) para el numero de hojas del girasol.	125
Tabla 44	Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el número de hojas del girasol.	126
Tabla 45	Resultados del test de normalidad por tratamiento (diámetro del capítulo del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	127
Tabla 46	Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el diámetro del capítulo del girasol.	128
Tabla 47	Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro del capítulo del girasol.	128
Tabla 48	Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el diámetro del capítulo del girasol.....	129
Tabla 49	Resultados del test de normalidad por tratamiento (número de semillas del capítulo del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	130
Tabla 50	Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el número de semillas del capítulo del girasol.....	131
Tabla 51	Análisis de varianza (ANOVA) para el número de semillas del capítulo del girasol.	132
Tabla 52	Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el número de semillas del capítulo del girasol.....	133
Tabla 53	Resultados del test de normalidad por tratamiento (peso de semillas de 1000 semillas el girasol(g)) mediante Shapiro–Wilk.....	134
Tabla 54	Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el peso de 1000 semillas de girasol.....	135
Tabla 55	Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de 1000 semillas de girasol.....	136
Tabla 56	Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el peso de 1000 semillas de girasol.....	137
Tabla 57	Resultados del test de normalidad por tratamiento (peso de semillas por planta (g) del girasol) mediante Shapiro–Wilk.....	138

Tabla 58 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el peso de semillas por planta de girasol	139
Tabla 59 Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de semillas por planta de girasol	140
Tabla 60 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el peso de semillas por planta (g) de girasol.....	140
Tabla 61 Resultados del test de normalidad por tratamiento (rendimiento (kg/ha) del girasol) mediante Shapiro–Wilk	141
Tabla 62 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el rendimiento (kg/ha) del girasol.....	142
Tabla 63 Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento (kg/ha) del girasol	143
Tabla 64 Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el rendimiento (kg/ha) del girasol.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica del área de estudio en el anexo Ccochac, distrito de Santillana, provincia de Huanta, región Ayacucho.	69
Figura 2 Diagrama de caja para días de emergencia del girasol.....	78
Figura 3 Diagrama de caja para días a boton floral	79
Figura 4 Diagrama de caja para días a floración.....	81
Figura 5 Diagrama de caja para días a llenado de semillas del girasol.....	83
Figura 6 Diagrama de caja para días a madurez fisiológica del girasol.....	84
Figura 7 Diagrama de caja para altura de planta (m) del girasol	86
Figura 8 Diagrama de caja para número de hojas del girasol	87
Figura 9 Diagrama de caja para el diámetro del capítulo del girasol.....	88
Figura 10 Diagrama de caja para el número de semillas por capítulo del girasol	90
Figura 11 Diagrama de caja para el peso de 1000 semillas (g) de girasol.....	91
Figura 12 Diagrama de caja para el peso de semillas por planta (g) de girasol...	93
Figura 13 Diagrama de caja para el rendimiento (kg/ha) de girasol.....	94
Figura 14 Csotos de producción (S/.) de girasol.....	95
Figura 15 Rendimiento del cultivo de girasol según tratamientos con abonos orgánicos en Luricocha, Huanta	98
Figura 16 Relación beneficio/costo, rentabilidad y margen de utilidad del cultivo de girasol.....	98
Figura 17 Ingresos, utilidad neta y punto de equilibrio del cultivo de girasol según tratamientos de la producción (S/.) de girasol	100

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia	165
Anexo B Información de las medias de las variables	166
Anexo C Información de los resultados de la estadística descriptiva de las variables	166
Anexo D Resultados de la prueba de normalidad Shapiro–Wilk de las variables del cultivo de girasol según tratamientos.	177
Anexo E Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de las variables del cultivo de girasol según tratamientos	180
Anexo F Resultados de la prueba de efectos inter-sujetos de las variables del cultivo de girasol según tratamientos	182
Anexo G Resultados de la prueba Tukey de las variables del cultivo de girasol según tratamientos	185
Anexo H Dosificación del material experimental.	188
Anexo I Evidencias del campo experimental.	189
Anexo J Distribución de tratamientos en bloques del diseño experimental en el cultivo de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	194
Anexo K Costos de producción tratamiento 1	195
Anexo L Costos de producción tratamiento 2	196
Anexo M Costos de producción tratamiento 2	197
Anexo N Costos de producción tratamiento 2	198

INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye una de las actividades fundamentales para el desarrollo económico, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental a nivel mundial, especialmente en un contexto marcado por el crecimiento poblacional, la degradación de los suelos y el cambio climático. En este escenario, la intensificación sostenible de los sistemas agrícolas se ha convertido en una prioridad, promoviendo el uso de prácticas que permitan mantener o incrementar la productividad sin comprometer los recursos naturales. Diversos estudios recientes han destacado que el manejo adecuado de la fertilidad del suelo mediante alternativas orgánicas representa una estrategia clave para mejorar la eficiencia productiva y reducir la dependencia de insumos químicos sintéticos, los cuales han sido asociados con impactos negativos en la calidad del suelo y del ecosistema agrícola (Lal, 2020; FAO, 2021).

En este contexto, los cultivos oleaginosos adquieren especial relevancia debido a su aporte nutricional e industrial. Entre ellos, el girasol (*Helianthus annuus* L.) se posiciona como una especie de alto valor económico, utilizada principalmente para la producción de aceite vegetal, alimento animal y uso industrial. Su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas lo convierte en un cultivo estratégico en regiones agrícolas de clima templado y semiárido. Según Connor y Hall (1997), el girasol presenta una alta eficiencia en el uso del agua y una significativa capacidad de adaptación a suelos con diferentes niveles de fertilidad, lo que lo hace una alternativa viable para sistemas de producción diversificados. Sin embargo, su rendimiento depende en gran medida del manejo nutricional del cultivo, especialmente de la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y materia orgánica en el suelo.

A nivel local, en zonas agroecológicas como Luricocha, Huanta, la producción agrícola enfrenta limitaciones asociadas a la baja fertilidad de los suelos, el uso inadecuado de fertilizantes químicos y la escasa incorporación de materia orgánica. Estas condiciones afectan directamente el crecimiento, desarrollo fenológico y rendimiento del girasol, generando una productividad inferior a su potencial genético. Investigaciones en sistemas andinos han evidenciado que la degradación del suelo y la disminución de materia orgánica reducen

significativamente la eficiencia de absorción de nutrientes, afectando procesos fisiológicos clave del cultivo como la floración, formación de capítulos y llenado de semillas (Altieri y Nicholls, 2017). En este sentido, la búsqueda de alternativas sostenibles como los abonos orgánicos se presenta como una necesidad urgente para mejorar la productividad agrícola sin comprometer la salud del agroecosistema.

Los abonos orgánicos, provenientes principalmente de estiércoles animales y residuos orgánicos, constituyen una fuente importante de nutrientes de liberación gradual, además de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Su aplicación favorece la actividad microbiana, incrementa la capacidad de retención de agua y mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo del cultivo. De acuerdo con Sánchez et al. (2021), el uso de fertilización orgánica en cultivos extensivos ha demostrado incrementos significativos en el rendimiento y en la calidad de los productos agrícolas, especialmente en sistemas donde los suelos presentan baja fertilidad natural. No obstante, en el caso del girasol, aún existe limitada información sobre la respuesta específica del cultivo frente a diferentes tipos de abonos orgánicos en condiciones agroecológicas andinas.

En este marco, la presente investigación se justifica en la necesidad de generar información científica que permita evaluar el efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el comportamiento fenológico y productivo del girasol en Luricocha, Huanta. Desde el punto de vista teórico, el estudio contribuye al conocimiento sobre la respuesta del cultivo a la fertilización orgánica en condiciones locales, aportando evidencia sobre su influencia en el desarrollo fenológico y los componentes del rendimiento. Desde una perspectiva práctica, los resultados permitirán orientar a los agricultores en la selección de alternativas de fertilización más eficientes y sostenibles, contribuyendo a mejorar la productividad y reducir la dependencia de insumos químicos. Asimismo, desde el enfoque ambiental, la investigación promueve prácticas agrícolas más sostenibles, orientadas a la conservación del suelo y la mejora de la calidad del ecosistema agrícola. En consecuencia, el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la influencia de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) establecido

en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta. La presente investigación se estructura en seis capítulos, los cuales organizan de manera sistemática el desarrollo del estudio:

Capítulo I: El problema. En este capítulo se expone el planteamiento del problema de investigación, así como la formulación de los objetivos que orientan el estudio. Asimismo, se presenta la justificación e importancia de la investigación, se formulan las hipótesis generales y específicas, y se identifican las variables que intervienen en el proceso investigativo.

Capítulo II: Marco Teórico. Este capítulo desarrolla el sustento teórico y conceptual del estudio, incorporando los antecedentes de investigación a nivel internacional, nacional y local. Además, se presentan las bases teóricas que fundamentan el análisis del tema de estudio y se establecen las definiciones conceptuales de los principales términos utilizados en la investigación.

Capítulo III: Metodología. En este capítulo se describe el enfoque metodológico del estudio, especificando el tipo, nivel, método y diseño de investigación. Asimismo, se detalla el ámbito de estudio, la población y la muestra seleccionada, así como las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos. Finalmente, se explican los procedimientos y técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de la información recopilada.

Capítulo IV: Resultados y Discusión. Este capítulo presenta de manera sistemática los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, los cuales son analizados e interpretados en función de los objetivos e hipótesis planteados, contrastándolos con los fundamentos teóricos y antecedentes revisados.

Capítulo V: Conclusiones. En este apartado se exponen las principales conclusiones derivadas de los resultados obtenidos, las cuales responden directamente a los objetivos e hipótesis planteados en la investigación.

Capítulo VI: Recomendaciones. Finalmente, se presentan las recomendaciones formuladas a partir de los hallazgos del estudio, orientadas a la aplicación práctica de los resultados y al desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con la temática abordada.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La agricultura moderna enfrenta el desafío de incrementar la productividad de los cultivos de manera sostenible, en un contexto donde la degradación del suelo, la pérdida de materia orgánica y el uso intensivo de fertilizantes químicos han generado impactos negativos en la calidad del recurso suelo y en la sostenibilidad de los sistemas productivos. A nivel global, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha señalado que cerca del 33% de los suelos del mundo se encuentran moderada o altamente degradados, lo que compromete directamente la capacidad productiva agrícola y la seguridad alimentaria futura (FAO, 2021). En este escenario, la búsqueda de alternativas de fertilización más sostenibles, como el uso de abonos orgánicos, se ha convertido en una prioridad en la investigación agronómica contemporánea.

Diversos estudios han evidenciado que los fertilizantes orgánicos no solo aportan nutrientes esenciales de liberación gradual, sino que también mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementando la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes para los cultivos (Lal, 2020). Asimismo, Altieri y Nicholls (2017) destacan que los sistemas agrícolas basados en insumos orgánicos contribuyen a la resiliencia del agroecosistema, reduciendo la dependencia de insumos externos y promoviendo una agricultura más sostenible. Sin embargo, la eficiencia de estos insumos varía según el tipo de abono, las condiciones edafoclimáticas y la especie cultivada, lo que hace necesario evaluar su efecto en contextos específicos.

En el caso del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.), este constituye una especie de importancia económica mundial por su alto contenido de aceite y su versatilidad industrial. No obstante, su rendimiento está estrechamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes en el suelo, especialmente nitrógeno y fósforo, así como con la materia orgánica disponible (Connor y Hall, 1997). En sistemas agrícolas donde los suelos presentan baja fertilidad, como ocurre en muchas zonas

altoandinas del Perú, la productividad del girasol puede verse significativamente limitada si no se realiza un adecuado manejo nutricional.

En el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, se evidencia una problemática asociada a la disminución progresiva de la fertilidad de los suelos agrícolas debido al escaso uso de prácticas sostenibles de manejo y fertilización orgánica. Esta situación limita la disponibilidad de nutrientes esenciales para los cultivos y afecta su crecimiento, desarrollo y productividad. Al respecto, Mendoza-Dávalos et al. (2021) señalaron que la aplicación de enmiendas orgánicas contribuye significativamente a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos altoandinos, incrementando la capacidad de intercambio catiónico, la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes. Asimismo, indicaron que la incorporación de materia orgánica favorece las condiciones del suelo para el adecuado desarrollo fisiológico de los cultivos, permitiendo obtener mejores niveles de producción. En consecuencia, resulta necesario promover alternativas de fertilización orgánica que contribuyan a la recuperación de la fertilidad del suelo y al incremento del rendimiento agrícola en las zonas andinas.

En este contexto, surge la necesidad de evaluar alternativas de fertilización orgánica que permitan mejorar la productividad del girasol en condiciones locales, considerando tanto su comportamiento fenológico como su rendimiento agronómico. Sin embargo, en Luricocha aún existe escasa evidencia científica sobre la respuesta del girasol frente a diferentes tipos de abonos orgánicos como estiércol de vacuno, caprino y cuy, lo que limita la toma de decisiones técnicas por parte de los agricultores.

Por lo tanto, el problema de investigación se centra en la falta de información técnica y científica que permita determinar de manera precisa la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta, lo cual dificulta la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y eficientes en la zona de estudio

1.2. Descripción y formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y el rendimiento productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influyen los distintos abonos orgánicos en las etapas fenológicas del cultivo de girasol?
- ¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos en los componentes del rendimiento del girasol?
- ¿Qué relación costo–beneficio presentan los diferentes abonos orgánicos en la producción de girasol y cuál es el tratamiento más eficiente para los agricultores de Luricocha?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) establecido en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los distintos abonos orgánicos sobre las etapas fenológicas del girasol.
- Cuantificar el efecto de los abonos orgánicos en los componentes del rendimiento del girasol.
- Determinar la relación costo–beneficio de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol, para recomendar el tratamiento más eficiente y viable para los agricultores de Luricocha.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

La presente investigación titulada “Influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivado en Luricocha, Huanta” se justifica por la necesidad de promover sistemas de producción agrícola sostenibles que permitan mejorar el rendimiento de los cultivos y conservar la fertilidad de los suelos agrícolas. En la actualidad, el uso intensivo de fertilizantes químicos ha ocasionado problemas de degradación física, química y biológica del suelo, afectando la sostenibilidad de la producción agrícola (Altieri y Nicholls, 2017).

En este contexto, los abonos orgánicos constituyen una alternativa viable para mejorar las propiedades del suelo y favorecer el crecimiento y desarrollo de los cultivos, debido a que incrementan la materia orgánica, mejoran la retención de humedad y estimulan la actividad microbiológica del suelo (Restrepo, 2011). Asimismo, el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) posee importancia económica y agronómica por su capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas y por su valor alimenticio e industrial (FAO, 2021).

Por ello, la investigación permitirá generar información científica y técnica sobre la respuesta fenológica y productiva del girasol frente a la aplicación de diferentes abonos orgánicos en las condiciones edafoclimáticas de Luricocha, Huanta, contribuyendo al fortalecimiento de la agricultura sostenible y al mejoramiento de la productividad agrícola local.

1.4.1.1. Justificación teórica

La investigación se justifica teóricamente porque contribuirá al fortalecimiento de los conocimientos relacionados con la nutrición vegetal y el manejo sostenible de los suelos agrícolas. Según Havlin et al. (2014), los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas

del suelo, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de las plantas.

Asimismo, el estudio permitirá ampliar el conocimiento sobre la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico del girasol, especialmente en variables como emergencia, crecimiento vegetativo, floración y maduración fisiológica. De acuerdo con Taiz et al. (2017), la nutrición adecuada de las plantas influye directamente en los procesos fisiológicos y productivos de los cultivos.

Los resultados obtenidos servirán como sustento teórico para futuras investigaciones relacionadas con fertilización orgánica y producción sostenible de cultivos en condiciones agroecológicas similares.

1.4.1.2. Justificación práctica

Desde el punto de vista práctico, la investigación permitirá determinar el efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el rendimiento y desarrollo del cultivo de girasol en las condiciones de Luricocha, Huanta. Esto permitirá identificar alternativas de fertilización más eficientes y sostenibles para los agricultores de la zona.

Según Gliessman (2015), el uso de abonos orgánicos contribuye a mejorar la productividad agrícola y reducir los impactos negativos ocasionados por el uso excesivo de fertilizantes sintéticos. Asimismo, la aplicación de fertilizantes orgánicos favorece la conservación de los recursos naturales y mejora la calidad del suelo agrícola.

En consecuencia, los resultados de la investigación podrán ser aplicados por productores agrícolas y técnicos agropecuarios para optimizar el manejo agronómico del girasol y promover prácticas agrícolas sostenibles.

1.4.1.3. Justificación metodológica

La investigación presenta justificación metodológica porque empleará métodos y procedimientos científicos adecuados para evaluar el

efecto de los abonos orgánicos sobre el comportamiento fenológico y productivo del girasol. Para ello, se utilizará un diseño experimental que permitirá controlar las variables de estudio y garantizar la confiabilidad de los resultados. Hernández-Sampieri y Mendoza (2023) señalan que la investigación experimental permite establecer relaciones de causa y efecto mediante la manipulación de variables independientes y la observación de sus efectos sobre las variables dependientes.

Asimismo, el estudio utilizará técnicas de recolección y análisis estadístico de datos que facilitarán la interpretación objetiva de los resultados obtenidos. La metodología aplicada podrá servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con fertilización orgánica y manejo agronómico de cultivos.

1.4.1.4. Justificación económica

La investigación se justifica económicamente porque el uso de abonos orgánicos puede reducir significativamente los costos de producción agrícola, especialmente en pequeños productores que tienen limitado acceso a fertilizantes químicos.

De acuerdo con Restrepo y Pinheiro (2011), los abonos orgánicos elaborados a partir de residuos agropecuarios locales constituyen una alternativa económica y sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la productividad agrícola. Además, el empleo de fertilización orgánica reduce la dependencia de insumos externos y favorece la sostenibilidad económica de los sistemas agrícolas.

Por tanto, el estudio contribuirá a identificar prácticas de fertilización que permitan mejorar la rentabilidad del cultivo de girasol y fortalecer la economía de los agricultores de la provincia de Huanta.

1.4.1.5. Justificación científica

La investigación se justifica científicamente porque generará información experimental sobre la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol bajo las condiciones

agroecológicas de Luricocha, Huanta, donde existen limitados antecedentes científicos relacionados con este cultivo.

Según Bernal et al. (2009), los estudios sobre fertilización orgánica son fundamentales para desarrollar sistemas agrícolas sostenibles y mejorar la productividad de los cultivos sin deteriorar los recursos naturales. Asimismo, la generación de evidencia científica local permite formular estrategias agronómicas adaptadas a las condiciones específicas de cada región.

En ese sentido, los resultados obtenidos aportarán conocimientos relevantes en las áreas de fertilidad de suelos, nutrición vegetal y agricultura sostenible, constituyéndose en una base científica para futuras investigaciones y programas de desarrollo agrícola.

1.4.2. Importancia

La presente investigación es importante porque permitirá evaluar la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta. El estudio contribuirá a promover prácticas agrícolas sostenibles orientadas a mejorar la fertilidad del suelo, incrementar la productividad y reducir el uso excesivo de fertilizantes químicos, los cuales generan efectos negativos sobre el ambiente y la calidad del suelo (Altieri y Nicholls, 2017).

Asimismo, la investigación generará información científica y técnica sobre el uso de abonos orgánicos en el cultivo de girasol, beneficiando a agricultores, técnicos e investigadores interesados en el manejo sostenible de los cultivos. De igual manera, los resultados podrán servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con fertilización orgánica y agricultura sostenible.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Los diferentes abonos orgánicos influyen significativamente en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Los distintos abonos orgánicos generan efectos significativos en las etapas fenológicas del girasol.
- Los abonos orgánicos influyen significativamente en los componentes del rendimiento del girasol.
- La aplicación de abonos orgánicos presenta una relación costo–beneficio favorable, siendo posible identificar un tratamiento más eficiente y económicamente viable para los agricultores de Luricocha.

1.6. Variables de la investigación

1.6.1. Variable independiente (VI): Abonos orgánicos

Definición conceptual: Los abonos orgánicos se definen como materiales de origen animal o vegetal que, al ser incorporados al suelo, aportan nutrientes esenciales y mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas, contribuyendo a la fertilidad del suelo y a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Lal, 2020; Sánchez et al., 2021). Estos insumos liberan nutrientes de forma gradual, favoreciendo la actividad microbiana y la disponibilidad de elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos (FAO, 2021).

Definición operacional: En la presente investigación, la variable independiente se operacionaliza mediante la aplicación de cuatro tratamientos de abonos orgánicos: estiércol de vacuno, estiércol de caprino, estiércol de cuy y un tratamiento testigo sin aplicación de fertilización

orgánica. Cada tratamiento fue aplicado bajo condiciones controladas en parcelas experimentales, evaluando su efecto sobre el cultivo de girasol en función de sus etapas fenológicas, componentes del rendimiento y productividad final.

1.6.2. Variables dependientes (VD):

Variables: Comportamiento fenológico y rendimiento del girasol

Definición conceptual: El comportamiento fenológico de las plantas se refiere a las fases de desarrollo que atraviesa un cultivo durante su ciclo de vida, desde la germinación hasta la maduración, las cuales están influenciadas por factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico (Taiz et al., 2018). Por su parte, el rendimiento agrícola se define como la capacidad productiva de un cultivo expresada en términos de biomasa o producción de grano por unidad de área, siendo un indicador clave de la eficiencia del sistema productivo (Connor y Hall, 2019).

Definición operacional: La variable dependiente fue evaluada mediante indicadores fenológicos y productivos del girasol, tales como duración de las etapas de desarrollo (emergencia, crecimiento, floración y maduración), diámetro del capítulo, número de semillas por capítulo, peso de 1000 semillas, peso de semillas por planta y rendimiento por hectárea (kg/ha). Estos parámetros fueron medidos en cada tratamiento experimental con el fin de determinar la respuesta del cultivo frente a la aplicación de diferentes abonos orgánicos.

Variable económica: Rentabilidad de la producción de girasol

Definición conceptual: La rentabilidad agrícola se define como la capacidad de un sistema de producción para generar beneficios económicos en relación con los costos invertidos, constituyéndose en un indicador fundamental para evaluar la eficiencia económica de las actividades agropecuarias. Según Kay, Edwards y Duffy (2020), la rentabilidad permite medir la viabilidad financiera de un cultivo a través de la relación entre ingresos obtenidos y costos de producción. De manera complementaria, la

FAO (2021) señala que los indicadores económicos como el beneficio–costo y la utilidad neta son herramientas esenciales para determinar la sostenibilidad económica de los sistemas agrícolas, especialmente en contextos rurales donde los recursos son limitados.

Definición operacional: En la presente investigación, la variable económica se operacionaliza mediante el análisis de los costos de producción, ingresos brutos, utilidad neta y la relación beneficio–costo (B/C) obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados (estiércol de vacuno, caprino, cuy y testigo). Estos indicadores fueron calculados a partir del rendimiento del cultivo de girasol (kg/ha) y del costo asociado a la aplicación de cada tipo de abono orgánico, con el fin de determinar la eficiencia económica de cada tratamiento y establecer cuál presenta mayor viabilidad para los productores de Luricocha, Huanta.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento de recolección
Aplicación de abonos orgánicos (VI)	Los abonos orgánicos son insumos de origen vegetal o animal que mejoran la fertilidad del suelo mediante el aporte de nutrientes y la activación de procesos biológicos, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola (Lal, 2020; FAO, 2021).	Se evaluó mediante la aplicación de cuatro tratamientos: estiércol de vacuno, caprino, cuy y un testigo sin fertilización, aplicados en parcelas experimentales bajo condiciones controladas.	Tipo de abono orgánico	vacuno, caprino, cuy, testigo)	Nominal	Ficha de campo y registro experimental
Comportamiento fenológico (VD)	El comportamiento fenológico corresponde a las fases de desarrollo de la planta a lo largo de su ciclo biológico, influenciado por factores genéticos y ambientales (Taiz et al., 2018).	Se determinó mediante la evaluación del desarrollo del cultivo desde la emergencia hasta la maduración en cada tratamiento.	Duración de etapas fenológicas	Emergencia, crecimiento vegetativo, floración, maduración	Ordinal / días	Observación directa y ficha fenológica
Componentes del rendimiento (VD)	El rendimiento agrícola es la expresión productiva del cultivo, determinada por la acumulación de biomasa y formación de estructuras reproductivas (Connor & Hall, 2019).	Se midió a través de variables productivas del girasol en cada tratamiento experimental.	Componentes de rendimiento	Diámetro del capítulo (cm), número de semillas por capítulo, peso de 1000 semillas (g), peso de semillas por planta (g), rendimiento (kg/ha)	Razón	Balanza digital, calibrador, conteo manual
Relación costo–beneficio (VD)	La relación costo–beneficio es un indicador económico que mide la rentabilidad de un sistema productivo mediante la comparación entre ingresos y costos totales (Kay et al., 2020).	Se determinó mediante el cálculo económico de costos de producción e ingresos generados por cada tratamiento aplicado.	Costo-beneficio	Costo de producción, ingreso bruto, utilidad neta, relación B/C	Razón	Registros económicos y hojas de cálculo

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La utilización de abonos orgánicos constituye una de las prácticas agrícolas más relevantes dentro de los sistemas de producción sostenible, debido a su capacidad para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como favorecer el desarrollo y rendimiento de diversos cultivos agrícolas. En el caso del girasol (*Helianthus annuus* L.), cultivo oleaginoso de importancia económica y nutricional, diversos estudios han demostrado que la fertilización orgánica influye significativamente en el comportamiento fenológico y productivo de la planta. En este contexto, se presentan antecedentes internacionales, nacionales y locales relacionados con la presente investigación.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ahmad, S., Ahmad, R., y Hussain, M. (2021), en Pakistán, evaluaron el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.), con el objetivo de determinar la respuesta productiva del cultivo bajo diferentes esquemas nutricionales. El estudio se desarrolló bajo un diseño experimental en campo con tratamientos combinados de fertilización orgánica y química, considerando variables agronómicas como altura de planta, diámetro de capítulo y rendimiento de grano. Los resultados mostraron que la aplicación integrada de fertilizantes orgánicos y químicos incrementó significativamente el rendimiento del girasol hasta en 18–25 % en comparación con tratamientos únicamente minerales. Asimismo, la altura de planta alcanzó valores promedio de 165 cm en los tratamientos combinados frente a 140 cm en el testigo. Se concluyó que la fertilización integrada mejora la eficiencia productiva del cultivo y optimiza el desarrollo fenológico, evidenciando la importancia del aporte orgánico en la nutrición del girasol.

Sefaoğlu (2021), en un ambiente semiárido de Turquía, evaluó el efecto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos sobre el rendimiento y calidad

del girasol. El estudio experimental incluyó distintos tratamientos de fertilización con diseño de bloques completamente al azar. Los resultados indicaron que el uso combinado de fertilización orgánica y mineral incrementó el rendimiento de grano entre 12 % y 22 %, alcanzando valores superiores a 3.2 t ha⁻¹ en los tratamientos más eficientes. Además, se observó una mejora en el contenido de aceite, que aumentó hasta 3.5 % respecto al control. Se concluyó que la integración de fuentes orgánicas mejora la productividad y calidad del girasol en condiciones limitantes de humedad.

Mallick y Majumder (2023), en India, analizaron el manejo integrado de nutrientes en girasol con el objetivo de evaluar su efecto sobre el rendimiento y la eficiencia del cultivo. El estudio experimental utilizó combinaciones de estiércol orgánico y fertilizantes minerales. Los resultados demostraron que el tratamiento integrado incrementó el rendimiento hasta 28 % respecto al control sin fertilización orgánica, alcanzando rendimientos de 2.8–3.4 t ha⁻¹. Asimismo, se observó una mejora en la absorción de nitrógeno y fósforo. Se concluyó que el manejo integrado de nutrientes mejora significativamente la productividad del girasol y reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos.

Mokgolo et al. (2024), en la provincia de Limpopo, Sudáfrica, evaluaron el efecto de distintos sistemas de labranza y fuentes de estiércol en el rendimiento del girasol en suelos contrastantes. El diseño experimental incluyó parcelas con aplicación de estiércol bovino y diferentes prácticas de manejo del suelo. Los resultados evidenciaron que el uso de estiércol incrementó el rendimiento entre 15 % y 30 %, alcanzando valores de hasta 2.9 t ha⁻¹ en suelos mejorados. Además, se observó una mejora significativa en la estructura del suelo y contenido de materia orgánica. Se concluyó que los abonos orgánicos contribuyen a la sostenibilidad del sistema productivo del girasol.

Crista et al. (2023), en Rumanía, evaluaron el impacto de fertilización compleja sobre el rendimiento y calidad del girasol. El estudio experimental incluyó tratamientos con fertilización mineral y combinada. Los resultados mostraron que la fertilización integrada incrementó el rendimiento hasta 3.6

t ha⁻¹, superando en 20 % al tratamiento control. Asimismo, se mejoró el peso de mil granos y el contenido proteico. Se concluyó que la fertilización combinada mejora significativamente la productividad y calidad del grano de girasol.

Andriulo et al. (2006), en Argentina, estudiaron la dinámica de la materia orgánica del suelo bajo distintos sistemas de fertilización. El estudio se desarrolló mediante análisis de suelos agrícolas bajo manejo convencional y orgánico. Los resultados evidenciaron que los sistemas con aplicación de estiércol incrementaron la materia orgánica del suelo en 15–40 % en comparación con sistemas convencionales. Se concluyó que la fertilización orgánica mejora la estabilidad del carbono del suelo y contribuye a la sostenibilidad productiva.

Valencia Simisterra et al. (2025), mediante una revisión sistemática en América Latina, analizaron la relación entre el uso de estiércol animal y la fertilidad del suelo. El estudio recopiló investigaciones en distintos cultivos agrícolas. Los resultados indicaron que el estiércol incrementa la materia orgánica entre 10 % y 45 %, mejorando la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Se concluyó que los abonos orgánicos mejoran significativamente los indicadores de fertilidad del suelo, siendo fundamentales para sistemas agrícolas sostenibles.

Paco Pérez et al. (2022), en el contexto altoandino, evaluaron la influencia bacteriana y fúngica en la mineralización del estiércol bovino en cultivos de quinua. El estudio experimental se realizó en condiciones de laboratorio y campo. Los resultados mostraron que la mineralización del estiércol incrementó la disponibilidad de nitrógeno en 35 % respecto al control. Se concluyó que la actividad microbiana es clave en la liberación de nutrientes provenientes de abonos orgánicos.

Connor y Hall (1997) describieron los aspectos fisiológicos del girasol relacionados con el rendimiento. El estudio fue de carácter fisiológico-analítico basado en revisión científica. Se determinó que el rendimiento del girasol depende principalmente de la radiación interceptada, eficiencia del

uso del agua y nutrición nitrogenada. Se concluyó que la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, es determinante en la formación del rendimiento final.

Seiler y Gulya (2015), en Estados Unidos, analizaron la producción y mejoramiento del girasol mediante estudios agronómicos y genéticos. Se reportó que el rendimiento del girasol puede variar entre 1.5 y 4.0 t ha⁻¹ dependiendo de las condiciones edafoclimáticas y manejo agronómico. Se concluyó que la nutrición del suelo es un factor clave para expresar el potencial genético del cultivo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Arenas Pérez y Tito Llactuahuman (2021), en Huancayo, Perú, evaluaron la influencia del humus de ovino y vacuno en el rendimiento de *Spinacia oleracea* L. El estudio se desarrolló mediante un diseño experimental en campo con aplicación de diferentes dosis de humus. Los resultados evidenciaron que la aplicación de humus de vacuno incrementó el rendimiento hasta 32 t ha⁻¹, superando en 20 % al tratamiento control. Asimismo, se observó un incremento significativo en el área foliar y biomasa. Se concluyó que los abonos orgánicos mejoran la fertilidad del suelo y la productividad agrícola, evidenciando su potencial aplicación en cultivos como el girasol.

Arenas et al. (2021), en un estudio realizado en condiciones agrícolas del Perú, analizaron la rentabilidad y rendimiento del girasol en función del tipo de suelo, nitrógeno y biofertilizantes. El diseño experimental incluyó tratamientos factoriales con aplicación de fertilización biológica y mineral. Los resultados mostraron que la aplicación de biofertilizantes incrementó el rendimiento hasta 2.6 t ha⁻¹ y mejoró la rentabilidad en 18 %. Además, se observó mayor eficiencia en la absorción de nitrógeno. Se concluyó que los biofertilizantes constituyen una alternativa viable para mejorar la productividad del girasol en sistemas agrícolas sostenibles.

2.1.3. Antecedentes regionales

Gutiérrez (2013), en el Centro Experimental de Canaán, provincia de Huamanga (Ayacucho), evaluó el efecto de niveles de estiércol de vacuno enriquecido con fertilización sintética y distintos distanciamientos entre surcos en el rendimiento del girasol aceitero (*Helianthus annuus* L.). El estudio tuvo como objetivo determinar la combinación óptima de abonamiento orgánico e inorgánico y densidad de siembra que maximice la productividad del cultivo. La investigación se desarrolló mediante un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial, considerando niveles de estiércol (2, 4, 6 y 8 t ha⁻¹) y dos densidades de siembra (0.30 × 0.80 m y 0.30 × 0.70 m). Se evaluaron variables agronómicas como altura de planta, diámetro de capítulo, número de granos por capítulo y rendimiento de grano. Los resultados mostraron que la aplicación de 6 a 8 t ha⁻¹ de estiércol de vacuno, combinada con mayor densidad de plantas, permitió alcanzar rendimientos de hasta 3149.6 kg ha⁻¹, superando significativamente a los tratamientos sin abonamiento. Asimismo, se observó una mejora en el desarrollo vegetativo y en los componentes del rendimiento. Se concluyó que el uso de estiércol de vacuno, en combinación con fertilización mineral y adecuada densidad de siembra, incrementa significativamente la productividad del girasol en condiciones agroecológicas de Ayacucho, evidenciando la importancia del manejo orgánico del suelo en sistemas agrícolas altoandinos.

Espinoza (2019), en el distrito de Sicaya y con validación experimental en condiciones agroecológicas similares a la sierra central y altoandina, evaluó la recuperación de suelos contaminados con plomo (Pb II) mediante el cultivo de *Helianthus annuus* L. utilizando diferentes tipos de abonos orgánicos y técnicas agroecológicas. El estudio tuvo como objetivo determinar la eficiencia del girasol como planta fitorremediadora bajo distintos manejos de fertilización orgánica. La investigación se desarrolló mediante un diseño experimental en bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos (abono comercial, abono natural, técnicas agroecológicas y testigo), cada uno con cuatro repeticiones en parcelas de 3 200 m². Se

evaluaron parámetros como pH del suelo, materia orgánica, conductividad eléctrica y concentración de metales pesados. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con abonos orgánicos redujo la concentración de plomo en el suelo en más del 40 % respecto al valor inicial (185.25 ppm), además de mejorar la materia orgánica del suelo hasta en 2.3 %. Asimismo, se observó una mejora en el desarrollo vegetativo del girasol cuando se aplicaron enmiendas orgánicas. Se concluyó que el girasol responde positivamente a la incorporación de abonos orgánicos en suelos degradados, mejorando tanto las propiedades del suelo como su desarrollo fisiológico, lo cual respalda su potencial uso agronómico en zonas altoandinas como Ayacucho.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agricultura sostenible y agroecología

2.2.1.1. Concepto de agricultura sostenible

La agricultura sostenible se define como un sistema de producción agrícola orientado a satisfacer las necesidades alimentarias actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas, garantizando al mismo tiempo el equilibrio entre la productividad, la conservación de los recursos naturales y la viabilidad económica del sistema agrícola. Este enfoque integra dimensiones ambientales, sociales y económicas, promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción del impacto ambiental generado por la actividad agrícola, FAO (2021).

En este sentido, la agricultura sostenible surge como respuesta a los problemas derivados de los sistemas agrícolas convencionales, los cuales han generado degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y contaminación por el uso intensivo de agroquímicos. Estudios recientes señalan que la intensificación agrícola sin criterios de sostenibilidad contribuye significativamente al deterioro de los ecosistemas productivos, afectando su capacidad de regeneración y productividad a largo plazo (Lal, 2020).

2.2.1.2. Principios de la agroecología

La agroecología se concibe como un enfoque científico, práctico y social que busca el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, basados en principios ecológicos que regulan los sistemas naturales. Entre sus principales fundamentos se encuentran la diversificación de cultivos, la eficiencia en el uso de recursos, la sinergia entre componentes del agroecosistema y la reducción de insumos externos (Wezel et al., 2020).

Asimismo, la agroecología promueve la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático, al fortalecer la biodiversidad funcional y los procesos ecológicos que sustentan la producción. Este enfoque integra conocimientos tradicionales y científicos, favoreciendo sistemas agrícolas más equilibrados y menos dependientes de insumos sintéticos (Altieri y Nicholls, 2017).

En la actualidad, la agroecología es reconocida como una estrategia clave para la transformación de los sistemas alimentarios hacia modelos más sostenibles, inclusivos y resilientes, especialmente en contextos rurales donde la agricultura de pequeña escala es predominante (HLPE, 2019).

2.2.1.3. Conservación del suelo y sostenibilidad productiva

El suelo constituye un recurso natural no renovable a escala humana, fundamental para la producción agrícola, ya que actúa como medio físico, químico y biológico para el desarrollo de los cultivos. Su conservación es esencial para garantizar la sostenibilidad de los sistemas productivos, debido a que su degradación impacta directamente en la productividad agrícola y la seguridad alimentaria (FAO, 2020).

Las prácticas de conservación del suelo incluyen la rotación de cultivos, el uso de cobertura vegetal, la reducción de la labranza y la incorporación de materia orgánica. Estas estrategias permiten mejorar la estructura del suelo, incrementar su capacidad de retención de agua y favorecer la actividad biológica (Montgomery, 2017).

En este contexto, la sostenibilidad productiva depende en gran medida del mantenimiento de la salud del suelo, entendida como su capacidad para funcionar

como un sistema vivo que sustenta la productividad vegetal, regula el ciclo de nutrientes y mantiene la biodiversidad edáfica (Lal, 2020).

2.2.1.4. Importancia del reciclaje de nutrientes en sistemas agrícolas

El reciclaje de nutrientes constituye un principio fundamental dentro de los sistemas agrícolas sostenibles, ya que permite la reutilización de residuos orgánicos para la reposición de nutrientes en el suelo, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos. Este proceso se basa en la descomposición de materia orgánica, que libera elementos esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, fundamentales para el crecimiento de las plantas (Drinkwater y Snapp, 2022).

El uso de abonos orgánicos, compost y estiércoles animales contribuye significativamente al cierre de ciclos de nutrientes dentro del agroecosistema, mejorando la fertilidad del suelo y aumentando su capacidad productiva a largo plazo. Además, estos insumos favorecen la actividad microbiana del suelo, lo que mejora los procesos de mineralización y disponibilidad de nutrientes para los cultivos (Gliessman, 2015).

Diversas investigaciones recientes han demostrado que la gestión ecológica de nutrientes mediante residuos orgánicos no solo mejora la productividad agrícola, sino que también reduce el impacto ambiental asociado a la agricultura convencional, promoviendo sistemas más circulares y sostenibles (Lal, 2020).

2.2.2. Generalidades del girasol (*Helianthus annuus L.*)

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es una especie oleaginosa perteneciente a la familia Asteraceae, ampliamente cultivada a nivel mundial por su valor económico, alimenticio e industrial. Su origen se sitúa en América del Norte, donde fue domesticado por comunidades indígenas hace más de 3 000 años, y posteriormente expandido a Europa y otras regiones del mundo, consolidándose como uno de los cultivos oleaginosos más importantes a nivel global (Seiler, Qi, y Marek, 2017). En la actualidad, el girasol ocupa un lugar estratégico dentro de los sistemas agrícolas debido a su adaptabilidad, alto contenido de aceite y su capacidad de integrarse en rotaciones de cultivos sostenibles.

Desde el punto de vista botánico, el girasol es una planta herbácea anual que puede alcanzar entre 1 y 3 metros de altura, caracterizada por un tallo erecto, hojas grandes y una inflorescencia tipo capítulo. Esta estructura floral está compuesta por flores liguladas y tubulares, donde se desarrollan los aquenios o semillas, principales órganos de interés económico (Schneiter y Miller, 1981). El sistema radicular es pivotante y profundo, lo que le permite una buena exploración del suelo y cierta tolerancia a condiciones de sequía moderada.

2.2.3. Importancia económica, alimentaria e industrial

El girasol es considerado una de las principales fuentes de aceite vegetal a nivel mundial, con un contenido de aceite que puede oscilar entre el 40 % y 50 % del peso de la semilla, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo (FAO, 2022). Este aceite se caracteriza por su alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente ácido linoleico y oleico, lo que lo convierte en un producto altamente demandado en la industria alimentaria por sus beneficios para la salud humana.

Además de su uso alimenticio, el girasol tiene aplicaciones en la industria cosmética, farmacéutica y en la producción de biocombustibles, lo que incrementa su importancia en mercados internacionales. Asimismo, los subproductos del girasol, como la torta o harina de extracción, son utilizados en la alimentación animal debido a su alto contenido proteico (Seiler et al., 2017).

2.2.4. Fisiología del girasol (*Helianthus annuus* L.)

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una especie oleaginosa anual perteneciente a la familia Asteraceae, ampliamente cultivada por su importancia en la producción de aceite vegetal y su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas. Desde el punto de vista fisiológico, se caracteriza por un sistema radical profundo, alta eficiencia fotosintética y una notable capacidad de ajuste fenológico frente a variaciones ambientales, lo que le confiere resiliencia en sistemas agrícolas de secano (Seiler et al., 2008; Hall et al., 1990).

La fisiología del cultivo está estrechamente relacionada con la dinámica de acumulación de biomasa y la partición de fotoasimilados hacia los órganos

reproductivos, especialmente durante la fase de llenado de grano, donde se determina el rendimiento final y la calidad del aceite (Aguirrezábal et al., 2013).

2.2.5. Origen e importancia del cultivo

El girasol es originario de América del Norte, donde fue domesticado por civilizaciones precolombinas. Posteriormente, su cultivo se expandió a Europa y otras regiones del mundo debido a su alto valor económico y nutricional. Actualmente, ocupa un lugar importante dentro de los cultivos oleaginosos globales, situándose entre las principales fuentes de aceite vegetal junto con la soya, la canola y la palma aceitera (FAO, 2022). Su importancia radica en:

- Producción de aceite comestible rico en ácidos grasos insaturados.
- Uso en alimentación animal (torta de girasol).
- Potencial melífero y valor ecológico.
- Adaptación a condiciones de estrés hídrico y térmico.

Además, estudios fisiológicos destacan su eficiencia en el uso de radiación solar y su capacidad de producir rendimientos estables en ambientes variables (Hall et al., 1990; Seiler et al., 2008).

2.2.6. Fenología del cultivo de girasol

El comportamiento fenológico del girasol se refiere a las distintas etapas de desarrollo por las que atraviesa la planta durante su ciclo de vida, las cuales incluyen la germinación, emergencia, desarrollo vegetativo, botón floral, floración, llenado de grano y madurez fisiológica. Estas etapas están influenciadas por factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico (Connor y Hall, 1997).

La fenología del girasol es altamente sensible a condiciones como temperatura, disponibilidad hídrica y nutrición del suelo, lo que determina en gran medida su rendimiento final. En este sentido, el adecuado suministro de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, influye directamente en el desarrollo de hojas, formación del capítulo y llenado de semillas (Rondanini et al., 2012). Por ello, el estudio de la fenología es fundamental para comprender la respuesta del

cultivo frente a diferentes sistemas de fertilización, incluyendo el uso de abonos orgánicos.

2.2.6.1. Etapas fenológicas del girasol

El desarrollo del girasol se divide en fases fenológicas claramente definidas, las cuales determinan su crecimiento, acumulación de biomasa y rendimiento final. Estas etapas están altamente influenciadas por factores ambientales como la temperatura, la disponibilidad de agua y el manejo de la fertilización, los cuales pueden modificar significativamente la duración y transición entre estados fenológicos, incluyendo la floración y el llenado de grano. En este sentido, la interacción entre nutrientes y condiciones hídricas puede alterar tanto la tasa de crecimiento como el momento de floración del girasol, afectando directamente su productividad. Por ello, el estudio de la fenología es fundamental para comprender la respuesta del cultivo frente a diferentes sistemas de fertilización, incluyendo el uso de abonos orgánicos (López et al., 2022).

a. Germinación

La germinación inicia con la absorción de agua por la semilla, activando procesos enzimáticos que permiten la emergencia de la radícula. Esta etapa depende de la temperatura del suelo (óptimo entre 20–25 °C) y de la humedad disponible. Una germinación adecuada asegura una emergencia uniforme, lo cual es determinante para el establecimiento del cultivo.

b. Crecimiento vegetativo

Durante esta fase ocurre el desarrollo de hojas, tallo y sistema radical. Es un período crítico donde se define la capacidad fotosintética del cultivo. Estudios indican que el crecimiento vegetativo del girasol responde significativamente a la disponibilidad de nitrógeno y biofertilizantes, los cuales incrementan la altura de planta, área foliar y acumulación de biomasa (Swaefy y Adham, 2008).

c. Floración

La floración es una de las etapas más sensibles del cultivo. Se caracteriza por la formación del capítulo floral y la polinización. La duración de esta fase está influenciada por la temperatura y el fotoperiodo, siendo crucial para la determinación del número de granos por capítulo. Investigaciones recientes evidencian que la fertilización orgánica, biofertilización y su combinación con fuentes minerales pueden modificar la arquitectura de la planta de girasol, influyendo en su desarrollo fenológico, incluyendo la etapa reproductiva, y mejorando su eficiencia productiva en condiciones agroecológicas variables (Soliman y Battah, 2025).

d. Llenado de grano

Esta etapa comprende la acumulación de reservas (principalmente lípidos) en las semillas. Es el periodo más determinante del rendimiento y la calidad del aceite. El llenado de grano depende de la eficiencia fotosintética de las hojas y del transporte de asimilados hacia el capítulo floral. La duración y condiciones térmicas durante esta fase afectan directamente el peso final de los granos (Chimenti et al., 2003).

2.2.7. Requerimientos edafoclimáticos

El girasol se adapta a una amplia gama de condiciones climáticas, aunque su desarrollo óptimo se presenta en zonas con temperaturas entre 20 °C y 28 °C. Es una planta relativamente tolerante a la sequía debido a su sistema radicular profundo, aunque el estrés hídrico en etapas críticas como la floración puede reducir significativamente el rendimiento (FAO, 2022).

En cuanto al suelo, el girasol prefiere suelos francos o franco-arenosos, con buen drenaje y pH entre 6.0 y 7.5. La fertilidad del suelo es un factor determinante en la productividad del cultivo, ya que la extracción de nutrientes durante su ciclo es considerable, especialmente en sistemas de producción intensiva (Connor y Hall, 1997).

2.2.8. Fertilización y nutrición del cultivo

La fertilización constituye uno de los factores más importantes en el manejo agronómico del girasol, debido a su influencia directa en el crecimiento, desarrollo fenológico y rendimiento. Tradicionalmente, se ha recurrido al uso de fertilizantes químicos para suplir las necesidades nutricionales del cultivo; sin embargo, su uso excesivo ha generado problemas de degradación del suelo, contaminación ambiental y disminución de la biodiversidad edáfica (Tilman et al., 2011).

En este contexto, la nutrición orgánica surge como una alternativa sostenible, ya que los abonos orgánicos mejoran la estructura del suelo, incrementan la actividad microbiana y favorecen la liberación gradual de nutrientes. Estos insumos aportan materia orgánica que contribuye a la retención de humedad y a la mejora de la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Lal, 2020).

2.2.9. Abonos orgánicos y su influencia en los cultivos

Los abonos orgánicos son materiales de origen vegetal o animal que, al descomponerse, liberan nutrientes esenciales para las plantas y mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Entre los más utilizados en la agricultura se encuentran el estiércol de bovino, caprino, ovino y cuy.

Diversos estudios han demostrado que el uso de abonos orgánicos en cultivos agrícolas incrementa el rendimiento y mejora la calidad de los productos cosechados, además de promover una agricultura más sostenible (Gliessman, 2015). En el caso del girasol, la aplicación de materia orgánica puede influir positivamente en el desarrollo del sistema radicular, la formación del capítulo y el llenado de semillas, lo que se traduce en mayores rendimientos productivos.

2.2.10. Relación entre fertilización orgánica, fenología y productividad

La relación entre la fertilización orgánica y el comportamiento fenológico del girasol se explica a través de la disponibilidad progresiva de nutrientes en el suelo, lo que permite un desarrollo más equilibrado de las etapas del cultivo. Una adecuada nutrición favorece la sincronización fenológica, mejora la eficiencia fotosintética y optimiza la formación de estructuras reproductivas.

Asimismo, la productividad del girasol está estrechamente vinculada a la interacción entre factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico. En este sentido, los abonos orgánicos no solo aportan nutrientes, sino que también mejoran la calidad del suelo, lo que repercute directamente en el rendimiento final del cultivo (Lal, 2020).

2.2.11. Manejo agronómico del cultivo de girasol

El manejo agronómico del girasol comprende un conjunto de prácticas técnicas integradas que buscan optimizar el crecimiento, desarrollo fenológico y rendimiento del cultivo, mediante la adecuada interacción entre el suelo, la planta y el ambiente. Estas prácticas incluyen la preparación del suelo, siembra, manejo hídrico, control de malezas y plagas, así como la fertilización, particularmente en sistemas basados en insumos orgánicos.

Diversos autores señalan que el rendimiento del girasol está altamente determinado por la oportunidad y calidad de las prácticas agronómicas, debido a su sensibilidad a la densidad poblacional, disponibilidad hídrica y nutricional durante etapas críticas como la floración y el llenado de grano (Arenas et al., 2021; Rodríguez et al., 2017).

2.2.11.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo constituye una etapa fundamental en el establecimiento del girasol, ya que condiciona la emergencia, desarrollo radicular y eficiencia en la absorción de nutrientes.

Esta labor generalmente incluye arado profundo y rastreo, con el objetivo de mejorar la aireación, facilitar la infiltración del agua y promover un desarrollo radicular profundo. Un suelo bien estructurado permite que el girasol exprese su potencial fisiológico, especialmente por su sistema radical pivotante, que explora capas profundas del perfil del suelo (Brady y Weil, 2017).

Estudios agronómicos recomiendan labores de subsolado en suelos compactados, lo cual mejora el drenaje y reduce restricciones físicas al crecimiento radicular (ICAMEX, 2020). Asimismo, la incorporación de materia orgánica durante la preparación del suelo mejora la estructura, incrementa la actividad

microbiana y favorece la disponibilidad progresiva de nutrientes esenciales (FAO, 2020).

2.2.11.2. Siembra y densidad de plantas

La siembra del girasol debe realizarse en condiciones óptimas de humedad y temperatura del suelo para garantizar una emergencia uniforme. Generalmente, se realiza en hileras con distanciamientos que varían entre 70 y 100 cm entre surcos y 20 a 40 cm entre plantas, dependiendo del sistema productivo y disponibilidad hídrica. La densidad de siembra es un factor crítico que influye directamente en el rendimiento, ya que determina la competencia intraespecífica por luz, agua y nutrientes. Una densidad excesiva reduce el tamaño del capítulo floral, mientras que una densidad baja disminuye la captación de radiación solar y el rendimiento por unidad de área (Rodríguez et al., 2017). En condiciones óptimas de manejo, la densidad puede ajustarse para maximizar el equilibrio entre biomasa total y eficiencia reproductiva, siendo clave para la productividad del cultivo.

2.2.11.3. Riego y condiciones climáticas

El girasol es un cultivo moderadamente tolerante a la sequía, gracias a su sistema radical profundo; sin embargo, requiere disponibilidad hídrica adecuada en etapas críticas como la floración y el llenado de grano. El déficit hídrico durante estas fases puede reducir significativamente el número de semillas por capítulo y el contenido de aceite. Por el contrario, un suministro hídrico adecuado mejora la eficiencia fotosintética y la translocación de fotoasimilados (Chimenti et al., 2003).

Las condiciones climáticas óptimas incluyen temperaturas moderadas (20–30 °C) y alta radiación solar, factores que influyen directamente en la tasa de crecimiento y acumulación de biomasa. El manejo del riego debe ser estratégico, evitando excesos que puedan generar lixiviación de nutrientes o asfixia radicular, y deficiencias que limiten el crecimiento del cultivo (FAO, 2020).

2.2.11.4. Manejo de malezas y plagas

El control de malezas es esencial durante las primeras etapas del cultivo, ya que el girasol presenta un crecimiento inicial relativamente lento y es altamente competitivo frente a especies invasoras. Las malezas compiten por luz, agua y

nutrientes, reduciendo el crecimiento vegetativo y el rendimiento final. El manejo integrado incluye labores culturales, coberturas vegetales, control mecánico y, en sistemas convencionales, herbicidas pre y postemergentes (Acuña, 2021). En cuanto a plagas, el girasol puede ser afectado por insectos como gusanos cortadores, pulgones y polillas, así como enfermedades fúngicas que afectan hojas, tallo y capítulo. El manejo integrado de plagas (MIP) combina control biológico, prácticas culturales y monitoreo constante para reducir pérdidas productivas. El uso de prácticas agroecológicas, como rotación de cultivos y fertilización orgánica, contribuye a reducir la incidencia de plagas al mejorar la biodiversidad del agroecosistema.

2.2.11.5. Fertilización orgánica en el cultivo

La fertilización orgánica en girasol constituye una estrategia sostenible que mejora la fertilidad del suelo y la productividad del cultivo mediante el aporte de nutrientes de liberación lenta y la mejora de la actividad biológica del suelo. Los abonos orgánicos como compost, estiércol, humus de lombriz y residuos vegetales incrementan la materia orgánica del suelo, mejoran la estructura edáfica y aumentan la capacidad de retención de agua y nutrientes (Brady y Weil, 2017; FAO, 2020).

Diversos estudios demuestran que la aplicación de biofertilizantes y fertilizantes orgánicos en girasol incrementa el rendimiento de grano, la biomasa total y la eficiencia en el uso de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo (Arenas et al., 2021). Además, la fertilización orgánica favorece la actividad microbiana del suelo, promoviendo procesos de mineralización y disponibilidad gradual de nutrientes esenciales durante todo el ciclo del cultivo. Esto es particularmente importante en etapas críticas como la floración y el llenado de grano, donde la demanda nutricional del girasol es elevada. En sistemas agroecológicos como los de Luricocha–Huanta, la fertilización orgánica representa una alternativa viable para mejorar la sostenibilidad productiva, reduciendo la dependencia de insumos químicos y preservando la calidad del suelo a largo plazo.

2.2.12. Abonos orgánicos: tipos, composición y mecanismos de acción

Los abonos orgánicos constituyen insumos de origen natural derivados de residuos vegetales, animales o de la actividad biológica, cuyo propósito es mejorar

la fertilidad del suelo y promover un sistema productivo sostenible. A diferencia de los fertilizantes sintéticos, su acción no se limita al aporte inmediato de nutrientes, sino que involucra procesos biológicos y físico-químicos que mejoran la calidad integral del suelo, lo cual resulta especialmente relevante en cultivos como el girasol (*Helianthus annuus* L.), altamente dependiente de la dinámica nutricional del sistema suelo-planta (FAO, 2020; Brady y Weil, 2017).

En sistemas agrícolas andinos como Luricocha–Huanta, el uso de abonos orgánicos se ha incrementado como estrategia de recuperación de suelos degradados y mejora de la productividad agrícola bajo condiciones de baja disponibilidad de insumos químicos.

2.2.12.1. Tipos de abonos orgánicos

Los abonos orgánicos pueden clasificarse según su origen, proceso de descomposición y composición nutricional. Entre los principales destacan:

a. Compost

El compost es el resultado de la descomposición aeróbica controlada de residuos orgánicos vegetales y animales. Su composición es variable, pero generalmente contiene macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio en formas estables.

Diversos estudios indican que el compost mejora significativamente la estructura del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua y estimula la actividad microbiana, lo cual favorece el desarrollo del girasol en etapas tempranas de crecimiento (García et al., 2019).

b. Estiércol animal

El estiércol proviene de la excreción de animales y constituye una fuente importante de materia orgánica y nutrientes. Dependiendo del tipo de animal (vacuno, ovino, avícola), su contenido nutricional varía, siendo el estiércol de aves uno de los más ricos en nitrógeno y fósforo. Su aplicación mejora la fertilidad química del suelo y promueve la liberación gradual de

nutrientes durante el ciclo del cultivo, lo que es favorable para cultivos de ciclo completo como el girasol (Havlin et al., 2014).

2.2.12.2. Composición de los abonos orgánicos

La composición de los abonos orgánicos es heterogénea y depende del material de origen y su grado de descomposición. Sin embargo, en términos generales contienen:

- **Macronutrientes:** Nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).
- **Micronutrientes:** Hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B).

El contenido de nitrógeno en abonos orgánicos es generalmente bajo pero de liberación lenta, lo que reduce pérdidas por lixiviación y mejora la eficiencia del uso del nutriente. El fósforo y el potasio, aunque en menores concentraciones que los fertilizantes sintéticos, se encuentran en formas progresivamente disponibles para las plantas (Brady y Weil, 2017). En el caso del girasol, esta liberación gradual resulta ventajosa, ya que el cultivo requiere un suministro sostenido de nutrientes durante todo su ciclo fenológico, especialmente en floración y llenado de grano.

2.2.12.3. Mecanismos de acción de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos actúan en el suelo mediante múltiples mecanismos interrelacionados que influyen directamente en la fertilidad y productividad del sistema agrícola:

a. Mejora de la fertilidad química

Los abonos orgánicos liberan nutrientes de manera progresiva mediante procesos de mineralización realizados por microorganismos del suelo. Esto incrementa la disponibilidad de N, P y K, mejorando la nutrición del girasol durante su ciclo de crecimiento. Además, aumentan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), lo que permite una mayor retención de nutrientes y reduce pérdidas por lixiviación (Havlin et al., 2014).

b. Mejora de la estructura física del suelo

La incorporación de materia orgánica favorece la formación de agregados estables, lo que mejora la porosidad, aireación y retención de agua del suelo. Estas condiciones son esenciales para el desarrollo del sistema radicular profundo del girasol. Suelos con alta materia orgánica presentan menor compactación y mayor infiltración hídrica, lo que mejora la eficiencia del uso del agua por el cultivo (FAO, 2020).

c. Activación biológica del suelo

Los abonos orgánicos incrementan la diversidad y actividad de microorganismos beneficiosos, los cuales participan en procesos de descomposición, fijación biológica de nitrógeno y solubilización de fósforo. Este incremento de actividad biológica mejora la salud del suelo y crea un ambiente favorable para el crecimiento del girasol, especialmente en etapas iniciales de desarrollo (Lazcano et al., 2011).

2.2.13. Componentes del rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.)

El rendimiento del girasol es un carácter complejo, cuantitativamente determinado por la interacción de múltiples componentes fisiológicos y morfo-productivos. Desde el punto de vista agronómico, el rendimiento de grano no depende de un solo factor, sino de la integración de sus componentes principales: número de capítulos por planta, número de semillas por capítulo y peso de mil semillas. Estos componentes son altamente sensibles a las condiciones ambientales, nutricionales y al manejo agronómico del cultivo (Aguirrezábal et al., 2016; Hall et al., 2017). Diversos estudios coinciden en que la expresión del rendimiento en girasol es el resultado de la eficiencia en la formación de estructuras reproductivas y la capacidad de llenado de semillas, procesos que se determinan en etapas fenológicas críticas como la floración y el llenado de grano (Seiler y Jambhulkar, 2020).

2.2.13.1. Número de capítulos por planta

El número de capítulos (inflorescencias) por planta en girasol es un componente que depende principalmente del genotipo, la densidad de siembra y las

condiciones de crecimiento durante la fase vegetativa. Aunque la mayoría de cultivares comerciales presentan un solo capítulo principal, bajo condiciones de estrés reducido o baja competencia pueden desarrollarse capítulos secundarios. Sin embargo, desde el punto de vista productivo, el capítulo principal es el determinante del rendimiento (Unger y Thompson, 2019). La formación del capítulo está regulada por la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, durante la fase de diferenciación floral. Deficiencias nutricionales o alta competencia intraespecífica reducen la formación y tamaño del capítulo, afectando directamente el rendimiento potencial del cultivo.

2.2.13.2. Número de semillas por capítulo

El número de semillas por capítulo es considerado uno de los componentes más determinantes del rendimiento del girasol. Este carácter se establece durante la fase de floración, cuando ocurre la diferenciación de flores fértiles y su posterior fecundación.

Diversos estudios han demostrado que el número de semillas por capítulo presenta una alta correlación positiva con el rendimiento final del cultivo, siendo más influyente que otros componentes como el peso de mil granos bajo condiciones de variabilidad ambiental y nutricional (Jarecki, 2022; Crista et al., 2023). Asimismo, el manejo adecuado de la fertilización, especialmente con fuentes orgánicas e integradas, mejora la formación de semillas al optimizar la disponibilidad de nutrientes durante la fase reproductiva.

El número de semillas depende de:

- Número de flores fértiles en el capítulo.
- Eficiencia de polinización.
- Disponibilidad de nutrientes durante la floración.
- Estrés hídrico o térmico.

El déficit de nitrógeno antes de la floración puede reducir significativamente la formación de flores, mientras que el estrés hídrico durante la floración reduce la fecundación y aumenta el aborto floral.

2.2.13.3. Peso de 1000 semillas

El peso de mil semillas es un indicador directo del llenado de grano y de la eficiencia del transporte de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos. Este componente se determina principalmente durante la fase de llenado de grano. Estudios agronómicos indican que el peso de 1000 semillas está altamente influenciado por la disponibilidad de agua y nutrientes después de la floración, especialmente potasio y nitrógeno en formas disponibles (Pandya et al., 2015; Pathak y Dixit, 2023). Asimismo, se ha observado que el peso de semilla disminuye bajo condiciones de alta densidad de siembra debido a la competencia por luz y nutrientes, lo que reduce la fotosíntesis neta por planta. En términos productivos, este componente refleja la capacidad fisiológica del cultivo para sostener el llenado de grano, siendo un indicador clave de calidad y rendimiento.

2.2.13.4. Relación entre los componentes y el rendimiento final

El rendimiento del girasol es el resultado de la interacción multiplicativa de sus componentes principales:

$$\text{Rendimiento} = (\text{Número de capítulos por planta}) \times (\text{Número de semillas por capítulo}) \times (\text{Peso de semilla})$$

Sin embargo, numerosos estudios de correlación y análisis de sendero han demostrado que el número de semillas por capítulo es uno de los componentes con mayor efecto directo sobre el rendimiento del girasol, seguido del peso de mil semillas. Estos estudios evidencian que el rendimiento del cultivo depende principalmente de la capacidad del capítulo para formar y llenar un mayor número de semillas, siendo este carácter altamente estable en distintos genotipos y condiciones ambientales. Asimismo, el peso de mil semillas contribuye de manera secundaria, actuando como un componente compensatorio del rendimiento bajo condiciones variables de manejo agronómico (Öztürk y Ada, 2009; Goksoy y Turan, 2007).

La relación entre componentes no es independiente, ya que existe compensación fisiológica:

- Un mayor número de semillas puede reducir el peso individual de cada semilla.
- Un mayor peso de semillas puede ocurrir cuando el número de semillas es menor, debido a mayor disponibilidad de asimilados.

Este equilibrio determina el rendimiento final del cultivo y está fuertemente influenciado por el ambiente y el manejo agronómico.

2.2.14. Influencia del manejo agronómico

El manejo agronómico tiene un papel decisivo en la expresión de los componentes del rendimiento del girasol, ya que regula la disponibilidad de recursos durante las etapas críticas del cultivo.

2.2.14.1. Densidad de siembra

Altas densidades de siembra incrementan la competencia intraespecífica, reduciendo el tamaño del capítulo y el número de semillas por planta debido a la limitación en la disponibilidad de luz, agua y nutrientes. En contraste, densidades óptimas permiten un mejor aprovechamiento de la radiación solar y de los recursos del suelo, favoreciendo una mayor eficiencia fotosintética y aumentando el rendimiento por unidad de área. Sin embargo, existe un equilibrio fisiológico donde el incremento de densidad puede aumentar el rendimiento por hectárea hasta cierto punto, a pesar de la reducción en el rendimiento individual por planta (Unger y Thompson, 2019; Seiler y Gulya, 2015).

2.2.14.2. Nutrición del suelo

La fertilización, especialmente con abonos orgánicos, influye directamente en la formación de capítulos y el llenado de semillas. El nitrógeno favorece el crecimiento vegetativo, el fósforo promueve el desarrollo reproductivo y el potasio mejora el llenado de grano. La disponibilidad equilibrada de nutrientes durante la floración es determinante para maximizar el número de semillas por capítulo.

2.2.14.3. Agua y clima

El estrés hídrico durante floración reduce la fecundación, mientras que durante el llenado de grano disminuye el peso de semillas. Las condiciones óptimas de temperatura (20–30 °C) favorecen la fotosíntesis y la translocación de asimilados.

2.2.14.4. Manejo integrado del cultivo

El control de malezas, plagas y enfermedades asegura una mayor eficiencia en el uso de recursos, reduciendo la competencia y pérdidas fisiológicas que afectan los componentes del rendimiento.

2.2.15. Indicadores económicos en el cultivo de girasol

La evaluación económica del cultivo de girasol constituye un componente fundamental dentro del análisis de sistemas agrícolas, ya que permite determinar la viabilidad financiera de las tecnologías aplicadas, como el uso de abonos orgánicos. Los indicadores económicos integran variables de producción, costos e ingresos, y permiten medir la eficiencia del sistema productivo en términos de rentabilidad y sostenibilidad (Medici et al., 2020; FAO, 2021).

En el caso del girasol, diversos estudios han demostrado que la rentabilidad está altamente influenciada por el rendimiento del cultivo, los costos de producción y el precio de mercado del grano, siendo un cultivo sensible a variaciones en insumos y manejo agronómico (Arenas et al., 2021).

2.2.15.1. Rendimiento (kg)

El rendimiento del girasol se expresa generalmente en kilogramos o toneladas por hectárea (kg/ha o t/ha), y representa la cantidad de grano cosechado por unidad de superficie. Este indicador es la base del análisis económico, ya que determina el nivel de producción física del cultivo. A nivel agronómico, el rendimiento es el resultado de la interacción entre componentes como número de semillas por capítulo y peso de mil semillas, los cuales dependen del manejo agronómico y la fertilidad del suelo. Estudios recientes evidencian que el uso de biofertilizantes y fertilización equilibrada incrementa significativamente el

rendimiento del girasol, mejorando la biomasa y la eficiencia de uso de nutrientes (Arenas et al., 2021).

2.2.15.2. Ingresos (S/.)

Los ingresos brutos representan el valor monetario total obtenido por la venta del grano de girasol, y se calculan multiplicando el rendimiento por el precio de mercado por kilogramo.

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento (kg)} \times \text{Precio de venta (S./kg)}$$

Este indicador está sujeto a variaciones del mercado agrícola, donde factores como la oferta global de aceites vegetales, costos internacionales y demanda industrial influyen directamente en el precio del girasol.

2.2.15.3. Utilidad neta (S/.)

La utilidad neta representa la ganancia real obtenida por el productor después de descontar los costos totales de producción.

$$\text{Utilidad neta} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo total de producción}$$

Este indicador es clave para determinar la viabilidad económica del sistema productivo. Investigaciones en girasol han demostrado que el incremento en los costos de producción no siempre se traduce en mayores beneficios económicos, debido a la variabilidad del rendimiento y la eficiencia del uso de insumos. En este sentido, la rentabilidad del cultivo depende del equilibrio entre la inversión en fertilización y el incremento real de la productividad, siendo fundamental la adopción de prácticas de manejo eficiente para asegurar retornos positivos (Ashoka y Shashidhar, 2020).

2.2.15.4. Relación Beneficio/Costo (B/C)

La relación beneficio/costo (B/C) es un indicador de eficiencia económica que compara los beneficios obtenidos con los costos invertidos en el proceso productivo.

$$B/C = \text{Ingresos totales} / \text{Costos totales}$$

- Si $B/C > 1$: el sistema es rentable
- Si $B/C = 1$: punto de equilibrio
- Si $B/C < 1$: el sistema genera pérdidas

En estudios agronómicos, este indicador es ampliamente utilizado para evaluar la viabilidad de tecnologías como la fertilización orgánica, demostrando que sistemas con biofertilizantes pueden mejorar la rentabilidad del girasol al reducir costos de insumos externos (Arenas et al., 2021).

2.2.15.5. Rentabilidad porcentual (%)

La rentabilidad expresa el retorno económico en relación con la inversión total realizada.

$$\text{Rentabilidad (\%)} = (\text{Utilidad neta} / \text{Costos totales}) \times 100$$

Este indicador permite comparar la eficiencia económica del cultivo frente a otras alternativas productivas. En sistemas agrícolas sostenibles, la rentabilidad depende no solo del rendimiento, sino también de la reducción de costos mediante el uso de insumos orgánicos.

2.2.15.6. Costo unitario de producción por kg

El costo unitario representa el costo promedio de producir un kilogramo de girasol.

$$\text{Costo unitario} = \text{Costos totales} / \text{Producción total (kg)}$$

Este indicador es fundamental para determinar la competitividad del cultivo en el mercado. Un menor costo unitario indica mayor eficiencia productiva. Estudios económicos en girasol muestran que la adopción de prácticas de manejo eficiente puede reducir significativamente este indicador, mejorando la competitividad del cultivo frente a otros oleaginosos (Medici et al., 2020).

2.2.15.7. Costo de venta por kg

El costo de venta por kilogramo está relacionado con el precio de mercado al cual el productor comercializa el grano de girasol.

Este valor está influenciado por:

- Calidad del grano (contenido de aceite)
- Demanda del mercado
- Intermediación comercial
- Condiciones regionales de producción

Cuando el costo de producción supera el ingreso obtenido por la venta del producto, el cultivo deja de ser rentable, generando pérdidas económicas para el productor. Esta situación es común en sistemas agrícolas donde existe un uso ineficiente de insumos o donde los precios de mercado no compensan los costos de producción. En el caso del girasol, la rentabilidad depende del equilibrio entre costos de fertilización, manejo agronómico y rendimiento obtenido, siendo altamente sensible a variaciones en los precios de insumos y del grano (FAO, 2021; Mallick y Majumder, 2023).

2.2.15.8. Margen de utilidad por kg

El margen de utilidad representa la ganancia obtenida por cada kilogramo de producto vendido.

$$\text{Margen de utilidad} = \text{Precio de venta} - \text{Costo unitario}$$

Este indicador permite evaluar la eficiencia económica por unidad de producto y es especialmente útil en análisis comparativos entre sistemas de fertilización convencional y orgánica.

2.2.15.9. Punto de equilibrio (Q) por kg

El punto de equilibrio representa la cantidad mínima de producción necesaria para cubrir los costos totales sin generar ganancias ni pérdidas.

$$Q = \text{Costos fijos} / (\text{Precio de venta} - \text{Costo variable unitario})$$

Este indicador es clave en la planificación económica del cultivo, ya que permite determinar el nivel mínimo de rendimiento requerido para la sostenibilidad del sistema productivo. En cultivos como el girasol, donde los costos variables (fertilización, mano de obra, insumos) pueden fluctuar, el análisis del punto de

equilibrio permite evaluar la viabilidad de tecnologías como la fertilización orgánica en condiciones reales de producción.

2.3. Definición de términos

– **Abonos orgánicos**

Materiales de origen vegetal, animal o microbiano que, tras procesos de descomposición y estabilización, aportan nutrientes esenciales y mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Según Brady y Weil (2017), constituyen la base de la fertilidad sostenible al incrementar la materia orgánica y la actividad biológica del suelo. La FAO (2020) los reconoce como insumos clave en sistemas agroecológicos por su capacidad de reciclaje de nutrientes y reducción de dependencia de fertilizantes sintéticos.

– **Materia orgánica del suelo (MOS)**

Fracción activa y estable del suelo compuesta por residuos vegetales, animales y biomasa microbiana en distintos estados de descomposición. Stevenson (1994) y Brady & Weil (2017) la consideran el principal regulador de la fertilidad del suelo, ya que mejora la capacidad de intercambio catiónico, la estructura y la retención de agua. En sistemas agrícolas intensivos, su disminución se asocia con pérdida de productividad.

– **Fertilidad del suelo**

Capacidad del suelo para suministrar nutrientes en forma disponible, en cantidades y proporciones adecuadas para el crecimiento de las plantas. Havlin et al. (2014) la definen como una propiedad dinámica influenciada por factores físicos, químicos y biológicos. En cultivos como el girasol, la fertilidad determina directamente el rendimiento y la calidad del grano.

– **Fenología**

Ciencia que estudia la ocurrencia de eventos biológicos periódicos en relación con el ambiente. Según Taiz et al. (2018), en cultivos agrícolas la fenología permite comprender la relación entre clima, manejo y desarrollo

vegetal. En girasol, incluye etapas críticas como germinación, floración y llenado de grano.

– **Germinación**

Proceso fisiológico mediante el cual la semilla reanuda su actividad metabólica y da origen a una plántula. Bewley et al. (2013) indican que depende de la disponibilidad de agua, temperatura y oxígeno. En girasol, una germinación uniforme es clave para el establecimiento del cultivo.

– **Crecimiento vegetativo**

Fase en la que la planta desarrolla hojas, tallos y raíces, determinando su capacidad fotosintética. Gardner et al. (2019) señalan que esta etapa define la arquitectura de la planta y su potencial productivo futuro.

– **Floración**

Etapla reproductiva donde se forma el capítulo floral del girasol. Según Hall et al. (2017), es una fase crítica porque determina el número potencial de semillas. El estrés hídrico o nutricional en este periodo reduce significativamente el rendimiento.

– **Llenado de grano**

Proceso de acumulación de reservas (principalmente lípidos) en las semillas. Chimenti et al. (2003) señalan que la eficiencia fotosintética y el transporte de asimilados son determinantes en esta fase.

– ***Helianthus annuus* L.**

Especie oleaginosa de la familia Asteraceae, originaria de América del Norte. Se cultiva principalmente por su alto contenido de aceite vegetal (Seiler y Jambhulkar, 2020).

– **Rendimiento agrícola**

Cantidad de producto cosechado por unidad de superficie. Según FAO (2021), es el principal indicador de productividad agrícola y base del análisis económico del cultivo.

– **Biofertilizantes**

Insumos que contienen microorganismos vivos capaces de fijar nitrógeno, solubilizar fósforo o estimular el crecimiento vegetal. Vessey (2003) destaca su importancia en la agricultura sostenible.

– **Compost**

Producto de la descomposición aeróbica controlada de residuos orgánicos. Su uso mejora la estructura del suelo y aporta nutrientes de liberación lenta (Bernal et al., 2009).

– **Estiércol**

Excremento animal utilizado como fertilizante orgánico. Su composición depende del tipo de animal y del manejo, aportando N, P y K en formas orgánicas (Havlin et al., 2014).

– **Abonos verdes**

Cultivos incorporados al suelo en estado vegetativo para mejorar su fertilidad. Lupwayi et al. (2010) destacan su rol en la fijación de nitrógeno y mejora estructural del suelo.

– **Nitrógeno (N)**

Macronutriente esencial para la síntesis de proteínas y clorofila. Marschner (2012) indica que es el principal determinante del crecimiento vegetativo.

– **Fósforo (P)**

Elemento clave en la transferencia de energía (ATP) y desarrollo radicular. Havlin et al. (2014) señalan su importancia en la floración y formación de semillas.

– **Potasio (K)**

Regula el balance hídrico y la actividad enzimática. Marschner (2012) indica que mejora el llenado de grano en cultivos oleaginosos como el girasol.

– **Ciclo de nutrientes**

Conjunto de procesos biogeoquímicos que transforman y reciclan nutrientes en el suelo. Brady y Weil (2017) lo consideran esencial para la sostenibilidad agrícola.

– **Actividad microbiana del suelo**

Conjunto de procesos realizados por microorganismos del suelo que influyen en la descomposición de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes (Nannipieri et al., 2012).

– **Estructura del suelo**

Organización de partículas del suelo en agregados. Lal (2015) señala que una buena estructura mejora la aireación y retención de agua.

– **Densidad de siembra**

Número de plantas por unidad de superficie. Gardner et al. (2019) indican que influye directamente en la competencia por recursos y rendimiento.

– **Sistema radicular**

Conjunto de raíces de la planta encargadas de absorción de agua y nutrientes. En girasol, es profundo y pivotante, lo que le confiere tolerancia a sequía (Seiler et al., 2008).

– **Capítulo floral**

Inflorescencia característica del girasol donde se desarrollan las semillas. Hall et al. (2017) lo identifican como el principal órgano reproductivo.

– **Semillas por capítulo**

Número de granos formados en cada inflorescencia. Es el componente más importante del rendimiento del girasol (Aguirrezábal et al., 2016).

– **Peso de 1000 semillas**

Indicador de calidad y llenado del grano. Representa la eficiencia del transporte de asimilados durante la fase reproductiva (Chimenti et al., 2003).

– **Índice de cosecha**

Relación entre biomasa económica y biomasa total. Fischer (2011) lo define como indicador de eficiencia fisiológica del cultivo.

– **Rentabilidad agrícola**

Capacidad de una actividad agrícola para generar beneficios económicos. Medici et al. (2020) la relacionan con eficiencia productiva y manejo de costos.

– **Relación Beneficio/Costo (B/C)**

Indicador económico que compara ingresos y costos totales. FAO (2021) lo considera fundamental para evaluar viabilidad de sistemas agrícolas.

– **Punto de equilibrio**

Nivel mínimo de producción requerido para cubrir costos sin pérdidas ni ganancias. Es clave en el análisis financiero agrícola (Gittinger, 2012).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca dentro del tipo aplicada, debido a que tiene como finalidad generar conocimientos científicos orientados a la solución de un problema práctico relacionado con el manejo nutricional del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) mediante la utilización de abonos orgánicos en condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha, provincia de Huanta. La investigación aplicada se caracteriza por emplear fundamentos teóricos y científicos para resolver situaciones concretas de la realidad, contribuyendo al mejoramiento de los procesos productivos y tecnológicos en el ámbito agrícola (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2023).

3.1.2 Nivel de investigación

La presente investigación corresponde al nivel explicativo/experimental, debido a que tiene como propósito determinar y explicar la influencia de los abonos orgánicos sobre el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha, provincia de Huanta. Este nivel de investigación busca establecer relaciones de causalidad entre variables, identificando cómo la variable independiente influye sobre las variables dependientes dentro del contexto experimental desarrollado.

Según Hernández y Mendoza (2023), los estudios explicativos están orientados a responder las causas de los fenómenos físicos o sociales, permitiendo comprender por qué ocurre un determinado comportamiento y en qué condiciones se manifiesta. En ese sentido, la investigación pretende explicar el efecto que generan los diferentes tipos de abonos orgánicos sobre las etapas fenológicas del cultivo, así como sobre variables productivas relacionadas con el rendimiento agrícola.

3.2. Método de investigación

La presente investigación se desarrollará mediante el método cuantitativo, entendido como un proceso sistemático, lógico y ordenado que permite generar conocimientos válidos y verificables a partir de la observación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis e interpretación de resultados. Este método constituye la base fundamental de las investigaciones agronómicas, ya que facilita la comprensión objetiva de los fenómenos relacionados con la producción agrícola y la interacción de las variables estudiadas.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2023), el método cuantitativo comprende un conjunto de procedimientos organizados orientados a la obtención de conocimientos confiables mediante la comprobación empírica de hipótesis formuladas a partir de un problema de investigación. En ese sentido, el presente estudio seguirá una secuencia lógica que permitirá evaluar la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta.

Asimismo, la investigación empleará el método experimental, debido a que se manipulará deliberadamente la variable independiente, representada por los diferentes tipos de abonos orgánicos, con la finalidad de observar y medir sus efectos sobre las variables dependientes relacionadas con el desarrollo fenológico y la productividad del cultivo. De acuerdo con Arias (2021), el método experimental permite establecer relaciones de causalidad mediante el control de variables y la aplicación de tratamientos específicos en condiciones previamente determinadas.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación corresponde al diseño experimental, debido a que se manipulará deliberadamente la variable independiente, constituida por los diferentes tipos de abonos orgánicos, con el propósito de evaluar sus efectos sobre el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha, provincia de Huanta.

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2023), el diseño experimental se caracteriza por la manipulación intencional de una o más variables independientes para analizar sus efectos sobre variables dependientes, manteniendo el control de las condiciones en las que se desarrolla el experimento. Este tipo de diseño permite establecer relaciones de causa y efecto con mayor rigor científico, garantizando objetividad y confiabilidad en los resultados obtenidos.

En el presente estudio, se evaluarán tratamientos conformados por diferentes tipos o dosis de abonos orgánicos aplicados al cultivo de girasol, observando sus efectos sobre variables fenológicas y productivas tales como porcentaje de emergencia, altura de planta, días a la floración, diámetro de capítulo, peso de semillas y rendimiento por hectárea. Para ello, se aplicarán procedimientos agronómicos uniformes y condiciones homogéneas de manejo experimental, con la finalidad de minimizar la influencia de factores externos que puedan alterar los resultados de la investigación.

Asimismo, el diseño experimental empleado fue Bloques Completamente al Azar (DBCA), el cual estuvo constituido por 5 bloques, debido a que las unidades experimentales presentarán cierta variabilidad asociada a las características del terreno agrícola. Este diseño permitirá controlar el efecto de dicha variabilidad mediante la agrupación de unidades homogéneas en bloques, incrementando la precisión experimental y la confiabilidad de las comparaciones entre tratamientos. De acuerdo con Montgomery (2021), el diseño en bloques constituye una estrategia estadística eficiente para reducir el error experimental y mejorar la exactitud de las inferencias en investigaciones agrícolas.

3.4. Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se desarrolló durante el periodo agrícola correspondiente a finales del año 2025 y el año 2026, comprendiendo las etapas de planificación, instalación del experimento, ejecución de labores agronómicas, recolección de datos fenológicos y productivos, procesamiento estadístico e interpretación de resultados. El desarrollo temporal del estudio abarcará desde la preparación del terreno y siembra del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) hasta la cosecha y evaluación final del rendimiento productivo.

3.4.1 Ámbito temporal

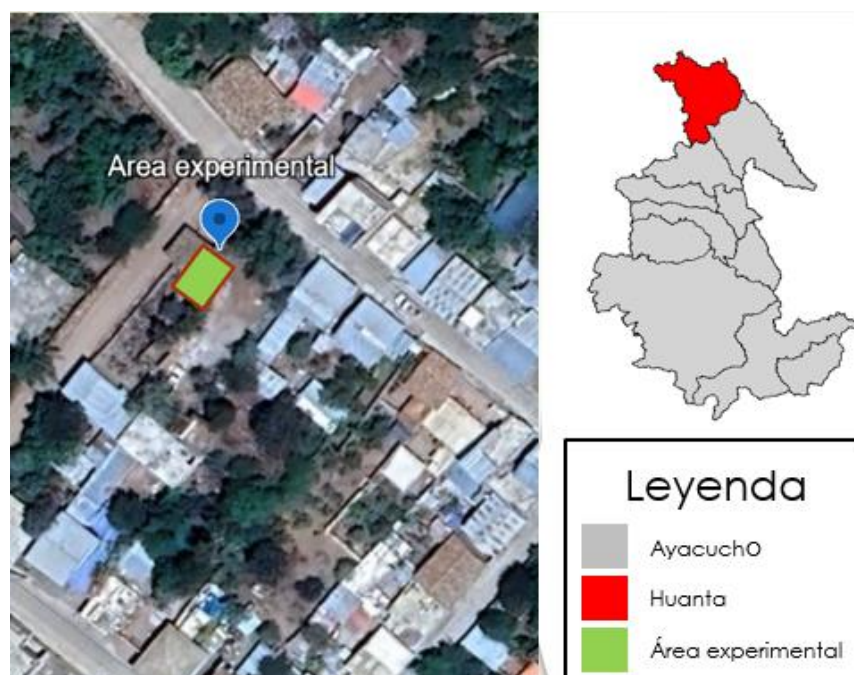
El ámbito temporal de la presente investigación comprende el periodo agrícola correspondiente a finales del año 2025 y 2026, durante el cual se desarrollaron todas las actividades relacionadas con la ejecución del estudio sobre la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) cultivado en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta.

3.4.2 Ámbito espacial

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Luricocha, ubicado en la provincia de Huanta, región Ayacucho, Perú. Esta localidad forma parte de los valles interandinos de la región y presenta condiciones agroecológicas favorables para el desarrollo de actividades agrícolas, especialmente cultivos de importancia alimentaria y económica adaptados a pisos ecológicos templados.

Figura 1

Ubicación geográfica del área de estudio en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho.



Nota. Imagen satelital que muestra la ubicación del área de estudio en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho. Fuente: Google Earth (2025).

El área experimental está localizada en terrenos agrícolas representativos de la zona de estudio, donde se instalarán las unidades experimentales destinadas a evaluar la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). La selección del lugar responde a criterios de accesibilidad, disponibilidad de terreno agrícola y condiciones edafoclimáticas apropiadas para el establecimiento y desarrollo del cultivo.

3.5. Población y muestra

3.5.1 Población

La población de estudio estuvo constituida por 240 plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) establecidas en el área experimental del distrito de Luricocha, provincia de Huanta, sometidas a los diferentes tratamientos con abonos orgánicos durante el desarrollo de la investigación. La población comprende el conjunto total de unidades biológicas que presentan características comunes relacionadas con el fenómeno objeto de estudio y sobre las cuales se pretende obtener información científica válida y confiable.

3.5.2 Muestra

La muestra estará conformada por 80 plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) seleccionadas dentro de las unidades experimentales en Luricocha, Huanta, considerando únicamente las plantas centrales para evitar efectos de borde. La selección se realizará mediante muestreo probabilístico aleatorio simple, garantizando representatividad y reducción de sesgos. Estas 20 plantas constituidas serán evaluadas durante todo el ciclo fenológico del cultivo mediante variables de crecimiento y rendimiento (emergencia, altura, floración, diámetro de capítulo y producción), con el fin de analizar estadísticamente el efecto de los abonos orgánicos en su comportamiento fenológico y productivo.

3.6. Variables de estudio

3.6.1 Variable independiente: Abonos orgánicos

Entendidos como el conjunto de insumos de origen natural provenientes de la descomposición de materia orgánica animal o vegetal, aplicados al suelo con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, así como la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Esta variable fue manipulada mediante la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos bajo condiciones experimentales controladas.

Tabla 2

Tratamientos experimentales con diferentes estiércoles en el cultivo del girasol

Tratamientos	Dosis de estiércol	Dosis (t/ha)
T1	Testigo	0
T2	Estiércol de vacuno	20
T3	Estiércol de cuy	12
T4	Estiércol de caprino	15

Nota. La 1ª aplicación al inicio del crecimiento vegetativo.

3.6.2 Variables dependientes: Comportamiento fenológico del girasol

El comportamiento fenológico hace referencia a las distintas fases de desarrollo del cultivo, tales como germinación, emergencia, crecimiento vegetativo, floración y maduración fisiológica, las cuales pueden verse influenciadas por las condiciones de nutrición del suelo.

Indicadores:

- Días a emergencia
- Días a botón floral
- Días a floración
- Días a llenado de semillas
- Días a madurez fisiológica

3.6.3 Variables dependientes: Productividad del girasol.

Se refiere a los componentes del rendimiento agronómico del cultivo, incluyendo indicadores como altura de planta, diámetro de capítulo, número

de semillas por capítulo, peso de semillas y rendimiento por unidad de superficie.

Indicadores:

- Altura de planta
- Número de hojas
- Diámetro del capítulo
- Número de semillas por capítulo
- Peso de 1000 semillas
- Peso de semilla por planta
- Rendimiento

3.6.4 Variables dependientes: Relación costo–beneficio

Se define como el indicador económico que permite evaluar la eficiencia productiva del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de la inversión realizada en los diferentes tratamientos con abonos orgánicos y los beneficios económicos obtenidos a partir del rendimiento del cultivo. Esta variable constituye un criterio fundamental para determinar la viabilidad económica de las alternativas de fertilización orgánica en el contexto agrícola de Luricocha, Huanta.

Indicadores:

- Costo de producción total por tratamiento (S/ por hectárea)
- Ingreso bruto por venta de la producción (S/ por hectárea)
- Relación beneficio/costo (B/C)
- Rentabilidad neta del cultivo (%)

3.7. Procedimiento experimental

El procedimiento experimental de la presente investigación se desarrollará de manera sistemática, secuencial y controlada, con el propósito de evaluar la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico, productivo y económico del girasol (*Helianthus annuus* L.) en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta.

3.7.1 Preparación del área experimental

En una primera etapa, se seleccionó el área experimental en función de criterios de homogeneidad edafoclimática y representatividad agrícola de la zona de estudio donde se delimitó un área de 42 metros cuadrados. Posteriormente, se realizó las labores de limpieza, arado y rastreo del terreno, con la finalidad de acondicionar el suelo para el establecimiento del cultivo y asegurar condiciones adecuadas para el desarrollo del experimento.

3.7.2 Instalación del experimento y siembra

Seguidamente, se procedió a la delimitación de las unidades experimentales de acuerdo con el diseño experimental establecido, organizando los tratamientos de manera aleatoria. Luego, se realizó la siembra del girasol utilizando semillas uniformes y certificadas, manteniendo una densidad de siembra constante en todas las unidades experimentales para garantizar la comparabilidad de los tratamientos.

3.7.3 Aplicación de tratamientos y manejo agronómico

En esta fase se aplicaron diferentes tratamientos de abonos orgánicos establecidos en la investigación, los cuales constituirán la variable independiente del estudio. Paralelamente, se realizará el manejo agronómico del cultivo de manera uniforme, incluyendo riego, control de malezas y manejo fitosanitario, con el fin de evitar interferencias que puedan afectar los resultados experimentales.

3.7.4 Evaluación del comportamiento fenológico

Durante el ciclo biológico del cultivo, se registrará el comportamiento fenológico del girasol mediante la observación directa y el uso de fichas de evaluación. Se considerarán los siguientes indicadores: días a emergencia, días a botón floral, días a floración, días a llenado de semillas y días a madurez fisiológica. Estas mediciones permitirán analizar el efecto de los abonos orgánicos en las fases de desarrollo del cultivo.

3.7.5 Evaluación de la productividad del cultivo

De manera complementaria, se evaluará la productividad del girasol mediante la medición de indicadores agronómicos como altura de planta, número de hojas, diámetro del capítulo, número de semillas por capítulo, peso de 1000 semillas, peso de semilla por planta y rendimiento por unidad de superficie. Estas variables permitirán determinar el impacto de los tratamientos en la producción final del cultivo.

3.7.6 Evaluación económica y análisis final

Finalmente, se realizará la evaluación de la relación costo–beneficio, considerando el costo de producción por tratamiento, el ingreso bruto generado, la relación beneficio/costo (B/C) y la rentabilidad neta del cultivo. Posteriormente, todos los datos serán organizados y sistematizados para su análisis estadístico, permitiendo establecer conclusiones respecto a la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico, productivo y económico del girasol en condiciones de Luricocha, Huanta.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación, la recolección de datos se realizará mediante técnicas e instrumentos estructurados que permitan obtener información objetiva, confiable y válida sobre el comportamiento fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de la aplicación de abonos orgánicos en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta. La selección de dichas técnicas responde a la naturaleza cuantitativa y experimental del estudio, orientada a la medición sistemática de variables agronómicas.

3.8.1 Técnicas

La técnica principal utilizada será la observación directa en campo, la cual permitirá registrar de manera sistemática el desarrollo del cultivo durante sus diferentes etapas fenológicas. Esta técnica es ampliamente utilizada en investigaciones agronómicas debido a que facilita la obtención de datos reales en condiciones naturales de crecimiento. Según Hernández-Sampieri y

Mendoza (2023), la observación científica constituye una técnica fundamental para la recolección de datos en estudios experimentales, ya que permite registrar comportamientos y cambios de las variables en su contexto real.

Asimismo, se empleará la técnica de medición agronómica, que consiste en la cuantificación de variables de crecimiento y rendimiento del cultivo mediante instrumentos específicos. Esta técnica permitirá evaluar indicadores como altura de planta, número de hojas, diámetro de capítulo, peso de semillas y rendimiento por hectárea, entre otros parámetros productivos.

3.8.2 Instrumentos

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, se utilizaron principalmente:

- **Fichas de evaluación fenológica**, diseñadas para registrar las diferentes etapas de desarrollo del cultivo (emergencia, crecimiento vegetativo, floración y maduración fisiológica).
- **Fichas de registro agronómico**, destinadas a consignar las mediciones de las variables productivas del girasol en cada unidad experimental.
- **Balanza digital**, para determinar el peso de las semillas y otros componentes del rendimiento.
- **Cinta métrica o regla graduada**, utilizada para medir la altura de planta y el diámetro del capítulo.
- **Cuaderno de campo**, donde se anotarán observaciones complementarias durante el desarrollo del experimento.

De acuerdo con Ñaupas et al. (2022), los instrumentos de recolección de datos constituyen herramientas fundamentales que permiten operacionalizar las variables de estudio, garantizando la obtención de información sistemática, organizada y susceptible de análisis estadístico. En ese sentido, la correcta elaboración y aplicación de los instrumentos

contribuye directamente a la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación.

Asimismo, Arias (2021) señala que la selección adecuada de técnicas e instrumentos debe responder a la naturaleza del problema de investigación y a los objetivos planteados, asegurando la coherencia metodológica del estudio y la calidad de los datos recolectados.

3.9. Análisis estadístico

El análisis estadístico de la presente investigación se realizará con el propósito de procesar, interpretar y contrastar los datos obtenidos:

En una primera etapa, se aplicó la estadística descriptiva, con la finalidad de organizar, resumir y presentar los datos recolectados mediante tablas de frecuencias, medias, desviación estándar y gráficos estadísticos. Esta fase permitirá caracterizar el comportamiento de las variables fenológicas y productivas en cada tratamiento experimental, facilitando una interpretación preliminar de los resultados.

Posteriormente, se empleó la estadística inferencial, específicamente el análisis de varianza (ANOVA), con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con abonos orgánicos respecto a las variables evaluadas. En caso de detectarse diferencias significativas, se procederá a realizar pruebas de comparación múltiple de medias.

El procesamiento de los datos se realizó mediante software estadístico especializado, como Excel y SPSS, lo cual permitirá garantizar mayor precisión en los cálculos y en la interpretación de los resultados obtenidos. Este procedimiento asegurará la confiabilidad del análisis y la validez de las conclusiones derivadas del estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Estadística descriptiva de las etapas fenológicas

4.1.1.1. Estadística descriptiva para días de emergencia

Tabla 3

Estadística descriptiva para días de emergencia del girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	8,2680	,354	7,67	9,00	7,5291–9,0069
T2: Estiércol de vacuno	6,8020	,368	6,00	7,67	6,0491–7,5549
T3: Estiércol de cuy	7,3340	,997	5,67	8,33	6,0944–8,5736
T4: Estiercol de caprino	7,2680	,189	6,67	7,67	6,7280–7,8080

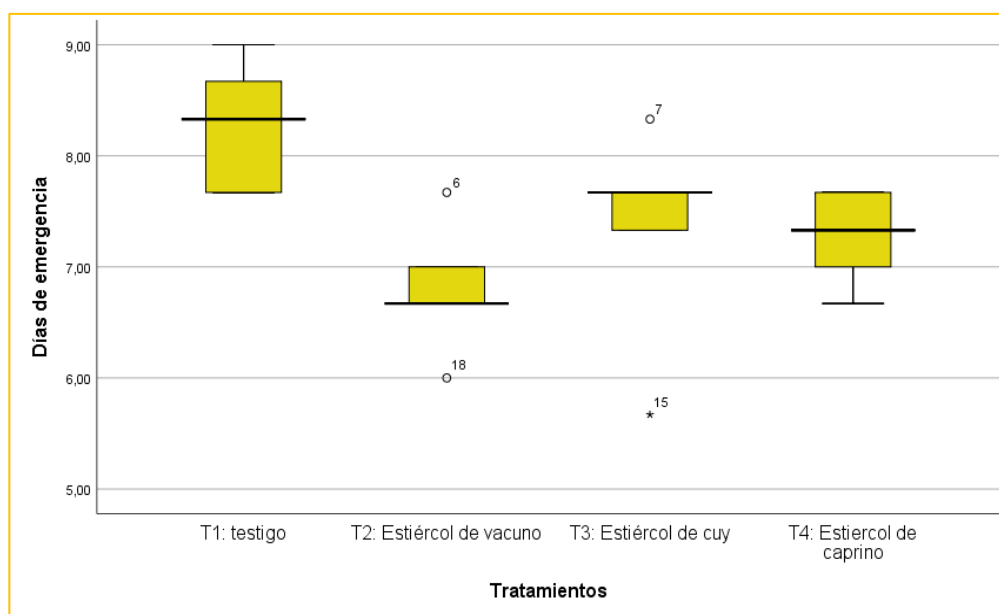
La estadística descriptiva evidencia que los tratamientos con abonos orgánicos influyeron favorablemente en la emergencia del cultivo de girasol, reduciendo el número de días respecto al tratamiento testigo. El estiércol de vacuno (T2) presentó la menor media (6,802 días), indicando una emergencia más rápida y eficiente. En contraste, el testigo (T1) registró el mayor tiempo promedio de emergencia (8,268 días). Asimismo, el estiércol de caprino (t4) destacó por presentar la menor variabilidad, reflejando mayor uniformidad en la emergencia de las plantas. Por otro lado, el estiércol de cuy (T3) mostró mayor dispersión en los datos, evidenciando respuestas menos homogéneas entre las unidades experimentales.

La Tabla 3 presentó la estadística descriptiva de los días de emergencia del girasol para los distintos tratamientos, mientras que la Figura 2 permitió visualizar la distribución de los datos mediante diagramas de caja, evidenciando la tendencia central, dispersión y presencia de valores atípicos. En conjunto, se observó que el tratamiento testigo mostró el mayor tiempo de emergencia, indicando un establecimiento más tardío del cultivo en ausencia de abonos orgánicos, mientras que el tratamiento con estiércol de vacuno registró los menores valores, lo que reflejó una emergencia más rápida. Los tratamientos con estiércol de cuy y caprino presentaron comportamientos intermedios, con medias similares entre sí. En cuanto a la variabilidad, el estiércol de cuy evidenció la

mayor dispersión de los datos, en contraste con el estiércol de caprino que mostró mayor uniformidad, lo cual fue consistente con la amplitud de las cajas en la figura. Asimismo, se identificaron algunos valores atípicos en determinados tratamientos, indicando variaciones puntuales dentro de los grupos. Aunque los intervalos de confianza presentaron cierta superposición, se evidenció una tendencia general hacia la reducción de los días de emergencia con la aplicación de abonos orgánicos. En el contexto del estudio, estos resultados indicaron que los abonos orgánicos favorecieron un establecimiento más temprano del girasol, destacando el estiércol de vacuno como el tratamiento más eficiente; en conclusión, su aplicación contribuyó a mejorar el comportamiento fenológico del cultivo en la fase de emergencia.

Figura 2

Diagrama de caja para días de emergencia del girasol



4.1.1.2. Estadística descriptiva para días a botón floral

Tabla 4

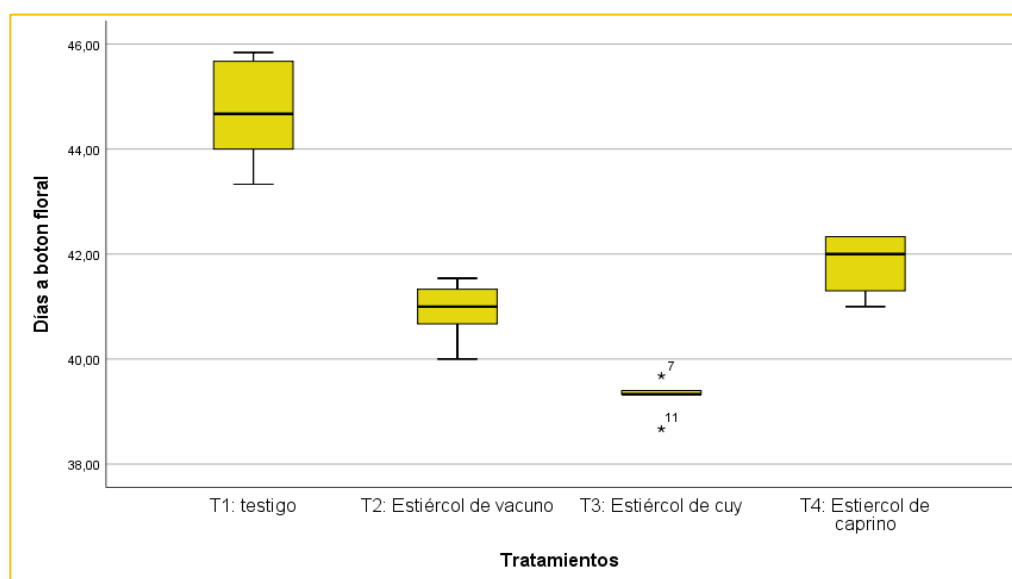
Estadística descriptiva para días a botón floral

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	44,7020	1,152	43,33	45,84	43,3693–46,0347
T2: Estiércol de vacuno	40,9080	,367	40,00	41,54	40,1560–41,6600
T3: Estiércol de cuy	39,2820	,138	38,67	39,68	38,8210–39,7430
T4: Estiercol de caprino	41,7920	,373	41,00	42,33	41,0338–42,5502

La Tabla 4 presenta la estadística descriptiva correspondiente a los días a botón floral del cultivo de girasol bajo diferentes tratamientos de abonamiento orgánico. Se observa que el tratamiento testigo (T1) registró la mayor media (44,702 días), indicando un mayor tiempo para la aparición del botón floral en comparación con los tratamientos que incorporaron abonos orgánicos. En contraste, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) mostró la menor media (39,282 días), evidenciando una mayor precocidad en el desarrollo fenológico del cultivo.

Los tratamientos con estiércol de vacuno (T2) y estiércol caprino (T4) presentaron valores intermedios, con medias de 40,908 y 41,792 días, respectivamente. Esto sugiere que ambos tipos de abono también favorecen una reducción en el tiempo a botón floral respecto al testigo, aunque en menor magnitud que el estiércol de cuy. En cuanto a la variabilidad de los datos, el tratamiento T1 presentó la mayor varianza (1,152), lo que indica una mayor dispersión de los valores observados. Por el contrario, el tratamiento T3 mostró la menor varianza (0,138), evidenciando mayor uniformidad en los días a botón floral. Los intervalos de confianza al 95% refuerzan estos resultados, ya que no se superponen completamente entre el tratamiento testigo y el tratamiento con estiércol de cuy, lo que sugiere diferencias importantes entre ambos.

Figura 3
Diagrama de caja para días a botón floral



Por su parte, la Figura 3, correspondiente al diagrama de caja, confirma la tendencia observada en la tabla. Se aprecia que el tratamiento T3 presenta una mediana más baja y menor rango intercuartílico, indicando mayor homogeneidad y precocidad en la emisión del botón floral. En contraste, el tratamiento testigo (T1) muestra una mediana más alta y mayor dispersión, evidenciando un desarrollo más tardío y menos uniforme. Los tratamientos T2 y T4 se ubican en posiciones intermedias, con menor dispersión que el testigo, pero mayor que el tratamiento T3.

4.1.1.3. Estadística descriptiva para el número de días a floración

Tabla 5

Estadística descriptiva para días a floración

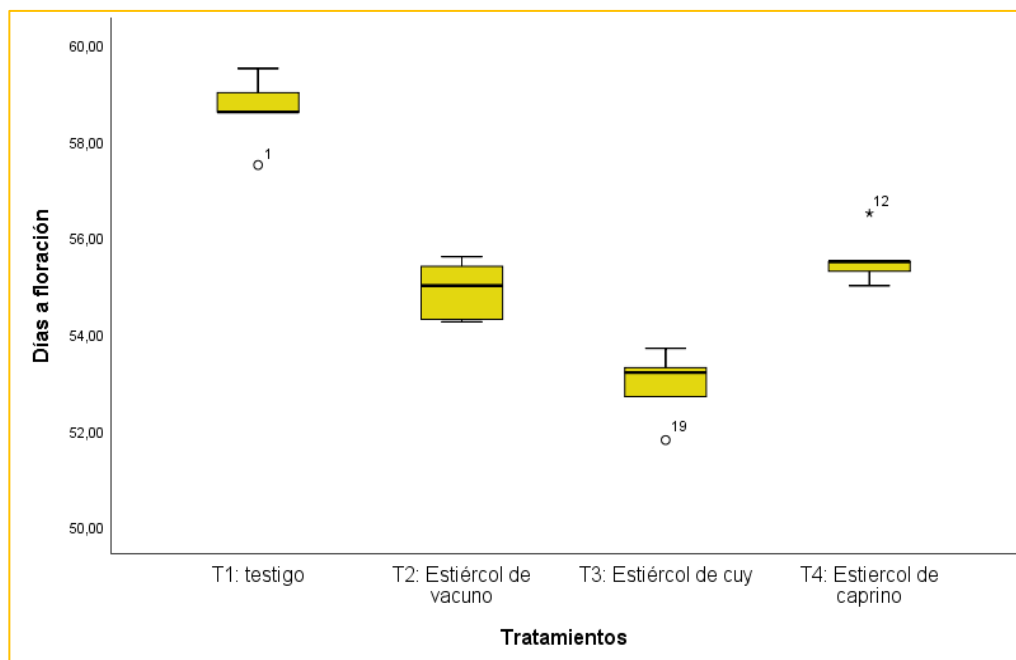
Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	58,6400	,543	57,50	59,50	57,7250–59,5550
T2: Estiércol de vacuno	54,9100	,383	54,25	55,60	54,1416–55,6784
T3: Estiércol de cuy	52,9400	,533	51,80	53,70	52,0335–53,8465
T4: Estiercol de caprino	55,5600	,318	55,00	56,50	54,8598–56,2602

La Tabla 5 presenta la estadística descriptiva de los días a floración del cultivo de girasol bajo los diferentes tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento testigo (T1) registró la mayor media (58,64 días), lo que indica un mayor tiempo para alcanzar la floración en ausencia de abonos orgánicos. En contraste, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) presentó la menor media (52,94 días), evidenciando una marcada precocidad en la fase de floración. Los tratamientos con estiércol de vacuno (T2) y estiércol caprino (T4) mostraron valores intermedios, con medias de 54,91 y 55,56 días, respectivamente. Estos resultados indican que la aplicación de dichos abonos también contribuye a reducir el tiempo a floración en comparación con el testigo, aunque en menor medida que el estiércol de cuy.

En relación con la variabilidad, el tratamiento T4 presentó la menor varianza (0,318), lo que sugiere mayor uniformidad en los datos, mientras que los tratamientos T1 y T3 mostraron varianzas ligeramente superiores (0,543 y 0,533, respectivamente), indicando una dispersión moderada. Los intervalos de confianza al 95% evidencian una clara separación entre el tratamiento testigo y

el tratamiento con estiércol de cuy, lo cual sugiere diferencias relevantes en el tiempo a floración entre ambos tratamientos.

Figura 4
Diagrama de caja para días a floración



Por su parte, la Figura 4, correspondiente al diagrama de caja, respalda lo observado en la tabla. Se aprecia que el tratamiento T3 presenta una mediana más baja, lo que confirma su efecto en la precocidad de la floración. Asimismo, muestra una dispersión relativamente reducida, indicando consistencia en los resultados. El tratamiento T1 presenta la mediana más alta y una mayor amplitud, reflejando un desarrollo más tardío. Los tratamientos T2 y T4 se sitúan en una posición intermedia, con menor variabilidad que el testigo y un comportamiento relativamente homogéneo.

4.1.1.4. Estadística descriptiva para días a llenado de semillas del girasol

Tabla 6
Estadística descriptiva para días a llenado de semillas del girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	76,7160	,978	75,25	77,67	75,4884–77,9436
T2: Estiércol de vacuno	72,7520	,192	72,38	73,45	72,2080–73,2960
T3: Estiércol de cuy	71,5140	,900	70,30	72,76	70,3364–72,6916
T4: Estiercol de caprino	73,4360	,085	73,00	73,67	73,0735–73,7985

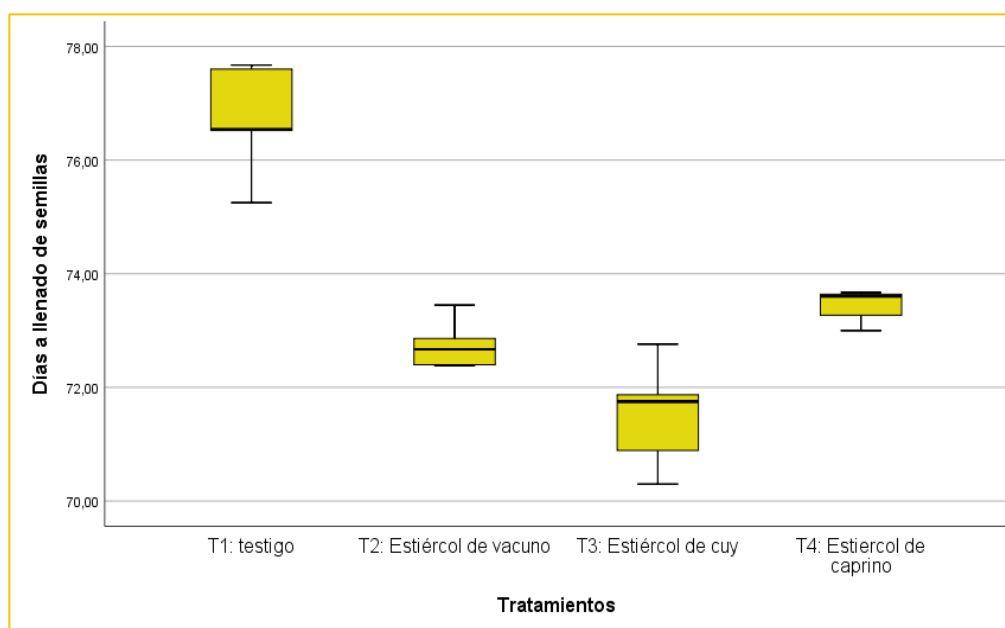
La Tabla 6 presenta la estadística descriptiva correspondiente a los días a llenado de semillas del cultivo de girasol bajo los diferentes tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento testigo (T1) registró la mayor media (76,716 días), lo que indica un mayor tiempo para alcanzar esta fase fenológica en ausencia de abonos orgánicos. En contraste, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) presentó la menor media (71,714 días), evidenciando una mayor precocidad en el llenado de semillas. Los tratamientos con estiércol de vacuno (T2) y estiércol caprino (T4) mostraron valores intermedios, con medias de 72,752 y 73,436 días, respectivamente, lo que sugiere que también contribuyen a reducir el tiempo respecto al testigo, aunque en menor magnitud que el estiércol de cuy. En relación con la variabilidad, el tratamiento T1 presentó la mayor varianza (0,978), indicando una mayor dispersión de los datos. Por el contrario, el tratamiento T3 mostró la menor varianza (0,058), lo que refleja una mayor uniformidad en los días a llenado de semillas. Los intervalos de confianza al 95% evidencian una clara separación entre el tratamiento testigo y el tratamiento con estiércol de cuy, lo que sugiere diferencias importantes entre ambos.

La Tabla 6 presenta la estadística descriptiva correspondiente a los días a llenado de semillas del girasol (*Helianthus annuus* L.) bajo diferentes tratamientos de abonamiento orgánico. Se observa que el tratamiento testigo (T1) registró la mayor media (76,716 días), indicando un mayor tiempo requerido para alcanzar esta fase fenológica en comparación con los tratamientos con abonos orgánicos. En contraste, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) mostró la menor media (71,514 días), seguido por el estiércol de vacuno (T2) con 72,752 días y el estiércol de caprino (T4) con 73,436 días. En cuanto a la variabilidad, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) presentó la menor varianza (0,085), evidenciando mayor homogeneidad en los datos, mientras que el tratamiento T1 (testigo) y T3 (estiércol de cuy) mostraron mayor dispersión relativa (0,978 y 0,900, respectivamente). Los valores mínimos y máximos confirman esta tendencia, observándose un rango más amplio en T1 y T3 respecto a T2 y T4. Respecto a los intervalos de confianza al 95%, se aprecia que el tratamiento T3 presenta el intervalo más amplio (70,3364–72,6916), lo cual sugiere mayor variabilidad en las observaciones, mientras que T4 presenta

un intervalo más estrecho (73,0735–73,7985), reafirmando su consistencia. Asimismo, los intervalos de los tratamientos con abonos orgánicos no se superponen completamente con el del testigo, lo que sugiere diferencias en el comportamiento del cultivo bajo estas condiciones.

Figura 5

Diagrama de caja para días a llenado de semillas del girasol



Por su parte, la Figura 5 (diagrama de caja) corrobora visualmente estos resultados, mostrando que el tratamiento testigo presenta una mediana más alta y mayor dispersión de los datos. En cambio, los tratamientos con abonos orgánicos evidencian medianas más bajas y cajas más compactas, especialmente en T4, lo que indica menor variabilidad. El tratamiento T3 destaca por presentar valores más bajos, confirmando su efecto en la reducción del tiempo de llenado de semillas.

4.1.1.5. Estadística descriptiva para días a madurez fisiológica

Tabla 7

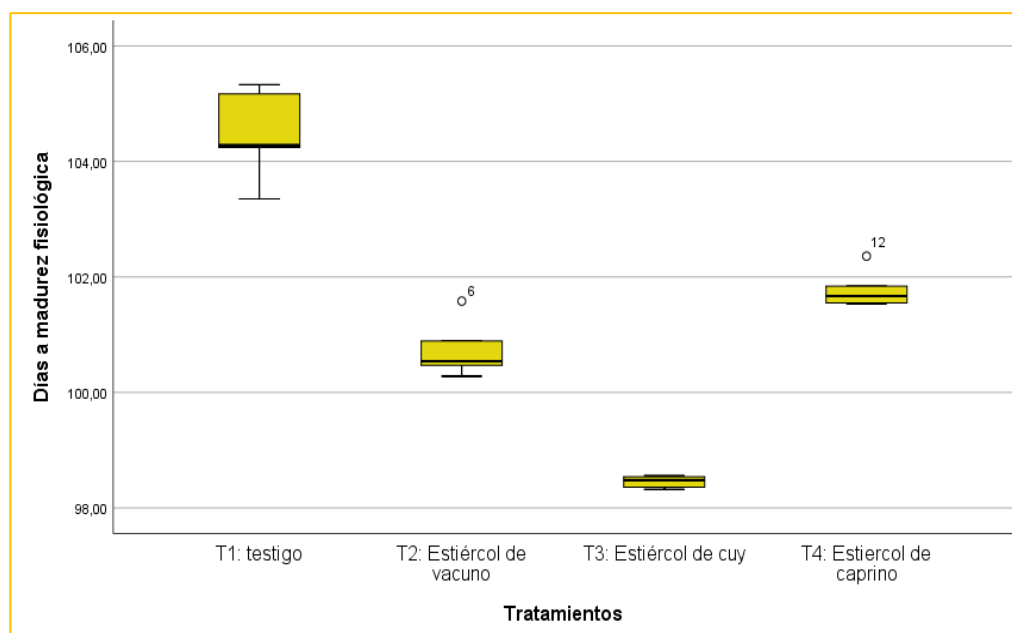
Estadística descriptiva para días a madurez fisiológica del girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	104,4740	,643	103,35	105,33	103,4782– 105,4698
T2: Estiércol de vacuno	100,7520	,263	100,28	101,58	100,1153– 101,3887
T3: Estiércol de cuy	98,4520	,012	98,32	98,56	98,3187– 98,5853
T4: Estiercol de caprino	101,7920	,115	101,54	102,36	101,3701– 102,2139

La Tabla 7 muestra la estadística descriptiva de los días a madurez fisiológica del girasol bajo los diferentes tratamientos de abonos orgánicos. Se observa que el tratamiento T1: Testigo presentó la mayor media (104,474 días), indicando un ciclo más prolongado en comparación con los tratamientos con abonos orgánicos. En contraste, el T3: estiércol de cuy registró la menor media (98,452 días), evidenciando una reducción del tiempo requerido para alcanzar la madurez fisiológica. En términos de variabilidad, el tratamiento T1 presentó la mayor varianza (0,643), lo que sugiere una mayor dispersión de los datos respecto a su media. Por el contrario, el T3 mostró la menor varianza (0,012), indicando una alta homogeneidad en los resultados. Los tratamientos T2 (estiércol de vacuno) y T4 (estiércol de caprino) presentaron valores intermedios tanto en media como en variabilidad. Los intervalos de confianza al 95% refuerzan estas observaciones, ya que no se superponen completamente entre los tratamientos extremos (T1 y T3), lo que sugiere diferencias consistentes en los días a madurez fisiológica. Asimismo, los valores mínimos y máximos siguen la misma tendencia, con T1 mostrando el rango más alto (103,35–105,33 días) y T3 el más bajo (98,32–98,56 días).

Figura 6

Diagrama de caja para días a madurez fisiológica del girasol



Por su parte, la Figura 6 (diagrama de caja) corrobora la información presentada en la tabla. Se aprecia que el tratamiento T3 posee una caja más

compacta, lo que confirma su baja variabilidad, mientras que el T1 presenta mayor dispersión. Además, las medianas reflejan claramente la tendencia observada en las medias, ubicándose T3 como el tratamiento con menor número de días a madurez fisiológica y T1 como el de mayor duración.

4.1.2. Estadística descriptiva para el crecimiento vegetativo

4.1.2.1. Estadística descriptiva para altura de planta

Tabla 8

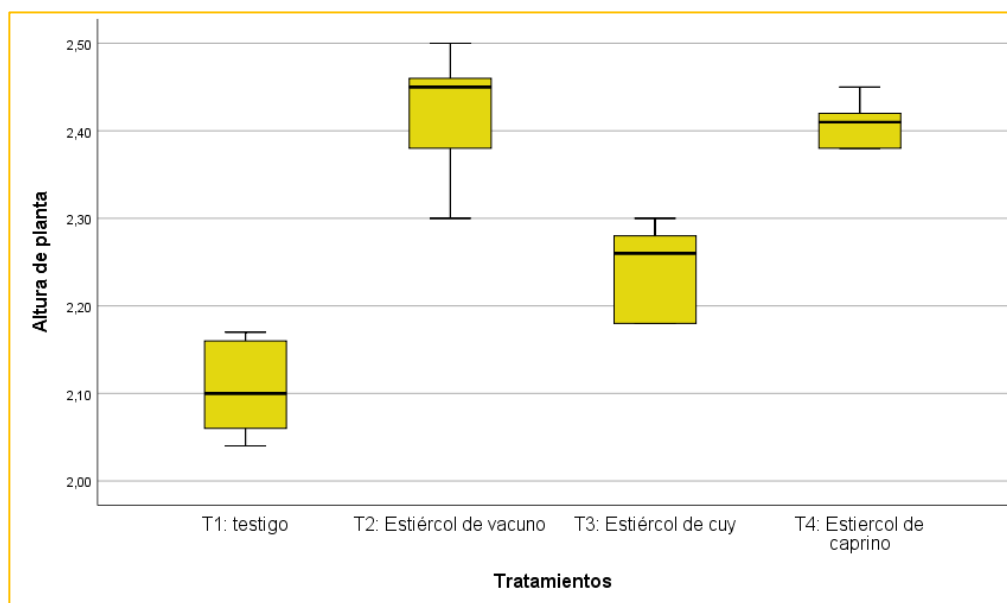
Estadística descriptiva para altura de planta (m) del girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	2,1060	,003	2,04	2,17	2,0338 – 2,1782
T2: Estiércol de vacuno	2,4180	,006	2,30	2,50	2,3201 – 2,5159
T3: Estiércol de cuy	2,2400	,003	2,18	2,30	2,1698 – 2,3102
T4: Estiercol de caprino	2,4080	,001	2,38	2,45	2,3714 – 2,4446

La Tabla 8 presenta la estadística descriptiva de la altura de planta del girasol (expresada en metros) para los diferentes tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanzó la mayor media de altura (2,418 m), seguido muy de cerca por T4 (estiércol de caprino) con 2,408 m. En contraste, el T1 (testigo) registró la menor altura promedio (2,106 m), mientras que T3 (estiércol de cuy) presentó un valor intermedio de 2,240 m. En cuanto a la variabilidad de los datos, el tratamiento T4 evidenció la menor varianza (0,001), lo que indica mayor uniformidad en la altura de las plantas bajo este tratamiento. Por otro lado, T2 presentó la mayor varianza (0,006), sugiriendo una ligera mayor dispersión de los valores. Los rangos (mínimo–máximo) muestran que T2 y T4 alcanzaron alturas máximas superiores (2,50 m y 2,45 m, respectivamente), mientras que el testigo mantuvo los valores más bajos. Respecto a los intervalos de confianza al 95% (IC95%), se aprecia que los tratamientos con abonos orgánicos (T2, T3 y T4) presentan intervalos desplazados hacia valores superiores en comparación con el testigo, lo que sugiere un efecto positivo de estos abonos sobre la altura de planta. Además, los intervalos de T2 y T4 son relativamente estrechos, lo que refuerza la consistencia de los resultados obtenidos.

Figura 7

Diagrama de caja para altura de planta (m) del girasol



Por su parte, la Figura 7 (diagrama de caja) complementa esta información al mostrar la distribución de los datos por tratamiento. Se evidencia que T2 y T4 presentan medianas más altas en comparación con los demás tratamientos, confirmando su mayor efecto en el crecimiento en altura del girasol. Asimismo, el tratamiento T4 muestra una menor dispersión (caja más compacta), coincidiendo con su baja varianza, mientras que T2 exhibe una ligera mayor amplitud en la distribución de los datos. El tratamiento testigo presenta la mediana más baja y menor rango superior, lo que reafirma su menor desempeño.

4.1.2.2. Estadística descriptiva para número de hojas

Tabla 9

Estadística descriptiva para número de hojas del girasol

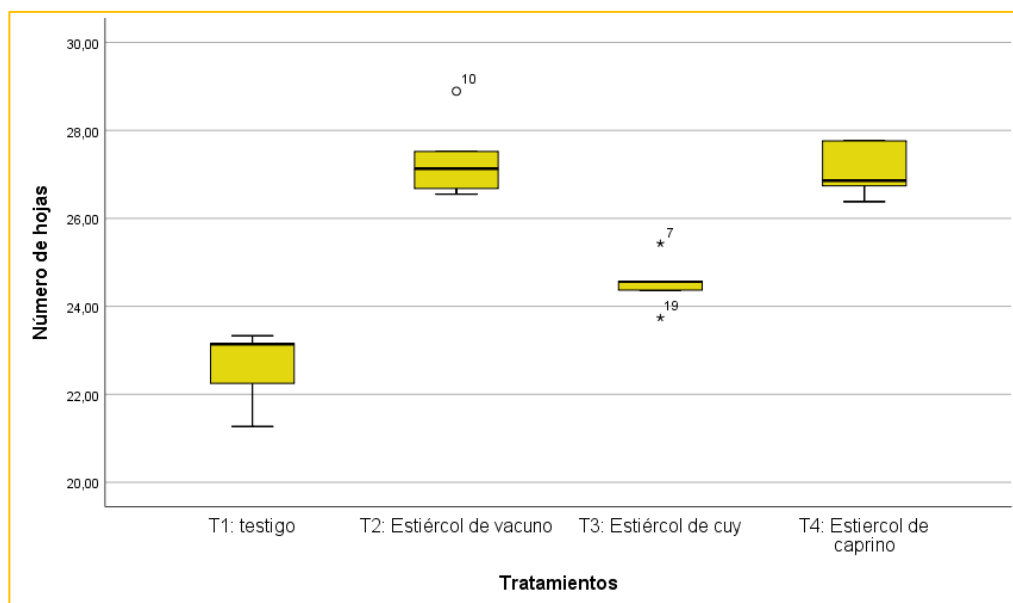
Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	22,6280	,754	21,27	23,33	21,5501 – 23,7059
T2: Estiércol de vacuno	27,3540	,884	26,55	28,89	26,1863 – 28,5217
T3: Estiércol de cuy	24,5340	,366	23,74	25,43	23,7833 – 25,2847
T4: Estiercol de caprino	27,1000	,394	26,38	27,76	26,3204 – 27,8796

La Tabla 9 presenta la estadística descriptiva del número de hojas del girasol bajo los diferentes tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) registró la mayor media con 27,354 hojas, seguido por T4 (estiércol de caprino) con 27,100 hojas. En un nivel intermedio se encuentra

T3 (estiércol de cuy) con 24,534 hojas, mientras que el T1 (testigo) presentó la menor media con 22,628 hojas. En relación con la variabilidad, el tratamiento T2 muestra la mayor varianza (0,884), indicando una ligera mayor dispersión de los datos; en contraste, T3 presenta la menor varianza (0,366), evidenciando mayor uniformidad en el número de hojas. Los valores mínimos y máximos reflejan una tendencia consistente, donde los tratamientos con abonos orgánicos alcanzan mayores valores en comparación con el testigo. Los intervalos de confianza al 95% (IC95%) muestran que los tratamientos T2 y T4 presentan rangos superiores y relativamente definidos, sin superposición evidente con el testigo, lo que sugiere un efecto positivo de estos abonos sobre la emisión de hojas. Asimismo, el tratamiento T3 se posiciona en un rango intermedio, confirmando un efecto favorable, aunque menor en comparación con T2 y T4.

Figura 8

Diagrama de caja para número de hojas del girasol



Por su parte, la Figura 8 (diagrama de caja) permite visualizar la distribución de los datos, donde se aprecia que T2 y T4 presentan medianas más altas, corroborando su mayor efecto sobre el número de hojas. Además, T3 y T4 muestran cajas más compactas, lo que indica menor dispersión y mayor homogeneidad, mientras que T2 presenta una ligera mayor variabilidad. El T1 (testigo) exhibe la mediana más baja y menor rango superior, evidenciando el menor desarrollo foliar.

4.1.2.3. Estadística descriptiva para el diámetro del capítulo del girasol

Tabla 10

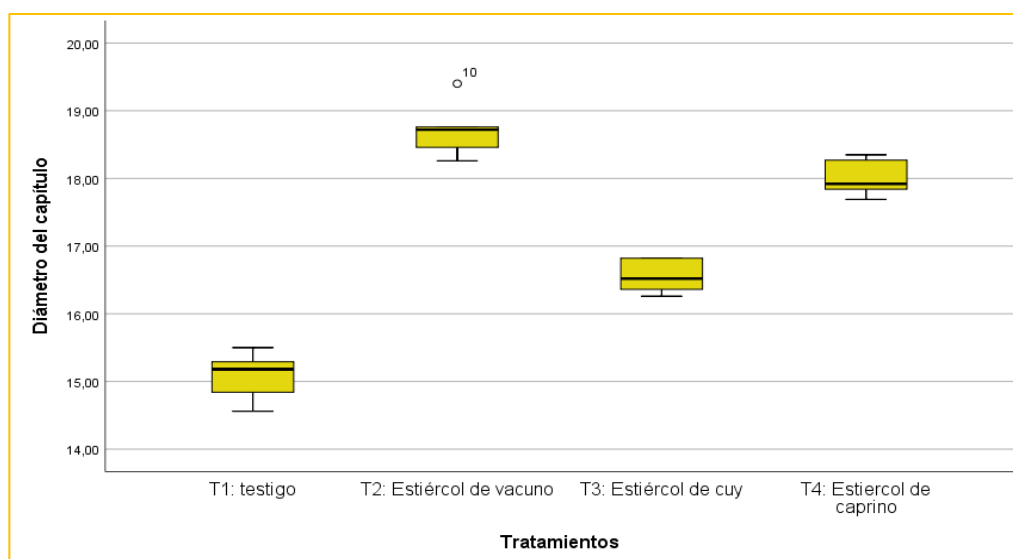
Estadística descriptiva para el diámetro del capítulo del girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	15,0740	,140	14,56	15,50	14,6101 – 15,5379
T2: Estiércol de vacuno	18,7200	,186	18,26	19,40	18,1848 – 19,2552
T3: Estiércol de cuy	16,5560	,067	16,26	16,82	16,2354 – 16,8766
T4: Estiercol de caprino	18,0140	,081	17,69	18,35	17,6614 – 18,3666

La Tabla 10 presenta la estadística descriptiva del diámetro del capítulo del girasol bajo los diferentes tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanzó la mayor media con 18,720 cm, seguido por T4 (estiércol de caprino) con 18,014 cm. En un nivel intermedio se ubica T3 (estiércol de cuy) con 16,556 cm, mientras que el T1 (testigo) registró el menor valor promedio con 15,074 cm. En cuanto a la variabilidad de los datos, se aprecia que todos los tratamientos presentan varianzas bajas, lo que indica una adecuada homogeneidad de los datos. El tratamiento T2 muestra la mayor variabilidad (0,186), mientras que T3 presenta la menor (0,067), evidenciando mayor uniformidad en este último. Los intervalos de confianza al 95% confirman una clara separación entre los tratamientos con abonos orgánicos y el testigo, destacando el efecto positivo de la fertilización orgánica sobre el diámetro del capítulo.

Figura 9

Diagrama de caja para el diámetro del capítulo del girasol



Asimismo, la Figura 9 (diagrama de caja) permite visualizar la distribución de los datos, observándose que los tratamientos T2 y T4 presentan medianas superiores y una distribución desplazada hacia valores más altos, lo que confirma su mayor efecto en el desarrollo del capítulo floral. El tratamiento T3 muestra valores intermedios con menor dispersión, mientras que el T1 (testigo) presenta los valores más bajos y un rango reducido, evidenciando un menor desarrollo productivo.

4.1.3. Estadística descriptiva para los componentes del rendimiento

4.1.3.1. Estadística descriptiva para el número de semillas por capítulo del girasol

Tabla 11

Estadística descriptiva para el número de semillas por capítulo del girasol

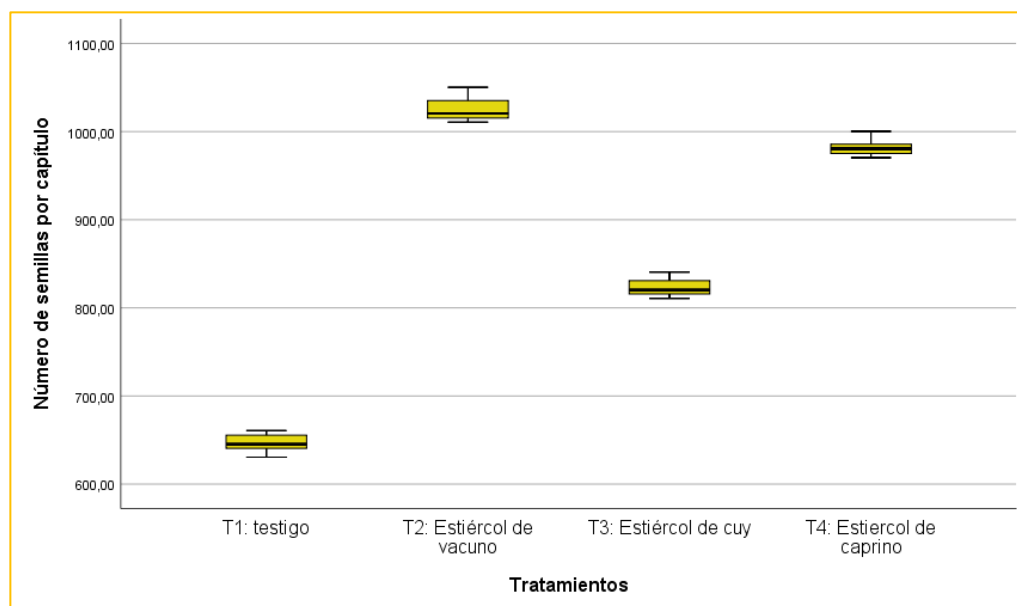
Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	646,5280	144,311	630,54	660,78	631,6119 – 661,4441
T2: Estiércol de vacuno	1026,4780	262,804	1010,75	1050,36	1006,3491 – 1046,6069
T3: Estiércol de cuy	823,6580	144,261	810,73	840,56	808,7445 – 838,5715
T4: Estiercol de caprino	982,3620	132,807	970,32	1000,24	968,0529 – 996,6711

La Tabla 11 muestra la estadística descriptiva del número de semillas por capítulo de girasol para los diferentes tratamientos evaluados. Se observa una clara variabilidad en función del tipo de abono orgánico aplicado. El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) presenta la mayor media (1026,478 semillas), lo que indica un efecto altamente favorable sobre la producción de semillas por capítulo. Este resultado se encuentra respaldado por un intervalo de confianza al 95% (1006,3491 – 1046,6069) que no se superpone con el del tratamiento testigo, evidenciando una diferencia estadísticamente consistente. Asimismo, presenta la mayor varianza (262,804), lo que sugiere una mayor dispersión de los datos, aunque sin comprometer su superioridad productiva. Por su parte, el T4 (estiércol de caprino) alcanza una media de 982,362 semillas, posicionándose como el segundo tratamiento más eficiente. Su intervalo de confianza (968,0529 – 996,6711) es relativamente estrecho, lo que refleja estabilidad en los datos obtenidos. En tanto, el T3 (estiércol de cuy) muestra un valor intermedio con una media de 823,658 semillas, superando ampliamente al tratamiento testigo, pero con menor efecto que T2 y T4. El T1 (testigo) registra la menor media (646,528

semillas), evidenciando que la ausencia de fertilización orgánica limita significativamente el potencial productivo del cultivo. Su intervalo de confianza (631,6119 – 661,4441) confirma su inferioridad respecto a los demás tratamientos.

Figura 10

Diagrama de caja para el número de semillas por capítulo del girasol



En relación con la Figura 10 (diagrama de caja), se corrobora la tendencia observada en la tabla. El tratamiento T2 presenta la mediana más alta y una mayor amplitud intercuartílica, reflejando mayor variabilidad, pero manteniendo valores superiores. T4 y T3 muestran distribuciones intermedias, con menor dispersión relativa. El tratamiento testigo exhibe la mediana más baja y una distribución más compacta, sin presencia de valores extremos relevantes.

4.1.3.2. Estadística descriptiva para el peso de 1000 semillas de girasol

Tabla 12

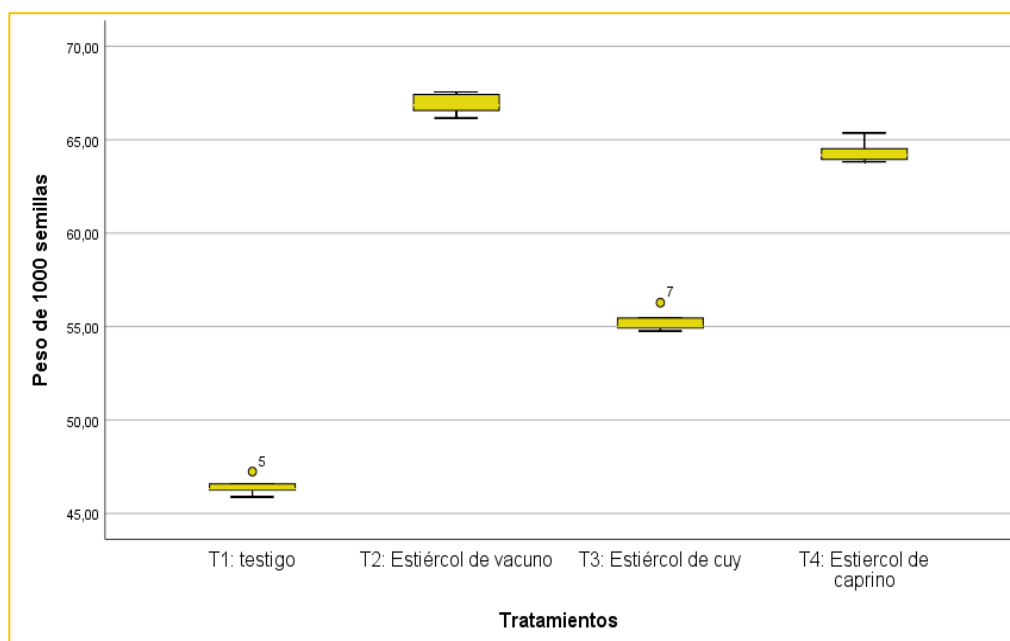
Estadística descriptiva el peso de 1000 semillas (g) de girasol del girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	46,4540	,256	45,88	47,24	45,8262 – 47,0818
T2: Estiércol de vacuno	66,9080	,343	66,16	67,56	66,1807 – 67,6353
T3: Estiércol de cuy	55,2840	,378	54,76	56,28	54,5209 – 56,0471
T4: Estiércol de caprino	64,3640	,381	63,82	65,36	63,5971 – 65,1309

En la tabla 12 Se observa que el tratamiento con estiércol de vacuno (T2) presenta la mayor media (66,908 g), seguido por el estiércol de caprino (T4) con 64,364 g. En contraste, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) alcanza un valor intermedio (55,284 g), mientras que el testigo (T1) registra la menor media (46,454 g), evidenciando una menor acumulación de biomasa en ausencia de fertilización orgánica. En cuanto a la variabilidad, todos los tratamientos presentan varianzas relativamente bajas (entre 0,256 y 0,381), lo que indica una adecuada homogeneidad de los datos experimentales. El tratamiento testigo (T1) muestra la menor variabilidad, mientras que T4 presenta la mayor, aunque sin diferencias marcadas. Los valores mínimos y máximos reflejan rangos estrechos en cada tratamiento, reforzando la consistencia de los resultados. Los intervalos de confianza al 95% evidencian que no existe superposición entre el tratamiento testigo (45,8262 – 47,0818) y los tratamientos con abonos orgánicos, lo que sugiere diferencias claras a favor de estos últimos. Asimismo, se aprecia una ligera proximidad entre los intervalos de T2 (66,1807 – 67,6353) y T4 (63,5971 – 65,1309), aunque sin superposición, indicando que el estiércol de vacuno supera al caprino en este parámetro.

Figura 11

Diagrama de caja para el peso de 1000 semillas (g) de girasol



Por su parte, la Figura 11 (diagrama de caja) corrobora estos resultados, mostrando una clara separación entre los tratamientos. T2 presenta la mediana más alta y una distribución compacta, lo que confirma su efecto positivo y consistente sobre el peso de las semillas. T4 también muestra valores elevados, aunque ligeramente inferiores a T2. En cambio, T3 ocupa una posición intermedia, mientras que T1 se ubica claramente por debajo del resto. La ausencia de valores atípicos y la reducida dispersión en las cajas indican uniformidad en las mediciones.

4.1.3.3. Estadística descriptiva para el peso de semillas por planta de girasol

Tabla 13

Estadística descriptiva para el peso de semillas por planta (g) de girasol

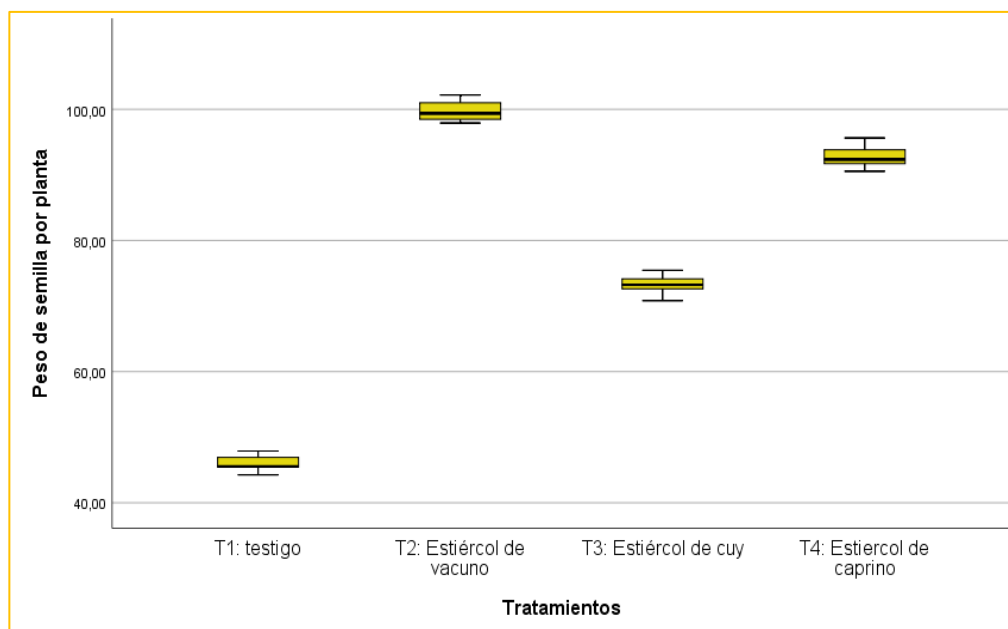
Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	46,0120	1,978	44,26	47,88	44,2658 – 47,7582
T2: Estiércol de vacuno	99,7920	3,139	97,92	102,18	97,5920 – 101,9920
T3: Estiércol de cuy	73,2540	2,972	70,82	75,44	71,1133 – 75,3947
T4: Estiercol de caprino	92,8160	3,842	90,56	95,62	90,3821 – 95,2499

La Tabla 13 presenta la estadística descriptiva del peso de semillas por planta de girasol bajo los diferentes tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanza la mayor media (99,792 g), seguido por T4 (estiércol de caprino) con 92,816 g. En un nivel intermedio se ubica el tratamiento T3 (estiércol de cuy) con 73,254 g, mientras que el tratamiento testigo (T1) presenta el menor valor (46,012 g), evidenciando una marcada diferencia en la producción de semillas en ausencia de fertilización orgánica. En relación con la variabilidad, las varianzas oscilan entre 1,978 y 3,842, siendo T1 el de menor dispersión y T4 el de mayor. No obstante, en todos los tratamientos los valores son relativamente bajos, lo que indica consistencia en las mediciones. Los rangos entre valores mínimos y máximos son moderados y no evidencian dispersión extrema, lo cual respalda la homogeneidad de los datos. Los intervalos de confianza al 95% muestran que no existe superposición entre el tratamiento testigo (44,2658 – 47,7582) y los tratamientos con abonos orgánicos, lo que sugiere diferencias claras en favor de estos últimos. Asimismo, aunque T2 y T4 presentan valores relativamente cercanos, sus intervalos (97,5920 –

101,9920 y 90,3821 – 95,2499, respectivamente) no se superponen, indicando superioridad estadística del estiércol de vacuno.

Figura 12

Diagrama de caja para el peso de semillas por planta (g) de girasol



Por su parte, la Figura 12 (diagrama de caja) respalda estos hallazgos, mostrando una clara separación entre los tratamientos. El tratamiento T2 presenta la mediana más alta y una distribución compacta, evidenciando un efecto consistente y superior. T4 también muestra valores elevados, aunque por debajo de T2. El tratamiento T3 se ubica en una posición intermedia, mientras que el testigo (T1) se distingue claramente con los valores más bajos. La ausencia de valores atípicos y la relativa uniformidad en la dispersión confirman la calidad de los datos experimentales. En conjunto, los resultados evidencian que la aplicación de abonos orgánicos incrementa significativamente el peso de semillas por planta, destacando el estiércol de vacuno como el tratamiento más eficiente, seguido por el estiércol de caprino y de cuy.

4.1.3.4. Estadística descriptiva para el peso de rendimiento estimado (kg/ha) de girasol

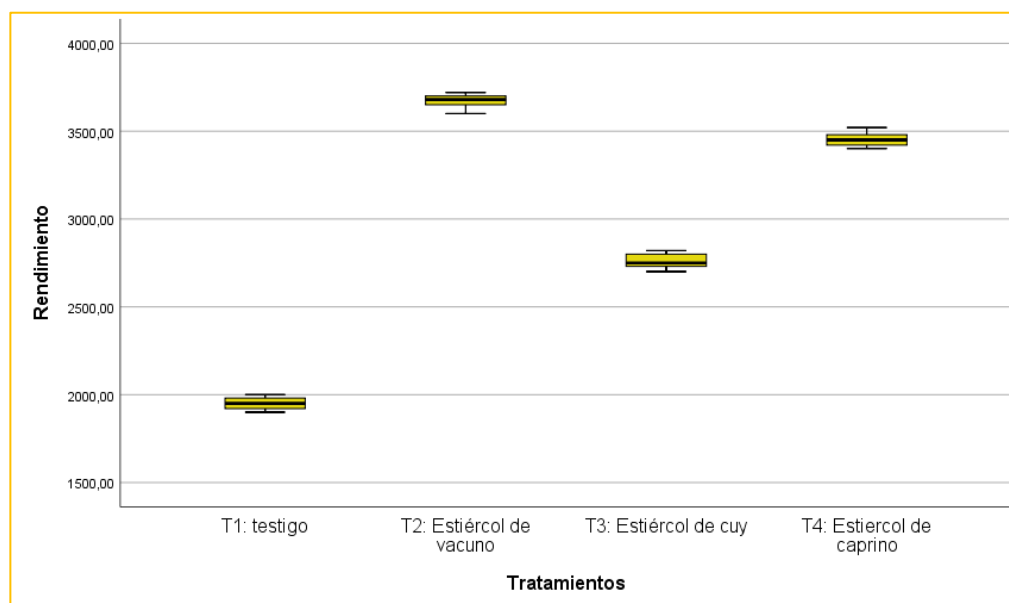
Tabla 14

Estadística descriptiva para el rendimiento (kg/ha) de girasol

Tratamiento	Media	Varianza	Mínimo	Máximo	IC95%
T1: Testigo	1950,5520	1715,346	1900,26	2000,86	1899,1263 – 2001,9777
T2: Estiércol de vacuno	3670,5320	2189,388	3600,72	3720,24	3612,4334 – 3728,6306
T3: Estiércol de cuy	2760,4460	2450,324	2700,63	2820,58	2698,9827 – 2821,9093
T4: Estiercol de caprino	3454,6480	2274,735	3400,82	3520,68	3395,4279 – 3513,8681

Figura 13

Diagrama de caja para el rendimiento (kg/ha) de girasol



La Tabla 14 presenta la estadística descriptiva del rendimiento de girasol (kg/ha) bajo los distintos tratamientos con abonos orgánicos evaluados. Se observa que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanza el mayor rendimiento promedio con 3670,532 kg/ha, seguido por T4 (estiércol de caprino) con 3454,648 kg/ha. En un nivel intermedio se ubica T3 (estiércol de cuy) con 2760,446 kg/ha, mientras que el menor rendimiento corresponde al tratamiento testigo T1 con 1950,552 kg/ha. En cuanto a la variabilidad de los datos, las varianzas presentan valores relativamente similares entre tratamientos (1715,346 a 2450,324), lo que indica una dispersión moderada y homogénea de los rendimientos dentro de cada grupo experimental. Los valores mínimos y

máximos confirman rangos consistentes sin presencia de valores extremos atípicos, lo que respalda la confiabilidad de los datos obtenidos. Los intervalos de confianza al 95% evidencian una clara separación entre el tratamiento testigo y los tratamientos con abonos orgánicos, sin superposición entre ellos, lo que sugiere diferencias estadísticamente relevantes en el rendimiento. Asimismo, se observa que T2 y T4 presentan intervalos relativamente cercanos, aunque sin solapamiento completo, lo que indica una ligera superioridad del estiércol de vacuno.

Por su parte, la Figura 13 (diagrama de caja) corrobora estos resultados, mostrando una distribución claramente diferenciada entre tratamientos. El tratamiento T2 presenta la mediana más alta y una dispersión relativamente controlada, lo que indica mayor estabilidad y eficiencia productiva. T4 también evidencia valores elevados, aunque ligeramente inferiores a T2. El tratamiento T3 ocupa una posición intermedia, mientras que el testigo (T1) se ubica claramente por debajo del resto, con los menores valores de rendimiento. La ausencia de valores atípicos refuerza la consistencia del experimento.

4.1.4. Determinación de la relación costo–beneficio de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol,

4.1.4.1. Análisis de los costos de producción del cultivo de girasol bajo la aplicación de abonos orgánicos

Tabla 15

Costos de producción de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol

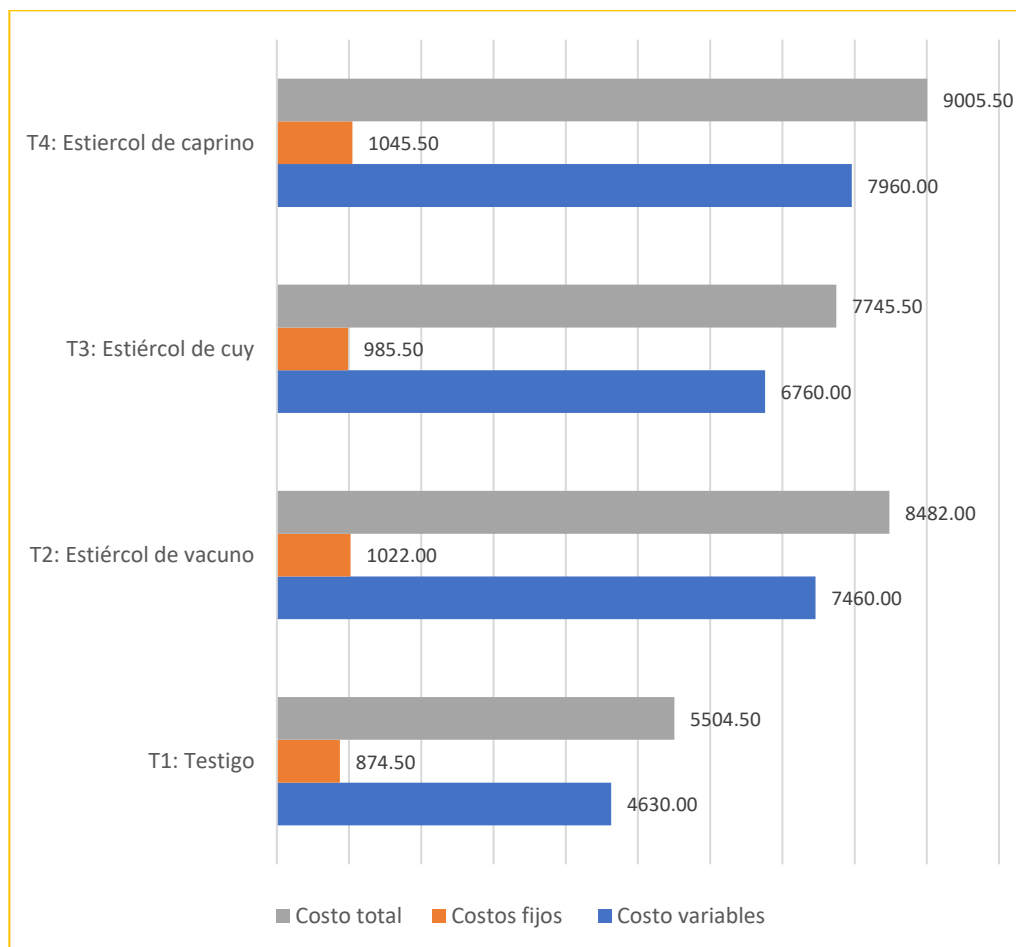
	T1: Testigo	T2: Estiércol de vacuno	T3: Estiércol de cuy	T4: Estiercol de caprino
Costos variables	4630.00	7460.00	6760.00	7960.00
Costos fijos	874.50	1022.00	985.50	1045.50
Costo total	5504.50	8482.00	7745.50	9005.50

La Tabla 15 y figura 14 presentan los costos de producción asociados a la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos en el cultivo de girasol. Se observa que el tratamiento testigo (T1), al no considerar la incorporación de

abonos orgánicos, registra el menor costo total de producción, alcanzando un valor de 5504.50, compuesto por 4630.00 de costos variables y 874.50 de costos fijos. En contraste, los tratamientos que incluyen abonos orgánicos evidencian un incremento en los costos, principalmente en los costos variables. El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) presenta un costo total de 8482.00, mientras que el T3 (estiércol de cuy) alcanza 7745.50. Por su parte, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) registra el mayor costo total, con 9005.50, debido a los más altos costos variables (7960.00) y fijos (1045.50). En términos comparativos, el uso de estiércol de cuy (T3) resulta menos costoso que los tratamientos con estiércol de vacuno y caprino, aunque sigue siendo superior al testigo. Asimismo, se evidencia que los costos fijos presentan variaciones moderadas entre tratamientos, mientras que los costos variables constituyen el componente más influyente en el costo total de producción.

Figura 14

Costos de producción (S/.) de girasol



4.1.4.2. Análisis de los indicadores económicos del cultivo de girasol bajo la aplicación de abonos orgánicos

Tabla 16

Indicadores económicos de la producción del girasol con la aplicación de abonos orgánicos

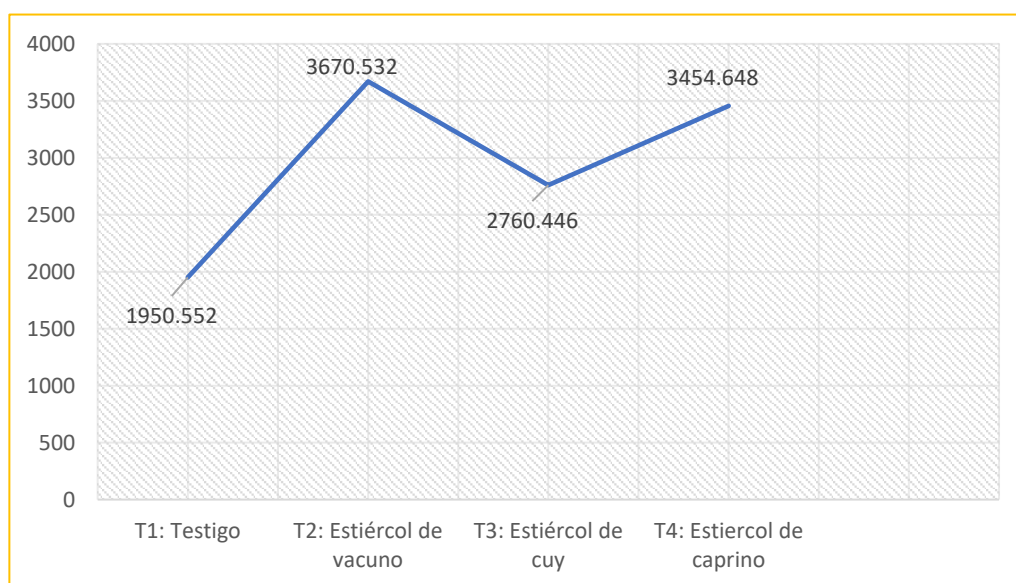
Indicadores económicos	T1: Testigo	T2: Estiércol de vacuno	T3: Estiércol de cuy	T4: Estiércol de caprino
Rendimiento (kg)	1950.55	3670.53	2760.45	3454.65
Ingresos (S/.)	7412.10	13948.02	10489.69	13127.66
Utilidad neta (S/.)	1907.60	5466.02	2744.19	4122.16
Relación Beneficio / Costo (B/C)	1.35	1.64	1.35	1.46
Rentabilidad porcentual (%)	34.66	64.44	35.43	45.77
Costo Unitario de Producción por kg	2.82	2.31	2.81	2.61
Costo venta por kg	3.80	3.80	3.80	3.80
Margen de utilidad por Kg	0.98	1.49	0.99	1.19
Punto de Equilibrio (Q) por kg	1448.55	2232.11	2038.29	2369.87

La Tabla 16 presenta los principales indicadores económicos asociados a la producción de girasol bajo la aplicación de diferentes abonos orgánicos. Se evidencia que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanza el mayor rendimiento (3670.53 kg), lo que se traduce en los más altos ingresos (S/ 13948.02) y utilidad neta (S/ 5466.02), superando ampliamente al resto de tratamientos. El tratamiento T4 (estiércol de caprino) ocupa el segundo lugar en términos de desempeño económico, con un rendimiento de 3454.65 kg, ingresos de S/ 13127.66 y una utilidad neta de S/ 4122.16. Por su parte, el tratamiento T3 (estiércol de cuy) presenta resultados intermedios, con ingresos de S/ 10489.69 y utilidad neta de S/ 2744.19. En contraste, el tratamiento testigo (T1) muestra los valores más bajos en rendimiento (1950.55 kg), ingresos (S/ 7412.10) y utilidad neta (S/ 1907.60). En relación con la eficiencia económica, el tratamiento T2 registra la mayor relación beneficio/costo (1.64), lo que indica que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 0.64. Asimismo, presenta la mayor rentabilidad porcentual (64.44%), consolidándose como la alternativa más rentable. El tratamiento T4 también muestra una rentabilidad aceptable (45.77%) y una relación B/C de 1.46, mientras que T1 y T3 presentan valores similares en B/C (1.35) y menores niveles de rentabilidad (34.66% y 35.43%, respectivamente). En cuanto a los costos unitarios de producción, el

tratamiento T2 presenta el menor costo por kilogramo (S/ 2.31), seguido de T4 (S/ 2.61), mientras que T1 y T3 registran los valores más altos (S/ 2.82 y S/ 2.81, respectivamente). Dado que el precio de venta se mantiene constante en S/ 3.80 por kilogramo, el margen de utilidad por kg es mayor en T2 (S/ 1.49), seguido de T4 (S/ 1.19), T3 (S/ 0.99) y T1 (S/ 0.98). Finalmente, el análisis del punto de equilibrio indica que el tratamiento T1 requiere el menor volumen de producción para cubrir sus costos (1448.55 kg), mientras que T4 presenta el mayor punto de equilibrio (2369.87 kg), seguido de T2 (2232.11 kg) y T3 (2038.29 kg). No obstante, pese a requerir un mayor nivel de producción para alcanzar el equilibrio, los tratamientos T2 y T4 logran superarlo ampliamente, generando mayores beneficios económicos.

Figura 15

Rendimiento del cultivo de girasol según tratamientos con abonos orgánicos en Luricocha, Huanta.



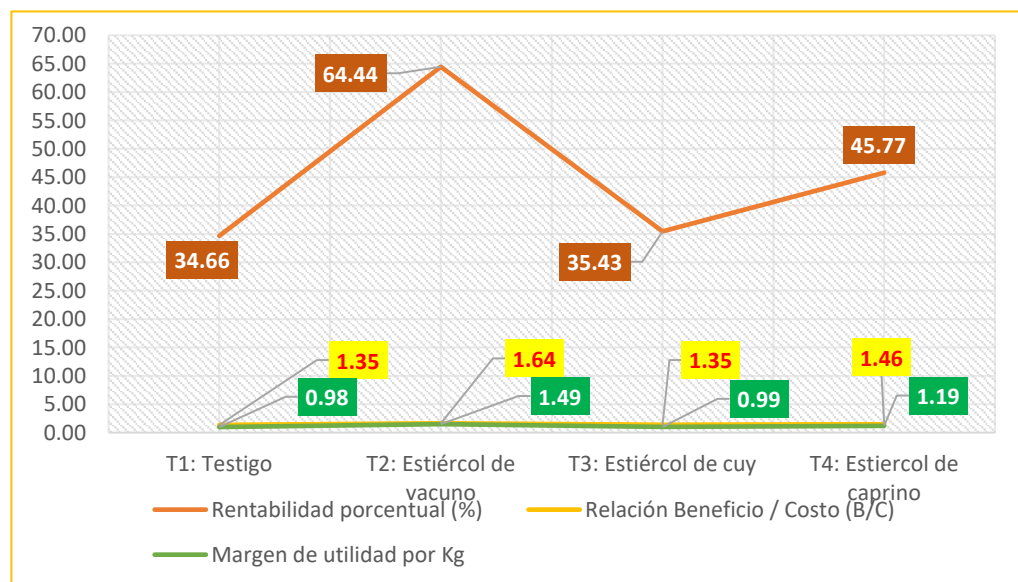
La figura 15 correspondiente al rendimiento del cultivo de girasol muestra diferencias notorias entre los tratamientos evaluados, evidenciando el efecto positivo de los abonos orgánicos sobre la productividad del cultivo. El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) presentó el mayor rendimiento con 3670.532 kg, seguido por T4 (estiércol de caprino) con 3454.648 kg y T3 (estiércol de cuy) con 2760.446 kg. En contraste, el tratamiento testigo (T1) registró el menor rendimiento con 1950.552 kg. Los resultados indican que la aplicación de estiércol de vacuno favoreció significativamente el incremento de

la producción de girasol, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de nutrientes y una mejor condición física del suelo, factores que contribuyen al adecuado desarrollo y llenado de los capítulos florales. Asimismo, el estiércol de caprino mostró un comportamiento productivo cercano al tratamiento T2, evidenciando también una influencia favorable sobre el rendimiento del cultivo.

Por otro lado, aunque el tratamiento con estiércol de cuy superó al testigo, presentó valores inferiores respecto a los tratamientos T2 y T4. Esto sugiere que las características nutricionales y la velocidad de mineralización de este abono podrían haber influido en menor magnitud sobre la productividad del girasol. En términos generales, la figura demuestra que el uso de abonos orgánicos incrementó el rendimiento del cultivo de girasol bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta, siendo el tratamiento con estiércol de vacuno el más eficiente en términos productivos.

Figura 16

Relación beneficio/costo, rentabilidad y margen de utilidad del cultivo de girasol

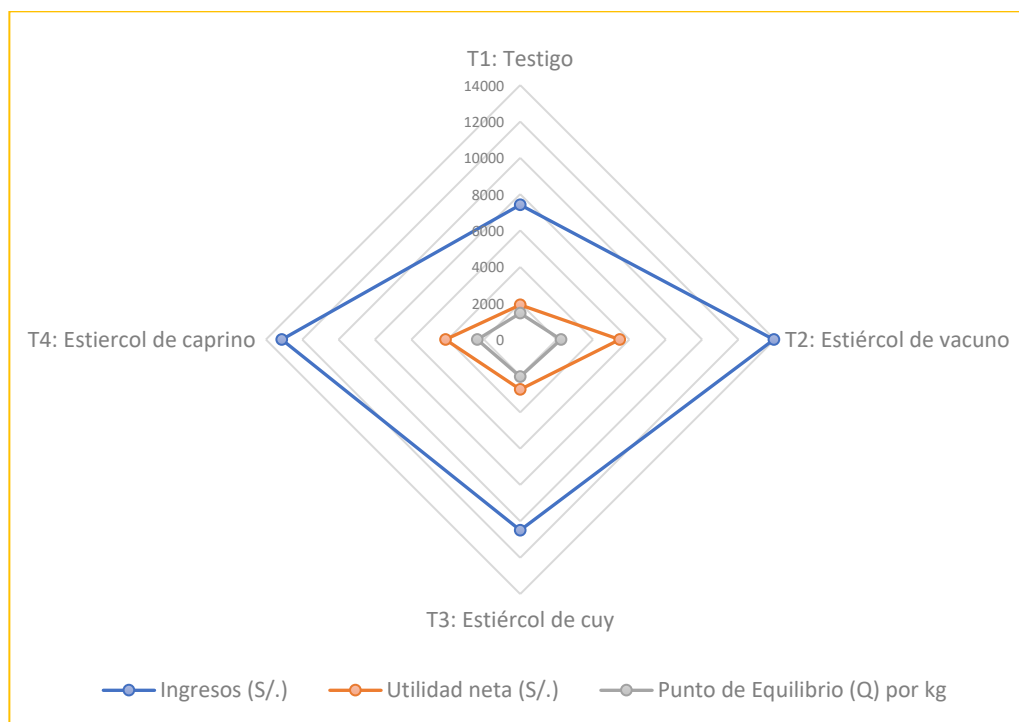


La figura 16 correspondiente a los indicadores de rentabilidad evidencia diferencias importantes entre los tratamientos evaluados, demostrando el efecto favorable de los abonos orgánicos sobre la eficiencia económica del cultivo de girasol. El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) presentó los mejores resultados económicos, alcanzando una rentabilidad porcentual de 64.44 %, superior a los

demás tratamientos. Le siguió el tratamiento T4 (estiércol de caprino) con 45.77 %, mientras que T3 (estiércol de cuy) y el tratamiento testigo (T1) registraron valores similares de 35.43 % y 34.66 %, respectivamente. En cuanto a la relación beneficio/costo (B/C), el tratamiento T2 mostró el mayor índice con un valor de 1.64, indicando que por cada sol invertido se obtuvo una ganancia de S/. 0.64. El tratamiento T4 presentó una relación B/C de 1.46, mientras que T1 y T3 registraron el mismo valor de 1.35. Estos resultados reflejan que el uso de estiércol de vacuno permitió una mayor eficiencia en la recuperación de la inversión realizada. Respecto al margen de utilidad por kilogramo, el tratamiento T2 alcanzó el mayor valor con S/. 1.49 por kg, seguido de T4 con S/. 1.19 por kg. Por su parte, T3 y T1 obtuvieron márgenes similares de S/. 0.99 y S/. 0.98 por kg, respectivamente. Esto evidencia que los tratamientos con estiércol de vacuno y caprino generaron mayores beneficios económicos por unidad de producción.

Figura 17

Ingresos, utilidad neta y punto de equilibrio del cultivo de girasol según tratamientos de la producción (S/.) de girasol



La figura 17 correspondiente a los indicadores económicos evidencia diferencias importantes entre los tratamientos evaluados en el cultivo de girasol.

En cuanto a los ingresos económicos, el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) presentó el mayor valor con S/. 13948.02, seguido del tratamiento T4 (estiércol de caprino) con S/. 13127.66 y T3 (estiércol de cuy) con S/. 10489.69. Por otro lado, el tratamiento testigo (T1) registró el menor ingreso con S/. 7412.10. Estos resultados indican que la aplicación de abonos orgánicos favoreció significativamente la producción y el retorno económico del cultivo. Respecto a la utilidad neta, el tratamiento T2 destacó nuevamente al alcanzar la mayor ganancia con S/. 5466.02, seguido de T4 con S/. 4122.16 y T3 con S/. 2744.19, mientras que el tratamiento testigo obtuvo únicamente S/. 1907.60. Esto demuestra que el uso de estiércol de vacuno permitió obtener una mayor rentabilidad económica en comparación con los demás tratamientos.

En relación con el punto de equilibrio, el tratamiento T4 presentó el valor más alto con 2369.87 kg, seguido de T2 con 2232.11 kg y T3 con 2038.29 kg; en contraste, el tratamiento T1 mostró el menor valor con 1448.55 kg. Estos resultados sugieren que los tratamientos con abonos orgánicos requirieron mayores niveles de producción para cubrir los costos de inversión; sin embargo, los elevados ingresos y utilidades obtenidos compensaron dichos costos, garantizando una mayor rentabilidad económica. En términos generales, la figura demuestra que la aplicación de estiércol de vacuno constituyó el tratamiento económicamente más eficiente para el cultivo de girasol bajo las condiciones de Luricocha, Huanta.

4.1.5. Análisis inferencial las etapas fenológicas del girasol

4.1.5.1. Estadística inferencial para los días de emergencia del girasol.

4.1.5.1.1. Prueba de normalidad para los días de emergencia del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 17

Resultados del test de normalidad por tratamiento (días de emergencia del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Días de emergencia	T1	,894	5	,378
	T2	,962	5	,823
	T3	,858	5	,223
	T4	,903	5	,425

La Tabla 17 presentó los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk aplicada a los días de emergencia del cultivo de girasol, los valores del estadístico de Shapiro–Wilk oscilaron entre 0,858 y 0,962, lo que evidenció una adecuada aproximación a la normalidad en todos los tratamientos. Asimismo, los valores de significancia (p-valores) fueron superiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$) en todos los casos, registrándose valores de 0,378, 0,823, 0,223 y 0,425 para los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Dado que en todos los tratamientos se obtuvo $p > 0,05$, no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. Esto indicó que los datos de días de emergencia del girasol presentaron una distribución normal en cada uno de los tratamientos evaluados, sin evidencias de desviaciones significativas.

4.1.5.1.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para días de emergencia del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

En la Tabla 18 se presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene para la variable número de frutos por árbol en el cultivo de girasol. Los resultados muestran que los valores de significancia obtenidos, tanto con base en la media ($p =$

0,661), la mediana ($p = 0,858$), la mediana con grados de libertad ajustados ($p = 0,857$) y la media recortada ($p = 0,682$), son superiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los grupos evaluados, lo que indica que se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Tabla 18

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días de emergencia del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>Sig.</i>
Número de frutos por árbol	Se basa en la media	,541	3	16	,661
	Se basa en la mediana	,253	3	16	,858
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,253	3	7,997	,857
	Se basa en la media recortada	,509	3	16	,682

4.1.5.1.3. Análisis de varianza para días de emergencia del girasol.

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) para días de emergencia del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	2,388	4	,597	1,366	,303
Tratamiento	5,658	3	1,886	4,317	,028
Error	5,243	12	,437		
Total	13,288	19			

a. R al cuadrado = ,605 (R al cuadrado ajustada = ,375)

En la Tabla 19 los resultados evidenciaron que el efecto de los bloques no fue estadísticamente significativo ($p > 0,05$), lo que indicó que la variabilidad asociada a las condiciones experimentales controladas en los bloques no influyó de manera importante en los días de emergencia del cultivo.

En contraste, el tratamiento mostró un efecto significativo ($p < 0,05$), lo que puso de manifiesto la existencia de diferencias estadísticas entre los abonos orgánicos evaluados respecto al tiempo de emergencia del girasol.

El valor del coeficiente de determinación ($R^2 = 0,605$) indicó que el modelo explicó una proporción moderada de la variabilidad total observada en la variable respuesta, mientras que el R^2 ajustado reflejó una capacidad explicativa más conservadora al considerar el número de factores incluidos en el modelo. En el contexto del estudio, estos resultados sugirieron que el tipo de abono orgánico aplicado influyó significativamente en la dinámica de emergencia del girasol, lo cual es relevante para optimizar prácticas de manejo agronómico orientadas a mejorar el establecimiento del cultivo.

4.1.5.1.4. Prueba Tukey para días de emergencia del girasol.

Tabla 20

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días de emergencia del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T1	Testigo	8,2680	<i>a</i>	
T3	Estiércol de cuy	7,3340	<i>a</i>	<i>b</i>
T4	Estiercol de caprino	7,2680	<i>a</i>	<i>b</i>
T2	Estiércol de vacuno	6,8020		<i>b</i>

Los resultados de la tabla 20 mostraron que el tratamiento testigo registró el mayor tiempo de emergencia, ubicándose en un grupo estadístico diferente respecto al tratamiento con estiércol de vacuno, el cual presentó el menor número de días. Por otro lado, los tratamientos con estiércol de cuy y estiércol de caprino mostraron valores intermedios, compartiendo grupos estadísticos tanto con el testigo como con el tratamiento de menor promedio, lo que indicó que no difirieron significativamente de estos.

La presencia de letras comunes entre los tratamientos evidenció que, aunque existieron diferencias numéricas en los días de emergencia, no todas fueron estadísticamente significativas al nivel de significancia de 0,05. Sin embargo, se observó una tendencia clara hacia una menor duración en la

emergencia cuando se aplicaron abonos orgánicos, especialmente el estiércol de vacuno.

4.1.5.2. Estadística inferencial para los días a botón floral del girasol.

4.1.5.2.1. Prueba de normalidad para los días a botón floral del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig. < 0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig. \geq 0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 21

Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a botón floral del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Días a boton floral	T1	,931	5	,603
	T2	,954	5	,763
	T3	,859	5	,224
	T4	,860	5	,228

La Tabla 21 mostró los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk para los días a botón floral del girasol en los diferentes tratamientos, evidenciando que todos los valores de significancia fueron superiores a 0,05, por lo que no se rechazó la hipótesis de normalidad. Asimismo, los estadísticos cercanos a la unidad indicaron un adecuado ajuste de los datos a una distribución normal. En el contexto del estudio, esto confirmó el cumplimiento de un supuesto fundamental para la aplicación de análisis paramétricos, como el ANOVA.

4.1.5.2.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para días a botón floral del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 22

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a botón floral del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Días a botón floral	Se basa en la media	2,573	3	16	,090
	Se basa en la mediana	2,039	3	16	,149
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,039	3	13,310	,157
	Se basa en la media recortada	2,619	3	16	,087

La Tabla 22 presentó los resultados de la prueba de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas en los días a botón floral del girasol, considerando diferentes enfoques de cálculo (media, mediana y media recortada). Los valores de significancia fueron mayores a 0,05 en todos los métodos, lo que indicó que no se rechazó la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los tratamientos. Esto confirmó que la variabilidad de los datos fue comparable entre los grupos, cumpliendo uno de los supuestos fundamentales para el análisis de varianza (ANOVA). En el contexto del estudio, estos resultados validaron la consistencia de la dispersión de los datos y permitieron realizar comparaciones paramétricas confiables entre los tratamientos. En conclusión, se determinó que las varianzas de los días a botón floral fueron homogéneas, asegurando la validez de posteriores análisis estadísticos paramétricos.

4.1.5.2.3. Análisis de varianza para días a botón floral del girasol

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 23

Análisis de varianza (ANOVA) para días a botón floral del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	4,045	4	1,011	2,979	,064
Tratamiento	77,455	3	25,818	76,056	,000
Error	4,074	12	,339		
Total	85,574	19			

a. R al cuadrado = ,952 (R al cuadrado ajustada = ,925)

La Tabla 23 presentó el análisis de varianza (ANOVA) de los días a botón floral del girasol, evaluando el efecto de los tratamientos y bloques sobre esta variable fenológica. Los resultados mostraron que el efecto de los bloques no fue significativo ($p > 0,05$), mientras que los tratamientos ejercieron un efecto altamente significativo ($p < 0,001$), evidenciando diferencias claras entre los abonos orgánicos aplicados. El valor del coeficiente de determinación ($R^2 = 0,952$) indicó que el modelo explicó la mayor parte de la variabilidad observada, reflejando un ajuste adecuado de los datos. En el contexto del estudio, estos resultados sugirieron que el tipo de abono orgánico influyó de manera determinante en la inducción del botón floral del girasol, destacando la importancia del manejo nutricional en esta etapa fenológica. En conclusión, se determinó que los tratamientos modificaron significativamente los días a botón floral, mientras que los bloques no ejercieron influencia relevante, validando la efectividad de los abonos orgánicos en acelerar la floración.

4.1.5.2.4. Prueba Tukey para días a botón floral del girasol.

Tabla 24

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a botón floral del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>
T1	Testigo	44,7020	<i>a</i>
T4	Estiércol de caprino	41,7920	<i>b</i>
T2	Estiércol de vacuno	40,9080	<i>b</i>
T3	Estiércol de cuy	39,2820	<i>c</i>

La Tabla 24 presentó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para los días a botón floral del girasol, permitiendo identificar diferencias específicas entre los tratamientos. Los resultados evidenciaron que el tratamiento testigo presentó el mayor número de días para alcanzar el botón floral, mientras que el tratamiento con estiércol de cuy mostró la menor duración, destacándose como el más eficiente en acelerar la floración. Los tratamientos con estiércol de caprino y estiércol de vacuno tuvieron valores intermedios, diferenciándose estadísticamente del testigo y del estiércol de cuy. Estos hallazgos indicaron que la aplicación de abonos orgánicos influyó significativamente en la reducción del tiempo hasta la formación del botón floral, favoreciendo un desarrollo fenológico más rápido del girasol. En conclusión, el estiércol de cuy promovió la floración más temprana, evidenciando el impacto positivo de los abonos orgánicos sobre la fenología del cultivo.

4.1.5.3. Estadística inferencial para los días a floración del girasol.

4.1.5.3.1. Prueba de normalidad días a floración del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 25

Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a floración) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gf</i>	<i>P</i>
Días a floración	T1	,936	5	,638
	T2	,883	5	,321
	T3	,929	5	,592
	T4	,859	5	,224

La Tabla 25 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk aplicada a los días a floración para cada uno de los tratamientos evaluados. Este test permite verificar si los datos siguen una distribución normal, condición fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas. Se observa que todos los tratamientos presentan valores de significancia (p) mayores al nivel de $\alpha = 0,05$. Específicamente, el tratamiento T1 ($p = 0,638$), T2 ($p = 0,321$), T3 ($p = 0,592$) y T4 ($p = 0,224$) no evidencian diferencias significativas respecto a una distribución normal. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad en ninguno de los casos. Asimismo, los valores del estadístico de Shapiro–Wilk (W) se encuentran relativamente cercanos a 1 (entre 0,859 y 0,936), lo que refuerza la suposición de normalidad en los datos analizados. Aunque el tratamiento T4 presenta el valor más bajo (0,859), este aún se encuentra dentro de un rango aceptable para considerar normalidad, especialmente considerando el tamaño de muestra reducido ($gl = 5$).

4.1.5.3.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para días a floración del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 26

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a floración del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Número de frutos por árbol	Se basa en la media	,187	3	16	,903
	Se basa en la mediana	,137	3	16	,937
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,137	3	13,919	,936
	Se basa en la media recortada	,208	3	16	,890

La Tabla 26 presenta los resultados de la prueba de Levene para verificar el supuesto de homogeneidad de varianzas en los días a floración del cultivo de girasol bajo los diferentes tratamientos evaluados. Este supuesto es fundamental para la validez de pruebas paramétricas como el análisis de varianza (ANOVA). Se observa que los valores de significancia (Sig.) obtenidos bajo los distintos criterios basados en la media ($p = 0,903$), en la mediana ($p = 0,937$), en la mediana con grados de libertad ajustados ($p = 0,936$) y en la media recortada ($p = 0,890$) son todos mayores al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los tratamientos. Asimismo, los bajos valores del estadístico de Levene en todos los casos (entre 0,137 y 0,208) indican una escasa variabilidad entre las varianzas de los grupos, lo que respalda la homogeneidad de las mismas.

4.1.5.3.3. Análisis de varianza para días a floración del girasol

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 27

Análisis de varianza (ANOVA) para días a floración del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	2,135	4	,534	1,288	,329
Tratamiento	83,821	3	27,940	67,421	,000
Error	4,973	12	,414		
Total	90,929	19			

a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,913)

La Tabla 27 Se observa que el efecto de bloques no resultó estadísticamente significativo ($F = 1,288$; $p = 0,329 > 0,05$), lo que indica que las diferencias entre bloques no influyeron de manera importante en la variabilidad de los días a floración. En consecuencia, el bloqueo no aportó una

reducción significativa del error experimental para esta variable en las condiciones del estudio. Por otro lado, el efecto de tratamientos fue altamente significativo ($F = 67,421$; $p = 0,000 < 0,01$), evidenciando la existencia de diferencias estadísticas entre los tipos de abonos orgánicos evaluados. Este resultado confirma que los tratamientos aplicados influyen de manera significativa en el tiempo a floración del cultivo de girasol. Asimismo, el valor del coeficiente de determinación ($R^2 = 0,945$) indica que el 94,5% de la variabilidad observada en los días a floración es explicada por el modelo, lo que refleja un alto grado de ajuste. De igual manera, el R^2 ajustado (0,913) confirma la consistencia del modelo al considerar el número de factores incluidos.

4.1.5.3.4. Prueba Tukey para días a floración del girasol

Tabla 28

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a floración del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>
T1	Testigo	58,6400	<i>a</i>
T4	Estiércol de caprino	55,5600	<i>b</i>
T2	Estiercol de vacuno	54,9100	<i>b</i>
T3	Estiércol de cuy	52,9400	<i>c</i>

En la Tabla 28 se observa que el tratamiento T1 (testigo) registró la mayor media (58,64 días) y se ubica en el grupo estadístico “a”, lo que indica que difiere significativamente de los demás tratamientos. Este resultado evidencia que, en ausencia de abonos orgánicos, el cultivo presenta un mayor tiempo para alcanzar la floración. Por su parte, los tratamientos T4 (estiércol de caprino) y T2 (estiércol de vacuno), con medias de 55,56 y 54,91 días respectivamente, se agrupan en la categoría “b”, lo que indica que no presentan diferencias significativas entre sí, pero sí difieren del tratamiento testigo y del tratamiento con estiércol de cuy. El tratamiento T3 (estiércol de cuy) mostró la menor media (52,94 días) y se ubica en el grupo “c”, diferenciándose estadísticamente de todos los demás tratamientos. Este resultado demuestra que este tratamiento es el más eficiente en reducir el tiempo a floración, promoviendo una mayor precocidad en el cultivo.

4.1.5.4. Estadística inferencial para días a llenado de semillas de girasol

4.1.5.4.1. Prueba de normalidad para días a llenado de semillas de girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 29

Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a llenado de semillas) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Días a llenado de semillas	T1	,893	5	,375
	T2	,880	5	,311
	T3	,771	5	,897
	T4	,838	5	,160

La Tabla 29 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado a los días a llenado de semillas del girasol para cada tratamiento evaluado. Este análisis permite verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad, requisito fundamental para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas. Se observa que los valores de significancia (p) para todos los tratamientos son mayores al nivel de significancia convencional ($\alpha = 0,05$): T1 ($p = 0,375$), T2 ($p = 0,311$), T3 ($p = 0,897$) y T4 ($p = 0,160$). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad en ninguno de los casos, lo que indica que los datos de días a llenado de semillas se distribuyen aproximadamente de manera normal en todos los tratamientos. Asimismo, los valores del estadístico de Shapiro–Wilk (W) oscilan entre 0,771 y 0,893, lo cual, junto con los niveles de significancia obtenidos, respalda la ausencia de desviaciones significativas respecto a la normalidad, pese al tamaño de muestra reducido ($gl = 5$).

4.1.5.4.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para días a llenado de semillas de girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H₀): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H₁): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05$ → Se rechaza H₀ (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05$ → No se rechaza H₀ (se asume homogeneidad).

Tabla 30

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a llenado de semillas de girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Días a llenado de semillas	Se basa en la media	2,321	3	16	,114
	Se basa en la mediana	1,405	3	16	,278
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,405	3	10,910	,294
	Se basa en la media recortada	2,402	3	16	,106

La Tabla 30 presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas para la variable días a llenado de semillas del girasol, mediante la prueba de Levene bajo diferentes criterios (media, mediana, mediana con grados de libertad ajustados y media recortada). Los resultados muestran que los niveles de significancia (p) en todos los casos son superiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$): basado en la media ($p = 0,114$), mediana ($p = 0,278$), mediana con gl ajustado ($p = 0,294$) y media recortada ($p = 0,106$). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los tratamientos evaluados. Estos resultados evidencian que las varianzas de los días a llenado de semillas son estadísticamente homogéneas entre los diferentes tratamientos de abonamiento orgánico. Asimismo, la consistencia de los resultados bajo los distintos métodos de cálculo de la prueba de Levene refuerza la validez de este supuesto.

4.1.5.4.3. Análisis de varianza para días a llenado de semillas del girasol

Hipótesis general del modelo:

- Ho: No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H₁: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza Ho (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza Ho.

Tabla 31

Análisis de varianza (ANOVA) para días a llenado de semillas de girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	2,966	4	,742	1,575	,244
Tratamiento	74,034	3	24,678	52,405	,000
Error	5,651	12	,471		
Total	82,651	19			

a. R al cuadrado = ,932 (R al cuadrado ajustada = ,892)

La Tabla 31 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable días a llenado de semillas del girasol, considerando los efectos de bloques y tratamientos. Se observa que el efecto de los bloques no es estadísticamente significativo ($F = 1,575$; $p = 0,244 > 0,05$), lo que indica que no existen diferencias atribuibles a la variabilidad entre bloques. En consecuencia, se infiere que las condiciones experimentales fueron relativamente homogéneas y no influyeron de manera significativa sobre la variable evaluada.

Por otro lado, el efecto de los tratamientos resulta altamente significativo ($F = 52,405$; $p = 0,000 < 0,05$), evidenciando que la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos genera diferencias estadísticamente significativas en los días a llenado de semillas del girasol. Este resultado confirma que los tratamientos tienen un efecto determinante sobre esta fase fenológica del cultivo. En cuanto a la variabilidad, la suma de cuadrados del tratamiento (74,034) representa la mayor proporción de la variación total, en comparación con el error experimental (5,651), lo que indica un adecuado control de la variabilidad no explicada. Asimismo, el coeficiente de

determinación ($R^2 = 0,932$) indica que el 93,2% de la variabilidad total en los días a llenado de semillas es explicada por el modelo (bloques y tratamientos), mientras que el R^2 ajustado (0,892) confirma un alto grado de ajuste del modelo a los datos experimentales.

4.1.5.4.4. Prueba Tukey para días a llenado de semillas del girasol

Tabla 32

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a llenado de semillas del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T1	Testigo	76,7160	a	
T4	Estiércol de caprino	73,4360	b	
T2	Estiércol de vacuno	72,7520	b	c
T3	Estiércol de cuy	71,5140	c	

La Tabla 32 presenta la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey para la variable días a llenado de semillas del girasol, con el propósito de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados evidencian la formación de tres grupos homogéneos diferenciados por letras. El tratamiento T1 (testigo) presenta la media más alta (76,716 días) y se ubica en un grupo independiente (a), lo que indica que difiere significativamente de todos los tratamientos con abonos orgánicos. Este resultado sugiere que la ausencia de fertilización orgánica prolonga el periodo de llenado de semillas.

Por otro lado, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) con una media de 73,436 días se agrupa en la categoría (b), mostrando diferencias significativas con el testigo, pero no con el tratamiento T2. El tratamiento T2 (estiércol de vacuno), con una media de 72,752 días, se ubica en una posición intermedia (bc), lo que indica que no presenta diferencias significativas ni con T4 ni con T3. Finalmente, el tratamiento T3 (estiércol de cuy) registra la media más baja (71,514 días) y se ubica en el grupo (c), diferenciándose significativamente del testigo y de T4, pero no de T2. Este comportamiento evidencia que dicho tratamiento reduce de manera más efectiva el tiempo de llenado de semillas.

4.1.5.5. Estadística inferencial para días a madurez fisiológica del girasol

4.1.5.5.1. Prueba de normalidad para días a madurez fisiológica del girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H₀): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H₁): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H₀; si **Sig.** ≥ **0,05**, no se rechaza H₀

Tabla 33

Resultados del test de normalidad por tratamiento (días a madurez fisiológica del girasol) mediante Shapiro–Wilk

		<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Días a madurez fisiológica	T1	,922	5	,545	
	T2	,886	5	,338	
	T3	,894	5	,377	
	T4	,819	5	,114	

La Tabla 33 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado a los días a madurez fisiológica del girasol para cada tratamiento evaluado. Se observa que los valores de significancia (p) para todos los tratamientos son mayores al nivel de significancia convencional ($\alpha = 0,05$). En específico, el tratamiento T1 ($p = 0,545$), T2 ($p = 0,338$), T3 ($p = 0,377$) y T4 ($p = 0,114$) no muestran evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula de normalidad. Asimismo, los valores del estadístico de Shapiro–Wilk (entre 0,819 y 0,922) indican un adecuado ajuste de los datos a una distribución normal en cada tratamiento, considerando el tamaño de muestra ($gl = 5$). Aunque el tratamiento T4 presenta el valor más bajo del estadístico (0,819), su nivel de significancia sigue siendo superior a 0,05, por lo que no se considera una desviación significativa de la normalidad.

4.1.5.5.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para días a madurez fisiológica del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H₀): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H₁): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H₀ (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H₀ (se asume homogeneidad).

Tabla 34

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para días a madurez fisiológica del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Días a madurez fisiológica	Se basa en la media	3,643	3	16	,036
	Se basa en la mediana	1,736	3	16	,200
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,736	3	9,998	,223
	Se basa en la media recortada	3,660	3	16	,035

La Tabla 34 presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas para los días a madurez fisiológica del girasol mediante la prueba de Levene, utilizando diferentes criterios de estimación. Al considerar el estadístico basado en la media, se obtiene un valor de significancia ($p = 0,036$), el cual es menor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. De manera similar, el estadístico basado en la media recortada muestra un valor de $p = 0,035$, también inferior a $0,05$. Estos resultados indican que, bajo estos enfoques, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, sugiriendo la presencia de heterogeneidad entre los tratamientos. No obstante, cuando el análisis se basa en la mediana, el valor de significancia ($p = 0,200$) y el valor ajustado ($p = 0,223$) son mayores a $0,05$, lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Estos resultados, menos sensibles a la presencia de valores atípicos, sugieren que las varianzas pueden considerarse homogéneas desde una perspectiva robusta.

4.1.5.5.3. Análisis de varianza para días a madurez fisiológica del girasol.

Hipótesis general del modelo:

- Ho: No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H₁: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza Ho (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza Ho.

Tabla 35

Análisis de varianza (ANOVA) para días a madurez fisiológica del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	1,729	4	,432	2,158	,136
Tratamiento	93,548	3	31,183	155,659	,000
Error	2,404	12	,200		
Total	97,680	19			

a. R al cuadrado = ,975 (R al cuadrado ajustada = ,961)

La Tabla 35 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los días a madurez fisiológica del girasol. En relación con el factor bloque, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas ($F = 2,158$; $p = 0,136$), lo que indica que las condiciones experimentales asociadas a la variabilidad entre bloques no influyeron significativamente en la variable de estudio. Por el contrario, el factor tratamiento muestra un efecto altamente significativo sobre los días a madurez fisiológica ($F = 155,659$; $p = 0,000$), lo que evidencia que los diferentes tipos de abonos orgánicos evaluados generan diferencias estadísticas altamente significativas en el tiempo requerido por el girasol para alcanzar la madurez fisiológica. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,975$; R^2 ajustado = $0,961$) indica que el modelo explica el 97,5% de la variabilidad total observada en la variable respuesta, lo cual refleja un ajuste estadístico muy alto y una fuerte capacidad explicativa del modelo experimental.

4.1.5.5.4. Prueba Tukey para días a llenado de semillas del girasol

La Tabla 36 evidencian diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0,05$), agrupándose en cuatro subgrupos

homogéneos. El tratamiento T1 (testigo) registró el mayor promedio con 104,47 días, ubicándose en el grupo “a”, lo que indica un mayor tiempo para alcanzar la madurez fisiológica en ausencia de aplicación de abonos orgánicos. En contraste, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) presentó una media de 101,79 días, perteneciendo al grupo “b”, mostrando una reducción significativa respecto al testigo. Asimismo, el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanzó 100,75 días, ubicándose en el grupo “c”, evidenciando una mayor aceleración del proceso fenológico en comparación con T1 y T4. Finalmente, el tratamiento T3 (estiércol de cuy) registró el menor promedio con 98,45 días, situándose en el grupo “d”, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos y demostrando ser el más eficiente en reducir el tiempo a la madurez fisiológica.

Tabla 36

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para días a madurez fisiológica del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T1	Testigo	104,4740	<i>a</i>	
T4	Estiércol de caprino	101,7920		<i>B</i>
T2	Estiercol de vacuno	100,7520		<i>c</i>
T3	Estiércol de cuy	98,4520		<i>d</i>

4.1.6. Estadística inferencial para el crecimiento vegetativo

4.1.6.1. Estadística inferencial para altura de planta

4.1.6.1.1. Prueba de normalidad para altura de planta (cm)

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H₀): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H₁): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H₀; si **Sig.** ≥ **0,05**, no se rechaza H₀

Tabla 37

Resultados del test de normalidad por tratamiento (altura de planta del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Días a madurez fisiológica	T1	,904	5	,431
	T2	,932	5	,607
	T3	,843	5	,174
	T4	,907	5	,449

La Tabla 37 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado a la variable altura de planta del girasol en cada tratamiento evaluado. Este análisis permite verificar si los datos se ajustan a una distribución normal, condición necesaria para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas. Se observa que los valores de significancia (p-valor) para todos los tratamientos son mayores al nivel de significancia convencional ($\alpha = 0,05$). En el caso del T1 (testigo) se obtuvo un valor de $p = 0,431$; para T2 (estiércol de vacuno) $p = 0,607$; en T3 (estiércol de cuy) $p = 0,174$; y en T4 (estiércol de caprino) $p = 0,449$. Dado que en todos los casos se cumple que $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Esto indica que los datos de altura de planta en cada tratamiento presentan una distribución aproximadamente normal.

4.1.6.1.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para altura de planta del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

La Tabla 38 muestra los resultados de la prueba de Levene para la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas en la variable altura de planta del girasol entre los tratamientos evaluados. Este supuesto es fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas como el análisis de

varianza (ANOVA). Se observa que los valores de significancia (Sig.) en todas las variantes del test son mayores al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Específicamente, cuando la prueba se basa en la media se obtuvo $p = 0,128$; basada en la mediana $p = 0,569$; con mediana y grados de libertad ajustados $p = 0,578$; y con media recortada $p = 0,141$. Dado que en todos los casos se cumple que $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la variabilidad de la altura de planta entre los tratamientos, es decir, las varianzas pueden considerarse homogéneas.

Tabla 38

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para altura de planta del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	<i>gl1</i>	<i>gl2</i>	<i>Sig.</i>
Altura de planta	Se basa en la media	2,197	3	16	,128
	Se basa en la mediana	,695	3	16	,569
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,695	3	9,230	,578
	Se basa en la media recortada	2,095	3	16	,141

4.1.6.1.3. *Análisis de varianza para altura de planta del girasol.*

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 39

Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	,008	4	,002	,546	,705
Tratamiento	,333	3	,111	28,806	,000
Error	,046	12	,004		
Total	,388	19			

a. R al cuadrado = ,881 (R al cuadrado ajustada = ,811)

La Tabla 39 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable altura de planta del girasol, con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos y bloques experimentales. En relación con el factor bloque, se observa un valor de significancia de $p = 0,705$ ($p > 0,05$), lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques. Esto sugiere que las condiciones experimentales fueron relativamente homogéneas y que el efecto de variabilidad asociado a los bloques no influyó de manera significativa en la altura de planta. Por otro lado, el factor tratamiento muestra un valor de $F = 28,806$ con una significancia $p = 0,000$ ($p < 0,05$), evidenciando diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Este resultado confirma que la aplicación de distintos tipos de abonos orgánicos tuvo un efecto significativo sobre la altura de planta del girasol. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,881$) indica que el 88,1% de la variabilidad total observada en la altura de planta es explicada por el modelo, mientras que el R^2 ajustado (0,811) muestra un alto grado de ajuste considerando el número de factores incluidos. Esto refleja una adecuada capacidad explicativa del modelo estadístico.

4.1.6.1.4. Prueba Tukey para la altura de planta del girasol

Tabla 40

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para la altura de planta del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>
T2	Estiércol de vacuno	2,4180	<i>a</i>
T4	Estiércol de caprino	2,4080	<i>a</i>
T3	Estiércol de cuy	2,2400	<i>b</i>
T1	Testigo	2,1060	<i>c</i>

La Tabla 40 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey para la variable altura de planta del girasol, con el fin de identificar diferencias específicas entre los tratamientos evaluados. Se observa que los tratamientos T2 (estiércol de vacuno) y T4 (estiércol de caprino) conforman un mismo grupo homogéneo (letra “a”), lo que indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos; sin embargo, ambos presentan las mayores medias de altura (2,418 m y 2,408 m, respectivamente), evidenciando un efecto superior en el crecimiento del cultivo. Por otro lado, el

tratamiento T3 (estiércol de cuy) se ubica en un grupo intermedio (letra “b”), mostrando una media de 2,240 m, significativamente inferior a T2 y T4, pero superior al tratamiento testigo. Finalmente, el T1 (testigo) se encuentra en el grupo “c”, con la menor media (2,106 m), siendo estadísticamente diferente de todos los demás tratamientos, lo que refleja un menor desempeño en ausencia de fertilización orgánica.

4.1.6.2. Estadística inferencial para el número de hojas del girasol

4.1.6.2.1. Prueba de normalidad para el número de hojas del girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 41

Resultados del test de normalidad por tratamiento (número de hojas del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Número de hojas	T1	,835	5	,151
	T2	,874	5	,281
	T3	,939	5	,657
	T4	,858	5	,222

La Tabla 41 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado a la variable número de hojas del girasol para cada uno de los tratamientos evaluados. Este análisis permite determinar si los datos siguen una distribución normal, requisito fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas. Los valores de significancia (p-valor) obtenidos fueron: T1 (testigo) $p = 0,151$; T2 (estiércol de vacuno) $p = 0,281$; T3 (estiércol de cuy) $p = 0,657$; y T4 (estiércol de caprino) $p = 0,222$. En todos los casos, los valores de p son mayores que el nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que los datos del

número de hojas presentan una distribución aproximadamente normal en cada tratamiento.

4.1.6.2.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene para el número de hojas del girasol.*

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H₀): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H₁): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H₀ (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H₀ (se asume homogeneidad).

Tabla 42

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el número de hojas del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Altura de planta	Se basa en la media	,628	3	16	,607
	Se basa en la mediana	,186	3	16	,905
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,186	3	12,459	,904
	Se basa en la media recortada	,566	3	16	,645

La Tabla 42 presenta los resultados de la prueba de Levene para verificar el supuesto de homogeneidad de varianzas en la variable número de hojas del girasol entre los tratamientos evaluados. Se observa que los valores de significancia (Sig.) en todas las variantes del test son superiores al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En particular, cuando la prueba se basa en la media se obtuvo $p = 0,607$; basada en la mediana $p = 0,905$; con mediana y grados de libertad ajustados $p = 0,904$; y con media recortada $p = 0,645$. Dado que en todos los casos se cumple que $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la variabilidad del número de hojas entre los tratamientos.

4.1.6.2.3. *Análisis de varianza para el número de hojas del girasol.*

Hipótesis general del modelo:

- Ho: No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H₁: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza Ho (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza Ho.

Tabla 43

Análisis de varianza (ANOVA) para el numero de hojas del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	4,893	4	1,223	3,125	,056
Tratamiento	75,710	3	25,237	64,464	,000
Error	4,698	12	,391		
Total	85,301	19			

a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,913)

La Tabla 43 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de hojas del girasol, con la finalidad de evaluar el efecto de los bloques y tratamientos sobre dicha variable. En cuanto al factor bloque, se observa un valor de $F = 3,125$ con una significancia de $p = 0,056$, el cual es ligeramente superior al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los bloques, aunque el valor cercano al umbral sugiere una posible influencia marginal del factor de bloqueo en la variabilidad de los datos. Por otro lado, el factor tratamiento presenta un valor de $F = 64,464$ con una significancia $p = 0,000$ ($p < 0,05$), lo que evidencia diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Este resultado confirma que la aplicación de los diferentes abonos orgánicos influye de manera significativa en el número de hojas del girasol. Respecto a la variabilidad residual, la media cuadrática del error (0,391) indica un bajo nivel de dispersión no explicado por el modelo, lo que contribuye a la precisión de los resultados obtenidos. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,945$) indica que el 94,5% de la variabilidad total del número de hojas es explicada por el modelo experimental, mientras que el R^2

ajustado (0,913) confirma un alto grado de ajuste considerando los factores incluidos.

4.1.6.2.4. Prueba Tukey para el número de hojas del girasol

Tabla 44

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el número de hojas del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T2	Estiércol de vacuno	27,3540	<i>a</i>	
T4	Estiércol de caprino	27,1000	<i>a</i>	
T3	Estiércol de cuy	24,5340		<i>b</i>
T1	Testigo	22,6280		<i>c</i>

La Tabla 44 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey para la variable número de hojas del girasol, con el objetivo de identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Se observa que los tratamientos T2 (estiércol de vacuno) y T4 (estiércol de caprino) conforman el grupo estadístico “a”, sin diferencias significativas entre ellos, alcanzando las mayores medias con 27,354 y 27,100 hojas, respectivamente. Este resultado evidencia un mayor efecto de estos abonos orgánicos sobre el desarrollo foliar del cultivo. El tratamiento T3 (estiércol de cuy) se ubica en el grupo “b”, con una media de 24,534 hojas, mostrando diferencias significativas respecto a T2 y T4, pero siendo superior al tratamiento testigo. Finalmente, el T1 (testigo) conforma el grupo “c”, con la menor media (22,628 hojas), diferenciándose estadísticamente de todos los demás tratamientos, lo que indica un menor desarrollo del número de hojas en ausencia de fertilización orgánica.

4.1.6.3. Estadística inferencial para diámetro del capítulo del girasol

4.1.6.3.1. Prueba de normalidad para el diámetro del capítulo (cm) del girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución

normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig. < 0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig. \geq 0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 45

Resultados del test de normalidad por tratamiento (diámetro del capítulo del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Número de hojas	T1	,963	5	,831
	T2	,927	5	,577
	T3	,875	5	,289
	T4	,912	5	,482

La Tabla 45 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado a la variable diámetro del capítulo del girasol para cada uno de los tratamientos evaluados. Este análisis permite determinar si los datos siguen una distribución normal, condición necesaria para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas. Los valores de significancia (p-valor) obtenidos fueron: T1 (testigo) $p = 0,831$; T2 (estiércol de vacuno) $p = 0,577$; T3 (estiércol de cuy) $p = 0,289$; y T4 (estiércol de caprino) $p = 0,482$. En todos los casos, los valores de p son superiores al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que los datos del diámetro del capítulo presentan una distribución aproximadamente normal en cada tratamiento evaluado.

4.1.6.3.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el diámetro del capítulo del girasol.

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 46

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el diámetro del capítulo del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Diámetro del capítulo	Se basa en la media	,266	3	16	,849
	Se basa en la mediana	,189	3	16	,902
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,189	3	12,468	,902
	Se basa en la media recortada	,270	3	16	,846

La Tabla 46 presenta los resultados de la prueba de Levene para la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas en la variable diámetro del capítulo del girasol entre los tratamientos evaluados. Se observa que los valores de significancia (Sig.) en todas las variantes del test son superiores al nivel de significancia $\alpha = 0,05$. En particular, los valores obtenidos son: $p = 0,849$ (basado en la media), $p = 0,902$ (basado en la mediana), $p = 0,902$ (mediana con gl ajustados) y $p = 0,846$ (media recortada). Dado que en todos los casos se cumple que $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la variabilidad del diámetro del capítulo entre los tratamientos.

4.1.6.3.3. Análisis de varianza para el diámetro del capítulo del girasol.

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

La Tabla 47 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro del capítulo del girasol, con el objetivo de determinar la influencia de los tratamientos y bloques en dicha variable productiva. En cuanto al factor bloque, se observa un valor $F = 4,635$ con una significancia de $p = 0,017$ ($p < 0,05$), lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente

significativas entre bloques. Esto sugiere que las condiciones experimentales asociadas a los bloques tuvieron un efecto moderado en la variabilidad del diámetro del capítulo. Por otro lado, el factor tratamiento presenta un valor $F = 211,597$ con una significancia $p = 0,000$ ($p < 0,05$), evidenciando diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. Este resultado confirma que la aplicación de los distintos abonos orgánicos influyó de manera determinante en el diámetro del capítulo del girasol. Respecto a la variabilidad no explicada, la media cuadrática del error (0,062) es baja, lo que indica una reducida dispersión residual y una adecuada precisión del experimento. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,982$) indica que el 98,2% de la variabilidad total del diámetro del capítulo es explicada por el modelo, mientras que el R^2 ajustado (0,971) confirma un excelente ajuste estadístico.

Tabla 47

Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro del capítulo del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	1,148	4	,287	4,635	,017
Tratamiento	39,300	3	13,100	211,597	,000
Error	,743	12	,062		
Total	41,191	19			

a. R al cuadrado = ,982 (R al cuadrado ajustada = ,971)

4.1.6.3.4. Prueba Tukey para el diámetro del capítulo del girasol.

Tabla 48

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el diámetro del capítulo del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>
T2	Estiércol de vacuno	18,7200	a
T4	Estiércol de caprino	18,0140	b
T3	Estiércol de cuy	16,5560	c
T1	Testigo	15,0740	d

La Tabla 48 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey para la variable diámetro del capítulo del girasol, con el objetivo de identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. Se observa que el tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanzó la mayor media con 18,720 cm, ubicándose en el grupo estadístico “a”, lo que indica que es significativamente superior a los demás tratamientos. En segundo

lugar, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) obtuvo una media de 18,014 cm y se ubica en el grupo “b”, evidenciando diferencias significativas respecto a T2 y también respecto a los tratamientos inferiores. El tratamiento T3 (estiércol de cuy) presenta una media de 16,556 cm y se ubica en el grupo “c”, mostrando un desempeño intermedio y diferencias significativas tanto con T2 como con T4 y T1. Finalmente, el T1 (testigo) registra la menor media con 15,074 cm, ubicándose en el grupo “d”, siendo estadísticamente diferente de todos los demás tratamientos.

4.1.6.4. Estadística inferencial para el número de semillas por capítulo

4.1.6.4.1. Prueba de normalidad para el número de semillas por capítulo

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig. < 0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig. \geq 0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 49

Resultados del test de normalidad por tratamiento (número de semillas del capítulo del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Número de semillas del capítulo	T1	,975	5	,904
	T2	,921	5	,537
	T3	,953	5	,761
	T4	,946	5	,712

La Tabla 49 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado al número de semillas por capítulo de girasol para cada tratamiento evaluado. Se observa que todos los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) presentan valores de significancia (p) superiores al nivel de $\alpha = 0,05$. Específicamente, T1 reporta $p = 0,904$; T2, $p = 0,537$; T3, $p = 0,761$; y T4, $p = 0,712$. Estos resultados indican que no existen evidencias estadísticas suficientes para rechazar la hipótesis nula de normalidad en ninguno de los

casos. Asimismo, los valores del estadístico de Shapiro–Wilk (cerca de 1) refuerzan la adecuación de los datos a una distribución normal en cada tratamiento, lo cual es consistente con tamaños de muestra pequeños ($n = 5$ por tratamiento). En consecuencia, se concluye que los datos del número de semillas por capítulo cumplen con el supuesto de normalidad, lo que valida la aplicación de pruebas paramétricas para el análisis inferencial, tales como el análisis de varianza (ANOVA).

4.1.6.4.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene para el número de semillas del capítulo del girasol.*

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 50

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el número de semillas del capítulo del girasol.

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Número de semillas por capítulo	Se basa en la media	,519	3	16	,675
	Se basa en la mediana	,192	3	16	,900
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,192	3	13,135	,900
	Se basa en la media recortada	,490	3	16	,694

La Tabla 50 presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene para el número de semillas por capítulo de girasol, considerando diferentes criterios de cálculo (media, mediana, mediana con grados de libertad ajustados y media recortada). Se observa que, en todos los casos, los valores de significancia (Sig.) son superiores al nivel de $\alpha = 0,05$. Específicamente, cuando se basa en la media se obtiene $p = 0,675$; en la mediana, $p = 0,900$; en la mediana con grados de libertad ajustados, $p =$

0,900; y en la media recortada, $p = 0,694$. Estos resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos evaluados. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas, lo que permite afirmar que el supuesto de homocedasticidad se cumple adecuadamente para esta variable. Este hallazgo, junto con la verificación previa de normalidad, respalda la validez del uso de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA), para comparar los efectos de los tratamientos sobre el número de semillas por capítulo del girasol.

4.1.6.4.3. *Análisis de varianza para el número de semillas del capítulo del girasol.*

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 51

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de semillas del capítulo del girasol.

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	2534,634	4	633,658	37,625	,000
Tratamiento	445988,311	3	148662,770	8827,130	,000
Error	202,099	12	16,842		
Total	448725,043	19			

a. R al cuadrado = 1 ,000 (R al cuadrado ajustada = ,999)

La Tabla 51 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el número de semillas por capítulo de girasol, considerando los efectos de bloques y tratamientos. Se observa que el efecto de bloques es estadísticamente significativo ($F = 37,625$; $p = 0,000$), lo que indica la existencia de variabilidad entre bloques, atribuible probablemente a diferencias en las condiciones

experimentales del terreno o factores ambientales no controlados. Sin embargo, el efecto más relevante corresponde a los tratamientos, los cuales muestran un valor de F extremadamente alto ($F = 8827,130$) y una significancia de $p = 0,000$, evidenciando diferencias altamente significativas en el número de semillas por capítulo entre los distintos tipos de abonos orgánicos evaluados. La suma de cuadrados asociada a los tratamientos (445988,311) representa la mayor proporción de la variabilidad total, lo que confirma que el tipo de fertilización aplicada tiene un efecto determinante sobre la variable en estudio. En contraste, el error experimental presenta un valor reducido (media cuadrática = 16,842), lo que sugiere una alta precisión en las mediciones y consistencia en los datos obtenidos. Adicionalmente, el coeficiente de determinación ($R^2 = 1,000$; R^2 ajustado = 0,999) indica que prácticamente el 100% de la variabilidad observada en el número de semillas por capítulo es explicada por el modelo, lo que refleja un excelente ajuste de los datos.

4.1.6.4.4. Prueba Tukey para el número de semillas por capítulo del capítulo del girasol.

Tabla 52

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el número de semillas del capítulo del girasol.

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T2	Estiercol de vacuno	1026,4780	<i>a</i>	
T4	Estiércol de caprino	982,3620		<i>b</i>
T3	Estiércol de cuy	823,6580		<i>c</i>
T1	Testigo	646,5280		<i>d</i>

La Tabla 52 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el número de semillas por capítulo de girasol, permitiendo identificar diferencias específicas entre los tratamientos evaluados. Los resultados muestran que todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, ya que cada uno se ubica en grupos homogéneos distintos (a, b, c y d). El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanza la media más alta (1026,478 semillas), ubicándose en el grupo “a”, lo que indica que es significativamente superior a los demás tratamientos. En segundo lugar, el T4 (estiércol de caprino) presenta una media de 982,362 semillas y se ubica en el grupo “b”, siendo estadísticamente inferior a T2, pero superior al resto. Por su parte, el T3 (estiércol de cuy) registra una

media de 823,658 semillas, ubicándose en el grupo “c”, lo que evidencia un efecto intermedio. Finalmente, el T1 (testigo) muestra la menor media (646,528 semillas), ubicándose en el grupo “d”, siendo significativamente inferior a todos los tratamientos con aplicación de abonos orgánicos. En conjunto, estos resultados confirman que la aplicación de abonos orgánicos influye significativamente en el número de semillas por capítulo del girasol, destacando el estiércol de vacuno como el tratamiento más eficiente, seguido del estiércol de caprino y de cuy, respectivamente.

4.1.6.5. Estadística inferencial para el peso de 1000 semillas de girasol

4.1.6.5.1. Prueba de normalidad para el peso de 1000 semillas de girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 53

Resultados del test de normalidad por tratamiento (peso de semillas de 1000 semillas el girasol(g)) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Peso de 1000 semillas	T1	,946	5	,708
	T2	,944	5	,692
	T3	,861	5	,232
	T4	,887	5	,343

La Tabla 53 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado al peso de 1000 semillas de girasol para cada tratamiento evaluado. Este análisis permite verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad requerido para la aplicación de pruebas paramétricas. Se observa que los valores de significancia (p) para todos los tratamientos son mayores al nivel de $\alpha = 0,05$: T1 (p = 0,708), T2 (p = 0,692), T3 (p = 0,232) y T4 (p = 0,343). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad en

ninguno de los casos, lo que indica que los datos del peso de 1000 semillas se distribuyen de manera aproximadamente normal en cada tratamiento. Asimismo, los estadísticos de Shapiro–Wilk (entre 0,861 y 0,946) se encuentran cercanos a la unidad, lo cual respalda la ausencia de desviaciones importantes respecto a la normalidad. Aunque el tratamiento T3 presenta el valor más bajo (0,861), su nivel de significancia sigue siendo superior a 0,05, por lo que no evidencia incumplimiento del supuesto.

4.1.6.5.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene para el peso de 1000 semillas de girasol*

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 54

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el peso de 1000 semillas de girasol

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Peso de 1000 semillas	Se basa en la media	,133	3	16	,939
	Se basa en la mediana	,068	3	16	,976
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,068	3	14,009	,976
	Se basa en la media recortada	,126	3	16	,943

La Tabla 54 presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene para el peso de 1000 semillas de girasol, considerando diferentes criterios de cálculo (media, mediana, mediana con grados de libertad ajustados y media recortada). Los resultados muestran que los niveles de significancia (Sig.) son ampliamente superiores al nivel crítico de $\alpha = 0,05$ en todos los casos: 0,939 (basado en la media), 0,976 (basado en la mediana), 0,976 (mediana con gl ajustado) y 0,943 (media recortada). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los

tratamientos. Asimismo, los valores del estadístico de Levene son bajos (entre 0,068 y 0,133), lo que refuerza la evidencia de una escasa variabilidad entre las varianzas de los grupos evaluados. Esta consistencia entre los distintos métodos de cálculo confirma la robustez del resultado.

4.1.6.5.3. *Análisis de varianza para el peso de 1000 semillas de girasol*

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 .

Tabla 55

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de 1000 semillas de girasol

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	4,857	4	1,214	25,353	,000
Tratamiento	1301,424	3	433,808	9057,477	,000
Error	,575	12	,048		
Total	1306,855	19			

a. R al cuadrado = 1 ,000 (R al cuadrado ajustada = ,999)

La Tabla 55 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el peso de 1000 semillas de girasol, considerando las fuentes de variación: bloques, tratamientos y error experimental. Se observa que el efecto de los tratamientos es altamente significativo ($F = 9057,477$; $p = 0,000 < 0,05$), lo que indica la existencia de diferencias estadísticas entre los tipos de abonos orgánicos evaluados sobre esta variable. Este resultado evidencia que el peso de 1000 semillas responde de manera diferenciada según el tratamiento aplicado, confirmando la influencia de la fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo. Asimismo, el efecto de bloques también resulta significativo ($F = 25,353$; $p = 0,000$), lo que sugiere la presencia de variabilidad entre las unidades experimentales atribuible a factores de control del diseño (como condiciones edáficas o microambientales). Sin embargo, esta variabilidad ha sido adecuadamente controlada mediante el diseño experimental empleado. Por

otro lado, el error experimental presenta una media cuadrática muy baja (0,048), lo que refleja una alta precisión en las mediciones y una adecuada conducción del experimento. El coeficiente de determinación ($R^2 = 1,000$; R^2 ajustado = 0,999) indica que prácticamente el 100% de la variabilidad total del peso de 1000 semillas es explicada por el modelo (bloques y tratamientos), lo que evidencia un excelente ajuste de los datos.

4.1.6.5.4. Prueba Tukey para el peso de 1000 semillas de girasol

Tabla 56

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el peso de 1000 semillas de girasol

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T2	Estiércol de vacuno	66,9080	<i>a</i>	
T4	Estiércol de caprino	64,3640		<i>b</i>
T3	Estiércol de cuy	55,2840		<i>c</i>
T1	Testigo	46,4540		<i>d</i>

La Tabla 56 presenta la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey para el peso de 1000 semillas de girasol, con el objetivo de identificar diferencias específicas entre tratamientos. Los resultados evidencian la formación de cuatro grupos estadísticamente diferenciados, asignados mediante letras distintas (a, b, c y d), lo que indica que todos los tratamientos difieren significativamente entre sí ($p < 0,05$). El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) alcanza la media más alta (66,9080 g) y se ubica en el grupo “a”, mostrando el mayor efecto positivo sobre el peso de las semillas. En segundo lugar, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) presenta una media de 64,3640 g, correspondiente al grupo “b”, siendo estadísticamente inferior a T2 pero superior al resto de tratamientos. El tratamiento T3 (estiércol de cuy), con una media de 55,2840 g, se ubica en el grupo “c”, evidenciando un efecto intermedio. Finalmente, el tratamiento T1 (testigo) registra la media más baja (46,4540 g) y pertenece al grupo “d”, lo que confirma que la ausencia de fertilización orgánica limita significativamente el peso de 1000 semillas.

4.1.6.6. Estadística inferencial para el peso de semillas por planta girasol

4.1.6.6.1. Prueba de normalidad para el peso de semillas por planta girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 57

Resultados del test de normalidad por tratamiento (peso de semillas por planta (g) del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Peso de semilla por planta	T1	,962	5	,820
	T2	,942	5	,681
	T3	,994	5	,991
	T4	,974	5	,903

La Tabla 57 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado al peso de semillas por planta de girasol para cada uno de los tratamientos evaluados. Se observa que los valores de significancia (p) en todos los tratamientos son superiores al nivel de $\alpha = 0,05$: T1 (p = 0,820), T2 (p = 0,681), T3 (p = 0,991) y T4 (p = 0,903). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que los datos siguen una distribución aproximadamente normal en cada tratamiento. Asimismo, los valores del estadístico de Shapiro–Wilk (entre 0,942 y 0,994) son cercanos a la unidad, lo que evidencia un buen ajuste de los datos a la distribución normal y ausencia de desviaciones importantes.

4.1.6.6.2. Homogeneidad de varianzas de Levene para el peso de semillas por planta de girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05$ → Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05$ → No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 58

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el peso de semillas por planta de girasol

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Peso de semilla por planta	Se basa en la media	,237	3	16	,869
	Se basa en la mediana	,143	3	16	,933
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,143	3	15,434	,933
	Se basa en la media recortada	,226	3	16	,877

La Tabla 58 presenta la verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene para el peso de semillas por planta de girasol, considerando distintos criterios de cálculo. Los resultados evidencian que los valores de significancia (Sig.) son mayores al nivel de $\alpha = 0,05$ en todos los casos: 0,869 (basado en la media), 0,933 (basado en la mediana), 0,933 (mediana con grados de libertad ajustados) y 0,877 (media recortada). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los tratamientos, lo que indica que las varianzas son estadísticamente homogéneas. Asimismo, los valores del estadístico de Levene (entre 0,143 y 0,237) son bajos, lo que refuerza la evidencia de una escasa dispersión diferencial entre los grupos evaluados. La consistencia de los resultados a través de los distintos métodos de cálculo confirma la robustez del análisis.

4.1.6.6.3. Análisis de varianza para el peso de semillas por planta de girasol

Hipótesis general del modelo:

- H_0 : No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- H_1 : Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05$ → Se rechaza H_0 (existen diferencias).
- Si $p > 0,05$ → No se rechaza H_0 .

Tabla 59

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de semillas por planta de girasol

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	42,298	4	10,575	23,373	,000
Tratamiento	8700,789	3	2900,263	6410,460	,000
Error	5,429	12	,452		
Total	8748,516	19			

a. R al cuadrado = 0,999 (R al cuadrado ajustada = ,999)

La Tabla 59 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el peso de semillas por planta de girasol, considerando como fuentes de variación los bloques, los tratamientos y el error experimental. Se evidencia que el efecto de los tratamientos es altamente significativo ($F = 6410,460$; $p = 0,000 < 0,05$), lo que indica que existen diferencias estadísticas entre los abonos orgánicos evaluados respecto al peso de semillas por planta. Este resultado confirma que la aplicación de diferentes tipos de abonos influye de manera significativa en el rendimiento productivo del cultivo. Asimismo, el efecto de los bloques también resulta significativo ($F = 23,373$; $p = 0,000$), lo que sugiere la presencia de variabilidad atribuible a factores propios del diseño experimental, tales como condiciones del suelo o del microambiente. No obstante, esta variación ha sido adecuadamente controlada mediante la estructura del diseño. Por otro lado, el error experimental presenta una media cuadrática baja (0,452), lo que refleja precisión en las mediciones y una adecuada ejecución del experimento. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,999$; R^2 ajustado = 0,999) indica que el 99,9% de la variabilidad total del peso de semillas por planta es explicada por el modelo, evidenciando un excelente ajuste de los datos.

4.1.6.6.4. Prueba Tukey para el peso de semillas por planta de girasol

Tabla 60

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el peso de semillas por planta (g) de girasol

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>		
T2	Estiércol de vacuno	99,7920	<i>a</i>		
T4	Estiércol de caprino	92,8160		<i>b</i>	
T3	Estiércol de cuy	73,2540			<i>c</i>
T1	Testigo	46,0120			<i>d</i>

La Tabla 60 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey para el peso de semillas por planta de girasol, con el propósito de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados muestran la formación de cuatro grupos estadísticamente distintos, representados por letras diferentes (a, b, c y d), lo que indica que existen diferencias significativas entre todos los tratamientos ($p < 0,05$). El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) registra la mayor media (99,7920 g) y se ubica en el grupo “a”, evidenciando el mayor efecto positivo sobre esta variable productiva. En segundo lugar, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) presenta una media de 92,8160 g, correspondiente al grupo “b”, siendo estadísticamente inferior a T2, pero superior a los demás tratamientos. El tratamiento T3 (estiércol de cuy), con una media de 73,2540 g, se ubica en el grupo “c”, mostrando un efecto intermedio. Finalmente, el tratamiento T1 (testigo) alcanza la menor media (46,0120 g) y pertenece al grupo “d”, lo que confirma que la ausencia de fertilización orgánica limita significativamente la producción de semillas por planta.

4.1.6.7. Estadística inferencial para el rendimiento del girasol

4.1.6.7.1. Prueba de normalidad para el rendimiento estimado del girasol

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alternativa (H_1): Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio de decisión:

Si **Sig.** < **0,05**, rechazamos H_0 ; si **Sig.** \geq **0,05**, no se rechaza H_0

Tabla 61

Resultados del test de normalidad por tratamiento (rendimiento (kg/ha) del girasol) mediante Shapiro–Wilk

	<i>Trat.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Rendimiento	T1	,964	5	,839
	T2	,957	5	,789
	T3	,953	5	,759
	T4	,973	5	,897

La Tabla 61 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro–Wilk aplicado al rendimiento de girasol (kg/ha) para cada uno de los tratamientos evaluados. Se observa que los valores de significancia (p) en todos los casos son superiores al nivel de $\alpha = 0,05$: T1 (p = 0,839), T2 (p = 0,789), T3 (p = 0,759) y T4 (p = 0,897). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que indica que los datos de rendimiento se distribuyen aproximadamente de forma normal en cada tratamiento. Asimismo, los estadísticos de Shapiro–Wilk (entre 0,953 y 0,973) se encuentran próximos a la unidad, lo que evidencia un adecuado ajuste de los datos a la distribución normal y ausencia de desviaciones relevantes.

4.1.6.7.2. *Homogeneidad de varianzas de Levene para el rendimiento (kg/ha) del girasol*

Planteamiento de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas son iguales entre los grupos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Criterio de decisión:

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (no hay homogeneidad de varianzas).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0 (se asume homogeneidad).

Tabla 62

Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para el rendimiento (kg/ha) del girasol

		<i>Estadístico de Levene</i>	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento	Se basa en la media	,103	3	16	,957
	Se basa en la mediana	,047	3	16	,986
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,047	3	15,116	,986
	Se basa en la media recortada	,102	3	16	,958

En la tabla 62 los resultados evidencian que los valores de significancia (Sig.) son ampliamente superiores al nivel de $\alpha = 0,05$ en todos los casos: 0,957 (basado en la media), 0,986 (basado en la mediana), 0,986 (mediana con gl ajustado) y 0,958 (media recortada). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los tratamientos, lo que indica que

se cumple el supuesto de homogeneidad. Asimismo, los estadísticos de Levene son muy bajos (entre 0,047 y 0,103), lo que refleja una escasa variabilidad entre las varianzas de los grupos evaluados. La consistencia de estos resultados en los diferentes métodos de estimación refuerza la solidez del supuesto estadístico.

4.1.6.7.3. *Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) del girasol*

Hipótesis general del modelo:

- Ho: No existen diferencias significativas entre tratamientos.
- Hi: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza Ho (existen diferencias).
- Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza Ho.

Tabla 63

Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento (kg/ha) del girasol

<i>Origen</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Bloque	29694,093	4	7423,523	18,462	,000
Tratamiento	9041678,893	3	3013892,964	7495,573	,000
Error	4825,077	12	402,090		
Total	9076198,062	19			

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,999)

La Tabla 63 presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del girasol (kg/ha), considerando las fuentes de variación: bloques, tratamientos y error experimental. Los resultados evidencian que el efecto de los tratamientos es altamente significativo ($F = 7495,573$; $p = 0,000 < 0,05$), lo que indica la existencia de diferencias estadísticas entre los distintos tipos de abonos orgánicos evaluados. En consecuencia, se confirma que la aplicación de los tratamientos influye de manera determinante en el rendimiento del cultivo de girasol. Asimismo, el efecto de los bloques también resulta significativo ($F = 18,462$; $p = 0,000$), lo que sugiere la presencia de variabilidad asociada a condiciones experimentales controladas mediante el diseño (posibles diferencias de suelo, microambiente u otras fuentes de variación). No obstante, esta variabilidad ha sido adecuadamente controlada. Por otro lado, el error

experimental presenta una media cuadrática relativamente baja (402,090), lo que refleja una adecuada precisión en la conducción del experimento y consistencia en los datos obtenidos. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,999$; R^2 ajustado = 0,999) indica que el 99,9% de la variabilidad total del rendimiento es explicada por el modelo estadístico, lo que evidencia un ajuste altamente eficiente.

4.1.6.7.4. Prueba Tukey para el rendimiento (kg/ha) del girasol

Tabla 64

Análisis de diferencias entre medias mediante Tukey para el rendimiento (kg/ha) del girasol

<i>Tratamientos</i>	<i>Dosis de estiércol</i>	<i>Medias</i>	<i>Sig.</i>	
T2	Estiercol de vacuno	3670,5320	a	
T4	Estiércol de caprino	3454,6480		b
T3	Estiércol de cuy	2760,4460		c
T1	Testigo	1950,5520		D

La Tabla 64 presenta la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey para el rendimiento del girasol (kg/ha), con el objetivo de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados evidencian la formación de cuatro grupos homogéneos diferenciados estadísticamente, representados por letras distintas (a, b, c y d), lo que indica que todos los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí ($p < 0,05$). El tratamiento T2 (estiércol de vacuno) registra el mayor rendimiento promedio (3670,532 kg/ha) y se ubica en el grupo “a”, evidenciando su superioridad estadística frente a los demás tratamientos. En segundo lugar, el tratamiento T4 (estiércol de caprino) alcanza un rendimiento de 3454,648 kg/ha, correspondiente al grupo “b”, mostrando un efecto significativamente menor al T2, pero superior al resto de tratamientos. El tratamiento T3 (estiércol de cuy), con 2760,446 kg/ha, se ubica en el grupo “c”, evidenciando un comportamiento intermedio. Finalmente, el tratamiento T1 (testigo) presenta el menor rendimiento (1950,552 kg/ha) y pertenece al grupo “d”, lo que confirma la baja productividad del cultivo en ausencia de fertilización orgánica.

4.2. Discusiones

La investigación analizó la influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol en Luricocha, Huanta. Los resultados mostraron que la aplicación de estiércoles orgánicos, especialmente de cuy y vacuno, mejoró significativamente la precocidad del cultivo en sus principales etapas fenológicas. Esto evidencia que los nutrientes aportados por los abonos orgánicos favorecen los procesos fisiológicos de la planta, acelerando su desarrollo y optimizando su crecimiento.

En relación con la etapa de emergencia, el tratamiento con estiércol de vacuno (T2) presentó la menor media de días (6,802), superando claramente al tratamiento testigo (8,268 días). Este resultado sugiere que el estiércol vacuno favoreció una mayor disponibilidad de nitrógeno y materia orgánica, mejorando las condiciones físicas y biológicas del suelo para la germinación. Desde una perspectiva fisiológica, la rápida emergencia puede asociarse a una mejor retención de humedad y mayor actividad microbiana, factores esenciales durante las primeras fases del desarrollo vegetal. Estos resultados señalaron que la aplicación de abonos orgánicos mejora la estructura del suelo y acelera la germinación en cultivos oleaginosos. Asimismo, Baca Villagómez (2025), en México, encontró que las plantas emergen a los 11 y 14 días desde la fecha de siembra.

En relación con la etapa de emergencia, los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de estiércol bovino favoreció el establecimiento inicial del cultivo debido al mejoramiento de las propiedades biológicas y físicas del suelo. Diversas investigaciones recientes han demostrado que los abonos orgánicos incrementan la actividad microbiana, estimulan la mineralización de nutrientes y mejoran la disponibilidad de elementos esenciales para el crecimiento vegetal. En este sentido, Paco Pérez et al. (2022) señalaron que la mineralización del estiércol bovino incrementa significativamente la población bacteriana y fúngica del suelo, favoreciendo la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos. De manera similar, Valencia Simisterra et al. (2025) reportaron que la aplicación de estiércol animal mejora la actividad microbiológica, la estructura del suelo y la fertilidad edáfica, contribuyendo al incremento del rendimiento agrícola. Asimismo, Torri y Pérez Carrera (2024) indicaron que la

incorporación de estiércol como enmienda orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo condiciones adecuadas para la germinación y el crecimiento inicial de las plantas. Estos antecedentes permiten sostener que los abonos orgánicos constituyen una alternativa sostenible para mejorar la emergencia y el desarrollo temprano del cultivo de girasol al incrementar la actividad biológica y la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Respecto a la etapa de botón floral, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) registró la menor media con 39,282 días, mientras que el tratamiento testigo presentó 44,702 días, observándose una diferencia de 5,420 días que evidencia una mayor precocidad fenológica del cultivo de girasol. Este comportamiento indica que la aplicación de estiércol de cuy favoreció la transición de la fase vegetativa hacia la fase reproductiva, permitiendo una formación más temprana del botón floral. Dicho resultado constituye una ventaja agronómica importante, debido a que una menor duración de las etapas fenológicas permite optimizar el ciclo del cultivo y mejorar su adaptación a las condiciones ambientales de Luricocha, Huanta.

Baca Villagómez (2025) reportó que el inicio de la etapa reproductiva (aparición del botón floral) ocurrió aproximadamente a los 64–65 días después de la siembra (DDS), observándose el 25 % de plantas con botón floral a los 64 DDS en el ciclo 2021 y a los 65 DDS en el ciclo 2019. Asimismo, el 80 % de las plantas alcanzó esta fase entre los 68 y 71 DDS, dependiendo de las condiciones ambientales. Estos resultados evidencian que la aparición del botón floral en girasol está influenciada por factores climáticos, principalmente la disponibilidad hídrica durante el crecimiento vegetativo. Estos resultados coinciden con los reportados por Sefaoğlu (2021), quien evaluó la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en girasol y encontró que los tratamientos con fuentes orgánicas promovieron un desarrollo más eficiente de las fases reproductivas, favoreciendo la floración y el rendimiento del cultivo. De manera similar, Tabassum (2021) observó que la aplicación de estiércol bovino y vermicompost aceleró significativamente el crecimiento y desarrollo fenológico del girasol en comparación con los tratamientos sin fertilización orgánica. Asimismo, Chaithra y Sujith (2021) reportaron que la incorporación de estiércol de corral incrementó el número de hojas, el área foliar y

la acumulación de materia seca, favoreciendo una diferenciación floral más temprana.

En cuanto a la floración, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) presentó el mejor comportamiento fenológico, alcanzando esta etapa a los 52,94 días después de la siembra, mientras que el tratamiento testigo registró 58,64 días, observándose una diferencia de 5,70 días a favor del tratamiento orgánico. Estos resultados evidencian que la aplicación de estiércol de cuy aceleró significativamente el desarrollo reproductivo del cultivo de girasol, favoreciendo una transición más rápida desde la fase vegetativa hacia la floración. Asimismo, los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Baca Villagómez (2025), quien encontró que la floración del girasol ocurrió aproximadamente a los 77 días después de la siembra. La menor duración observada en el presente estudio podría atribuirse al efecto favorable de los abonos orgánicos, particularmente del estiércol de cuy, que mejoró la disponibilidad de nutrientes y aceleró los procesos fisiológicos relacionados con la transición hacia la fase reproductiva.

Los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por Sefaoğlu (2021), quien encontró que la aplicación de fertilizantes orgánicos en girasol favoreció el crecimiento y adelantó las etapas reproductivas del cultivo, logrando una floración más temprana en comparación con los tratamientos convencionales. De igual manera, Alzamel et al. (2022) observaron que la incorporación de fertilizantes orgánicos mejoró significativamente el crecimiento, desarrollo y productividad del girasol debido al incremento de la disponibilidad de nutrientes esenciales, especialmente fósforo y nitrógeno, durante las etapas críticas del desarrollo vegetal.

A nivel nacional, los resultados coinciden con los obtenidos por diversos investigadores peruanos que reportaron una reducción del periodo vegetativo y una mayor precocidad fenológica en cultivos fertilizados con estiércoles animales. Asimismo, estudios realizados en sistemas agrícolas de la sierra peruana indican que la incorporación de materia orgánica mejora la disponibilidad de nutrientes y favorece una floración más uniforme. Del mismo modo, investigaciones desarrolladas en cultivos de maíz y quinua bajo condiciones altoandinas

demonstraron que la fertilización orgánica contribuye a acelerar la formación de estructuras reproductivas debido a la liberación gradual de nutrientes.

Respecto al llenado de semillas, el tratamiento con estiércol de cuy (T3) registró la menor media con 71,514 días, mientras que el tratamiento testigo alcanzó 76,716 días, observándose una diferencia de 5,202 días. Estos resultados evidencian que la aplicación de estiércol de cuy favoreció una mayor precocidad en el proceso de formación y llenado de semillas, permitiendo que las plantas completaran esta etapa fisiológica en un menor tiempo. La reducción observada indica una mejor eficiencia en la movilización y acumulación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, aspecto fundamental para la formación del rendimiento en el cultivo de girasol.

Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Baca Villagómez (2025), quien observó que la etapa de llenado de semillas en el cultivo de girasol se presentó entre los 85 y 89 días después de la siembra. La reducción observada en el presente estudio podría atribuirse al efecto de los abonos orgánicos, particularmente del estiércol de cuy, que favoreció una mayor disponibilidad de nutrientes durante las etapas reproductivas y aceleró los procesos fisiológicos asociados al llenado de semillas. Aguirrezábal et al. (1996) señalan que el periodo de llenado de semillas en girasol generalmente ocurre entre los estados fenológicos R6 y R9, aproximadamente entre 80 y 110 días después de la siembra, dependiendo del híbrido, la temperatura, la disponibilidad hídrica y la nutrición mineral.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Alzamel et al. (2022), quienes encontraron que la aplicación de fertilizantes orgánicos mejoró significativamente el crecimiento, desarrollo y productividad del girasol, favoreciendo una mayor eficiencia fisiológica durante las etapas reproductivas. Asimismo, Mokgolo et al. (2024) señalaron que las fuentes orgánicas de nutrientes incrementan la actividad biológica del suelo y mejoran la absorción de nutrientes, contribuyendo a una adecuada formación y llenado de los granos en cultivos oleaginosos. Estos autores observaron que los tratamientos con abonos orgánicos permitieron una mejor utilización de los recursos nutricionales durante las fases críticas del desarrollo reproductivo.

En relación con la madurez fisiológica, el tratamiento con estiércol de cuy presentó la menor media (98,452 días), mientras que el testigo alcanzó la mayor duración del ciclo (104,474 días). Estos resultados evidencian que la fertilización orgánica contribuye a reducir el ciclo fenológico total del cultivo. Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Baca Villagómez (2025), quien encontró que la madurez fisiológica del girasol ocurrió aproximadamente entre 115 y 120 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones ambientales y la disponibilidad de humedad. De igual manera, Aguirrezábal et al. (1996) señalaron que la duración total del ciclo fenológico del girasol generalmente fluctúa entre 110 y 140 días, variando según el genotipo, la temperatura, la radiación solar y el manejo nutricional. La menor duración observada en el presente estudio sugiere que la fertilización orgánica favoreció una mayor eficiencia fisiológica durante el desarrollo del cultivo.

Asimismo, los resultados coinciden con los hallazgos de Alzamel et al. (2022), quienes reportaron que la aplicación de fertilizantes orgánicos incrementó la eficiencia en la absorción de nutrientes y aceleró el desarrollo reproductivo del girasol, permitiendo una maduración más temprana. De manera similar, Mokgolo et al. (2024) observaron que la utilización de estiércoles orgánicos mejoró el crecimiento y la productividad del girasol, favoreciendo una utilización más eficiente de los recursos edáficos durante las etapas finales del cultivo.

En relación con la altura de planta, el tratamiento con estiércol de vacuno (T2) alcanzó la mayor media con 2,418 m, seguido por el tratamiento con estiércol de caprino (T4) con 2,408 m, mientras que el tratamiento testigo presentó la menor altura promedio con 2,106 m. Esto representa un incremento de 0,312 m (14,82 %) y 0,302 m (14,34 %), respectivamente, respecto al tratamiento sin aplicación de abonos orgánicos. Estos resultados evidencian que la incorporación de estiércoles animales favoreció significativamente el crecimiento longitudinal del girasol, mejorando el desarrollo vegetativo de las plantas. Gutiérrez (2013), indica que los tratamientos con abonos orgánicos mejora en el desarrollo vegetativo del girasol cuando se aplicaron enmiendas orgánicas.

Mokgolo et al. (2024) evaluaron diferentes fuentes de estiércol orgánico en girasol y reportaron alturas de planta que oscilaron entre 1,80 y 2,30 m, observando

que los tratamientos con fertilización orgánica presentaron plantas significativamente más altas que los tratamientos sin aplicación de abonos. Los autores concluyeron que los estiércoles mejoran la disponibilidad de nutrientes y favorecen el crecimiento vegetativo del cultivo. Baca Villagómez (2025) reportó alturas de planta comprendidas entre 1,70 y 2,50 m, dependiendo del genotipo y de las condiciones ambientales. La autora señala que la altura constituye uno de los indicadores más importantes del vigor vegetativo y del potencial productivo del cultivo. Alzamel et al. (2022) reportaron que la aplicación de fertilizantes orgánicos incrementó significativamente la altura de planta del girasol, alcanzando valores cercanos a 2,0 m, superiores a los tratamientos con manejo convencional. Los autores atribuyeron este efecto al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo y a una mayor disponibilidad de nitrógeno y fósforo. Crista et al. (2023) reportaron alturas promedio de girasol entre 160 y 210 cm, dependiendo del nivel de fertilización orgánica y mineral aplicada y en sistemas con fertilización integrada, se observaron plantas de hasta 205 cm, mientras que el testigo alcanzó aproximadamente 160–170 cm.

Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de abonos orgánicos influyó significativamente en el desarrollo foliar del girasol (*Helianthus annuus* L.), observándose que el tratamiento con estiércol de vacuno alcanzó el mayor promedio (27,354 hojas), seguido del estiércol de caprino (27,100 hojas), mientras que el testigo presentó un menor valor (22,628 hojas). Esta diferencia representa un incremento aproximado del 21–22% respecto al tratamiento sin fertilización orgánica, lo que confirma el efecto positivo de los abonos orgánicos en la emisión de hojas.

Andriulo et al. (2006) evaluaron la dinámica del nitrógeno en sistemas agrícolas con aplicación de estiércol y reportaron que el incremento de materia orgánica mejora significativamente el crecimiento vegetativo en cultivos oleaginosos, observando aumentos de 18% a 25% en área foliar y número de hojas. Jarecki et al. (2022) determinaron que la aplicación de fertilización orgánica y nitrogenada en girasol incrementa significativamente parámetros vegetativos, reportando aumentos de 15% a 30% en número de hojas y biomasa foliar. Connor y Hall (1997) reportaron que plantas bien nutridas alcanzaron entre 24 y 30 hojas

funcionales, mientras que plantas con deficiencia nutricional no superaron las 20 hojas. Este comportamiento concuerda con los resultados obtenidos en Luricocha, donde los tratamientos orgánicos (27,1–27,35 hojas) superaron ampliamente al testigo (22,6 hojas). Reddy et al. encontraron que la aplicación de estiércol incrementó el número de hojas entre 18% y 25% respecto al control sin fertilización. Villagómez (2025) evaluó el efecto de abonos orgánicos en cultivos oleaginosos, reportando valores de 23 a 28 hojas por planta en tratamientos con estiércol, frente a 20 hojas en el control.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias claras en el diámetro del capítulo del girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de la aplicación de abonos orgánicos. El tratamiento T2 alcanzó la mayor media con 18,720 cm, seguido de T4 con 18,014 cm, mientras que el testigo registró el menor valor con 15,074 cm. Esto representa un incremento aproximado de 23.7% en T2 y 19.5% en T4 respecto al tratamiento sin fertilización orgánica, lo que demuestra un efecto positivo de los abonos orgánicos sobre el desarrollo reproductivo del cultivo. Seiler y Gulya (2015), en estudios del USDA sobre mejoramiento y nutrición del girasol, reportaron que una adecuada disponibilidad de fósforo incrementa significativamente el diámetro del capítulo, con valores que oscilan entre 16 cm y 20 cm, dependiendo del manejo nutricional. Ahmad et al. (2021). evaluaron la respuesta del girasol a fertilización orgánica y reportaron que el uso de estiércol incrementa el diámetro del capítulo entre 12% y 28%, dependiendo del tipo de abono y condiciones del suelo.

Estudios recientes confirman estos resultados. Mallick y Majumder (2023) reportaron diámetros de capítulo entre 16.5 cm y 22.3 cm en girasol bajo manejo orgánico e integrado; señalan que la aplicación de fertilización orgánica en girasol mejora significativamente los componentes del rendimiento, incluyendo el diámetro del capítulo, debido a una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y mejora del suelo. De manera similar, Tasswar et al. (2023) encontraron valores de 15.8 cm a 21.7 cm, con mayor desarrollo en tratamientos con compost orgánico. Además indica que el uso de compost orgánico en *Helianthus annuus* L. incrementó los parámetros morfológicos del cultivo, incluyendo un aumento significativo en el desarrollo de estructuras florales, asociado a mejoras en la actividad microbiana del

suelo y disponibilidad de nutrientes. Asimismo, Crista et al. (2023) reportaron que la fertilización orgánica combinada mejora la calidad fisiológica del cultivo de girasol, aumentando el desarrollo del capítulo floral en comparación con fertilización convencional.

En relación con el número de semillas por capítulo, el tratamiento T2 registró la mayor media con 1026,478 semillas, superando ampliamente al tratamiento testigo con 646,528 semillas, lo que representa un incremento aproximado de 58,7 %. Este resultado evidencia que la fertilización orgánica favorece significativamente la formación y cuajado de semillas en el girasol. Desde una perspectiva agronómica, este comportamiento se explica por la liberación progresiva de nutrientes esenciales (N, P y K) provenientes del estiércol de vacuno, lo cual mejora la nutrición del cultivo durante la fase crítica de floración y fecundación. El fósforo, en particular, desempeña un rol clave en la transferencia energética (ATP), favoreciendo la viabilidad del polen y el éxito de la fecundación.

Resultados similares fueron reportados por Mallick y Majumder (2023), quienes indican que el girasol bajo manejo orgánico e integrado puede alcanzar entre 850 y 1100 semillas por capítulo, valores que se encuentran en concordancia con los obtenidos en el presente estudio. Asimismo, Tasswar et al. (2023) reportaron incrementos de 40 a 60 % en el número de semillas al utilizar compost orgánico, lo cual coincide con el incremento de 58,7 % observado en T2 respecto al testigo.

En el presente estudio, el peso de 1000 semillas del girasol mostró diferencias significativas entre tratamientos, donde el T2 (estiércol de vacuno) alcanzó la mayor media con 66,908 g, seguido del estiércol de caprino con 64,364 g, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor valor con 46,454 g. Estos resultados evidencian un incremento de 44,1 % en T2 respecto al testigo, lo que demuestra el efecto positivo de los abonos orgánicos en el llenado y acumulación de reservas en las semillas.

Resultados similares han sido reportados por Mallick y Majumder (2023), quienes indican que el peso de 1000 semillas en girasol bajo fertilización orgánica e integrada oscila entre 55 y 70 g, dependiendo del manejo nutricional aplicado.

Estos valores se encuentran en concordancia con los obtenidos en el presente estudio, donde el T2 alcanzó 66,908 g, ubicándose dentro del rango óptimo de productividad. De igual manera, Crista et al. (2023) reportaron que la fertilización compleja en girasol incrementa el peso de 1000 semillas en rangos de 50 a 68 g, atribuyendo este comportamiento a una mayor disponibilidad de fósforo y potasio, nutrientes clave en la formación y llenado de semillas.

En el presente estudio, el peso de semillas por planta del girasol (*Helianthus annuus* L.) mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El estiércol de vacuno (T2) registró la mayor media con 99,792 g, seguido del estiércol de caprino con 92,816 g, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor valor con 46,012 g. Estos resultados evidencian un incremento de 117,2 % en T2 respecto al testigo, lo que demuestra que la fertilización orgánica incrementa de manera significativa la capacidad productiva individual del cultivo.

Mallick y Majumder (2023) reportan que el uso de fertilización orgánica e integrada en girasol incrementa el rendimiento por planta en rangos de 80 a 120 g, dependiendo del manejo nutricional. Crista et al. (2023) se reportaron rendimientos por planta entre 85 y 130 g, observándose incrementos significativos en tratamientos con mayor disponibilidad de fósforo y potasio.

Desde el punto de vista agronómico, este incremento refleja una mayor eficiencia en la conversión de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, lo que se traduce en una mayor acumulación de biomasa en las semillas. La diferencia observada evidencia que la ausencia de fertilización orgánica limita de forma marcada el potencial productivo del girasol, reduciendo su capacidad de respuesta en la fase de llenado de grano.

Respecto al rendimiento estimado por hectárea, el tratamiento T2 alcanzó el mayor promedio con 3670,532 kg/ha, seguido por T4 con 3454,648 kg/ha, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor rendimiento (1950,552 kg/ha). Estos resultados demuestran que el estiércol de vacuno fue el tratamiento más eficiente para incrementar la productividad del girasol en las condiciones agroecológicas de Luricocha. La superioridad productiva observada puede explicarse por la mejora integral de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que permitió

un desarrollo más equilibrado del cultivo durante todas sus fases fenológicas. Gutiérrez (2013) encontraron que la aplicación de 6 a 8 t ha⁻¹ de estiércol de vacuno, combinada con mayor densidad de plantas, permitió alcanzar rendimientos de hasta 3149.6 kg ha⁻¹, superando significativamente a los tratamientos sin abonamiento.

Sefaoğlu (2021) obtuvo el rendimiento de semilla (4854 kg ha⁻¹) superiores respecto a los hallazgos de Villagómez (2025) obtuvo rendimiento de 1580 kg/ha, 1690 kg/ha y 1900 kg/ha. Sin embargo, los resultados coinciden con lo reportado por Arenas et al. (2021), quienes encontraron incrementos significativos en el rendimiento del girasol mediante la aplicación de biofertilizantes y fuentes orgánicas de nutrientes, atribuyendo este efecto a una mayor disponibilidad de nitrógeno y a la mejora de las propiedades físicas del suelo. De manera similar, Maucieri et al. (2022) señalaron que el uso de fertilizantes orgánicos favorece la productividad de los cultivos al incrementar la actividad biológica del suelo y optimizar la absorción de nutrientes por las plantas. Asimismo, Valencia Simisterra et al. (2025) concluyeron que la aplicación continua de estiércoles animales mejora la fertilidad edáfica y contribuye al incremento sostenido del rendimiento agrícola. Por otra parte, Paco Pérez et al. (2022) reportaron que la mineralización del estiércol bovino favorece la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento y producción de los cultivos. Estos resultados permiten inferir que los abonos orgánicos constituyen una alternativa sostenible para incrementar la productividad del girasol, debido a que mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo el crecimiento vegetativo y la formación de estructuras reproductivas responsables del rendimiento final.

En relación con los costos de producción, el tratamiento testigo (T1) presentó el menor costo total (S/. 5504.50), debido a la ausencia de inversión en abonos orgánicos. Sin embargo, este menor costo no se tradujo en una mayor rentabilidad, ya que los bajos niveles de productividad limitaron significativamente los ingresos obtenidos. Por el contrario, el tratamiento T2 (estiércol de vacuno), a pesar de registrar un costo total superior (S/. 8482.00), alcanzó el mayor rendimiento y utilidad neta, evidenciando que la inversión en fertilización orgánica fue económicamente eficiente. Estudios recientes respaldan estos hallazgos. Mallick y Majumder (2023) señalan que los sistemas de producción de girasol con

manejo orgánico presentan mayores costos iniciales, pero generan incrementos de rendimiento de hasta 30–60 %, lo que mejora significativamente la rentabilidad neta del cultivo. De manera similar, Crista et al. (2023) reportan que la fertilización orgánica en girasol incrementa la productividad y la eficiencia económica del sistema agrícola, observándose mejoras en el margen bruto debido al aumento del rendimiento por hectárea, compensando ampliamente los costos adicionales de insumos orgánicos.

Respecto a la relación beneficio/costo (B/C), el tratamiento T2 presentó el valor más alto (1.64), indicando que por cada sol invertido se obtuvo una ganancia de S/. 0.64. Este resultado demuestra una elevada eficiencia económica de la fertilización con estiércol de vacuno. En contraste, el tratamiento testigo y el tratamiento con estiércol de cuy alcanzaron relaciones B/C similares (1.35), evidenciando menores niveles de rentabilidad. Estudios recientes confirman estos resultados. Mallick y Majumder (2023) reportan que sistemas de producción de girasol bajo manejo orgánico presentan relaciones B/C entre 1.40 y 1.70, dependiendo del tipo de fertilización utilizada, destacando el estiércol bovino como el más eficiente económicamente. De manera similar, Crista et al. (2023) señalan que la fertilización orgánica en girasol incrementa la rentabilidad del cultivo debido al aumento del rendimiento por hectárea, alcanzando relaciones B/C superiores a 1.5 en sistemas con manejo nutricional adecuado. El INIA (2021) reporta que en sistemas agrícolas peruanos el uso de abonos orgánicos genera relaciones B/C entre 1.30 y 1.65, dependiendo de la dosis aplicada y las condiciones agroecológicas, destacando su viabilidad económica en cultivos andinos y oleaginosos. Asimismo, More et al. (2024) encontraron que los sistemas con fertilización orgánica integrada pueden alcanzar relaciones económicas favorables con B/C superiores a 3.0, lo cual se asocia directamente con una disminución del costo unitario debido al incremento del rendimiento del girasol.

En relación con la rentabilidad porcentual, el tratamiento T2 alcanzó el valor más elevado (64.44 %), seguido por T4 (45.77 %). Estos resultados indican que la fertilización orgánica permitió maximizar la eficiencia económica del cultivo de girasol. Estudios recientes confirman estos hallazgos. Mallick y Majumder (2023) reportan que sistemas de producción de girasol con fertilización orgánica presentan

incrementos de rentabilidad entre 40 % y 70 %, debido al aumento del rendimiento por hectárea y la mejora de la eficiencia en el uso de nutrientes. De manera similar, Crista et al. (2023) señalan que la fertilización orgánica e integrada en girasol incrementa significativamente la eficiencia económica del cultivo, alcanzando mejoras de rentabilidad superiores al 50 %, especialmente en tratamientos con estiércol bovino y compost. INIA (2021) indica que el uso de abonos orgánicos en sistemas agrícolas peruanos genera incrementos de rentabilidad entre 35 % y 65 %, dependiendo del tipo de cultivo y la dosis aplicada, destacando su viabilidad económica en sistemas andinos.

Respecto al costo unitario de producción, el tratamiento T2 presentó el menor valor (S/. 2.31/kg), demostrando que mayores niveles de rendimiento permitieron reducir el costo relativo por kilogramo producido. Según la FAO (2023), el costo unitario disminuye cuando el incremento del rendimiento es mayor que el incremento de los costos de producción. En este caso, el estiércol de vacuno mejoró la fertilidad del suelo, incrementando la productividad del cultivo. De manera comparativa, estudios internacionales reportan costos unitarios de girasol entre S/. 0.94 y S/. 1.50/kg en sistemas altamente tecnificados, mientras que en sistemas andinos los valores pueden oscilar entre S/. 2.20 y S/. 3.10/kg, lo que ubica al presente estudio dentro de rangos regionalmente aceptables.

En cuanto al punto de equilibrio, los tratamientos con fertilización orgánica presentaron mayores requerimientos de producción para cubrir costos; sin embargo, dichos niveles fueron ampliamente superados gracias al incremento significativo del rendimiento. Esto demuestra que, aunque los abonos orgánicos implican mayores costos iniciales, generan retornos económicos superiores y más sostenibles en el tiempo.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación aporta evidencia científica relevante sobre la viabilidad económica del uso de abonos orgánicos en el cultivo de girasol bajo condiciones agroecológicas de Huanta. Asimismo, fortalece el enfoque agroecológico promovido por la Food and Agriculture Organization, orientado hacia sistemas agrícolas sostenibles, resilientes y económicamente rentables.

En términos prácticos, los resultados constituyen una referencia importante para agricultores, técnicos agrarios y programas de desarrollo rural, ya que demuestran que el estiércol de vacuno representa la alternativa más eficiente para incrementar productividad y rentabilidad en el cultivo de girasol. Además, el estudio contribuye a promover prácticas agrícolas sostenibles que reducen la dependencia de fertilizantes químicos y fortalecen el aprovechamiento de recursos locales. Espinoza (2019) refieren que el girasol responde positivamente a la incorporación de abonos orgánicos en suelos degradados, mejorando tanto las propiedades del suelo como su desarrollo fisiológico, lo cual respalda su potencial uso agronómico en zonas altoandinas como Ayacucho.

En términos fenológicos, los resultados inferenciales evidencian que los abonos orgánicos influyen significativamente en la reducción del tiempo de emergencia, botón floral, floración, llenado de semillas y madurez fisiológica del girasol. El análisis ANOVA mostró efectos altamente significativos ($p < 0,05$ en todas las etapas evaluadas), lo cual indica que la variabilidad observada en el desarrollo del cultivo no es aleatoria, sino atribuible al tipo de fertilización aplicada. Este hallazgo responde directamente al objetivo general de la investigación, ya que confirma que los abonos orgánicos modifican la dinámica fenológica del girasol, acelerando su ciclo biológico y mejorando su eficiencia de desarrollo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se establecen las siguientes conclusiones:

- En relación con el objetivo general, se determinó que la aplicación de diferentes abonos orgánicos influye de manera altamente significativa tanto en el comportamiento fenológico como en el rendimiento productivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta. Los análisis estadísticos (ANOVA, $p < 0,05$) evidenciaron diferencias claras entre tratamientos, destacando el estiércol de vacuno como el más eficiente, seguido del estiércol de caprino, cuy y finalmente el testigo, lo que confirma que la fertilización orgánica mejora de forma consistente el desempeño agronómico del cultivo.
- Respecto al primer objetivo específico, se concluye que los distintos abonos orgánicos influyeron positivamente en las etapas fenológicas del girasol, observándose una mejor expresión del desarrollo vegetativo y reproductivo en los tratamientos con mayor disponibilidad de nutrientes. El estiércol de vacuno y caprino favorecieron un desarrollo más uniforme y vigoroso del cultivo, lo cual se asocia a un mayor aporte de materia orgánica y nutrientes esenciales, en comparación con el tratamiento testigo que presentó un desarrollo fenológico más limitado.
- En relación con el segundo objetivo específico, se concluye que los abonos orgánicos evaluados tuvieron un efecto altamente significativo en los componentes del rendimiento del girasol, incluyendo el diámetro del capítulo, número de semillas por capítulo, peso de 1000 semillas, peso de semillas por planta y rendimiento por hectárea. El estiércol de vacuno destacó como el tratamiento más eficiente, alcanzando los mayores valores en todos los componentes evaluados, lo que evidencia una mayor disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, en comparación con los demás tratamientos.
- Respecto al tercer objetivo específico, se concluye que la aplicación de abonos orgánicos genera una relación costo–beneficio favorable, siendo el

estiércol de vacuno el tratamiento con mayor rentabilidad económica debido a su mayor rendimiento productivo y eficiencia en la conversión de insumos en producción. Asimismo, el estiércol de caprino y cuy presentaron rentabilidades intermedias, mientras que el tratamiento testigo mostró los menores niveles de beneficio económico, evidenciando la importancia del uso de fertilización orgánica en la viabilidad económica del cultivo.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores de girasol de Luricocha, Huanta, implementar el uso de abonos orgánicos, especialmente el estiércol de vacuno, debido a su comprobada influencia positiva sobre el comportamiento fenológico y el rendimiento productivo del cultivo. Su aplicación permite mejorar de manera integral el desarrollo del girasol, por lo que constituye una alternativa tecnológica viable dentro de sistemas agrícolas sostenibles.
- Asimismo, se recomienda a las instituciones del sector agrario promover la adopción de la fertilización orgánica como estrategia de manejo del cultivo de girasol en zonas altoandinas, fortaleciendo la capacitación técnica de los agricultores sobre el manejo adecuado de estiércoles y su incorporación al suelo, con el fin de maximizar la productividad y mantener la sostenibilidad del agroecosistema.
- A la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, promover y fortalecer las investigaciones orientadas al uso de fertilizantes orgánicos en cultivos de importancia económica, mediante la implementación de parcelas experimentales y proyectos de investigación aplicada que contribuyan al desarrollo de una agricultura sostenible, la conservación de los recursos naturales y la mejora de la productividad agrícola en la región.
- También se recomienda a las instituciones de investigación agrícola priorizar el uso del estiércol de vacuno como fertilizante orgánico principal, debido a su mayor impacto positivo en los componentes del rendimiento del girasol, tales como el número de semillas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea. Su aplicación contribuye significativamente al incremento de la productividad del cultivo. También, se recomienda evaluar combinaciones de diferentes tipos de abonos orgánicos (vacuno, caprino y cuy) en futuros estudios, con el fin de determinar posibles efectos sinérgicos que permitan mejorar aún más los componentes del rendimiento y optimizar la eficiencia del uso de nutrientes en el cultivo de girasol.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

- Acuña, L. A. (2021). Manejo de malezas en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.). *Revista AgroLatina*.
- Aguirrezábal, L. A. N., Echarte, M. M., & Andrade, F. H. (2016). Sunflower yield components and physiological basis. *Field Crops Research*, *190*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.02.003>
- Aguirrezábal, L. A. N., Orioli, G. A., Hernández, L. F., Pereyra, V. R., & Miravé, J. P. (1996). *Girasol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento*. INTA—Facultad de Ciencias Agrarias. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr35.e5>
- Ahmad, S., Ahmad, R., & Hussain, M. (2021). Organic and inorganic fertilization effects on growth and yield attributes of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agronomy*, *11*(9), 1823. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091823>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017a). Agroecología: una ciencia para la agricultura sostenible. *McGraw-Hill Education*.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017b). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, *140*(1), 33–45. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017c). Agroecology: A brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *41*(3–4), 231–237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2016.1232574>
- Andriulo, A., Sasal, M. C., & Berardo, A. (2006). Soil organic matter dynamics under different fertilization systems in Argentine cropping systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *117*(2–3), 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.011>
- Arenas Pérez, J. J., & Tito Llactahuaman, J. J. (2021). Influencia del humus de ovino y vacuno en el rendimiento de *Spinacia oleracea* L. Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14404/2/IV_FIN_107_TE_Arenas_Tito_Sanchez_2024.pdf
- Arenas, J. Y. R., Escalante, E. J. A. S., Aguilar, C. C., Rodríguez, G. M. T., & Sosa, M. E. (2021). Rentabilidad y rendimiento de girasol en función del tipo de

- suelo, nitrógeno y biofertilizante. *Biotecnia*, 23(1), 45–51.
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i1.1208>
- Ashoka, P., & Shashidhar, G. B. (2020). Yield, water use and economics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by irrigation and integrated nutrient management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 1757–1759.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- Chaithra, M., & Sujith, G. M. (2021). Influence of farmyard manure and Jeevamrutha on growth and yield of sunflower. *International Journal of Environment and Climate Change*, 11(11), 221–228.
<https://doi.org/10.9734/ijecc/2021/v11i1130524>
- Chimenti, C. A., López, M. S., & Hall, A. J. (2003). Grain growth dynamics in sunflower. *Field Crops Research*, 83(1), 79–90.
[https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00064-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00064-9)
- Connor, D. J., & Hall, A. J. (1997). Sunflower physiology. In A. A. Schneiter (Ed.), *Sunflower technology and production* (pp. 113–182). ASA–CSSA–SSSA.
- Connor, D. J., & Hall, A. J. (2019). Sunflower physiology. In A. A. Schneiter (Ed.), *Sunflower technology and production* (pp. 113–182). American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr35.c4>
- Crista, F., Radulov, I., Imbrea, F., et al. (2023). The study of the impact of complex fertilization on sunflower seed yield and quality. *Agronomy*, 13(8), 2074.
<https://doi.org/10.3390/agronomy13082074>
- FAO. (2021). *The state of food and agriculture 2021*. FAO.
<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4476en>
- FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023*. FAO.
<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb7724en>
- Goksoy, A. T., & Turan, Z. M. (2007). Correlations and path analysis of yield components in sunflower. *Acta Agronomica Hungarica*, 55(3), 339–345.
<https://doi.org/10.1556/AAgr.55.2007.3.10>
- Gutiérrez Jerí, R. (2013). *Tesis de licenciatura*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/181466c8-48de-4a41-88fa-0cff83eec2d4>

- Hall, A. J., Vilella, F., & Trapani, N. (2017). Sunflower physiology and development. In A. A. Schneiter (Ed.), *Sunflower technology and production* (pp. 113–182). ASA–CSSA–SSSA. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr35.c5>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers*. Pearson.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Jarecki, W. (2022). Effect of fertilization on sunflower yield. *Agronomy*, 12(10), 2352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102352>
- Lal, R. (2020). Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277. <https://doi.org/10.1002/agj2.20282>
- Lupwayi, N. Z., et al. (2010). Soil microbial response to crop rotation. *Canadian Journal of Soil Science*, 90(2), 267–278. <https://doi.org/10.4141/CJSS09008>
- Mallick, R., & Majumder, K. (2023). Integrated nutrient management in sunflower. *Indian Journal of Agricultural Research*, 57(1), 47–51. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-5943>
- Marschner, P. (2012). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>
- Mendoza-Dávalos, K., et al. (2021). Enmiendas orgánicas en suelos altoandinos. *Agroindustrial Science*, 11(2), 221–229. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.12>
- Mokgolo, M. J., et al. (2024). Sunflower growth and yield under organic manure. *Agronomy*, 14(4), 857. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040857>
- More, A. S., et al. (2024). Fertilizers and sunflower economics. *International Journal of Research in Agronomy*, 7(11S), 19–23.
- Nannipieri, P., et al. (2012). Soil microbial diversity. *European Journal of Soil Science*, 63(1), 12–21. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2011.01498.x>
- Öztürk, O., & Ada, R. (2009). Path analysis in sunflower. *Asian Journal of Chemistry*, 21(2), 1400–1412.

- Pandya, R. Y., et al. (2015). Nutrient management in sunflower. *Agricultural Science Digest*, 35(4), 285–288.
- Pathak, R. K., & Dixit, A. (2023). Nutrient management in sunflower. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(19), 27–35.
- Reddy, S. R., et al. (2017). Fertilizers and sunflower yield. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8).
- Rondanini, D. P., et al. (2012). Sunflower yield components. *Field Crops Research*, 131, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.02.008>
- Schneider, A. A., & Miller, J. F. (1981). Sunflower growth stages. *Crop Science*, 21(6), 901–903. <https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060024x>
- Seiler, G. J., & Gulya, T. J. (2015). Sunflower production and breeding. USDA–ARS.
- Seiler, G. J., Qi, L. L., & Marek, L. F. (2017). Sunflower genetic resources. *Industrial Crops and Products*, 109, 114–127. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.013>
- Sefaoğlu, F. (2021). Fertilizers and sunflower yield. *Turkish Journal of Field Crops*, 26(1), 88–95. <https://doi.org/10.17557/tjfc.869335>
- Soliman, D. A. A., & Battah, M. S. S. (2025). Fertilization effects on sunflower. *Egyptian Science Magazine*, 12(1), 163–178.
- Tasswar, T., et al. (2023). Compost effects on sunflower. *Journal of King Saud University – Science*, 35(11), 102985. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102985>
- Unger, P. W., & Thompson, T. E. (2019). Sunflower management. In A. A. Schneider (Ed.), *Sunflower technology and production*. ASA–CSSA–SSSA.
- Valencia Simisterra, M. Y., et al. (2025). Estiércol animal y fertilidad del suelo. *LATAM Revista Latinoamericana*.
- Villagómez, E. B. (2025). *Tesis de licenciatura*. UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000868410>

ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia

Influencia de los abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y productivo del girasol (*Helianthus annuus L.*) cultivado en Luricocha, Huanta

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Cuál es la influencia de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del girasol (<i>Helianthus annuus L.</i>) cultivado en las condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar la influencia de diferentes abonos orgánicos en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del cultivo de girasol (<i>Helianthus annuus L.</i>) establecido en condiciones agroecológicas de Luricocha, Huanta.</p>	<p>Hipótesis general: La aplicación de diferentes abonos orgánicos influye significativamente en el comportamiento fenológico y en el rendimiento productivo del girasol (<i>Helianthus annuus L.</i>) cultivado en Luricocha, Huanta, mejorando su desarrollo, productividad y eficiencia económica.</p>		<p>Tipo: Cuantitativa experimental Nivel: Aplicativo Método: Experimental Diseño: Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) Población: Todas las plantas de la parcela Muestra: 25 plantas por unidad experimental Muestreo: Muestreo aleatorio simple. Técnicas de recolección de datos: Fichas de campo para registro de parámetros agronómicos y calidad. Instrumentos comunes: Balanza de precisión, calibrador Vernier, refractómetro portátil, reactivos de laboratorio, cuadernos y etiquetas para registro.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cómo afectan los distintos abonos orgánicos a las etapas fenológicas del girasol (<i>Helianthus annuus L.</i>) desde la emergencia hasta la madurez fisiológica? ▪ ¿Cuál es el efecto de los diferentes abonos orgánicos sobre los componentes del rendimiento del girasol, como diámetro del capítulo, número de aquenios por capítulo y peso de mil semillas? ▪ ¿Cuál es la relación costo-beneficio de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol, y qué tratamiento resulta más eficiente y viable para los agricultores de Luricocha, Huanta? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar el efecto de los distintos abonos orgánicos sobre las etapas fenológicas del girasol. ▪ Cuantificar el efecto de los abonos orgánicos en los componentes del rendimiento del girasol. ▪ Determinar la relación costo-beneficio de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de girasol, para recomendar el tratamiento más eficiente y viable para los agricultores de Luricocha. 	<p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Los distintos tipos de abonos orgánicos afectan de manera significativa las etapas fenológicas del girasol, acelerando o retrasando el desarrollo desde la emergencia hasta la madurez fisiológica. ▪ La aplicación de abonos orgánicos incrementa los componentes del rendimiento del girasol, tales como diámetro del capítulo, número de aquenios por capítulo y peso de mil semillas, en comparación con un tratamiento sin abono. ▪ El uso de abonos orgánicos mejora la relación costo-beneficio de la producción de girasol, siendo más rentable y eficiente que la ausencia de fertilización o el uso exclusivo de fertilizantes inorgánicos. 	<p>Variable independiente: Dosis de abono orgánico</p> <p>Variable dependiente: Desarrollo fenológico Rendimiento por parcela Relación costo-beneficio (R/C)</p>	

Anexo B Información de las medias de las variables

	Bloque	Tratamientos	Dias_de_emergencia	Dias_a_boton_floracion	Dias_a_floracion	Dias_a_llenado_de_semillas	Dias_a_madurez_fisiologica	Altura_de_planta	Numero_de_hojas	Diametro_del_capitulo	Numero_de_semillas_por_c	Peso_de_1000_semillas	Peso_de_semilla_por_planta	Rendimiento	var	va
1	1	1	7,67	43,33	57,50	75,25	103,35	2,06	22,25	14,56	640,52	46,25	45,54	1950,50		
2	1	2	6,67	40,00	54,25	72,40	100,54	2,50	26,68	18,26	1020,67	66,84	98,48	3650,45		
3	1	3	7,67	39,40	53,30	70,30	98,32	2,18	24,57	16,36	820,33	55,46	72,62	2750,38		
4	1	4	7,67	41,30	55,50	73,64	101,54	2,41	26,38	17,84	980,50	64,18	92,36	3450,64		
5	2	1	8,67	44,67	58,60	76,52	104,28	2,16	23,14	15,50	660,78	47,24	47,88	2000,86		
6	2	2	7,67	41,54	55,00	73,45	101,58	2,45	27,13	18,76	1050,36	67,56	102,18	3720,24		
7	2	3	8,33	39,68	53,70	71,87	98,48	2,28	25,43	16,82	840,56	56,28	75,44	2820,58		
8	2	4	7,00	42,33	55,30	73,00	101,67	2,38	27,76	18,27	1000,24	65,36	95,62	3520,68		
9	3	1	8,33	45,84	59,50	77,60	105,33	2,17	23,33	15,29	630,54	45,88	44,26	1900,26		
10	3	2	7,00	41,33	55,60	72,67	100,89	2,38	28,89	19,40	1015,38	66,16	99,38	3680,57		
11	3	3	7,67	38,67	52,70	72,76	98,56	2,30	24,56	16,52	810,73	54,76	70,82	2700,63		
12	3	4	7,67	42,33	56,50	73,27	102,36	2,38	27,76	18,35	970,32	63,82	90,56	3400,82		
13	4	1	9,00	44,00	58,60	76,54	104,24	2,04	21,27	14,84	655,52	46,58	46,92	1980,58		
14	4	2	6,67	40,67	54,30	72,86	100,28	2,46	27,52	18,72	1035,23	67,42	101,00	3700,68		
15	4	3	5,67	39,33	53,20	71,75	98,54	2,26	24,37	16,82	830,85	55,00	74,14	2800,38		
16	4	4	6,67	41,00	55,50	73,60	101,55	2,42	26,86	17,69	985,63	64,52	93,82	3480,48		
17	5	1	7,67	45,67	59,00	77,67	105,17	2,10	23,15	15,18	645,28	46,32	45,46	1920,56		
18	5	2	6,00	41,00	55,40	72,38	100,47	2,30	26,55	18,46	1010,75	66,56	97,92	3600,72		
19	5	3	7,33	39,33	51,80	70,89	98,36	2,18	23,74	16,26	815,82	54,92	73,25	2730,26		
20	5	4	7,33	42,00	55,00	73,67	101,84	2,45	26,74	17,92	975,12	63,94	91,72	3420,62		
21																

Anexo C Información de los resultados de la estadística descriptiva de las variables

		Descriptivos		Estadístico	Dev.
Tratamientos				o	Error
Días_de_emergencia	T1: testigo	Media		8,2680	,26613
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,5291	
			Límite superior	9,0069	
		Media recortada al 5%		8,2606	
		Mediana		8,3300	
		Varianza		,354	
		Dev. Desviación		,59508	
		Mínimo		7,67	
		Máximo		9,00	
		Rango		1,33	
		Rango intercuartil		1,17	
		Asimetría		,059	,913
		Curtosis		-2,328	2,000
T2: Estiércol de vacuno	T2: Estiércol de vacuno	Media		6,8020	,27117
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,0491	
			Límite superior	7,5549	
		Media recortada al 5%		6,7983	
		Mediana		6,6700	
		Varianza		,368	
		Dev. Desviación		,60636	
		Mínimo		6,00	
		Máximo		7,67	
		Rango		1,67	
		Rango intercuartil		1,00	
		Asimetría		,264	,913
		Curtosis		1,094	2,000
T3: Estiércol de cuy	T3: Estiércol de cuy	Media		7,3340	,44647
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,0944	
			Límite superior	8,5736	
		Media recortada al 5%		7,3711	
		Mediana		7,6700	
		Varianza		,997	
		Dev. Desviación		,99834	
		Mínimo		5,67	

	Máximo		8,33	
	Rango		2,66	
	Rango intercuartil		1,50	
	Asimetría		-1,484	,913
	Curtosis		2,918	2,000
T4: Estiercol de caprino	Media		7,2680	,19448
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,7280	
		Límite superior	7,8080	
	Media recortada al 5%		7,2789	
	Mediana		7,3300	
	Varianza		,189	
	Desv. Desviación		,43488	
	Mínimo		6,67	
	Máximo		7,67	
	Rango		1,00	
	Rango intercuartil		,84	
	Asimetría		-,521	,913
	Curtosis		-1,524	2,000

Descriptivos

Tratamientos			Estadístico	Desv. Error	
Días_a_boton_flor al	T1: testigo	Media	44,7020	,48001	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	43,3693	
			Límite superior	46,0347	
		Media recortada al 5%	44,7150		
		Mediana	44,6700		
		Varianza	1,152		
		Desv. Desviación	1,07335		
		Mínimo	43,33		
		Máximo	45,84		
		Rango	2,51		
		Rango intercuartil	2,09		
		Asimetría	-,185	,913	
		Curtosis	-2,028	2,000	
		T2: Estiercol de vacuno	T2: Estiercol de vacuno	Media	40,9080
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			40,1560	
	Límite superior			41,6600	
Media recortada al 5%	40,9233				
Mediana	41,0000				
Varianza	,367				
Desv. Desviación	,60562				
Mínimo	40,00				
Máximo	41,54				
Rango	1,54				
Rango intercuartil	1,10				
Asimetría	-,814			,913	
Curtosis	,124			2,000	
T3: Estiercol de cuy	T3: Estiercol de cuy			Media	39,2820
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	38,8210	
			Límite superior	39,7430	
		Media recortada al 5%	39,2939		
		Mediana	39,3300		
		Varianza	,138		
		Desv. Desviación	,37131		
		Mínimo	38,67		
		Máximo	39,68		
		Rango	1,01		
		Rango intercuartil	,54		
		Asimetría	-1,337	,913	
		Curtosis	2,889	2,000	
		T4: Estiercol de caprino	T4: Estiercol de caprino	Media	41,7920
Límite inferior	41,0338				

95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	42,5502	
Media recortada al 5%		41,8061	
Mediana		42,0000	
Varianza		,373	
Desv. Desviación		,61063	
Mínimo		41,00	
Máximo		42,33	
Rango		1,33	
Rango intercuartil		1,18	
Asimetría		-,541	,913
Curtosis		-2,412	2,000

Descriptivos

Tratamientos			Estadístico	Desv. Error	
Días_a_floración	T1: testigo	Media	58,6400	,32955	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	57,7250	
			Límite superior	59,5550	
		Media recortada al 5%		58,6556	
		Mediana		58,6000	
		Varianza		,543	
		Desv. Desviación		,73689	
		Mínimo		57,50	
		Máximo		59,50	
		Rango		2,00	
		Rango intercuartil		1,20	
		Asimetría		-,832	,913
		Curtosis		1,551	2,000
		T2: Estiércol de vacuno	Media	54,9100	,27677
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	54,1416	
			Límite superior	55,6784	
	Media recortada al 5%			54,9083	
	Mediana			55,0000	
	Varianza			,383	
	Desv. Desviación			,61887	
	Mínimo			54,25	
	Máximo			55,60	
	Rango			1,35	
	Rango intercuartil			1,23	
	Asimetría			-,119	,913
	Curtosis			-2,780	2,000
	T3: Estiércol de cuy		Media	52,9400	,32650
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	52,0335	
			Límite superior	53,8465	
		Media recortada al 5%		52,9611	
		Mediana		53,2000	
		Varianza		,533	
		Desv. Desviación		,73007	
Mínimo			51,80		
Máximo			53,70		
Rango			1,90		
Rango intercuartil			1,25		
Asimetría			-1,062	,913	

	Curtosis		1,008	2,000
T4: Estiercol de caprino	Media		55,5600	,25219
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	54,8598	
		Límite superior	56,2602	
	Media recortada al 5%		55,5389	
	Mediana		55,5000	
	Varianza		,318	
	Desv. Desviación		,56391	
	Mínimo		55,00	
	Máximo		56,50	
	Rango		1,50	
	Rango intercuartil		,85	
	Asimetría		1,480	,913
	Curtosis		2,923	2,000

Descriptivos

Tratamientos		Estadístico		Desv. Error	
Días_a llenado_de semillas	T1: testigo	Media	76,7160	,44216	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	75,4884	
			Límite superior	77,9436	
		Media recortada al 5%	76,7444		
		Mediana	76,5400		
		Varianza	,978		
		Desv. Desviación	,98870		
		Mínimo	75,25		
		Máximo	77,67		
		Rango	2,42		
		Rango intercuartil	1,75		
		Asimetría	-,692	,913	
		Curtosis	-,072	2,000	
		T2: Estiercol de vacuno	T2: Estiercol de vacuno	Media	72,7520
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			72,2080	
	Límite superior			73,2960	
Media recortada al 5%	72,7339				
Mediana	72,6700				
Varianza	,192				
Desv. Desviación	,43814				
Mínimo	72,38				
Máximo	73,45				
Rango	1,07				
Rango intercuartil	,77				
Asimetría	1,217			,913	
Curtosis	1,228			2,000	
T3: Estiercol de cuy	T3: Estiercol de cuy			Media	71,5140
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70,3364	
			Límite superior	72,6916	
		Media recortada al 5%	71,5122		
		Mediana	71,7500		
		Varianza	,900		
		Desv. Desviación	,94844		
		Mínimo	70,30		
		Máximo	72,76		
		Rango	2,46		
		Rango intercuartil	1,72		
Asimetría	-,019	,913			

	Curtosis		-,657	2,000
T4: Estiercol de caprino	Media		73,4360	,13056
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	73,0735	
		Límite superior	73,7985	
	Media recortada al 5%		73,4472	
	Mediana		73,6000	
	Varianza		,085	
	Desv. Desviación		,29194	
	Mínimo		73,00	
	Máximo		73,67	
	Rango		,67	
	Rango intercuartil		,52	
	Asimetría		-1,034	,913
	Curtosis		-,713	2,000

Descriptivos

	Tratamientos		Estadístico	Desv. Erro	
Días a madurez fisiológica	T1: testigo	Media	104,4740	,35867	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	103,4782	
			Límite superior	105,4698	
		Media recortada al 5%	104,4889		
		Mediana	104,2800		
		Varianza	,643		
		Desv. Desviación	,80202		
		Mínimo	103,35		
		Máximo	105,33		
		Rango	1,98		
		Rango intercuartil	1,46		
		Asimetría	-,384	,913	
		Curtosis	-,833	2,000	
		T2: Estiercol de vacuno	Media	100,7520	,22933
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,1153
	Límite superior			101,3887	
	Media recortada al 5%		100,7322		
	Mediana		100,5400		
	Varianza		,263		
	Desv. Desviación		,51281		
	Mínimo		100,28		
	Máximo		101,58		
	Rango		1,30		
	Rango intercuartil		,86		
	Asimetría		1,338	,913	
	Curtosis		1,551	2,000	
	T3: Estiercol de cuy		Media	98,4520	,04800
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	98,3187
		Límite superior		98,5853	
		Media recortada al 5%	98,4533		
Mediana		98,4800			
Varianza		,012			
Desv. Desviación		,10733			
Mínimo		98,32			
Máximo		98,56			
Rango		,24			
Rango intercuartil		,21			
Asimetría		-,376	,913		
Curtosis		-2,614	2,000		
Media		101,7920	,15197		

T4: Estiercol de caprino	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	101,3701	
		Límite superior	102,2139	
	Media recortada al 5%		101,7744	
	Mediana		101,6700	
	Varianza		,115	
	Desv. Desviación		,33981	
	Mínimo		101,54	
	Máximo		102,36	
	Rango		,82	
	Rango intercuartil		,55	
	Asimetría		1,607	,913
	Curtosis		2,479	2,000

Descriptivos

Altura_de_planta	Tratamientos		Estadístico	Desv. Error	
Altura_de_planta	T1: testigo	Media	2,1060	,02600	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,0338	
			Límite superior	2,1782	
		Media recortada al 5%		2,1061	
		Mediana		2,1000	
		Varianza		,003	
		Desv. Desviación		,05814	
		Mínimo		2,04	
		Máximo		2,17	
		Rango		,13	
		Rango intercuartil		,12	
		Asimetría		,073	,913
		Curtosis		-2,668	2,000
	T2: Estiercol de vacuno	Media		2,4180	,03527
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,3201	
			Límite superior	2,5159	
		Media recortada al 5%		2,4200	
		Mediana		2,4500	
		Varianza		,006	
		Desv. Desviación		,07887	
		Mínimo		2,30	
		Máximo		2,50	
		Rango		,20	
		Rango intercuartil		,14	
		Asimetría		-,883	,913
		Curtosis		-,073	2,000
	T3: Estiercol de cuy	Media		2,2400	,02530
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,1698	
			Límite superior	2,3102	
		Media recortada al 5%		2,2400	
		Mediana		2,2600	
		Varianza		,003	
		Desv. Desviación		,05657	
Mínimo			2,18		
Máximo			2,30		
Rango			,12		
Rango intercuartil			,11		
Asimetría			-,331	,913	
Curtosis			-2,922	2,000	
	Media		2,4080	,01319	

T4: Estiercol de caprino	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,3714	
		Límite superior	2,4446	
	Media recortada al 5%		2,4072	
	Mediana		2,4100	
	Varianza		,001	
	Desv. Desviación		,02950	
	Mínimo		2,38	
	Máximo		2,45	
	Rango		,07	
	Rango intercuartil		,06	
	Asimetría		,518	,913
	Curtosis		-,797	2,000

Descriptivos

Tratamientos		Estadístico	Desv. Error		
Número_de_hojas	T1: testigo	Media	22,6280	,38823	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21,5501	
			Límite superior	23,7059	
		Media recortada al 5%	22,6644		
		Mediana	23,1400		
		Varianza	,754		
		Desv. Desviación	,86811		
		Mínimo	21,27		
		Máximo	23,33		
		Rango	2,06		
		Rango intercuartil	1,48		
		Asimetría	-1,233	,913	
		Curtosis	,379	2,000	
	T2: Estiércol de vacuno	Media		27,3540	,42058
				26,1863	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	28,5217	
			Límite superior	27,3133	
		Media recortada al 5%	27,1300		
		Mediana	27,1300		
Varianza		,884			
Desv. Desviación		,94044			
Mínimo		26,55			
Máximo		28,89			
Rango		2,34			
Rango intercuartil		1,59			
Asimetría		1,398	,913		
Curtosis	1,898	2,000			
T3: Estiércol de cuy	Media		24,5340	,27038	
			23,7833		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	25,2847		
		Límite superior	24,5283		
	Media recortada al 5%	24,5600			
	Mediana	24,5600			
	Varianza	,366			
	Desv. Desviación	,60459			
	Mínimo	23,74			
	Máximo	25,43			
	Rango	1,69			
	Rango intercuartil	,95			
	Asimetría	,404	,913		
Curtosis	1,755	2,000			
T4: Estiercol de caprino	Media		27,1000	,28078	
			26,3204		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	27,8796		
		Límite superior	27,1033		
	Media recortada al 5%	26,8600			
	Mediana	26,8600			
Varianza	,394				
Desv. Desviación	,62785				

Mínimo	26,38	
Máximo	27,76	
Rango	1,38	
Rango intercuartil	1,20	
Asimetría	,238	,913
Curtosis	-2,624	2,000

Descriptivos

	Tratamientos		Estadístico	Desv. Error	
Diámetro del ca pítulo	T1: testigo	Media	15,0740	,16708	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	14,6101	
			Límite superior	15,5379	
		Media recortada al 5%	15,0789		
		Mediana	15,1800		
		Varianza	,140		
		Desv. Desviación	,37360		
		Mínimo	14,56		
		Máximo	15,50		
		Rango	,94		
		Rango intercuartil	,70		
		Asimetría	-,480	,913	
		Curtosis	-1,069	2,000	
		T2: Estiércol de vacuno	Media	18,7200	,19277
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	18,1848
	Límite superior			19,2552	
	Media recortada al 5%		18,7078		
	Mediana		18,7200		
	Varianza		,186		
	Desv. Desviación		,43105		
	Mínimo		18,26		
	Máximo		19,40		
	Rango		1,14		
	Rango intercuartil		,72		
	Asimetría		1,038	,913	
	Curtosis		1,529	2,000	
	T3: Estiércol de cuy		Media	16,5560	,11548
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	16,2354
		Límite superior		16,8766	
		Media recortada al 5%	16,5578		
		Mediana	16,5200		
		Varianza	,067		
		Desv. Desviación	,25822		
		Mínimo	16,26		
		Máximo	16,82		
		Rango	,56		
		Rango intercuartil	,51		
		Asimetría	,080	,913	
		Curtosis	-2,695	2,000	
		T4: Estiercol de caprino	Media	18,0140	,12699
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	17,6614
	Límite superior			18,3666	
Media recortada al 5%	18,0133				
Mediana	17,9200				
Varianza	,081				
Desv. Desviación	,28395				
Mínimo	17,69				
Máximo	18,35				
Rango	,66				
Rango intercuartil	,55				
Asimetría	,266		,913		
Curtosis	-2,414		2,000		

Descriptivos

		Tratamientos		Estadístico	Desv. Error
Número_de semillas _por capítulo	T1: testigo	Media		646,5280	5,37236
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	631,6119	
			Límite superior	661,4441	
		Media recortada al 5%		646,6244	
		Mediana		645,2800	
		Varianza		144,311	
		Desv. Desviación		12,01296	
		Mínimo		630,54	
		Máximo		660,78	
		Rango		30,24	
		Rango intercuartil		22,62	
	Asimetría		-,164	,913	
	Curtosis		-1,131	2,000	
	T2: Estiércol de vacuno	Media		1026,4780	7,24988
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1006,3491	
			Límite superior	1046,6069	
		Media recortada al 5%		1026,0250	
		Mediana		1020,6700	
		Varianza		262,804	
		Desv. Desviación		16,21123	
		Mínimo		1010,75	
		Máximo		1050,36	
		Rango		39,61	
		Rango intercuartil		29,73	
	Asimetría		,864	,913	
	Curtosis		-,604	2,000	
	T3: Estiércol de cuy	Media		823,6580	5,37143
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	808,7445	
			Límite superior	838,5715	
		Media recortada al 5%		823,4372	
		Mediana		820,3300	
		Varianza		144,261	
		Desv. Desviación		12,01089	
		Mínimo		810,73	
		Máximo		840,56	
		Rango		29,83	
		Rango intercuartil		22,43	
	Asimetría		,606	,913	
	Curtosis		-1,026	2,000	
	T4: Estiercol de caprino	Media		982,3620	5,15377
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	968,0529	
Límite superior			996,6711		
Media recortada al 5%			982,0378		
Mediana			980,5000		
Varianza			132,807		
Desv. Desviación			11,52417		
Mínimo			970,32		
Máximo			1000,24		
Rango			29,92		
Rango intercuartil			20,21		
Asimetría		,985	,913		
Curtosis		,934	2,000		

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
Tratamientos					
Peso_de_1000_semillas	T1: testigo	Media		46,4540	,22613
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	45,8262	
			Límite superior	47,0818	
		Media recortada al 5%		46,4422	
		Mediana		46,3200	
		Varianza		,256	
		Desv. Desviación		,50565	
		Mínimo		45,88	
		Máximo		47,24	
		Rango		1,36	
		Rango intercuartil		,84	
		Asimetría		,927	,913
		Curtosis		1,418	2,000
	T2: Estiércol de vacuno	Media		66,9080	,26196
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	66,1807	
			Límite superior	67,6353	
		Media recortada al 5%		66,9133	
		Mediana		66,8400	
		Varianza		,343	
		Desv. Desviación		,58576	
		Mínimo		66,16	
		Máximo		67,56	
		Rango		1,40	
		Rango intercuartil		1,13	
		Asimetría		-,103	,913
		Curtosis		-1,872	2,000
	T3: Estiércol de cuy	Media		55,2840	,27484
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	54,5209	
			Límite superior	56,0471	
		Media recortada al 5%		55,2578	
		Mediana		55,0000	
		Varianza		,378	
		Desv. Desviación		,61456	
		Mínimo		54,76	
		Máximo		56,28	
		Rango		1,52	
		Rango intercuartil		1,03	
		Asimetría		1,398	,913
		Curtosis		1,504	2,000
	T4: Estiercol de caprino	Media		64,3640	,27622
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	63,5971		
		Límite superior	65,1309		
Media recortada al 5%			64,3389		
Mediana			64,1800		
Varianza			,381		
Desv. Desviación			,61764		
Mínimo			63,82		
Máximo			65,36		
Rango			1,54		
Rango intercuartil			1,06		
Asimetría			1,323	,913	
Curtosis			1,498	2,000	

Descriptivos

	Tratamientos		Estadístico	Desv. Error	
Peso_de_semilla_por_planta	T1: testigo	Media	46,0120	,62892	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	44,2658	
			Límite superior	47,7582	
		Media recortada al 5%	46,0056		
		Mediana	45,5400		
		Varianza	1,978		
		Desv. Desviación	1,40631		
		Mínimo	44,26		
		Máximo	47,88		
		Rango	3,62		
		Rango intercuartil	2,54		
		Asimetría	,242	,913	
		Curtosis	-,835	2,000	
	T2: Estiércol de vacuno	Media		99,7920	,79238
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	97,5920
			Límite superior	101,9920	
		Media recortada al 5%	99,7633		
		Mediana	99,3800		
		Varianza	3,139		
		Desv. Desviación	1,77181		
		Mínimo	97,92		
		Máximo	102,18		
		Rango	4,26		
		Rango intercuartil	3,39		
		Asimetría	,486	,913	
		Curtosis	-1,668	2,000	
	T3: Estiércol de cuy	Media		73,2540	,77104
			95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	71,1133
			Límite superior	75,3947	
		Media recortada al 5%	73,2678		
		Mediana	73,2500		
		Varianza	2,972		
		Desv. Desviación	1,72409		
		Mínimo	70,82		
		Máximo	75,44		
		Rango	4,62		
		Rango intercuartil	3,07		
		Asimetría	-,287	,913	
		Curtosis	,306	2,000	
	T4: Estiercol de caprino	Media		92,8160	,87662
95% de intervalo de confianza para la media			Límite inferior	90,3821	
		Límite superior	95,2499		
Media recortada al 5%		92,7856			
Mediana		92,3600			
Varianza		3,842			
Desv. Desviación		1,96017			
Mínimo		90,56			
Máximo		95,62			
Rango		5,06			
Rango intercuartil		3,58			
Asimetría		,562	,913		
Curtosis		-,361	2,000		

		Descriptivos		Estadístico	Desv. Error
Rendimiento	Tratamientos				
Rendimiento	T1: testigo	Media		1950,5520	18,52213
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1899,1263	
			Límite superior	2001,9777	
		Media recortada al 5%		1950,5511	
		Mediana		1950,5000	
		Varianza		1715,346	
		Desv. Desviación		41,41673	
		Mínimo		1900,26	
		Máximo		2000,86	
		Rango		100,60	
		Rango intercuartil		80,31	
		Asimetría		,001	,913
		Curtosis		-1,872	2,000
		T2: Estiércol de vacuno	Media		3670,5320
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3612,4334	
			Límite superior	3728,6306	
	Media recortada al 5%			3671,6489	
	Mediana			3680,5700	
	Varianza			2189,388	
	Desv. Desviación			46,79089	
	Mínimo			3600,72	
	Máximo			3720,24	
	Rango			119,52	
	Rango intercuartil			84,88	
	Asimetría			-,802	,913
	Curtosis			,047	2,000
	T3: Estiércol de cuy		Media		2760,4460
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2698,9827	
			Límite superior	2821,9093	
		Media recortada al 5%		2760,4283	
		Mediana		2750,3800	
		Varianza		2450,324	
		Desv. Desviación		49,50075	
		Mínimo		2700,63	
		Máximo		2820,58	
		Rango		119,95	
		Rango intercuartil		95,03	
		Asimetría		,133	,913
		Curtosis		-1,908	2,000
		T4: Estiercol de caprino	Media		3454,6480
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3395,4279	
			Límite superior	3513,8681	
Media recortada al 5%			3453,9700		
Mediana			3450,6400		
Varianza			2274,735		
Desv. Desviación			47,69418		
Mínimo			3400,82		
Máximo			3520,68		
Rango			119,86		
Rango intercuartil			89,86		
Asimetría			,421	,913	
Curtosis			-,948	2,000	

Anexo D Resultados de la prueba de normalidad Shapiro–Wilk de las variables del cultivo de girasol según tratamientos.

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Días_de_emergencia	T1: testigo	,894	5	,378
	T2: Estiércol de vacuno	,962	5	,823
	T3: Estiércol de cuy	,858	5	,223
	T4: Estiercol de caprino	,903	5	,425

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Días_a_boton_floral	T1: testigo	,931	5	,603
	T2: Estiércol de vacuno	,954	5	,763
	T3: Estiércol de cuy	,859	5	,224
	T4: Estiercol de caprino	,860	5	,228

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Días_a_floración	T1: testigo	,936	5	,638
	T2: Estiércol de vacuno	,883	5	,321
	T3: Estiércol de cuy	,929	5	,592
	T4: Estiercol de caprino	,859	5	,224

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Días_a_llenado_de_se millas	T1: testigo	,893	5	,375
	T2: Estiércol de vacuno	,880	5	,311
	T3: Estiércol de cuy	,973	5	,897
	T4: Estiercol de caprino	,838	5	,160

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Días_a_madurez_fisioló gica	T1: testigo	,922	5	,545
	T2: Estiércol de vacuno	,886	5	,338
	T3: Estiércol de cuy	,894	5	,377
	T4: Estiercol de caprino	,819	5	,114

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Altura_de_planta	T1: testigo	,904	5	,431
	T2: Estiércol de vacuno	,932	5	,607
	T3: Estiércol de cuy	,843	5	,174
	T4: Estiercol de caprino	,907	5	,449

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Número_de_hojas	T1: testigo	,835	5	,151
	T2: Estiércol de vacuno	,874	5	,281
	T3: Estiércol de cuy	,939	5	,657
	T4: Estiercol de caprino	,858	5	,222

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Diámetro_del_capítulo	T1: testigo	,963	5	,831
	T2: Estiércol de vacuno	,927	5	,577
	T3: Estiércol de cuy	,875	5	,289
	T4: Estiercol de caprino	,912	5	,482

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Número_de_semillas_por_capítulo	T1: testigo	,975	5	,904
	T2: Estiércol de vacuno	,921	5	,537
	T3: Estiércol de cuy	,953	5	,761
	T4: Estiercol de caprino	,946	5	,712

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Peso_de_1000_semillas	T1: testigo	,946	5	,708
	T2: Estiércol de vacuno	,944	5	,692
	T3: Estiércol de cuy	,861	5	,232
	T4: Estiercol de caprino	,887	5	,343

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Peso_de_semilla_por_planta	T1: testigo	,962	5	,820
	T2: Estiércol de vacuno	,942	5	,681
	T3: Estiércol de cuy	,994	5	,991
	T4: Estiercol de caprino	,974	5	,903

		Pruebas de normalidad Shapiro-Wilk		
Tratamientos		Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento	T1: testigo	,964	5	,839
	T2: Estiércol de vacuno	,957	5	,789
	T3: Estiércol de cuy	,953	5	,759
	T4: Estiercol de caprino	,973	5	,897

Anexo E Resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de las variables del cultivo de girasol según tratamientos

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Días_de_emergencia	Se basa en la media	,541	3	16	,661
	Se basa en la mediana	,253	3	16	,858
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,253	3	7,997	,857
	Se basa en la media recortada	,509	3	16	,682

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Días_a_boton_flo ral	Se basa en la media	2,573	3	16	,090
	Se basa en la mediana	2,039	3	16	,149
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,039	3	13,310	,157
	Se basa en la media recortada	2,619	3	16	,087

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Días_a_floración	Se basa en la media	,187	3	16	,903
	Se basa en la mediana	,137	3	16	,937
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,137	3	13,919	,936
	Se basa en la media recortada	,208	3	16	,890

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Días_a_llenado_d e_semillas	Se basa en la media	2,321	3	16	,114
	Se basa en la mediana	1,405	3	16	,278
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,405	3	10,910	,294
	Se basa en la media recortada	2,402	3	16	,106

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Días_a_llenado_d e_semillas	Se basa en la media	3,643	3	16	,036
	Se basa en la mediana	1,736	3	16	,200
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,736	3	9,998	,223
	Se basa en la media recortada	3,660	3	16	,035

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura_de_planta	Se basa en la media	2,197	3	16	,128
	Se basa en la mediana	,695	3	16	,569
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,695	3	9,230	,578
	Se basa en la media recortada	2,095	3	16	,141

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_hojas	Se basa en la media	,628	3	16	,607
	Se basa en la mediana	,186	3	16	,905
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,186	3	12,459	,904
	Se basa en la media recortada	,566	3	16	,645

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Diámetro_del_capítulo	Se basa en la media	,266	3	16	,849
	Se basa en la mediana	,189	3	16	,902
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,189	3	12,468	,902
	Se basa en la media recortada	,270	3	16	,846

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_semillas_por_capítulo	Se basa en la media	,519	3	16	,675
	Se basa en la mediana	,192	3	16	,900
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,192	3	13,135	,900
	Se basa en la media recortada	,490	3	16	,694

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso_de_1000_semillas	Se basa en la media	,133	3	16	,939
	Se basa en la mediana	,068	3	16	,976
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,068	3	14,009	,976
	Se basa en la media recortada	,126	3	16	,943

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso_de_semilla_por_planta	Se basa en la media	,237	3	16	,869
	Se basa en la mediana	,143	3	16	,933
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,143	3	15,434	,933
	Se basa en la media recortada	,226	3	16	,877

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento	Se basa en la media	,103	3	16	,957
	Se basa en la mediana	,047	3	16	,986
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,047	3	15,116	,986
	Se basa en la media recortada	,102	3	16	,958

Anexo F Resultados de la prueba de efectos inter-sujetos de las variables del cultivo de girasol según tratamientos**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Días_de_emergencia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8,045 ^a	7	1,149	2,631	,068
Intersección	1100,534	1	1100,534	2519,087	,000
Bloque	2,388	4	,597	1,366	,303
Tratamientos	5,658	3	1,886	4,317	,028
Error	5,243	12	,437		
Total	1113,822	20			
Total corregido	13,288	19			

a. R al cuadrado = ,605 (R al cuadrado ajustada = ,375)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Días_a_floración

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	85,956 ^a	7	12,279	29,631	,000
Intersección	61632,753	1	61632,753	148721,705	,000
Bloque	2,135	4	,534	1,288	,329
Tratamientos	83,821	3	27,940	67,421	,000
Error	4,973	12	,414		
Total	61723,682	20			
Total corregido	90,929	19			

a. R al cuadrado = ,945 (R al cuadrado ajustada = ,913)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Días_a_llenado_de_semillas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	77,000 ^a	7	11,000	23,359	,000
Intersección	108352,448	1	108352,448	230093,664	,000
Bloque	2,966	4	,742	1,575	,244
Tratamientos	74,034	3	24,678	52,405	,000
Error	5,651	12	,471		
Total	108435,099	20			
Total corregido	82,651	19			

a. R al cuadrado = ,932 (R al cuadrado ajustada = ,892)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Días_a_madurez_fisiológica

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	95,276 ^a	7	13,611	67,944	,000
Intersección	205507,401	1	205507,401	1025865,699	,000
Bloque	1,729	4	,432	2,158	,136
Tratamientos	93,548	3	31,183	155,659	,000
Error	2,404	12	,200		
Total	205605,082	20			
Total corregido	97,680	19			

a. R al cuadrado = ,975 (R al cuadrado ajustada = ,961)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_de_planta

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,342 ^a	7	,049	12,657	,000
Intersección	105,157	1	105,157	27278,075	,000
Bloque	,008	4	,002	,546	,705
Tratamientos	,333	3	,111	28,806	,000
Error	,046	12	,004		
Total	105,545	20			
Total corregido	,388	19			

a. R al cuadrado = ,881 (R al cuadrado ajustada = ,811)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_de_planta

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,342 ^a	7	,049	12,657	,000
Intersección	105,157	1	105,157	27278,075	,000
Bloque	,008	4	,002	,546	,705
Tratamientos	,333	3	,111	28,806	,000
Error	,046	12	,004		
Total	105,545	20			
Total corregido	,388	19			

a. R al cuadrado = ,881 (R al cuadrado ajustada = ,811)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro_del_capítulo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	40,448 ^a	7	5,778	93,333	,000
Intersección	5842,046	1	5842,046	94362,251	,000
Bloque	1,148	4	,287	4,635	,017
Tratamientos	39,300	3	13,100	211,597	,000
Error	,743	12	,062		
Total	5883,237	20			
Total corregido	41,191	19			

a. R al cuadrado = ,982 (R al cuadrado ajustada = ,971)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_semillas_por_capítulo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	448522,944 ^a	7	64074,706	3804,556	,000
Intersección	15129527,386	1	15129527,386	898344,017	,000
Bloque	2534,634	4	633,658	37,625	,000
Tratamientos	445988,311	3	148662,770	8827,130	,000
Error	202,099	12	16,842		
Total	15578252,429	20			
Total corregido	448725,043	19			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = ,999)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_semillas_por_capítulo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	448522,944 ^a	7	64074,706	3804,556	,000
Intersección	15129527,386	1	15129527,386	898344,017	,000
Bloque	2534,634	4	633,658	37,625	,000
Tratamientos	445988,311	3	148662,770	8827,130	,000
Error	202,099	12	16,842		
Total	15578252,429	20			
Total corregido	448725,043	19			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = ,999)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso_de_semilla_por_planta

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8743,087 ^a	7	1249,012	2760,696	,000
Intersección	121581,740	1	121581,740	268732,479	,000
Bloque	42,298	4	10,575	23,373	,000
Tratamientos	8700,789	3	2900,263	6410,460	,000
Error	5,429	12	,452		
Total	130330,256	20			
Total corregido	8748,516	19			

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,999)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Rendimiento

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9071372,986 ^a	7	1295910,427	3222,939	,000
Intersección	175118887,060	1	175118887,060	435521,930	,000
Bloque	29694,093	4	7423,523	18,462	,000
Tratamientos	9041678,893	3	3013892,964	7495,573	,000
Error	4825,077	12	402,090		
Total	184195085,122	20			
Total corregido	9076198,062	19			

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,999)

Anexo G Resultados de la prueba Tukey de las variables del cultivo de girasol según tratamientos

		Días_de_emergencia		
		N	Subconjunto	
Tratamientos			1	2
HSD Tukey ^{a,b}	T2: Estiercol de vacuno	5	6,8020	
	T4: Estiercol de caprino	5	7,2680	7,2680
	T3: Estiercol de cuy	5	7,3340	7,3340
	T1: testigo	5		8,2680
	Sig.		,596	,132
Duncan ^{a,b}	T2: Estiercol de vacuno	5	6,8020	
	T4: Estiercol de caprino	5	7,2680	
	T3: Estiercol de cuy	5	7,3340	
	T1: testigo	5		8,2680
	Sig.		,249	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) = ,437.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

		Días_a_floración			
		N	Subconjunto		
Tratamientos			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	T3: Estiercol de cuy	5	52,9400		
	T2: Estiercol de vacuno	5		54,9100	
	T4: Estiercol de caprino	5		55,5600	
	T1: testigo	5			58,6400
	Sig.		1,000	,416	1,000
Duncan ^{a,b}	T3: Estiercol de cuy	5	52,9400		
	T2: Estiercol de vacuno	5		54,9100	
	T4: Estiercol de caprino	5		55,5600	
	T1: testigo	5			58,6400
	Sig.		1,000	,136	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) = ,414.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

		Días_a_llenado_de_semillas			
		N	Subconjunto		
Tratamientos			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	T3: Estiercol de cuy	5	71,5140		
	T2: Estiercol de vacuno	5	72,7520	72,7520	
	T4: Estiercol de caprino	5		73,4360	
	T1: testigo	5			76,7160
	Sig.		,061	,427	1,000
Duncan ^{a,b}	T3: Estiercol de cuy	5	71,5140		
	T2: Estiercol de vacuno	5		72,7520	
	T4: Estiercol de caprino	5		73,4360	
	T1: testigo	5			76,7160
	Sig.		1,000	,141	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) = ,471.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Días_a_madurez_fisiológica

	Tratamientos	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	T3: Estiércol de cuy	5	98,4520			
	T2: Estiércol de vacuno	5		100,7520		
	T4: Estiercol de caprino	5			101,7920	
	T1: testigo	5				104,4740
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	T3: Estiércol de cuy	5	98,4520			
	T2: Estiércol de vacuno	5		100,7520		
	T4: Estiercol de caprino	5			101,7920	
	T1: testigo	5				104,4740
	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) = ,200.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Altura_de_planta

	Tratamientos	N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	2,1060		
	T3: Estiércol de cuy	5		2,2400	
	T4: Estiercol de caprino	5			2,4080
	T2: Estiércol de vacuno	5			2,4180
	Sig.		1,000	1,000	,994
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	2,1060		
	T3: Estiércol de cuy	5		2,2400	
	T4: Estiercol de caprino	5			2,4080
	T2: Estiércol de vacuno	5			2,4180
	Sig.		1,000	1,000	,803

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) = ,004.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Número_de_hojas

	Tratamientos	N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	22,6280		
	T3: Estiércol de cuy	5		24,5340	
	T4: Estiercol de caprino	5			27,1000
	T2: Estiércol de vacuno	5			27,3540
	Sig.		1,000	1,000	,916
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	22,6280		
	T3: Estiércol de cuy	5		24,5340	
	T4: Estiercol de caprino	5			27,1000
	T2: Estiércol de vacuno	5			27,3540
	Sig.		1,000	1,000	,533

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) = ,391.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Diámetro_del_capítulo

	Tratamientos	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	15,0740			
	T3: Estiércol de cuy	5		16,5560		
	T4: Estiercol de caprino	5			18,0140	
	T2: Estiércol de vacuno	5				18,7200
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	15,0740			
	T3: Estiércol de cuy	5		16,5560		
	T4: Estiercol de caprino	5			18,0140	
	T2: Estiércol de vacuno	5				18,7200
	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) = ,062.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Número_de_semillas_por_capítulo

	Tratamientos	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	646,5280			
	T3: Estiércol de cuy	5		823,6580		
	T4: Estiercol de caprino	5			982,3620	
	T2: Estiércol de vacuno	5				1026,4780
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	646,5280			
	T3: Estiércol de cuy	5		823,6580		
	T4: Estiercol de caprino	5			982,3620	
	T2: Estiércol de vacuno	5				1026,4780
	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) = 16,842.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Peso_de_1000_semillas

	Tratamientos	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	46,4540			
	T3: Estiércol de cuy	5		55,2840		
	T4: Estiercol de caprino	5			64,3640	
	T2: Estiércol de vacuno	5				66,9080
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	46,4540			
	T3: Estiércol de cuy	5		55,2840		
	T4: Estiercol de caprino	5			64,3640	
	T2: Estiércol de vacuno	5				66,9080
	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) = ,048.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Peso_de_semilla_por_planta

	Tratamientos	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	46,0120			
	T3: Estiércol de cuy	5		73,2540		
	T4: Estiercol de caprino	5			92,8160	
	T2: Estiércol de vacuno	5				99,7920
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	46,0120			
	T3: Estiércol de cuy	5		73,2540		
	T4: Estiercol de caprino	5			92,8160	
	T2: Estiércol de vacuno	5				99,7920
	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) = ,452.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Rendimiento

	Tratamientos	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
HSD Tukey ^{a,b}	T1: testigo	5	1950,5520			
	T3: Estiércol de cuy	5		2760,4460		
	T4: Estiercol de caprino	5			3454,6480	
	T2: Estiércol de vacuno	5				3670,5320
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Duncan ^{a,b}	T1: testigo	5	1950,5520			
	T3: Estiércol de cuy	5		2760,4460		
	T4: Estiercol de caprino	5			3454,6480	
	T2: Estiércol de vacuno	5				3670,5320
	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) = 402,090.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = 0.05.

Anexo H Dosificación del material experimental.

TRATAMIENTO	ESTIERCOL	ANCHO SURCO	DISTANCIA	DOSIS
T1	Testigo	0.70 m	0.30 m	0
T2	Estiércol de vacuno	0.70 m	0.30 m	4.2 Kg
T3	Estiércol de cuy	0.70 m	0.30 m	3.15 Kg
T4	Estiércol de caprino	0.70 m	0.30 m	2.52Kg

Anexo I Evidencias del campo experimental.

Fotografía 1: Preparación del terreno



Nota. Preparación del terreno mediante labores culturales y acondicionamiento del suelo para el establecimiento del cultivo de girasol.

Fotografía 2: Preparación del terreno y surcado para la siembra experimental de girasol en Luricocha, Huanta.



Nota. La fotografía muestra las labores de acondicionamiento del suelo y formación de surcos realizadas previamente a la instalación del experimento agrícola con aplicación de abonos orgánicos. Fotografía tomada durante el trabajo de campo de la investigación, 2025.

Fotografía 3: Preparación de parcelas experimentales y disposición de abonos orgánicos para el cultivo de girasol.



Nota. La fotografía muestra las parcelas experimentales acondicionadas para la siembra, así como los diferentes abonos orgánicos utilizados en el estudio, previo a su incorporación al suelo en el cultivo de girasol en Luricocha, Huanta. Fotografía tomada durante la fase de instalación del experimento, 2025.

Fotografía 4: Pesado y preparación de abonos orgánicos utilizados en el experimento agrícola.



Nota. La fotografía muestra el proceso de selección, almacenamiento y pesado de diferentes abonos orgánicos empleados en la investigación, previo a su aplicación en las parcelas experimentales del cultivo de girasol en Luricocha, Huanta. Fotografía tomada durante el trabajo de campo, 2025.

Fotografía 5: Aplicación manual de compost y estiércol en surcos de cultivo, agricultor esparciendo abono orgánico.



Nota. Aplicación de abonos orgánicos como tratamiento experimental en el cultivo de girasol.

Fotografía 6: Riego en el experimento agrícola.



Nota. Actividad de riego manual efectuada para el mantenimiento y conservación de la vegetación del área intervenida.

Fotografía 7: Emergencia de plantines de girasol.



Nota. Germinación y emergencia de plantines de girasol en etapa inicial de crecimiento, evidenciando el desarrollo temprano del cultivo

Fotografía 8: Crecimiento de plantines de girasol.



Nota. Desarrollo vegetativo de los plantines de girasol durante la etapa inicial de crecimiento, mostrando un incremento en tamaño y formación de hojas.

Fotografía 9: Desarrollo avanzado de plantines de girasol a los dos meses de crecimiento.



Nota. Plantines de girasol en etapa de crecimiento avanzado, con más de dos meses de desarrollo, evidenciando mayor altura, vigor y formación de estructuras vegetativas.

Fotografía 10: Floración abundante de girasol.



Nota. Plantas de girasol en etapa de floración, caracterizadas por la presencia de múltiples flores completamente desarrolladas, indicando una fase avanzada del ciclo de crecimiento.

*Anexo J Distribución de tratamientos en bloques del diseño experimental en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.)*

BLOQUE I	BLOQUE II
Tratamiento 3	Tratamiento 1
Tratamiento 4	Tratamiento 2
Tratamiento 1	Tratamiento 3
Tratamiento 2	Tratamiento 4
BLOQUE III	BLOQUE IV
Tratamiento 4	Tratamiento 2
Tratamiento 1	Tratamiento 3
Tratamiento 3	Tratamiento 1
Tratamiento 2	Tratamiento 4
BLOQUE V	
Tratamiento 3	Tratamiento 2
Tratamiento 1	Tratamiento 4

Anexo K Costos de producción tratamiento 1

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL GIRASOL				
Nombre comun: Girasol				
Nombre Científico: Helianthus annuus				
Tratamiento: T1				
Producción: 1950.55 kg/ha				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. unitario (S/)	P. Total (S/)
COSTOS VARIABLES				4630.00
1. Preparación del terreno				600.00
Arado (tractor)	ha	3.00	120.00	360.00
Rastra	ha	2.00	80.00	160.00
Surcado	ha	1.00	80.00	80.00
2. Semilla de girasol				250.00
Compra de semilla	kg	10.00	25.00	250.00
3. Abonos orgánicos				0.00
Sin estiércol (testigo)	t	0.00	50.00	0.00
Transporte de abono	viaje	0.00	80.00	0.00
4. Mano de obra del cultivo				1560.00
Aplicación de abono	jornal	0.00	60.00	0.00
Siembra	jornal	4.00	60.00	240.00
Deshierbo, aporque, riego	jornal	7.00	60.00	420.00
Aporque	jornal	7.00	60.00	420.00
Riego	jornal	8.00	60.00	480.00
5. Manejo fitosanitario				600.00
Insecticidas para control de plagas	global	2.00	180.00	360.00
Aplicaciones para control de plagas	jornal	4.00	60.00	240.00
6. Cosecha y postcosecha				1420.00
Cosecha	jornal	6.00	60.00	360.00
Trilla	jornal	4.00	60.00	240.00
Secado	jornal	2.00	60.00	120.00
Ensacado	jornal	5.00	60.00	300.00
Transporte	viaje	4.00	100.00	400.00
7. Costos indirectos				200.00
Movilización y mantenimiento	global	1.00	200.00	200.00
COSTOS FIJOS				874.50
1. Preparación del terreno				500.00
Arriendo de terreno	ha	1.00	500.00	500.00
2. Costos indirectos				100.00
Herramientas y depreciación	ha	1.00	100.00	100.00
3. Imprevistos (5%)				274.50
COSTO TOTAL				5504.50
EVALUACIÓN ECONÓMICA				
Rendimiento (kg)	1950.55			
Ingresos (S/.)	7412.10			
Utilidad neta (S/.)	1907.60			
Relación Beneficio / Costo (B/C)	1.35			
Rentabilidad porcentual (%)	34.66			
Costo Unitario de Producción por kg	2.82			
Costo venta por kg	3.80			
Margen de utilidad por Kg	0.98			
Punto de Equilibrio (Q) por kg	1448.55			

Anexo L Costos de producción tratamiento 2

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL GIRASOL				
Nombre comun: Girasol				
Nombre Científico: Helianthus annuus				
Tratamiento: T2				
Producción: 3670.53 kg/ha				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. unitario (S/)	P. Total (S/)
COSTOS VARIABLES				7460.00
1. Preparación del terreno				600.00
Arado (tractor)	ha	3.00	120.00	360.00
Rastra	ha	2.00	80.00	160.00
Surcado	ha	1.00	80.00	80.00
2. Semilla de girasol				250.00
Compra de semilla	kg	10.00	25.00	250.00
3. Abonos orgánicos				2650.00
Estiércol de vacuno	t	20.00	125.00	2500.00
Transporte de abono	viaje	1.00	150.00	150.00
4. Mano de obra del cultivo				1740.00
Aplicación de abono	jornal	3.00	60.00	180.00
Siembra	jornal	4.00	60.00	240.00
Deshierbo, aporque, riego	jornal	7.00	60.00	420.00
Aporque	jornal	7.00	60.00	420.00
Riego	jornal	8.00	60.00	480.00
5. Manejo fitosanitario				600.00
Insecticidas para control de plagas	global	2.00	180.00	360.00
Aplicaciones para control de plagas	jornal	4.00	60.00	240.00
6. Cosecha y postcosecha				1420.00
Cosecha	jornal	6.00	60.00	360.00
Trilla	jornal	4.00	60.00	240.00
Secado	jornal	2.00	60.00	120.00
Ensacado	jornal	5.00	60.00	300.00
Transporte	viaje	4.00	100.00	400.00
7. Costos indirectos				200.00
Movilización y mantenimiento	global	1.00	200.00	200.00
COSTOS FIJOS				1022.00
1. Preparación del terreno				500.00
Arriendo de terreno	ha	1.00	500.00	500.00
2. Costos indirectos				100.00
Herramientas y depreciación	ha	1.00	100.00	100.00
3. Imprevistos (5%)				422.00
COSTO TOTAL				8482.00
EVALUACIÓN ECONÓMICA				
Rendimiento (kg)	3670.53			
Ingresos (S/.)	13948.02			
Utilidad neta (S/.)	5466.02			
Relación Beneficio / Costo (B/C)	1.64			
Rentabilidad porcentual (%)	64.44			
Costo Unitario de Produccion po kg	2.31			
Costo venta por kg	3.80			
Margen de utilidad por Kg	1.49			
Punto de Equilibrio (Q) por kg	2232.11			

Anexo M Costos de producción tratamiento 3

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL GIRASOL				
Nombre comun: Girasol				
Nombre Científico: Helianthus annuus				
Tratamiento: T3				
Producción: 2760.45 kg/ha				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. unitario (S/)	P. Total (S/)
COSTOS VARIABLES				6760.00
1. Preparación del terreno				600.00
Arado (tractor)	ha	3.00	120.00	360.00
Rastra	ha	2.00	80.00	160.00
Surcado	ha	1.00	80.00	80.00
2. Semilla de girasol				250.00
Compra de semilla	kg	10.00	25.00	250.00
3. Abonos orgánicos				1950.00
Estiércol de cuy	t	12.00	150.00	1800.00
Transporte de abono	viaje	1.00	150.00	150.00
4. Mano de obra del cultivo				1740.00
Aplicación de abono	jornal	3.00	60.00	180.00
Siembra	jornal	4.00	60.00	240.00
Deshierbo, aporque, riego	jornal	7.00	60.00	420.00
Aporque	jornal	7.00	60.00	420.00
Riego	jornal	8.00	60.00	480.00
5. Manejo fitosanitario				600.00
Insecticidas para control de plagas	global	2.00	180.00	360.00
Aplicaciones para control de plagas	jornal	4.00	60.00	240.00
6. Cosecha y postcosecha				1420.00
Cosecha	jornal	6.00	60.00	360.00
Trilla	jornal	4.00	60.00	240.00
Secado	jornal	2.00	60.00	120.00
Ensayado	jornal	5.00	60.00	300.00
Transporte	viaje	4.00	100.00	400.00
7. Costos indirectos				200.00
Movilización y mantenimiento	global	1.00	200.00	200.00
COSTOS FIJOS				985.50
1. Preparación del terreno				500.00
Arriendo de terreno	ha	1.00	500.00	500.00
2. Costos indirectos				100.00
Herramientas y depreciación	ha	1.00	100.00	100.00
3. Imprevistos (5%)				385.50
COSTO TOTAL				7745.50
EVALUACIÓN ECONÓMICA				
Rendimiento (kg)	2760.45			
Ingresos (S/.)	10489.69			
Utilidad neta (S/.)	2744.19			
Relación Beneficio / Costo (B/C)	1.35			
Rentabilidad porcentual (%)	35.43			
Costo Unitario de Produccion po kg	2.81			
Costo venta por kg	3.80			
Margen de utilidad por Kg	0.99			
Punto de Equilibrio (Q) por kg	2038.29			

Anexo N Costos de producción tratamiento 4

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL GIRASOL				
Nombre común: Girasol				
Nombre Científico: Helianthus annuus				
Tratamiento: T4				
Producción: 3454.65 kg/ha				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. unitario (S/)	P. Total (S/)
COSTOS VARIABLES				7960.00
1. Preparación del terreno				600.00
Arado (tractor)	ha	3.00	120.00	360.00
Rastra	ha	2.00	80.00	160.00
Surcado	ha	1.00	80.00	80.00
2. Semilla de girasol				250.00
Compra de semilla	kg	10.00	25.00	250.00
3. Abonos orgánicos				3150.00
Estiércol de caprino	t	15.00	200.00	3000.00
Transporte de abono	viaje	1.00	150.00	150.00
4. Mano de obra del cultivo				1740.00
Aplicación de abono	jornal	3.00	60.00	180.00
Siembra	jornal	4.00	60.00	240.00
Deshierbo, aporque, riego	jornal	7.00	60.00	420.00
Aporque	jornal	7.00	60.00	420.00
Riego	jornal	8.00	60.00	480.00
5. Manejo fitosanitario				600.00
Insecticidas para control de plagas	global	2.00	180.00	360.00
Aplicaciones para control de plagas	jornal	4.00	60.00	240.00
6. Cosecha y postcosecha				1420.00
Cosecha	jornal	6.00	60.00	360.00
Trilla	jornal	4.00	60.00	240.00
Secado	jornal	2.00	60.00	120.00
Ensacado	jornal	5.00	60.00	300.00
Transporte	viaje	4.00	100.00	400.00
7. Costos indirectos				200.00
Movilización y mantenimiento	global	1.00	200.00	200.00
COSTOS FIJOS				1045.50
1. Preparación del terreno				500.00
Arriendo de terreno	ha	1.00	500.00	500.00
2. Costos indirectos				100.00
Herramientas y depreciación	ha	1.00	100.00	100.00
3. Imprevistos (5%)				445.50
COSTO TOTAL				9005.50
EVALUACIÓN ECONÓMICA				
Rendimiento (kg)	3454.65			
Ingresos (S/.)	13127.66			
Utilidad neta (S/.)	4122.16			
Relación Beneficio / Costo (B/C)	1.46			
Rentabilidad porcentual (%)	45.77			
Costo Unitario de Producción po kg	2.61			
Costo venta por kg	3.80			
Margen de utilidad por Kg	1.19			
Punto de Equilibrio (Q) por kg	2369.87			