

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Tesis

**Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de
abonos orgánicos en el sector de San Antonio – Tamburco - Abancay
2024**

Asesor:

Dr. Sc. Alarcón Camacho, Juan

Autor:

Hurtado Córdova, Pavel Johann

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Agrónomo

Abancay - Apurímac – Perú

2025

Acta de sustentación



Universidad
Tecnológica de los Andes

Transformando vidas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Acta N°: 021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Abancay, a los 05 días del mes de Noviembre del 2025, siendo las 10:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0185-2025-UTEA-FI-EPA de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ingeniería:

Presidente	: Dr. Medina Raya Francisco
Dictaminante:	Ing. Marrufo Montoya Rosa Eufemia
Replicante	: MSc. Yanqui Diaz Franklin

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br.: **Hurtado Córdova Pável Johann**

(Apellidos y Nombres)

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

(Denominación del Título)

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: **Unanimidad**

(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Hurtado Cordova Pavel Johann	Aprobado

Siendo las 12:58 pm horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: **Dr. Medina Raya Francisco**

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

Dictaminante: **Ing. Marrufo Montoya Rosa Eufemia**

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

Replicante: **MSc. Yanqui Diaz Franklin**

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

(Firma)

(Firma)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

Ciudad Universitaria Av. Perú N°700, Abancay Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco: Av. Grau 516. Teléfono. (084) 251565
Filial Andahuaylas, San Jerónimo, Jr. Coatatay N°100 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

Se expide la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignando en los folios N° 208.

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprobar o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**) 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción. Art. 18 RGGAT.

Reporte de similitud






23% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 11 palabras)

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 19%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Hurtado Córdova, Pavel Johann
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 72424999
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0000-1786-1200
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Alarcón Camacho, Juan
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 31032533
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0002-4911-7440
Datos de la investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Agronomía
Línea de investigación	: Agricultura y Ambiente
Rango de años en la que se realizó la investigación	: 2024
Nota de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 23%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.06

Dedicatoria

A mi mamá, Caterine Córdova Escobar, y a mi padre, Hernán Hurtado Trujillo, quienes con su amor y sacrificio han sido la base de mi vida y mis logros. A mis abuelos, Rodolfo Córdova Hoyos y Carmen Escobar Pinto, por su ejemplo de sabiduría y fortaleza. A mis hermanos, Rodrigo Rondinel Córdova y José Karlos Hurtado Tomaylla, por su apoyo incondicional y complicidad en cada paso.

A mi novia compañera, Secia Cahuana Mancilla, cuyo amor constante y apoyo inquebrantable han sido mi mayor Nota de inspiración. Gracias por estar siempre a mi lado, por tu confianza y por enseñarme a valorar cada momento.

A toda mi familia, por ser mi fuerza, mi motivación y por enseñarme el verdadero significado del esfuerzo, la perseverancia y la esperanza. Este logro es tan suyo como mío, porque sin ustedes no habría sido posible.

Pavel Johann

Agradecimiento

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar este importante proyecto de vida. Sin su guía y protección, nada de esto hubiera sido posible.

A mi asesor de tesis, Dr. Sc. Juan Alarcón Camacho y a la Mg. Haydee Carrasco Ustua por su invaluable orientación, paciencia y por compartir sus conocimientos a lo largo de este proceso. Sus enseñanzas me han permitido alcanzar nuevas metas y desarrollar una visión crítica sobre el campo de investigación.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas a quienes les debo mi más sincera gratitud. A mis docentes Dr. Francisco Medina Raya, Dr. Ely Acosta Valer, Dr. Braulio Pérez Campana, M. Sc. Sandra Caballero Ramírez, Ing Rosa Marrufo Montoya y el Ing. Jaher Menacho Morales, quienes me impartieron sus conocimientos, durante mi formación profesional como Ing. Agrónomo.

Pavel Johann

Resumen

El estudio evaluó la respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en San Antonio – Tamburco – Abancay durante 2024. Se compararon tres tipos de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de Isla) con un tratamiento testigo sin abono, con el objetivo de analizar características agronómicas, rendimiento y costos de producción. Los resultados mostraron que los abonos orgánicos mejoraron significativamente el desarrollo del cultivo en comparación con el testigo. El Guano de Isla destacó como el más efectivo, logrando la mayor altura de planta (37.27 cm), número de brotes (9.90), flores (5.77), vainas por planta (25.61), longitud de vainas (9.86 cm) y peso de vainas por planta (116.93 g). Aunque la Gallinaza y el Mallki también mostraron buenos resultados, fueron inferiores al Guano de Isla, mientras que el testigo presentó los valores más bajos en todas las variables. Por otro lado, el tratamiento con Guano de isla (T3) presentó el mejor rendimiento, con un valor promedio de 5,846.33 kg/ha, seguido por la Gallinaza (T2) con 5,337.33 kg/ha y el Mallki (T1) con 4,495.50 kg/ha. En cuanto a los costos de producción, Mallki fue el más costoso (S/. 6,261.78/ha), seguido por Gallinaza (S/. 5,140.01/ha), guano de isla (S/. 4,623.12/ha) y el testigo (S/. 4,128.22/ha). Aunque el testigo presentó el costo más bajo, su bajo rendimiento limitó su viabilidad económica. En conclusión, el uso de abonos orgánicos mejora el crecimiento y productividad de la arveja, siendo el guano de Isla la opción más recomendada.

Palabras clave: Abonos orgánicos, arveja, rendimiento.

Abstract

The study evaluated the response of pea crop (*Pisum sativum* L.) to the application of organic fertilizers in San Antonio – Tamburco – Abancay during 2024. Three types of organic fertilizers (mallki, gallinaza, and guano de isla) were compared with a control treatment without fertilizer, aiming to analyze agronomic characteristics, yield, and production costs. The results showed that the organic fertilizers significantly improved crop development compared to the control. guano de isla stood out as the most effective, achieving the greatest plant height (37.27 cm), number of shoots (9.90), flowers (5.77), pods per plant (25.61), pod length (9.86 cm), and pod weight per plant (116.93 g). Although gallinaza and mallki also showed good results, they were lower than those of guano de isla, while the control showed the lowest values for all variables. In terms of yield, the treatment with guano de isla (T3) showed the best performance, with an average of 5,846.33 kg/ha, followed by gallinaza (T2) with 5,337.33 kg/ha, and mallki (T1) with 4,495.50 kg/ha. Regarding production costs, mallki was the most expensive (S/. 6,261.78/ha), followed by gallinaza (S/. 5,140.01/ha), guano de isla (S/. 4,623.12/ha), and the control (S/. 4,128.22/ha). Although the control had the lowest cost, its low yield limited its economic viability. In conclusion, the use of organic fertilizers improves the growth and productivity of peas, with guano de Isla being the most recommended option.

Keywords: Organic fertilizers, pea, yield.

Índice

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice	ix
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xvi
Índice de anexos	xviii
I. Introducción	19
II. Planteamiento del problema	20
2.1. Descripción y formulación del problema	20
2.1.1. Problema general	21
2.1.2. Problemas específicos	21
2.2. Objetivos	21
2.2.1. Objetivo general	21
2.2.2. Objetivos específicos	21
2.3. Justificación e importancia	22
2.4. Hipótesis	23
2.4.1. Hipótesis general.....	23
2.4.2. Hipótesis específicas	23
2.5. Variable	24
III. Marco Teórico	26
3.1. Antecedentes	26

3.2. Bases teóricas	30
3.2.1. Cultivo de arveja.....	30
3.2.1.1. Origen de la arveja	30
3.2.1.2. Taxonomía	30
3.2.1.3. Morfología del cultivo de arveja	31
3.2.1.4. Exigencias edafoclimatológicas	32
3.2.1.5. Variedades del cultivo de arveja	34
3.2.1.6. Control fitosanitario	34
3.2.1.7. Plagas.....	35
3.2.1.8. Enfermedades	36
3.2.1.9. Abonos orgánicos.....	37
3.2.1.10. Beneficios del uso de abonos orgánicos	38
3.2.1.11. Tipos principales de abonos orgánicos.....	39
3.3. Definición de términos.....	42
IV. Metodología	44
4.1. Tipo y nivel de investigación	44
4.1.1. Tipo de investigación.....	44
4.1.2. Nivel de investigación	44
4.1.3. Metodología de la investigación.....	45
4.2. Ámbito temporal y espacial	49
4.2.1. Ámbito temporal	49
4.2.2. Ámbito espacial	49
4.3. Población y muestra	50
4.3.1. Población.....	50
4.3.2. Muestra.....	50
4.3.3. Muestreo.....	50
4.4. Instrumentos.....	50
4.5. Procedimientos.....	51
4.6. Análisis de datos.....	52

4.7. Consideraciones éticas	54
V. Resultados y discusión	55
5.1. Resultados.....	55
5.1.1. Características agronómicas del cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	55
5.1.2. Rendimiento del cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	77
5.1.3. Costo de producción del cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	88
5.2. Discusión	95
VI. Conclusiones.....	98
VII. Recomendaciones	101
VIII. Referencias.....	103
IX. Anexos.....	109

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	25
Tabla 2 Composición química de gallinaza.....	40
Tabla 3 Características físico-químicas del guano de isla.....	42
Tabla 4 Detalle de los tratamientos y número de repeticiones.....	45
Tabla 5 Detalles y dimensiones del área experimental	46
Tabla 6 Tabla de análisis de varianza (ANOVA)	48
Tabla 7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
Tabla 8 Porcentaje de emergencia (%) de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	55
Tabla 9 Análisis de varianza de los promedios de Porcentaje de emergencia (%) de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	56
Tabla 10 Altura de planta (cm) Al 01/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	57
Tabla 11 Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (cm) Al 01/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	58
Tabla 12 Análisis de Tukey de los promedios de Altura de planta (cm) Al 01/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	59
Tabla 13 Altura de planta (cm) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	59
Tabla 14 Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (cm) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	61
Tabla 15 Altura de planta (cm) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	61
Tabla 16 Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (cm) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	63

Tabla 17 Análisis de Tukey de los promedios de Altura de planta (cm) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	63
Tabla 18 Número de brotes (und) Al 08/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	64
Tabla 19 Análisis de varianza de los promedios de Número de brotes (und) Al 08/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	65
Tabla 20 Análisis de Tukey de los promedios de Número de brotes (und) Al 08/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	66
Tabla 21 Número de brotes (und) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	66
Tabla 22 Análisis de varianza de los promedios de Número de brotes (und) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	68
Tabla 23 Análisis de Tukey de los promedios de Número de brotes (und) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	68
Tabla 24 Número de brotes (und) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	69
Tabla 25 Análisis de varianza de los promedios de Número de brotes (und) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	70
Tabla 26 Análisis de Tukey de los promedios de Número de brotes (und) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	71
Tabla 27 Número de flores (und) Al 19/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	72
Tabla 28 Análisis de varianza de los promedios de Número de flores (und) Al 19/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	73
Tabla 29 Número de flores (und) Al 03/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	74

Tabla 30 Análisis de varianza de los promedios de Número de flores (und) Al 03/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	75
Tabla 31 Análisis de Tukey de los promedios de Número de flores (und) Al 03/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	76
Tabla 32 Número de vainas por planta (und) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	77
Tabla 33 Análisis de varianza de los promedios de Número de vainas por planta (und) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	78
Tabla 34 Análisis de Tukey de los promedios de Número de vainas por planta (und) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	79
Tabla 35 Longitud de vaina (cm) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	79
Tabla 36 Análisis de varianza de los promedios de Longitud de vaina (cm) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	81
Tabla 37 Análisis de Tukey de los promedios de Longitud de vaina (cm) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla).....	81
Tabla 38 Peso vaina por planta (gr/planta) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	82
Tabla 39 Análisis de varianza de los promedios de Peso vaina por planta (gr/planta) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	83
Tabla 40 Análisis de Tukey de los promedios de Peso vaina por planta (gr/planta) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	84
Tabla 41 Rendimiento por hectárea (kg/ha) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	85

Tabla 42 Análisis de varianza de los promedios de Rendimiento por hectárea (kg/ha) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	86
Tabla 43 Análisis de Tukey de los promedios de Rendimiento por hectárea (kg/ha) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	87
Tabla 44 Costo de producción por hectárea de T1: Mallki (S/. /ha)	88
Tabla 45 Costo de producción de T2: Gallinaza (S/. /ha)	90
Tabla 46 Costo de producción de T3: Guano de isla (S/. /ha).....	92
Tabla 47 Costo de producción de T4: Testigo (S/. /ha).....	94
Tabla 48 Matriz de consistencia	109
Tabla 49 Base de datos	112

Índice de figuras

Figura 1 Croquis de la unidad experimental	45
Figura 2 Croquis del área experimental.....	47
Figura 3 Promedios de Porcentaje de emergencia (%) de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	56
Figura 4 Promedios de Altura de planta (cm) Al 01/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	58
Figura 5 Promedios de Altura de planta (cm) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	60
Figura 6 Promedios de Altura de planta (cm) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	62
Figura 7 Promedios de Número de brotes (und) Al 08/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	65
Figura 8 Promedios de Número de brotes (und) Al 22/10/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	67
Figura 9 Promedios de Número de brotes (und) Al 05/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	70
Figura 10 Promedios de Número de flores (und) Al 19/11/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	73
Figura 11 Promedios de Número de flores (und) Al 03/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	75
Figura 12 Promedios de Número de vainas por planta (und) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	78
Figura 13 Promedios de Longitud de vaina (cm) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	80
Figura 14 Promedios de Peso vaina por planta (gr/planta) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	83
Figura 15 Promedios de Rendimiento por hectárea (kg/ha) Al 16/12/2024 de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)	86

Figura 16 Toma de muestra <i>03/06/24</i>	113
Figura 17 Selección de muestras <i>03/06/24</i>	113
Figura 18 Preparación del terreno <i>12/09/2024</i>	114
Figura 19 Diseño de la parcela <i>13/09/2024</i>	114
Figura 20 Siembra <i>14/09/2024</i>	115
Figura 21 Abonamiento <i>14/09/2024</i>	115
Figura 22 Identificación de muestras <i>01/10/2024</i>	116
Figura 23 Evaluación de altura de planta <i>01/10/2024</i>	116
Figura 24 Evaluación de numero de brotes <i>08/10/2024</i>	117
Figura 25 Aporque y abonamiento <i>31/10/2024</i>	117
Figura 26 Cosecha <i>16/12/2024</i>	118

Índice de anexos

A) Matriz de consistencia	109
B) Instrumento de recolección de información	111
C) Base de datos	112
D) Evidencias fotográficas.....	113
E) Fichas técnicas	119
F) Análisis de suelo	125
G) Nivel de abonamiento.....	126

I. Introducción

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), una leguminosa fundamental en regiones templadas y subtropicales, tiene una relevancia económica, nutricional y ambiental considerable. Perteneciente a la familia Fabaceae, la arveja destaca por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, lo que no solo mejora su nutrición, sino que también favorece la fertilidad del suelo, convirtiéndola en un componente clave para la sostenibilidad agrícola. Nutricionalmente, sus semillas son ricas en proteínas, carbohidratos complejos, fibra y micronutrientes, lo que las hace esenciales para la seguridad alimentaria, especialmente en comunidades rurales.

En el Perú, la producción de leguminosas enfrenta desafíos debido a la calidad del suelo, el uso excesivo de fertilizantes químicos y prácticas agrícolas tradicionales, lo que ha ocasionado problemas como la degradación del suelo y la contaminación de recursos hídricos. Frente a esto, los abonos orgánicos, como el Mallki, la Gallinaza y el Guano de isla, se presentan como una alternativa viable. Estos abonos mejoran las propiedades del suelo, reducen los costos de producción y minimizan el impacto ambiental de los fertilizantes sintéticos.

El uso de abonos orgánicos se basa en los principios de agroecología y agricultura regenerativa, que promueven la conservación del suelo, la biodiversidad y los ciclos biogeoquímicos. Estudios previos han mostrado que la materia orgánica aumenta la retención de agua y nutrientes, mejora la actividad microbiana del suelo y favorece el crecimiento y rendimiento de los cultivos.

En el sector de San Antonio – Tamburco, en Abancay, donde la agricultura es vital, este estudio busca evaluar la respuesta del cultivo de arveja a los abonos orgánicos, con el objetivo de mejorar la productividad agrícola y fortalecer la resiliencia local frente a desafíos socioeconómicos y climáticos.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

La agricultura en el sector de San Antonio – Tamburco, ubicado en la provincia de Abancay, región Apurímac, es una de las actividades de mucha importancia económica, sin embargo, enfrenta varios problemas, dentro de los cuales también los relacionados con la baja productividad agrícola y la degradación de los suelos, generalmente debido a las prácticas agrícolas tradicionales que dependen en gran medida del uso de fertilizantes químicos, los cuales, aunque incrementan temporalmente la producción, tienen efectos negativos a largo plazo. Entre estos efectos se incluyen la acidificación del suelo, la pérdida de materia orgánica, la reducción de la biodiversidad microbiana y la contaminación de recursos hídricos, además, el alto costo de los insumos químicos representa una carga económica para los agricultores locales, quienes ya enfrentan condiciones de pobreza.

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) se está volviendo un cultivo de mucha importancia tanto por su valor nutricional como por ser una actividad de mucha importancia económica en la región, sin embargo, en el sector de San Antonio – Tamburco se ha observado que aún no ha logrado producir lo suficiente para satisfacer la demanda local ni generar ingresos sostenibles para los agricultores de este sector. Esto se debe, en parte, a la falta de alternativas que mejoren la fertilidad del suelo sin dañar el medio ambiente ni aumentar los costos. Por eso, el uso de abonos orgánicos aparece como una buena solución, ya que no solo mejora las condiciones del suelo, sino que también ayuda a reducir la dependencia de fertilizantes químicos, sin embargo, el uso de abonos orgánicos todavía es limitado en la región, principalmente porque falta información sobre su efectividad en cultivos como la arveja. Por otro lado, se desconoce de cómo los diferentes abonos orgánicos, como el Mallki, la Gallinaza y el Guano de Isla, influyen en el crecimiento de la planta y su rendimiento, tampoco se han evaluado bien los costos de implementarlos, lo que hace más difícil que los agricultores los adopten. Por ello, este estudio busca investigar cómo los abonos orgánicos pueden ayudar al cultivo de arveja en la zona, buscando

alternativas sostenibles para mejorar la productividad agrícola sin perjudicar el suelo ni aumentar los costos. Además, esta investigación espera generar pruebas científicas que ayuden a tomar decisiones informadas y fomenten un cambio hacia una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

2.1.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay en 2024?

2.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características agronómicas del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024?
- ¿Cuál es el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024?
- ¿Cuál es el costo de producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar de qué manera influye la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024.

2.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características agronómicas del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024.

- Evaluar el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024.
- Estimar el costo de producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024.

2.3. Justificación e importancia

El estudio es relevante porque aborda una problemática crítica para la agricultura local: la necesidad de mejorar la productividad agrícola sin comprometer la sostenibilidad ambiental. En un contexto donde los suelos están siendo degradados por prácticas inadecuadas, como el uso excesivo de fertilizantes químicos, la evaluación de alternativas como los abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) representa una oportunidad para mitigar estos efectos negativos. Además, este trabajo contribuye al conocimiento científico sobre el uso de insumos orgánicos en cultivos específicos, llenando un vacío importante en la literatura regional.

Este estudio es pertinente para la región Apurímac, particularmente para el sector de San Antonio – Tamburco, donde la agricultura es una actividad económica fundamental, pero enfrenta serios desafíos. Los agricultores locales requieren soluciones prácticas que les permitan aumentar sus rendimientos de manera sostenible y rentable. Al centrarse en un cultivo de importancia económica como la arveja, esta investigación responde directamente a las necesidades de los productores, proporcionando información técnica que puede ser aplicada en sus sistemas productivos actuales.

La importancia de este trabajo radica en su enfoque integral, que combina aspectos agronómicos, económicos y ambientales. Desde el punto de vista agronómico, evaluar cómo los abonos orgánicos afectan las características del cultivo permite identificar prácticas que optimicen el crecimiento y rendimiento de la arveja. Desde el punto de vista económico, estimar los costos asociados a estas prácticas ofrece una base para comparar

su viabilidad frente a métodos convencionales, finalmente, desde el punto de vista ambiental, promover el uso de abonos orgánicos contribuye a la conservación del suelo, la reducción de la contaminación y la mitigación del cambio climático, al disminuir la dependencia de insumos sintéticos.

El impacto esperado de esta investigación es multifacético. A nivel local, los resultados pueden servir como una herramienta de toma de decisiones para los agricultores, quienes podrán adoptar prácticas más sostenibles que mejoren su productividad y calidad de vida.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) es significativo a la aplicación de abonos orgánicos en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay 2024.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) influye significativamente en las características agronómicas del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024.
- La aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) influye significativamente en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024.
- El costo de producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, 2024 será relativamente baja.

2.5. Variable

A) Variable Independiente (VI): Abonos Orgánicos

Definición conceptual

Los abonos orgánicos son insumos de origen natural que se utilizan para mejorar la fertilidad del suelo, promover el crecimiento vegetal y mantener la salud del ecosistema agrícola. Estos insumos aportan nutrientes esenciales, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y reducen la dependencia de fertilizantes químicos. En este estudio, los abonos orgánicos incluyen tres tipos específicos: Mallki (compost), Gallinaza (estiércol de aves) y Guano de isla.

Definición operacional

La variable "Abonos orgánicos" se operacionaliza mediante la aplicación de tres abonos diferentes al suelo en porcentajes específicos de dosis recomendadas para cada tipo de abono:

- Mallki mejorador de suelo: Porcentaje de aplicación sobre la base de la recomendación técnica y el requerimiento nutricional del cultivo.
- Gallinaza (estiércol de aves): Porcentaje de aplicación sobre la base de la recomendación técnica y el requerimiento nutricional del cultivo.
- Guano de isla: Porcentaje de aplicación sobre la base de la recomendación técnica.

Estos porcentajes serán medidos y registrados en función de la dosis aplicada por hectárea (%).

B) Variable Dependiente (VD): Respuesta del Cultivo de Arveja

Definición conceptual

Las características agronómicas del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) son atributos observables y medibles que reflejan el desarrollo y crecimiento de la planta bajo la influencia de los abonos orgánicos. Estas características incluyen aspectos como la emergencia, altura de la planta, número de brotes, flores y vainas, así como la longitud y peso de las vainas.

Definición operacional

Las características agronómicas se evaluarán mediante los siguientes indicadores e índices:

- Emergencia: Porcentaje de semillas que germinan exitosamente (%).
- Altura de la planta: Medida en centímetros (cm) desde la base hasta la parte más alta de la planta.
- Número de brotes: Conteo del número de brotes por planta (unidades, und).
- Número de flores: Conteo del número de flores por planta (unidades, und).
- Número de vainas: Conteo del número de vainas por planta (unidades, und).
- Longitud de vainas: Medida en centímetros (cm) de la longitud promedio de las vainas.
- Peso de vainas por planta: Peso total de las vainas producidas por planta, expresado en gramos (g/planta).

C) Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Índices
VI: Abonos orgánicos	Abonamiento de suelo	• Mallki	%
		• Gallinaza	%
		• Guano de isla	%
VD: Respuesta del cultivo de arveja	Características agronómicas	• Emergencia	%
		• Altura/planta	cm
		• N° brotes	und
		• N° flores	und
Respuesta del cultivo de arveja	Rendimiento	• N° Vainas	und
		• Longitud de vainas	cm
		• Peso de vaina	gr
	Costo de producción	• Rendimiento por hectárea	kg/ha
		• Costo de producción	S/./ha

Nota. Elaboración propia

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

González (2023), en Pamplona, Colombia, en su investigación “Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz”, señalan que en Pamplona la producción de arveja depende en gran medida del uso excesivo de fertilizantes químicos, lo cual ocasiona impactos negativos tanto en el ambiente como en la salud de las personas. En su investigación evaluaron la respuesta de diferentes fertilizantes orgánicos frente a la fertilización química, empleando seis tratamientos: T0 (control), T1: vermicompost en dosis total (7831,00 kg/ha), T2: vermicompost a media dosis (3915,50 kg/ha) más fertilizante químico (FQ 15N-15P₂O₅-15K₂O) en media dosis (703,50 kg/ha), T3: mezcla de gallinaza, caprinaza y residuos de caña de azúcar (ABOB) en dosis completa (10573,00 kg/ha), T4: ABOB en media dosis (1407,00 kg/ha) más FQ en media dosis (703,50 kg/ha), T5: fertilización química completa (1407,00 kg/ha) y T6: fertilización química a la mitad (703,50 kg/ha). Las variables estudiadas fueron altura de planta (AP), número de vainas por planta (NVP), longitud de vaina (LV) y rendimiento (kg/ha). Se aplicó un análisis de varianza al 5 % y prueba de Tukey para comparar medias. El mayor promedio de altura se observó en T2 (172,27 cm). El número de vainas fue más alto en T3 y T5 frente al control, aunque sin diferencias estadísticas entre tratamientos. La longitud de vaina mostró incrementos significativos respecto al control, pero no entre los demás tratamientos. El rendimiento no presentó diferencias estadísticas, sin embargo, T1 y T4 superaron al testigo en 42,85 % y 39,99 %. Estos resultados evidencian que los abonos orgánicos pueden reemplazar o complementar el fertilizante químico, disminuyendo sus efectos negativos sobre el entorno y la salud.

Paste (2021), en Latacunga, Ecuador, en su investigación “Evaluación del desarrollo de arveja (*Pisum sativum*) utilizando fuentes orgánicas a diferentes dosis con fines de recuperación y conservación de suelos en el CEASA, Latacunga, Cotopaxi” tuvo como objetivos: evaluar el comportamiento agronómico del cultivo frente a abonos

orgánicos, comparar el análisis del suelo antes y después de la floración, y estimar los costos de los tratamientos. El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones, utilizando estiércol bovino, humus y gallinaza en dosis del 75 %, 100 % y 125 %. El estiércol bovino a 8 kg obtuvo la mayor germinación (98,33 %). La gallinaza a 4,80 kg generó mayor altura y el 100 % de macollamiento. Todos los tratamientos lograron floración completa. Con gallinaza, el nitrógeno aumentó de 6,9 ppm a 69,25 ppm, la materia orgánica de 0,70 % a 5,85 %, mientras que el fósforo y potasio disminuyeron y el pH descendió ligeramente (de 9,69 a 9,04). En conclusión, la gallinaza resultó la opción más eficiente para la recuperación de suelos erosionados.

Quispe (2018), en Ayacucho, Perú, en su investigación “Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco-Ayacucho”, desarrolló su estudio en Pampa del Arco, UNSCH – Ayacucho, entre noviembre de 2016 y noviembre de 2017, con el propósito de analizar el efecto de abonos orgánicos e inoculantes en el rendimiento de variedades de arveja. El experimento se estructuró bajo un Diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial, tres repeticiones y 48 unidades experimentales. Los tratamientos que incluyeron inoculantes y estiércol ovino generaron los mayores rendimientos tanto en vaina verde como en grano seco. La variedad Usui destacó con 7870,0 kg/ha en vaina verde y 1500,67 kg/ha en grano seco, además de obtener valores superiores en número de vainas por planta (24,67), longitud de vaina (8,79 cm) y granos por vaina (6,92). La mayor rentabilidad correspondió también a Usui inoculada y abonada con estiércol ovino, alcanzando eficiencias superiores al 60 % en vaina verde y grano seco, con utilidades cercanas a S/.9572,50. En general, todos los tratamientos con inoculantes y abonos superaron ampliamente a los no inoculados, lo que evidencia la viabilidad técnica y económica de la combinación de biofertilizantes y enmiendas orgánicas en arveja.

Colos (2018), en Ayacucho, Perú, en su trabajo “Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga – región Ayacucho”, ejecutado entre agosto de 2017 y enero de 2018, tuvo como finalidad evaluar el efecto de abonos orgánicos en cinco variedades de arveja y analizar variables agronómicas como altura de planta, número de vainas por golpe, longitud de vaina, número de granos por vaina y costos de producción. Se evaluaron las variedades Usui (V1), Remate (V2), Alderman (V3), Blanco (V4) y Criollo (V5, testigo), junto con abonos de origen ovino (E1), vacuno (E2) y de cuy (E3). El ensayo se estableció bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 5×3 y tres repeticiones, sumando 45 unidades experimentales. El análisis estadístico incluyó ANVA y prueba de Tukey al 95 % de confianza. Los mejores rendimientos se registraron en la variedad Usui (9,90 kg/10,80 m²) y en el estiércol vacuno (8,60 kg/10,80 m²). En altura y número de vainas por planta sobresalió la variedad Blanco. Desde el punto de vista económico, la combinación V1E2 (Usui + estiércol vacuno) mostró la mejor relación costo-beneficio con un 200 % de rentabilidad.

Ibáñez (2019), en La Libertad, Perú, en su investigación “Abonamiento orgánico en el rendimiento en verde de *Pisum sativum* L. var. Verde en Santiago de Chuco, La Libertad”, evaluó el rendimiento en verde del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) mediante la aplicación de tres abonos orgánicos. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos (T0-testigo, T1-compost, T2-estiércol de cuy y T3-estiércol de vacuno), en 4 bloques y 16 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vaina, ancho de vaina, número de granos por vaina, peso de 100 granos de arveja, rendimiento en verde (Kg. ha⁻¹). Se concluye que el mejor rendimiento se obtiene con el tratamiento T2 estiércol de cuy (4 ha- con un promedio de 9. 5753 kg. ha⁻¹).

Huamán (2021), en Andahuaylas, Perú, en su estudio “Efecto de tres tipos de abonos orgánicos con tres niveles en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en

Poccontoy–Talavera-Andahuaylas-Apurímac”, evaluó el efecto de tres abonos orgánicos gallinaza, estiércol bovino y compost aplicados en tres niveles (alto, medio y bajo) en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L. var. Jade) en Poccontoy, distrito de Talavera, Andahuaylas. El ensayo se realizó bajo un diseño factorial en bloques completamente al azar, con 10 tratamientos, tres repeticiones y parcelas de 12 m². Se midieron variables de rendimiento (altura, número, longitud y peso de vainas), precocidad (días a emergencia, floración, formación de vainas y madurez) y rentabilidad económica. El análisis (ANVA y Tukey al 5 %) mostró que la gallinaza promovió un mayor crecimiento y productividad: promedió 19,3 cm en altura y obtuvo 5,2 y 5,9 vainas por planta en la primera y segunda cosecha, respectivamente, diferencias estadísticamente significativas frente al resto. Esto evidencia que la gallinaza es la enmienda más eficaz para potenciar el desarrollo y rendimiento de la vainita.

Alcarráz (2019), en Andahuaylas, Perú, en su estudio “Rendimiento en dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con tres tipos de abono en la provincia de Andahuaylas–Apurímac”, estudiaron la respuesta de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Rectín y Canario, bajo la aplicación de tres tipos de abonos (guano de isla, gallinaza y estiércol bovino) en Andahuaylas, Apurímac. El ensayo se desarrolló en el fundo Choccepuquio de la UNSAAC, durante cinco meses, mediante un DBCA con arreglo bifactorial (variedades × abonos), seis tratamientos y seis repeticiones, totalizando 18 unidades experimentales. Los resultados mostraron que la mejor combinación fue Canario + gallinaza (T5), con 272 g/planta en peso de grano seco y 419,33 g/planta en peso de vainas. En contraste, Canario + guano de isla (T4) registró los valores más bajos (221 g/planta en grano seco y 307,33 g/planta en vainas). Esto demuestra que la variedad Canario fertilizada con gallinaza optimiza el rendimiento de frijol bajo las condiciones del estudio.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Cultivo de arveja

3.2.1.1. Origen de la arveja

Camarena (2004) señala que la arveja tiene su origen en Asia Central, con influencia de la región mediterránea y del cercano oriente. Es una de las plantas cultivadas más antiguas, utilizada en la alimentación humana y animal desde hace unos 6000 a 7000 años a.C. Se trata de una leguminosa anual de porte herbáceo que prospera en climas templados, fríos y húmedos.

Por su parte, la arveja (*Pisum sativum* L.) es considerada una especie versátil, ya que se emplea tanto para consumo humano en forma de grano seco como en estado fresco, aprovechando vainas y granos tiernos. Los cultivos destinados a grano seco se concentran principalmente en países como Canadá, Rusia, China, Estados Unidos, India y Australia, que figuran entre las naciones con mayor superficie sembrada a nivel mundial (Checa et al., 2020).

3.2.1.2. Taxonomía

González (2023) en su investigación hace mención de la clasificación taxonómica en:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub Clase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Sub familia: Faboideae

Tribu: Vicieae

Género: *Pisum*

Especie: *Pisum sativum* L

3.2.1.3. Morfología del cultivo de arveja

Ruiz (2019) describe la morfología de la arveja, una planta herbácea anual perteneciente a la familia fabáceas, cuyos principales órganos se detallan a continuación:

a) Raíz

El sistema radicular es pivotante, con una raíz principal que puede alcanzar hasta 50 cm de profundidad y de la cual se originan raíces secundarias y terciarias. En ellas se desarrollan nódulos formados de manera natural por bacterias del género *Rhizobium*, que fijan nitrógeno atmosférico y mejoran la fertilidad del suelo. Aunque el sistema radical no es muy extenso, cumple un rol importante en la nutrición de la planta (Maroto, 2002).

b) Tallo

El tallo es hueco, alargado y puede variar según la variedad: bajo (≈ 45 cm), de mediano enrame (≈ 70 cm) o de enrame, que supera los 2 m y requiere tutores. Su crecimiento es inicialmente vertical, pero con la elongación de entrenudos, aumento de foliolos y peso de frutos, las plantas tienden a postrarse, lo que favorece el contacto de vainas con el suelo y la aparición de enfermedades fúngicas. Las variedades precoces suelen medir entre 0,55 y 0,80 m, mientras que las semitardías alcanzan entre 0,85 y 1,25 m (Maroto, 2002).

c) Hojas

Las hojas son compuestas y pinnadas, con uno a cuatro pares de foliolos de forma redondeada o lanceolada, bordes enteros o dentados, y terminadas en zarcillos apicales que facilitan el hábito trepador de la planta. Presentan además un par de estípulas basales que se insertan en el tallo. Los zarcillos permiten el anclaje y sostén a medida que la planta crece (INIAF, 2015).

d) Flores

Las flores son papilionadas, semejantes a mariposas por su simetría bilateral. Están protegidas por cinco sépalos y son cleistógamas, es decir, permanecen cerradas después de la fecundación, lo que favorece la autopolinización. Suelen ser blancas, púrpuras o

violáceas, con alas más oscuras que el estandarte, y se insertan en las axilas de las estípulas (Maroto, 2002).

e) Inflorescencia

Se presenta en forma de racimos axilares pedunculados. El número de flores por racimo depende de la variedad, siendo habitual encontrar de dos a tres. En variedades precoces, la floración ocurre en los nudos basales. Debido a la cleistogamia, la arveja es una planta autógama, asegurando la autofecundación (Camarena, 2003; Cervantes, 2004).

f) Fruto

El fruto es una legumbre o vaina de distintas formas (curvada, globosa o cúbica) y longitudes, que puede contener entre 4 y 10 granos según la variedad. Los granos son esféricos, a veces achatados, de superficie lisa o rugosa y color blanco, crema o verde. Algunas variedades carecen de pergamino en el interior de las valvas, como ocurre en los tirabeques (Maroto, 2002).

g) Semilla

Las semillas, globulosas y angulares, miden alrededor de 5 mm de diámetro y poseen dos cotiledones cubiertos por un tejido esclerenquimatoso. Para mantener su poder germinativo se recomienda utilizarlas antes de los dos años, aunque pueden conservar viabilidad hasta por tres. Las variedades de superficie rugosa suelen tener menor germinación, pero son más apreciadas en consumo fresco por su sabor dulce. En cambio, las de superficie lisa se valoran para grano seco, producción de harinas y arveja partida (Camarena, 2003).

3.2.1.4. Exigencias edafoclimatológicas

Mamani (2016) indica que:

Clima:

La arveja se desarrolla mejor en temperaturas medias de 16 a 18 °C, con máximas de 21 a 24 °C y mínimas cercanas a 7 °C. Su “cero fisiológico” —temperatura mínima para el crecimiento— se ubica entre 4 y 5 °C. Desde la siembra hasta la cosecha, los cultivares

precoces requieren una integral térmica de 600 a 700 grados/día, mientras que los tardíos necesitan entre 900 y 1050 grados/día. En cuanto a la luz, el cultivo se adapta bien a zonas soleadas, siempre que no exista una nubosidad persistente. Las necesidades hídricas del cultivo son de 300 a 400 mm durante todo su ciclo. Existen dos fases críticas que requieren disponibilidad de agua: floración y formación de vainas. Si en estos periodos no hay lluvias suficientes, es imprescindible recurrir al riego. Por ello, resulta fundamental contar con suelos que retengan humedad y prever riegos complementarios en caso de déficit de precipitaciones (Centeno, 2000).

Suelo:

Maocho (2013), indica que la arveja muestra una gran capacidad de adaptación, aunque prospera mejor en suelos de textura franco arenosa a franco arcillosa, con profundidad media, estructura granular, buen drenaje y adecuada presencia de materia orgánica. No se recomienda su siembra en suelos arcillosos ni en aquellos con salinidad superior a 2 dS.m⁻¹, ya que la retención excesiva de humedad favorece problemas de “chupadera” y enfermedades radiculares. Los suelos más favorables son los silíceo-limosos y ligeros, mientras que los ricos en calizas provocan clorosis foliar y endurecimiento de granos. En estos casos, se recomienda aplicar rotación de cultivos como parte del manejo integrado de plagas y enfermedades.

En cuanto al pH, se desarrolla en un rango de 5,5 a 7,5, siendo óptimo entre 6 y 6,5. La estructura granular del suelo garantiza aireación, retención y disponibilidad de agua, factores clave durante floración y llenado de vainas. Por el contrario, el encharcamiento por mal drenaje predispone a enfermedades como fusariosis y rizoctoniosis, que causan marchitez en las plantas.

La arveja también crece adecuadamente en suelos arenosos y livianos, pero no en arcillas pesadas, donde la compactación y el encostramiento limitan el desarrollo radicular. En general, los suelos con textura franco arenosa y buen drenaje aseguran un balance

apropiado entre aireación, humedad y nutrientes, condiciones esenciales para el crecimiento de este cultivo (Choque, 2008).

3.2.1.5. Variedades del cultivo de arveja

(FAO, 2015). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura señala que entre las variedades comerciales se encuentran las siguientes:

- **Quantum Hortus.** Variedad de alto potencial productivo, con plantas de porte intermedio. Sus vainas son cortas y contienen entre 7 y 8 granos. Se caracteriza por presentar nudos dobles, triples e incluso cuádruples, lo que le otorga una productividad superior frente a otras variedades. Su buen nivel de adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo la convierte en una opción destacada para las principales zonas productoras de arveja en la sierra peruana.
- **INIA Usui.** Conocida también como arveja ojo negro o musho negro (en Cajamarca), esta variedad corresponde al cultivar INIA-USUI, cuyos granos presentan un hilum de color negro. Se distingue por su buena adaptación a diversas condiciones agroecológicas, elevado potencial de rendimiento, tolerancia a enfermedades y preferencia para el consumo en grano verde.
 - Características del grano: color crema opaco, forma esférica y lisa, tamaño grande (100 semillas pesan entre 30 y 35 g), con un calibre de 285 a 333 semillas por cada 100 g.
 - Zonas de producción:
 - Sierra: Cajamarca, La Libertad y Junín.
 - Costa: Lambayeque, La Libertad, Áncash y Lima, desde el nivel del mar hasta los 2600 m.s.n.m.

3.2.1.6. Control fitosanitario

Diversas plagas y enfermedades afectan el cultivo de la arveja. Entre los insectos más reportados se encuentran el pulgón de la arveja (*Acyrtosiphon pisum*), el pulgón del

duraznero (*Myzus persicae*) y la oruga (*Heliothis* sp.), esta última de aparición esporádica, que consume los granos y puede contaminar los frutos con sus excretas.

En cuanto a enfermedades, la de mayor importancia económica es la “chupadera”, causada por el hongo *Fusarium oxysporum*. Sus síntomas incluyen clorosis y marchitez en la base del tallo, lo que en casos severos provoca la muerte de la planta. Asimismo, la podredumbre del cuello y la raíz es otra afección común, originada por un complejo de hongos como *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp. (Prieto, 2011).

Dado que el cultivo de arveja es susceptible a numerosos agentes patógenos, resulta indispensable realizar evaluaciones periódicas en campo para aplicar un control fitosanitario oportuno y adecuado. Los diagnósticos in situ permiten anticiparse a los daños mediante la identificación de síntomas, restos biológicos, niveles poblacionales y la severidad de la infestación, lo que facilita establecer el umbral económico de intervención (Cáritas del Perú, 2007).

Las principales plagas y enfermedades (Maroto, 2000), son las siguientes

3.2.1.7. Plagas

Gorgojo (*Bruchus pisorum* L.)

Este insecto perfora las vainas y deposita sus larvas dentro de las semillas, ocasionando galerías internas que destruyen completamente el grano. Su control se realiza mediante aplicaciones foliares con insecticidas como malathión, metiocarb o fosalón, y en el suelo con formulaciones granulares de clorpirifos o foxim (Maroto, 2000).

Trips (*Thrips tabaci* L.)

Se trata de pequeños insectos chupadores de color marrón o negro. El daño aparece en vainas y folíolos, provocando deformaciones y un aspecto plateado en los tejidos afectados. Para su manejo se recomienda aplicar productos como naled, malathión, dimetoato, bromofos o fosalona, que han mostrado alta eficacia (Maroto, 2000).

Agromícidos (*Diptera*)

Las larvas de estas moscas excavan galerías en las hojas, reduciendo la capacidad fotosintética de la planta. Su control se efectúa con insecticidas como malathión, dimetoato o diazinón.

3.2.1.8. Enfermedades**Antracosis (*Ascochyta pisi* Lib.)**

Se caracteriza por la aparición de manchas marrones con centros amarillentos en hojas y vainas. Su manejo se basa en pulverizaciones preventivas con fungicidas como captan, maneb, metil tiofanato o maneb, así como en el uso de variedades resistentes (Maroto, 2000).

Roya (*Uromyces pisi*)

Provoca la formación de manchas marrones en el envés de los folíolos, acompañadas de amarillamientos en el haz. El control incluye aplicaciones preventivas de maneb, tratamientos con carboxinas y el uso de genotipos resistentes (Maroto, 2000).

Oidium (*Erysiphe polygoni*)

Se manifiesta mediante manchas amarillentas y un micelio blanquecino en hojas. La prevención se realiza con azufre o dinocap, mientras que el control curativo incluye benomilo y otros fungicidas sistémicos (Maroto, 2000).

Virus del mosaico Pgg MV (*Pea Soilbome mosaic virus*)

Causa moteada en hojas, enrollamiento de folíolos, necrosis y deformaciones en flores y vainas. Se transmite principalmente por semilla infectada, y también por pulgones de forma no persistente (Maroto, 2000).

Virus del amarillento apical PLRV (*Pea Leaf Rol/ virus*)

Genera clorosis progresiva desde el ápice hacia la base de la planta. Su diseminación es persistente a través de pulgones. El manejo consiste en emplear variedades resistentes y controlar los vectores (Maroto, 2000).

Fertilización del cultivo

De acuerdo con Cosme (2015), en suelos con niveles medios de macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes (Ca, Mg, B, S, Mo), se recomiendan las siguientes dosis:

- Alta: 110 kg de N, 85 kg de P₂O₅ y 110 kg de K₂O/ha.
- Media: 80 kg de N, 60 kg de P₂O₅ y 70 kg de K₂O/ha.

Asimismo, para suelos ligeros se aconseja la aplicación de 25–30 t/ha de estiércol orgánico bien descompuesto (compost o estiércol de granja).

Cosme (2015) sugiere como dosis indicativa en suelos alcalinos livianos con fertilidad media:

- 50 kg de N, 60 kg de P, 160 kg de K y 30 kg de Mg/ha.

Según el INIA (2008), el abonamiento se debe realizar en dos momentos: al momento de la siembra y durante el aporque, para asegurar un buen establecimiento del cultivo. Las fórmulas de referencia son:

- 40 – 60 – 00 kg/ha de N, P y K.
- 60 – 80 – 20 kg/ha de N, P y K.

Finalmente, Cosme (2015) recomienda que, de forma empírica, se aplique en la siembra 4 costales de 18-46-0 por hectárea. En suelos pobres en nitrógeno, se puede complementar con aplicaciones foliares de urea (2,5 kg en 200 L de agua por ha).

3.2.1.9. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias elaboradas a partir de desechos de origen animal, vegetal o mixto, que se incorporan al suelo con el propósito de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Mullo, 2011).

De acuerdo con Ramos y Terry (2014), estos abonos corresponden al material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica, proceso llevado a cabo por microorganismos que degradan los residuos y los transforman en compuestos benéficos. Dichos compuestos no solo enriquecen el suelo, sino que también proveen nutrientes esenciales a las plantas. Los abonos de este tipo provienen de la degradación y

mineralización de diferentes materiales orgánicos como estiércoles, restos de cocina, pastos verdes incorporados al suelo, entre otros. Su incorporación en los sistemas agrícolas tiene como finalidad estimular la actividad microbiana y favorecer el equilibrio biológico del suelo.

En general, los abonos orgánicos presentan un alto contenido de materia orgánica, energía y microorganismos, aunque suelen ser pobres en nutrientes inorgánicos. La cantidad de nutrimentos disponibles depende directamente de la composición de los residuos utilizados en su preparación.

3.2.1.10. Beneficios del uso de abonos orgánicos

De acuerdo con Ramos y Terry (2014), los abonos orgánicos pueden cubrir en gran medida la demanda nutricional de los cultivos, lo que contribuye a reducir el uso de fertilizantes químicos y a mejorar la calidad de los productos vegetales destinados al consumo humano. Asimismo, estos abonos son una alternativa eficaz para la recuperación de suelos degradados por el uso intensivo de agroquímicos y la sobreexplotación agrícola. No obstante, su composición química, la cantidad de nutrientes que aportan y sus efectos en el suelo dependen de diversos factores, entre ellos: la procedencia, la edad del material, el manejo durante su preparación y su contenido de humedad. En particular, las excretas animales resultan altamente beneficiosas, pues al ser descompuestas por los organismos del suelo incrementan la capa arable, mejoran la aireación y la fertilidad, aumentan la capacidad de retención de agua y, a la vez, pueden contribuir a reducir la erosión ocasionada por el viento y el agua.

En la actualidad, se reconoce que la estructura del suelo constituye un factor clave en la determinación de su fertilidad y productividad. Sin embargo, las prácticas de laboreo intensivo y la compactación mecánica tienden a deteriorarla progresivamente. Frente a ello, el uso de abonos orgánicos como estiércoles, compostas y residuos de cosecha se recomienda especialmente en tierras sometidas a una explotación agrícola intensa, ya que

permiten mantener y mejorar la estructura del suelo, incrementar su capacidad de retención de humedad y optimizar la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

3.2.1.11. Tipos principales de abonos orgánicos

- **Mallki**

Según San Fernando (2017), Mallki es un abono orgánico mejorador de suelos, obtenido mediante un proceso controlado de degradación de residuos sólidos provenientes de la crianza de aves, restos vegetales y otros componentes orgánicos. Al ser considerado un producto libre de impurezas, contribuye a incrementar la retención de agua, mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo y aportar microorganismos benéficos que favorecen la actividad biológica. Este abono presenta una apariencia granular fina (0.3 a 0.6 mm), de color marrón oscuro y con olor característico a materia orgánica. Su composición química incluye 2.5 % de N, 2 % de P, 3.5 % de K, 3.5 % de Ca y 1.2 % de Mg, además de micronutrientes como B, Zn, Cu y Mn, en concentraciones que oscilan entre 60 y 600 ppm. Dicho contenido resalta su valor, ya que aporta microelementos esenciales en los procesos fisiológicos de los cultivos, junto con extractos húmicos que reflejan una materia orgánica de alto estándar. En cuanto a su aplicación, para la siembra se recomienda colocar el producto en el hoyo al momento del trasplante; mientras que en plantas en producción, cuando el terreno presenta pendiente, se sugiere aplicarlo en forma de media luna.

- **Gallinaza**

De acuerdo con Arévalo (2018), la gallinaza corresponde a la mezcla de heces y orina de gallinas o pollos enjaulados, a la que se añaden residuos no digeridos de los alimentos, células descamadas de la mucosa del aparato digestivo, secreciones glandulares, microorganismos intestinales, sales minerales, restos de plumas y una pequeña fracción de material extraño.

Tabla 2*Composición química de gallinaza*

Contenido	Cantidad	Medida
Materia seca	80.10	%
pH.	7.90	
Materia Orgánica	58.00	%
Nitrato	4.00	%
Fosforo	3.00	%
Potasio	3.20	%
Calcio	9.50	%
Sodio	0.80	%
Sodio	0.30	%
Hierro	506.10	mg/kg
Manganesio	297.50	mg/kg
Cobre	37.40	mg/kg
Zinc	531.80	mg/kg
Relación	C/N	7,26
Conductividad	4.57	ds/m
Densidad	500 kg.	kg/m ³

Nota. (INTAGRI, 2025).

La composición nutricional de la gallinaza depende de la calidad y cantidad de los residuos que la conforman, tales como plumas, restos de comida, material de cama y partículas de tierra. En comparación con otros abonos orgánicos, la gallinaza presenta un efecto residual más prolongado en el suelo, razón por la cual su aplicación debe realizarse cada dos años y en dosis que no superen las 25 toneladas por hectárea.

- **Guano de isla**

El guano de aves marinas constituye un abono 100 % natural, cuya explotación en el Perú se encuentra regulada y administrada por el Ministerio de Agricultura y Riego

(MINAGRI,2018). Su uso se remonta a épocas preincas, debido a su elevada riqueza en nutrientes (Schnug et al., 2018). Este fertilizante contiene macronutrientes como amonio y fosfato (Burger et al., 1978), además de micronutrientes esenciales como zinc (Zn), manganeso (Mn), hierro (Fe) y cobalto (Co) (Wing et al., 2014).

En el contexto nacional, más del 50 % de productores de la sierra utilizan guano de islas en la siembra de maíz amiláceo, mientras que en la costa y selva su uso es más limitado (Valladares, 2013). Este abono aporta una significativa cantidad de materia orgánica, la cual sirve como sustrato para hongos y bacterias benéficas, y actúa como portador de flora microbiana que transforma sustancias complejas en compuestos simples. Mediante procesos de mineralización, los nutrientes orgánicos se convierten en formas inorgánicas disponibles para la absorción de las plantas (MINAGRI, 2018).

- De acuerdo con MINAGRI (2018), este recurso natural, gracias a su alto valor nutricional, contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo:
- Propiedades físicas: favorece la formación de agregados, mejora la estructura del suelo, la infiltración y retención de agua, incrementando la absorción de nutrientes.
- Propiedades químicas: incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), aumenta la capacidad tampón del suelo y contribuye a la formación de quelatos, lo que asegura una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Propiedades biológicas: estimula la actividad biológica del suelo mediante la proliferación de microflora y microfauna, promoviendo la fijación de nitrógeno y la producción de sustancias bioactivadoras del crecimiento vegetal.

En términos de su aporte nutricional, el guano de islas contiene niveles elevados de nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca) y potasio (K), según lo reportado por Valladares, (2020).

Tabla 3*Características físico-químicas del guano de isla*

Elemento	Unidad	Concentración
Potencial de Hidrogeno (pH)	Ph	7.04
Conductividad eléctrica (CE)	dS m ⁻¹	60.8
Materia orgánica (MO)	%	18.61
Nitrógeno (N9)	%	14.87
Fosforo (P2O5)	%	14.34
Potasio (K2O)	%	4.48
Calcio (CaO)	%	11.62
Magnesio (MgO)	%	1.03
Azufre (SO4 ⁻)	%	1.5
Humedad (H)	%	8.74

Nota. Valladares, (2020)

Valladares, (2020), menciona que la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo.

3.3. Definición de términos

1. Arveja: Planta herbácea anual o bianual perteneciente a la familia de las leguminosas, cultivada principalmente como abono verde, heno o pasto (Zamora, 1986).
2. Variedad: Conjunto de plantas que presentan características específicas que las diferencian de otras variedades (UPOV, 1991).
3. Rendimiento: Cantidad de cultivo cosechado por unidad de superficie agrícola. Generalmente se expresa en kilogramos/hectárea o toneladas métricas/hectárea, siendo un indicador clave en la producción de maíz, cereales, granos o legumbres (Bornewasser, 1977).
4. Crecimiento: Proceso integral que busca comprender la forma y funciones de los vegetales desde una perspectiva holística, explicativa e integradora (Casierra Posada & Cardozo, 2009).
5. Suelo: Recurso natural finito y componente esencial del ambiente, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos. Cumple procesos bióticos y abióticos permanentes, esenciales para la vida y la sostenibilidad del planeta (Buol, 2003).

6. **Abonos orgánicos:** Material resultante de la descomposición natural de materia orgánica por acción de microorganismos, los cuales transforman los residuos en compuestos benéficos que aportan nutrientes al suelo y favorecen el desarrollo vegetal (Herrán, 2008).
7. **Abonamiento orgánico:** Práctica agrícola que consiste en el uso de materiales naturales para enriquecer el suelo y mejorar su capacidad de retención de nutrientes, promoviendo la sostenibilidad de los sistemas de cultivo (Anderson & Smith, 2017).
8. **Guano de isla:** Excremento de aves marinas, rico en nitrógeno, fósforo y potasio, considerado un abono orgánico de alta calidad que mejora la fertilidad del suelo. Es descrito como un fertilizante balanceado y eficaz por su concentración de nutrientes esenciales (Rodríguez & Herrera, 2016).
9. **Mallki:** Abono orgánico obtenido a partir de la descomposición controlada de residuos orgánicos como restos de alimentos y estiércol. Mejora la estructura del suelo y aumenta su fertilidad. El proceso de compostaje es señalado como una técnica eficiente para producir este tipo de abonos (García & Martínez, 2015).
10. **Gallinaza:** Estiércol de aves con alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, utilizado como fertilizante por su disponibilidad y capacidad para mejorar la fertilidad del suelo (Pérez & López, 2017).
11. **Costo de producción:** Conjunto de costos directos e indirectos incurridos durante el proceso de producción agrícola, incluyendo las actividades de siembra, manejo y cosecha de un cultivo (González, 2023).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

Este estudio se enmarca dentro de una investigación experimental con enfoque cuantitativo y aplicada. Según Hernández et al. (2018), la investigación experimental se define como aquella en la que el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar sus efectos sobre una variable dependiente, bajo condiciones controladas. En este caso, los abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) representan las variables independientes, mientras que las características agronómicas, el rendimiento y el costo de producción del cultivo de arveja son las variables dependientes. Además, el enfoque cuantitativo permite recopilar datos numéricos que son analizados mediante métodos estadísticos, lo que facilita la identificación de relaciones causales entre las variables estudiadas.

Por otro lado, esta investigación también se clasifica como aplicada, ya que su objetivo principal es resolver un problema práctico relacionado con la agricultura sostenible en el sector de San Antonio – Tamburco. Hernández et al. (2018) señalan que las investigaciones aplicadas buscan generar soluciones concretas a problemas específicos, en contraste con las investigaciones básicas, que tienen como propósito ampliar el conocimiento teórico. En este caso, los resultados obtenidos podrían ser utilizados por los agricultores locales para mejorar la productividad del cultivo de arveja mediante el uso de abonos orgánicos, reduciendo así su dependencia de fertilizantes químicos y promoviendo prácticas más sostenibles.

4.1.2. Nivel de investigación

En cuanto al nivel de investigación, este estudio se clasifica como explicativa. Según Hernández et al. (2018), el nivel explicativo busca determinar las causas de los fenómenos y establecer relaciones de causalidad entre las variables. En este caso, se analiza cómo la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos afecta las

características agronómicas, el rendimiento y el costo de producción del cultivo de arveja. Este nivel de investigación es crucial para comprender no solo qué ocurre, sino también por qué ocurre, lo que permite formular recomendaciones basadas en evidencia científica.

4.1.3. Metodología de la investigación

i. Asignación de tratamientos

Tabla 4

Detalle de los tratamientos y número de repeticiones

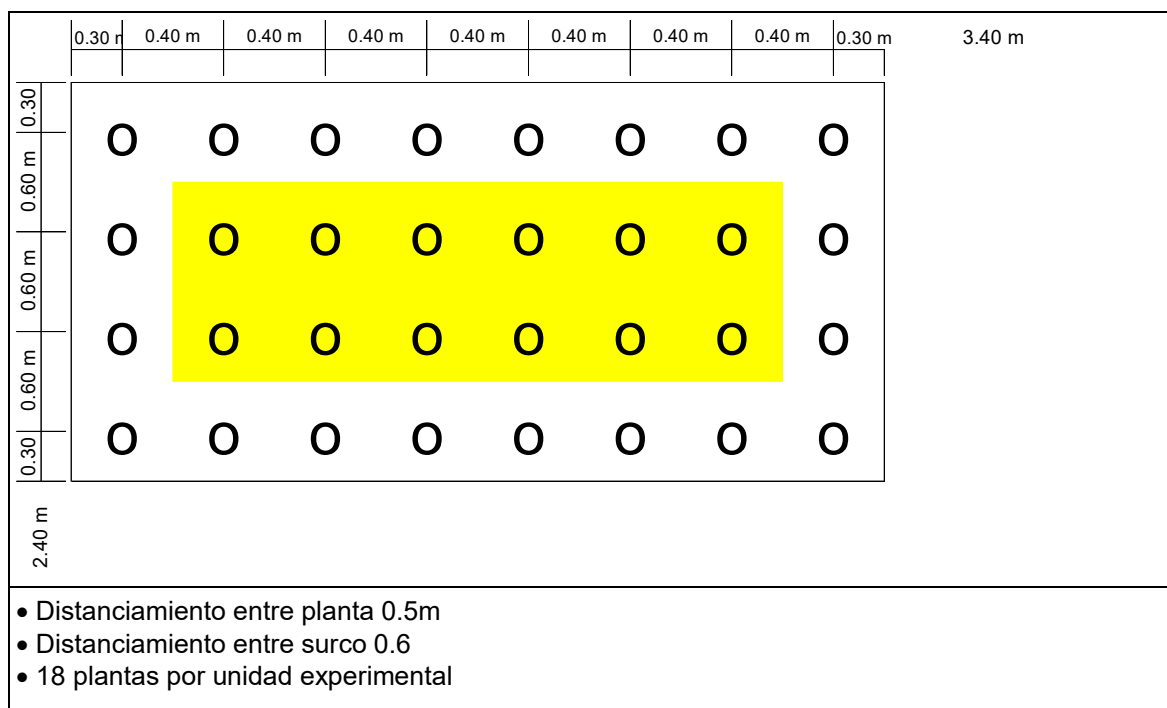
Tratamiento	Detalle	Dosis	Repetición
T1	Mallki	2 toneladas por hectárea	3
T2	Gallinaza	1 toneladas por hectárea	3
T3	Guano de isla	0.35 toneladas por hectárea	3
T4	Testigo	Sin abono	3

Nota. Elaboración propia

La **Figura (1)** muestra el croquis de la unidad experimental, en la que se visualiza el distanciamiento entre planta, el distanciamiento entre surco y el número de plantas por unidad experimental

Figura 1

Croquis de la unidad experimental



Nota. Elaboración propia

ii. Especificaciones del área experimental

Tabla 5

Detalles y dimensiones del área experimental

N.º	Detalle	Valor	Unidad
CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL			
1	Distancia entre planta (horizontal)	0.4	m
2	Número de hileras por surco	4	
3	Distancia entre surcos (vertical)	0.6	m
4	Ancho del pasadizo	0.5	m
5	Plantas por hilera de la unidad experimental (horizontal)	8	und
6	Surcos por unidad experimental (vertical)	4	und
7	Número de unidades experimentales por largo (horizontal)	4	und
8	Número de unidades experimentales por ancho (vertical)	3	und
9	Número de plantas por golpe	2	und
10	Numero de tratamientos (incluido testigo si existe)	4	und
11	Numero de repeticiones por tratamientos	3	und
12	Número de plantas por unidad experimental	32	und
13	Número de plantas por tratamiento	192	und
14	Número de golpes por unidad experimental	32	und
15	Largo de la unidad experimental (horizontal)	3.4	M
16	Ancho de la unidad experimental (vertical)	2.4	M
17	Área de la unidad experimental	8.16	m ²
CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL			
18	Largo del área experimental (horizontal)	16.1	M
19	Ancho del área experimental (vertical)	9.2	M
20	Número de unidades experimentales total	12	und
21	Área total	148	m ²
POBLACIÓN Y MUESTRA			
22	Población total	768	und
23	Plantas en el área de muestreo por unidad experimental (eliminando el efecto borde)	12	und
24	Número de muestra por unidad experimental (Muestreo probabilístico)	6	und
25	Muestra por tratamiento	6	und
26	Muestra total	72	und

Nota. Elaboración propia

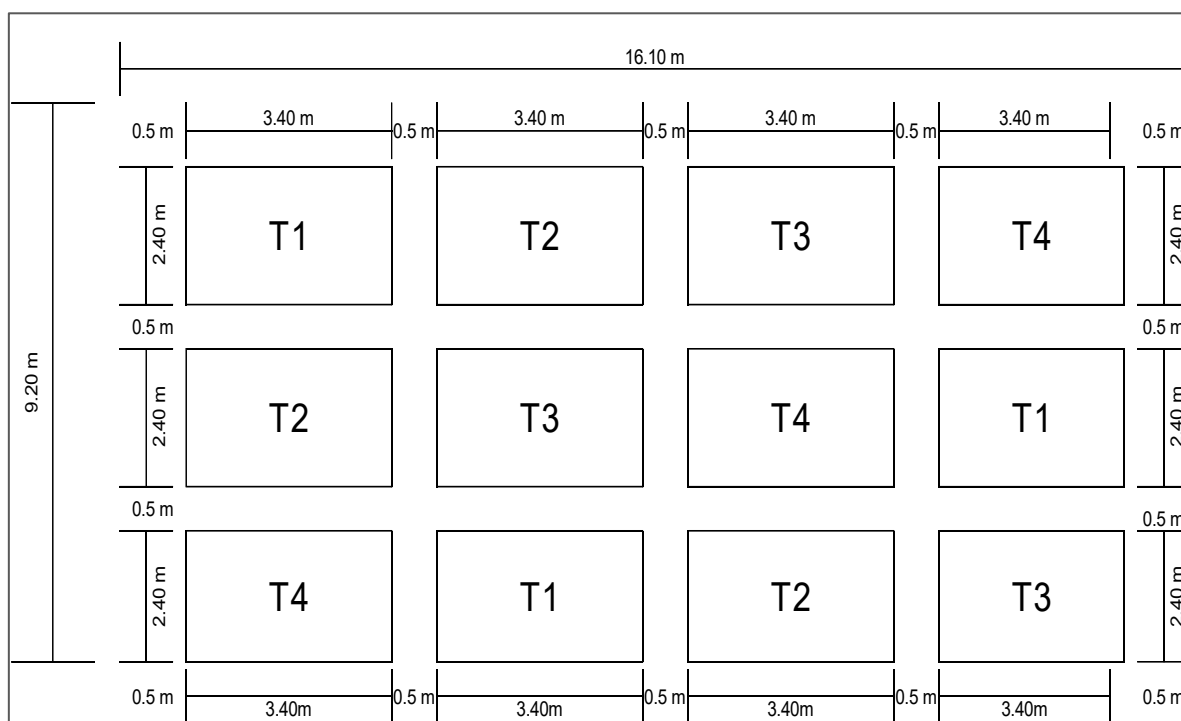
La **Tabla (5)** muestra los detalles y dimensiones del área experimental. Cada unidad experimental tiene un área de 8.16 m², con dimensiones de 3.4 m de largo y 2.4 m de ancho, distribuidas en un total de 12 unidades experimentales que ocupan un área total de 148 m². Las plantas se organizaron con una distancia horizontal de 0.4 m entre ellas y 0.6 m entre surcos, lo que asegura un adecuado manejo agronómico y minimiza la competencia por recursos. Con 64 plantas por unidad experimental, 192 plantas por

tratamiento y un total de 768 plantas en el área experimental, se garantiza una población suficiente para obtener resultados estadísticamente confiables.

iii. Croquis del área experimental

Figura 2

Croquis del área experimental



Nota. Elaboración propia

iv. Diseño experimental

El presente estudio se desarrolló bajo un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), el cual permite controlar la variabilidad del suelo y otros factores ambientales mediante la agrupación de unidades experimentales homogéneas en bloques. Este diseño es ampliamente utilizado en investigaciones agrícolas debido a su flexibilidad y eficacia para evaluar el efecto de diferentes tratamientos sobre variables de interés, como el rendimiento de cultivos.

El modelo para un experimento con un factor A con a niveles y r bloques (cada bloque contiene una observación por cada nivel de A), con observaciones y_{ik} donde $i=1, \dots, a$ (niveles) y $k=1, \dots, r$ (bloques). Total de observaciones $N=ar$.

$$y_{ik} = \mu + \alpha_i + \gamma_k + \epsilon_{ik}$$

donde

μ = media general, α_i = efecto del nivel i del factor A (con $\sum \alpha_i = 0$), γ_k = efecto del bloque k (con $\sum \gamma_k = 0$), y ϵ_{ik} = error aleatorio independiente, $\epsilon_{ik} \sim N(0, \sigma^2)$.

Tabla 6

Tabla de análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variación	Suma de cuadrados (SS)	Grados de libertad (df)	Cuadrado medio (MS)	Estadístico F
Factor A	SSA	$a-1$	$MSA = \frac{SSA}{a-1}$	$FA = \frac{MSA}{MSE}$
Bloques	SSBI	$r-1$	$MSBI = \frac{SSBI}{r-1}$	(opcional) $FBI = \frac{MSBI}{MSE}$
Error (residuo)	SSE	$(a-1)(r-1)$	$MSE = \frac{SSE}{(a-1)(r-1)}$	—
Total	SST	$ar-1$	—	—

Nota. Se cumple: $SST = SSA + SSBI + SSE$

Medias:

- $\bar{y}_{i\cdot} = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r y_{ik}$ media del nivel i .
- $\bar{y}_{\cdot k} = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a y_{ik}$ media del bloque k .
- $\bar{y}_{\cdot\cdot} = \frac{1}{ar} \sum_{i,k} y_{ik}$ media general.

Sumas de cuadrados:

- $SST = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^r (y_{ik} - \bar{y}_{\cdot\cdot})^2$.
- $SSA = r \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{\cdot\cdot})^2$.
- $SSBI = a \sum_{k=1}^r (\bar{y}_{\cdot k} - \bar{y}_{\cdot\cdot})^2$.
- $SSE = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^r (y_{ik} - \bar{y}_{i\cdot} - \bar{y}_{\cdot k} + \bar{y}_{\cdot\cdot})^2$, (equivalente a la variación dentro de las celdas después de sustraer efectos de nivel y bloque).

Comparación múltiple de Tukey

- Usa el MSE (MS_E) y los grados de libertad de error que salen del ANOVA con bloques:

$$df_E = (a-1)(r-1) \text{ y } MSE.$$

- Si tienes a tratamientos (niveles del factor A) y r réplicas (bloques), la diferencia crítica (HSD) para comparar medias iguales por pares es:

$$HSD = q_{\alpha, a, GLE} \sqrt{\frac{MSE}{r}}$$

donde $q_{\alpha, a, GLE}$ es el valor crítico de la distribución studentizada rango (studentized range) al nivel α , con a “grupos” y dfE grados de libertad.

- Regla de decisión: dos medias \bar{y}_i y \bar{y}_j difieren significativamente si

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > HSD.$$

4.2. Ámbito temporal y espacial

4.2.1. Ámbito temporal

El periodo en se va llevó a cabo esta investigación es a partir del mes de junio de 2024 a diciembre de 2024 es decir en el periodo requerido para completar todas las etapas de la investigación.

4.2.2. Ámbito espacial

Ubicación Política.

- País : Perú
- Departamento : Apurímac
- Provincia : Abancay
- Distrito : Tamburco
- Sector : San Antonio

Ubicación geográfica.

El sector San Antonio del distrito de Tamburco se encuentran situados geográficamente en:

- Latitud : 13° 36' 25"
- Longitud : 72°51'57"
- Altitud : 2767 m s. n. m.

Ubicación hidrográfica.

- Cuenca : Rio Mariño
- Micro cuenca : Sahuanay

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población total del estudio estuvo conformada por 768 plantas de arveja (*Pisum sativum* L.), distribuidas en las 12 unidades experimentales que componen el área experimental. La población representa el conjunto completo de individuos sobre los cuales se buscó obtener información para evaluar la respuesta del cultivo a los tratamientos aplicados.

4.3.2. Muestra

Debido a la imposibilidad práctica de medir todas las plantas de la población, se seleccionó una muestra representativa compuesta por 216 plantas. Esta muestra se determinó seleccionando 4 plantas por unidad experimental, lo que resultó en 18 plantas por tratamiento (6 plantas × 3 repeticiones). Este enfoque permitió reducir el esfuerzo operativo sin comprometer la validez estadística de los resultados, asegurando que los datos recopilados fueran suficientes para realizar inferencias confiables sobre el comportamiento del cultivo bajo los diferentes tratamientos.

4.3.3. Muestreo

El muestreo se realizó mediante un muestreo probabilístico estratificado, eliminando el efecto borde para evitar sesgos asociados a condiciones marginales. En cada unidad experimental, se seleccionaron aleatoriamente 4 plantas centrales, asegurando que estas no estuvieran influenciadas por factores externos como competencia entre plantas o variaciones en la disponibilidad de recursos en los bordes de las parcelas. Este procedimiento garantizó que las plantas seleccionadas fueran representativas de las condiciones promedio dentro de cada unidad experimental.

4.4. Instrumentos

Para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos en esta investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos, adaptados a las

variables estudiadas y al diseño experimental. A continuación, se detallan las técnicas e instrumentos utilizados.

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Técnica	Instrumento
Características agronómicas	Observación directa estandarizada	Cinta métrica, cuaderno de campo
Rendimiento productivo	Medición en campo	Balanza digital, cinta métrica
Costo de producción	Encuestas y registros económicos	Formatos estructurados, software

Nota. Elaboración propia

4.5. Procedimientos

El procedimiento experimental se realizó en etapas secuenciales.

- 03/06/2024: muestreo de suelo para el respectivo análisis de suelo
- 12/09/2024: se preparó el terreno eliminando malezas, residuos vegetales y piedras. Se realizó una labranza inicial profunda para romper la compactación del suelo, seguida de una labranza secundaria para nivelar y afinar la textura.
- 13/09/2024: diseño del área experimental, se dividió en tres bloques homogéneos, cada uno con cuatro unidades experimentales (una por tratamiento). Las dimensiones de cada unidad fueron de 3 m de largo × 1.8 m de ancho, con un área total de 5.4 m². Los surcos se trazaron separados verticalmente por 0.6 m, y las semillas se colocaron a 0.5 m entre plantas.
- 14/09/2024: siembra La siembra se realizó manualmente utilizando semillas certificadas de arveja (*Pisum sativum* L.), colocadas a una profundidad de 2-3 cm. Durante el desarrollo del cultivo, se implementó riego tecnificado por aspersion uniforme en todas las unidades experimentales, ajustando la frecuencia según las condiciones climáticas. Los abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla) se aplicaron según dosis específicas: 2 toneladas/ha para Mallki, 1 toneladas/ha para Gallinaza y 0.35 toneladas/ha para Guano de isla. Estas cantidades se ajustaron al tamaño de las unidades experimentales. Los abonos se incorporaron

uniformemente en el suelo mediante laboreo superficial antes de la siembra. El tratamiento testigo no recibió abono.

- 22/09/2024: se registró el porcentaje de emergencia contabilizando las plantas emergidas.
- 01/10/2024 al 01/10/2024: se evaluó altura de las plantas cada 8 días, hasta alcanzar el periodo fenológico de floración.
- 08/10/2024 al 05/11/2024: se evaluó el parámetro de número de brotes, cada 8 días, hasta alcanzar el máximo número de brotes.
- 12/11/2024 al 03/12/2024: se hizo la evaluación del número de flores cada 8 días, hasta alcanzar el número máximo de flores.
- 03/12/2024: al momento de cosecha se evaluó el número de vainas por planta, longitud de vaina y peso de vaina por planta, determinando así el rendimiento por hectárea.
- La cosecha se realizó cuando al menos el 80% de las vainas alcanzaron su madurez fisiológica y comercial. Para garantizar representatividad, se seleccionaron aleatoriamente 4 plantas centrales por unidad experimental, eliminando el efecto borde. Esto resultó en 12 plantas por tratamiento y un total de 48 plantas muestreadas.

4.6. Análisis de datos

1. Organización de los Datos

Los datos recolectados durante el experimento se organizaron en tablas estructuradas utilizando herramientas como Microsoft Excel y/o Libreoffice software especializado. Cada variable medida (por ejemplo, altura de planta, número de vainas, peso fresco de vainas, etc.) se registró por unidad experimental y tratamiento. Se eliminaron posibles valores atípicos o errores de registro mediante una revisión cuidadosa

2. Análisis de Varianza (ANOVA)

El análisis principal se realizó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA). El ANOVA permitió determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos (Mallki, Gallinaza, Guano de isla y testigo) en relación con las variables dependientes estudiadas. Las fuentes de variación incluyeron los tratamientos, los bloques y el error experimental. Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ para interpretar los resultados.

3. Pruebas de Comparación de Medias

Cuando el ANOVA detectó diferencias significativas entre los tratamientos, se realizaron pruebas de comparación de medias para identificar qué tratamientos específicos difieren entre sí. Se aplicó la prueba de Tukey debido a su capacidad para comparar todos los pares de medias de manera simultánea y ajustar el error tipo I.

4. Análisis Económico

Para evaluar el costo-beneficio de cada tratamiento, se calcularon indicadores económicos como el costo total por hectárea (S/. ha) y el rendimiento económico (relación entre ingresos por producción y costos). Los datos se organizaron en tablas comparativas, destacando las ventajas y desventajas de cada tratamiento desde una perspectiva económica.

5. Software Utilizado

El análisis estadístico se realizó utilizando software confiable como:

- R Studio: Para análisis avanzado y generación de gráficos. Para ANOVA y pruebas de comparación de medias.
- Hoja de cálculo de Libreoffice: Para organización inicial de datos y cálculos básicos.

6. Presentación de Resultados

Los resultados del análisis se presentaron en tablas y gráficos para facilitar su interpretación. Las tablas incluyeron promedios, desviaciones estándar y valores de

significancia estadística (p-value). Los gráficos, como diagramas de barras, permitieron visualizar las tendencias observadas en las variables agronómicas y económicas.

4.7. Consideraciones éticas

El diseño experimental, métodos y técnicas utilizadas se documentaron detalladamente para permitir que otros investigadores puedan replicar el estudio bajo condiciones similares y en estricto cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes y del instructivo general de redacción.

El uso de abonos orgánicos en lugar de fertilizantes químicos refleja un compromiso con prácticas agrícolas sostenibles que minimizan el impacto ambiental. Se buscó promover alternativas que beneficien tanto a los agricultores como al ecosistema local. Durante la preparación del terreno y la aplicación de tratamientos, se tomaron medidas para evitar la degradación del suelo, como la incorporación adecuada de los abonos orgánicos.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

5.1.1. Características agronómicas del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

A) Porcentaje de emergencia

Tabla 8

*Porcentaje de emergencia (%) de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

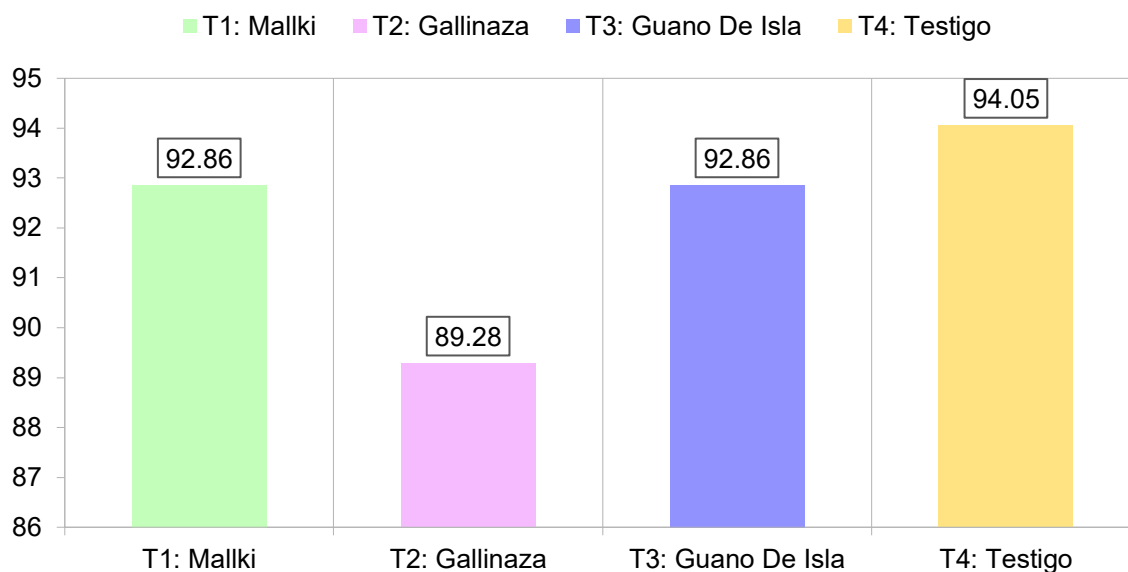
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	100.00	100.00	100.00	100.00
B2	96.43	85.71	82.14	89.29
B3	82.14	82.14	96.43	92.86
Suma	278.57	267.85	278.57	282.15
Promedio	92.86	89.28	92.86	94.05
Varianza	89.32	89.32	89.32	29.74

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (8)** y **Figura (3)** se muestra los porcentajes de emergencia de plántulas de arveja bajo la aplicación de diferentes abonos orgánicos. Los promedios de emergencia indican que el T4: Testigo presentó el mayor porcentaje promedio de emergencia con 94.05%, seguido muy de cerca por el T1: Mallki y el T3: Guano de Isla, ambos con 92.86%. El T2: Gallinaza mostró el menor promedio de emergencia con 89.28%, aunque aún se mantiene en niveles aceptables. La varianza dentro de los tratamientos revela que los valores son más consistentes en el testigo (29.74) en comparación con los demás tratamientos, cuya varianza fue significativamente mayor (89.32). Esto sugiere que la ausencia de abonamiento (testigo) generó una respuesta más uniforme en términos de emergencia, mientras que los abonos orgánicos introdujeron cierta variabilidad en la germinación, posiblemente debido a diferencias en la calidad o disponibilidad de nutrientes en los abonos.

Figura 3

*Promedios de Porcentaje de emergencia (%) de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*



Nota. Elaboración propia

Tabla 9

*Análisis de varianza de los promedios de Porcentaje de emergencia (%) de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	359.29	2	179.65	4.57	0.062	NS
Tratamientos	38.33	3	12.78	0.32	0.808	NS
Error	236.11	6	39.35			
Total	633.73	11				
CV (%)	6.80			Promedio	92.26	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa

En la **Tabla (9)** se presenta el análisis de varianza (ANOVA) del porcentaje de emergencia en la que se evidencia que ni los bloques (valor $p = 0.062$) ni los tratamientos (valor $p = 0.808$) presentaron diferencias significativas, lo que indica que la variabilidad ambiental controlada por los bloques y los abonos orgánicos evaluados no influyeron de manera diferenciada en la emergencia de plántulas. Esto sugiere que todos los tratamientos, incluido el testigo, tuvieron un desempeño similar en términos de germinación. El coeficiente de variación ($CV = 6.80\%$) fue bajo, lo que refleja una alta precisión y consistencia en las mediciones realizadas durante el experimento. El promedio general de

emergencia fue de 92.26%, un valor alto que indica que las condiciones experimentales fueron adecuadas para lograr una buena germinación del cultivo, independientemente del tratamiento aplicado.

B) Altura de planta

i. Altura de planta (cm) al 01/10/2024

Tabla 10

*Altura de planta (cm) al 01/10/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

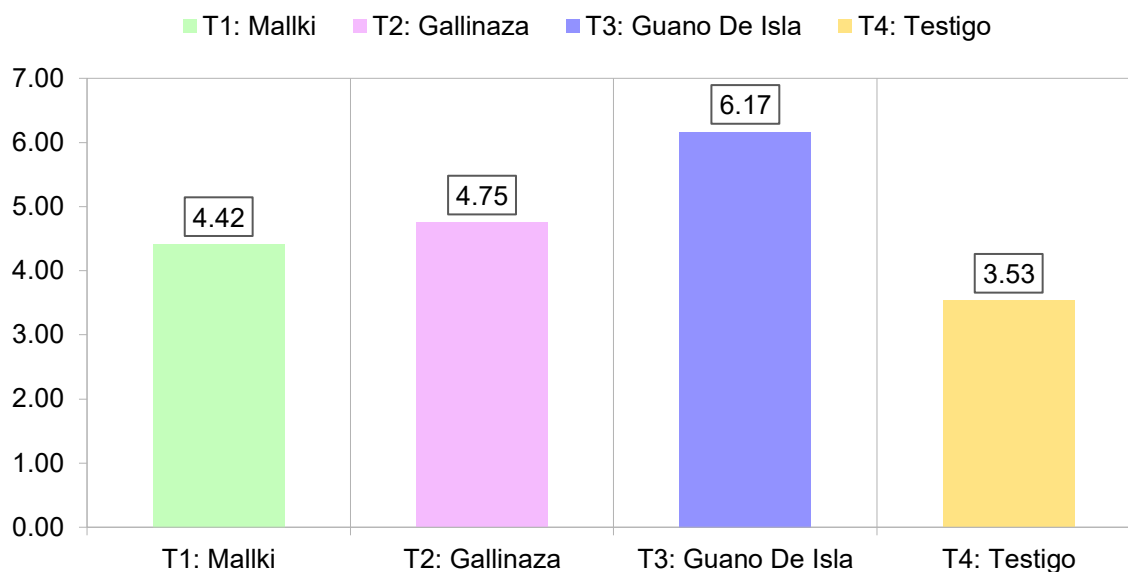
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	4.12	6.20	6.80	3.30
B2	5.10	3.90	5.90	3.80
B3	4.03	4.16	5.80	3.50
Suma	13.25	14.26	18.50	10.60
Promedio	4.42	4.75	6.17	3.53
Varianza	0.35	1.59	0.30	0.06

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (10)** y **Figura (4)** se muestra los promedios de altura de planta en la que se visualiza que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró el mayor efecto sobre el crecimiento vegetativo de la arveja con un promedio de 6.17 cm, destacándose como el abono orgánico más efectivo para promover el desarrollo temprano del cultivo, seguido por el T2: Gallinaza con un promedio de 4.75 cm, que aunque fue superior al testigo, evidenció un impacto menor en comparación con el Guano de Isla; en tercer lugar se ubicó el T1: Mallki con un promedio de 4.42 cm, reflejando un rendimiento intermedio que superó al testigo pero fue significativamente menor al del Guano de Isla, y finalmente el T4: Testigo presentó el menor promedio de altura con 3.53 cm, lo que demuestra que la ausencia de abonamiento limita considerablemente el crecimiento vegetativo del cultivo en comparación con los tratamientos que utilizaron abonos orgánicos. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4) resalta claramente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados.

Figura 4

Promedios de Altura de planta (cm) al 01/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 11

Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (cm) al 01/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	1.08	2	0.54	0.92	0.448	NS
Tratamientos	10.78	3	3.59	6.11	0.030	*
Error	3.53	6	0.59			
Total	15.39	11				
CV (%)	16.25			Promedio	4.72	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; *: Significativa

En la **Tabla (11)** se presenta el análisis de varianza de la altura de planta al 01/10/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto significativo (valor $p = 0.030$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyen de manera diferenciada en el crecimiento inicial del cultivo de arveja, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.448$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación ($CV = 16.25\%$) fue moderado y aceptable para experimentos agrícolas, reflejando consistencia en las

mediciones, y el promedio general de altura de planta fue de 4.72 cm, proporcionando una referencia para comparar el desempeño de cada tratamiento.

Tabla 12

Análisis de Tukey de los promedios de Altura de planta (cm) al 01/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio (cm)	Grupo
T3: Guano De Isla	6.17	a
T2: Gallinaza	4.75	ab
T1: Mallki	4.42	ab
T4: Testigo	3.53	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (12)** se presenta el análisis de Tukey realizado para los promedios de altura de planta al 01/10/2024 resaltando claramente el desempeño diferenciado de los tratamientos. El T3: Guano de Isla mostró el mayor promedio de altura con 6.17 cm, destacándose como el tratamiento más efectivo para estimular el crecimiento inicial del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 4.75 cm, y el T1: Mallki, con un promedio de 4.42 cm, ambos mostrando rendimientos intermedios pero inferiores al Guano de Isla. Por último, el T4: Testigo presentó el menor promedio de altura con 3.53 cm, evidenciando que la ausencia de abonamiento limita significativamente el desarrollo vegetativo del cultivo. Estos promedios subrayan la ventaja consistente del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados en esta etapa temprana.

ii. Altura de planta (cm) al 22/10/2024

Tabla 13

Altura de planta (cm) al 22/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

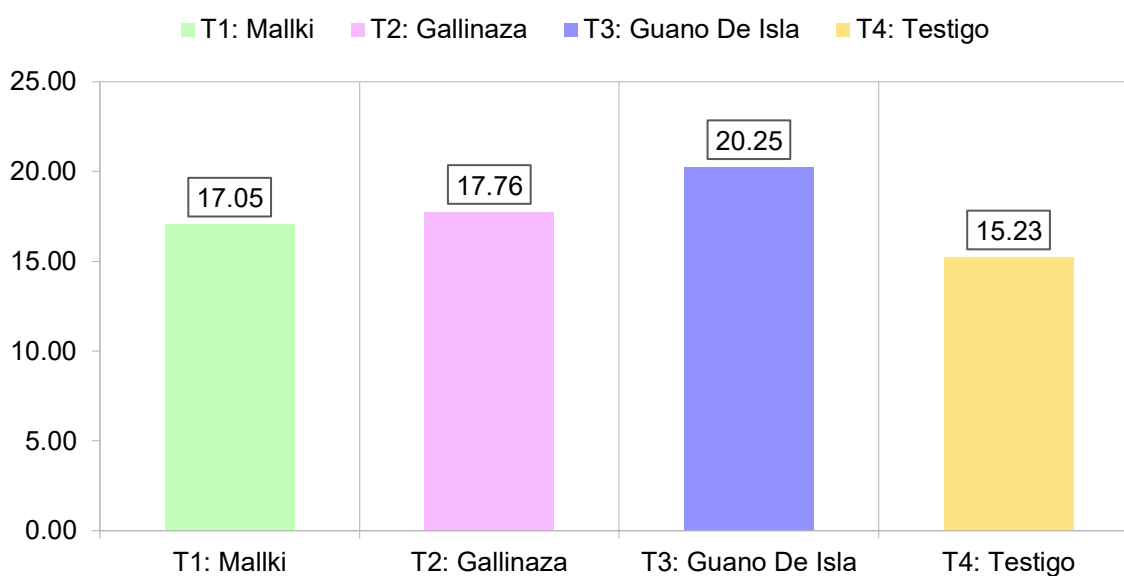
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	13.96	24.30	23.50	14.10
B2	21.20	14.58	19.74	16.40
B3	16.00	14.40	17.52	15.18
Suma	51.16	53.28	60.76	45.68
Promedio	17.05	17.76	20.25	15.23
Varianza	13.94	32.09	9.14	1.32

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (13)** y **Figura (5)** se muestra los promedios de altura de planta, en la que se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró nuevamente el mayor efecto sobre el crecimiento vegetativo de la arveja, con un promedio de 20.25 cm, destacándose como el abono orgánico más efectivo para promover el desarrollo del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 17.76 cm, que, aunque fue superior al testigo, evidenció un impacto menor en comparación con el Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 17.05 cm, reflejando un rendimiento intermedio que superó al testigo, pero fue significativamente menor al del Guano de Isla. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de altura con 15.23 cm, lo que reafirma que la ausencia de abonamiento limita considerablemente el crecimiento vegetativo del cultivo en comparación con los tratamientos que utilizaron abonos orgánicos. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4) resalta claramente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, consolidándose como la opción más eficiente para mejorar el crecimiento de la arveja en esta etapa fenológica.

Figura 5

*Promedios de Altura de planta (cm) al 22/10/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*



Nota. Elaboración propia

Tabla 14

Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (cm) al 22/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	21.34	2	10.67	0.70	0.534	NS
Tratamientos	38.98	3	12.99	0.85	0.515	NS
Error	91.63	6	15.27			
Total	151.95	11				
CV (%)	22.24			Promedio	17.57	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa

En la **Tabla (14)** se presenta el análisis de varianza de la altura de planta al 22/10/2024 mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (valor $p = 0.515$) ni entre los bloques (valor $p = 0.534$), lo que sugiere que los abonos orgánicos evaluados no tuvieron un efecto diferenciado en el crecimiento vegetativo del cultivo en esta etapa y que la variabilidad ambiental tampoco influyó significativamente en los resultados. El coeficiente de variación ($CV = 22.24\%$) indica una variabilidad moderada pero aceptable, reflejando cierta consistencia en las mediciones, mientras que el promedio general de altura de planta fue de 17.57 cm, lo que representa el crecimiento promedio del cultivo bajo las condiciones experimentales. Estos hallazgos sugieren que, en esta fecha, otros factores externos o la etapa fenológica del cultivo podrían haber influido más en el desarrollo de las plantas que los tratamientos aplicados.

iii. Altura de planta (cm) al 05/11/2024

Tabla 15

Altura de planta (cm) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

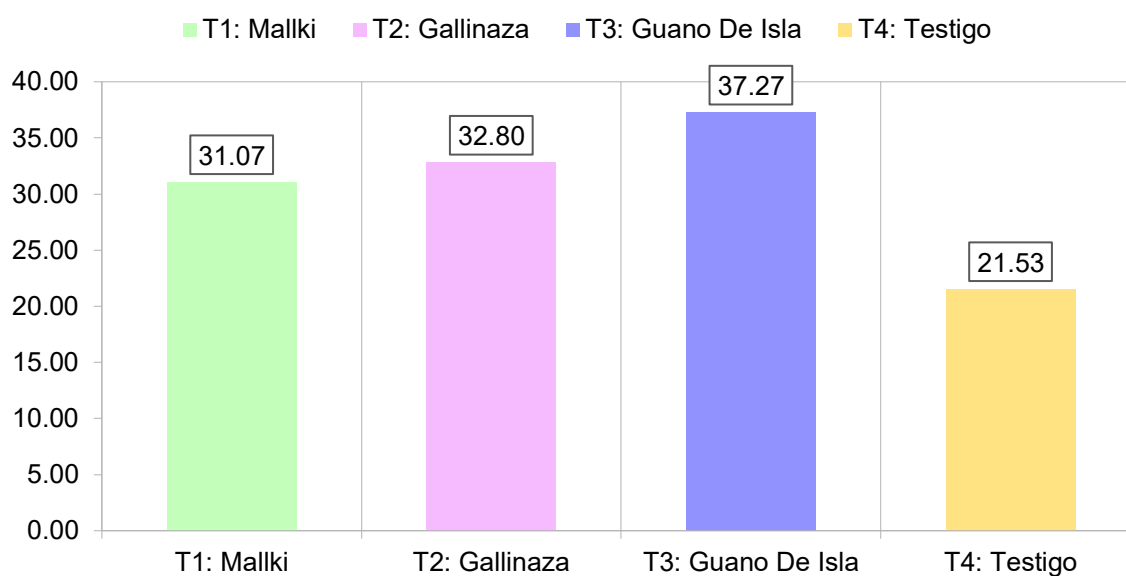
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	31.00	38.40	39.20	19.60
B2	32.40	29.60	35.40	21.80
B3	29.80	30.40	37.20	23.20
Suma	93.20	98.40	111.80	64.60
Promedio	31.07	32.80	37.27	21.53
Varianza	1.69	23.68	3.61	3.29

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (15)** y **Figura (6)** se muestra los promedios de altura de planta en la que se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla continuó destacándose como el más efectivo para promover el crecimiento vegetativo de la arveja, con un promedio de 37.27 cm, consolidándose como el abono orgánico que mayor impacto tuvo en el desarrollo del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 32.80 cm, que mostró un rendimiento intermedio, pero significativamente menor en comparación con el Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 31.07 cm, evidenciando un desempeño ligeramente inferior al de la Gallinaza, pero aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de altura con 21.53 cm, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita sustancialmente el crecimiento vegetativo del cultivo en comparación con los tratamientos que utilizaron abonos orgánicos. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4) refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar significativamente el crecimiento de la arveja en esta etapa avanzada del ciclo del cultivo.

Figura 6

*Promedios de Altura de planta (cm) al 05/11/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*



Nota. Elaboración propia

Tabla 16

Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (cm) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	11.73	2	5.86	0.67	0.548	NS
Tratamientos	395.07	3	131.69	14.96	0.003	**
Error	52.83	6	8.81			
Total	459.63	11				
CV (%)	9.68			Promedio	30.67	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; **: Altamente significativa

En la **Tabla (16)** se presenta el análisis de varianza de la altura de planta al 05/11/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo (valor $p = 0.003$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en el crecimiento vegetativo del cultivo de arveja en esta etapa, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.548$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación (CV = 9.68%) fue bajo, reflejando una alta consistencia y precisión en las mediciones realizadas. El promedio general de altura de planta fue de 30.67 cm, destacando un incremento notable en el crecimiento del cultivo en comparación con fechas anteriores.

Tabla 17

Análisis de Tukey de los promedios de Altura de planta (cm) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	37.27	a
T2: Gallinaza	32.80	a
T1: Mallki	31.07	a
T4: Testigo	21.53	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (17)** se presenta el análisis de Tukey para los promedios de altura de planta al 05/11/2024 muestra claramente el impacto diferenciado de los tratamientos en el desarrollo vegetativo del cultivo. El T3: Guano de Isla presentó el mayor promedio de altura con 37.27 cm, destacándose como el tratamiento más efectivo para promover el

crecimiento del cultivo. Le siguieron el T2: Gallinaza con 32.80 cm y el T1: Mallki con 31.07 cm, ambos mostrando rendimientos intermedios pero inferiores al Guano de Isla. Estos tres tratamientos formaron parte del mismo grupo estadístico ("a"), lo que sugiere que no difieren significativamente entre sí, aunque el Guano de Isla mostró un desempeño superior en términos de promedio. Por otro lado, el T4: Testigo presentó el menor promedio de altura con 21.53 cm, ubicándose en un grupo separado ("b") y evidenciando que la ausencia de abonamiento limita considerablemente el crecimiento vegetativo del cultivo. Estos resultados refuerzan la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos, incluso en etapas más avanzadas del desarrollo del cultivo.

C) Número de brotes

i. Número de brotes (und) al 08/10/2024

Tabla 18

*Número de brotes (und) al 08/10/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	2.40	3.00	3.40	2.20
B2	2.70	3.20	3.80	3.00
B3	3.20	3.60	3.60	3.10
Suma	8.30	9.80	10.80	8.30
Promedio	2.77	3.27	3.60	2.77
Varianza	0.16	0.09	0.04	0.24

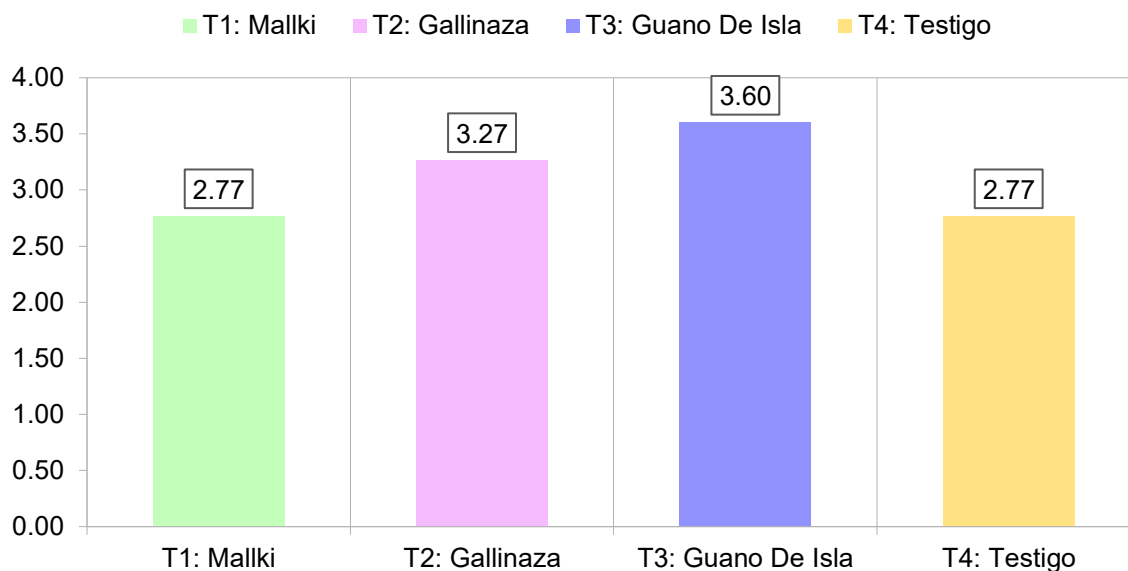
Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (18)** y **Figura (7)** se muestra los promedios de número de brotes en la que se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró el mayor efecto sobre la producción de brotes en el cultivo de arveja, con un promedio de 3.60 unidades, destacándose como el abono orgánico más eficiente para estimular el desarrollo vegetativo y la ramificación del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 3.27 unidades, que evidenció un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicaron los tratamientos T1: Mallki y T4: Testigo, ambos con un promedio de 2.77 unidades, lo que indica que el Mallki tuvo un desempeño similar al testigo, sugiriendo que este abono no generó una ventaja significativa en términos de número de brotes en comparación con la ausencia de abonamiento. Este orden jerárquico ($T3 > T2 > T1 = T4$)

refuerza nuevamente la superioridad del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar las características agronómicas del cultivo.

Figura 7

Promedios de Número de brotes (und) al 08/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 19

Análisis de varianza de los promedios de Número de brotes (und) al 08/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	0.81	2	0.41	9.23	0.015	NS
Tratamientos	1.50	3	0.50	11.32	0.007	**
Error	0.27	6	0.04			
Total	2.58	11				
CV (%)	6.78			Promedio	3.10	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; **: Altamente significativa

En la **Tabla (19)** se presenta el análisis de varianza del número de brotes al 08/10/2024 reveló que tanto los bloques (valor p = 0.015) como los tratamientos (valor p = 0.007) tuvieron un efecto significativo, lo que indica que tanto la variabilidad ambiental controlada por los bloques como los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera

diferenciada en la producción de brotes del cultivo de arveja. El coeficiente de variación (CV = 6.78%) fue bajo, reflejando una alta precisión y consistencia en las mediciones realizadas. El promedio general de brotes fue de 3.10 unidades, lo que representa el desempeño promedio del cultivo bajo las condiciones experimentales.

Tabla 20

Análisis de Tukey de los promedios de Número de brotes (und) al 08/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	3.60	a
T2: Gallinaza	3.27	ab
T1: Mallki	2.77	b
T4: Testigo	2.77	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (20)** se presenta el análisis de Tukey para el número de brotes al 08/10/2024 destacando las diferencias en el desempeño de los tratamientos. El T3: Guano de Isla mostró el mayor promedio con 3.60 unidades, posicionándose como el tratamiento más efectivo para estimular la ramificación del cultivo y formando un grupo estadístico distinto ("a"). Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 3.27 unidades, que, aunque inferior al Guano de Isla, se ubicó en un grupo intermedio ("ab"), indicando cierta similitud con los demás tratamientos. Por otro lado, tanto el T1: Mallki como el T4: Testigo presentaron el menor promedio de brotes con 2.77 unidades, ubicándose en el mismo grupo ("b") y evidenciando que ambos tuvieron un impacto limitado.

ii. Número de brotes (und) al 22/10/2024

Tabla 21

Número de brotes (und) al 22/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

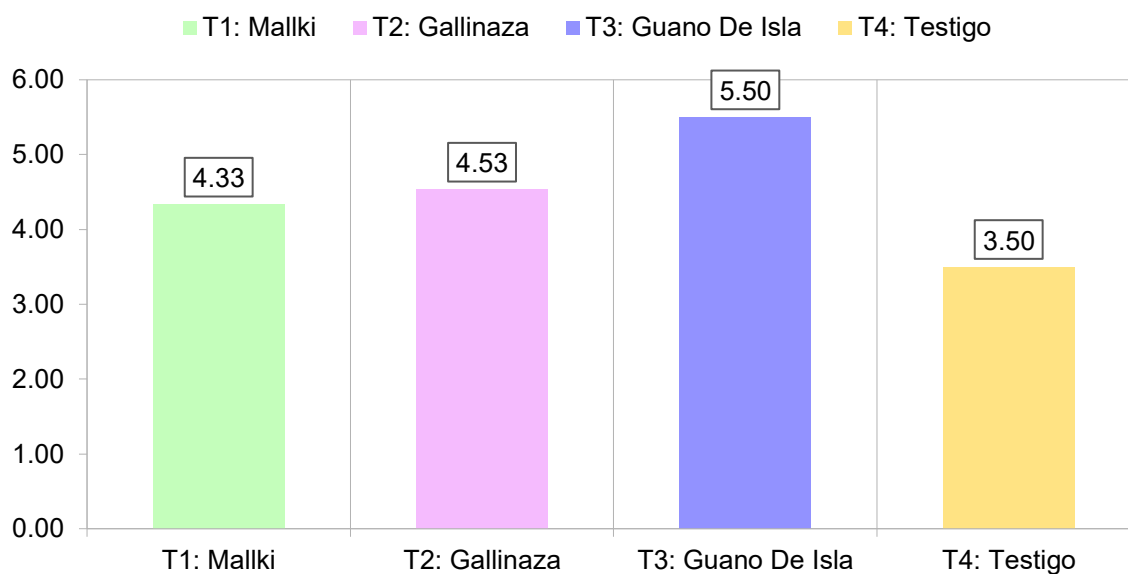
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	4.20	5.40	5.60	3.10
B2	5.40	4.20	5.70	3.80
B3	3.40	4.00	5.20	3.60
Suma	13.00	13.60	16.50	10.50
Promedio	4.33	4.53	5.50	3.50
Varianza	1.01	0.57	0.07	0.13

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (21)** y **Figura (8)** se muestra los promedios de número de brotes en la que se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla continuó destacándose como el más efectivo para estimular la producción de brotes en el cultivo de arveja, con un promedio de 5.50 unidades, consolidándose como el abono orgánico que mayor impacto tuvo en la ramificación del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 4.53 unidades, que mostró un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 4.33 unidades, evidenciando un desempeño ligeramente menor al de la Gallinaza, pero aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de brotes con 3.50 unidades, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente el desarrollo vegetativo y la capacidad del cultivo para producir brotes. Este orden jerárquico ($T3 > T2 > T1 > T4$) refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar las características agronómicas del cultivo a lo largo del tiempo.

Figura 8

*Promedios de Número de brotes (und) al 22/10/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*



Nota. Elaboración propia

Tabla 22

Análisis de varianza de los promedios de Número de brotes (und) al 22/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	1.12	2	0.56	1.37	0.323	NS
Tratamientos	6.07	3	2.02	4.95	0.046	*
Error	2.45	6	0.41			
Total	9.65	11				
CV (%)	14.31			Promedio	4.47	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; *: Significativa

En la **Tabla (22)** se presenta el análisis de varianza del número de brotes al 22/10/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto significativo (valor $p = 0.046$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en la producción de brotes del cultivo de arveja, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.323$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación ($CV = 14.31\%$) fue moderado pero aceptable, reflejando una consistencia razonable en las mediciones. El promedio general de brotes fue de 4.47 unidades, evidenciando un incremento notable en la ramificación del cultivo en comparación con fechas anteriores.

Tabla 23

Análisis de Tukey de los promedios de Número de brotes (und) al 22/10/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	5.50	a
T2: Gallinaza	4.53	ab
T1: Mallki	4.33	ab
T4: Testigo	3.50	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (23)** se presenta el análisis de Tukey para el número de brotes al 22/10/2024 mostrando claramente la superioridad del T3: Guano de Isla, con un promedio de 5.50 unidades, destacándose como el tratamiento más efectivo para estimular la ramificación del cultivo y formando un grupo estadístico distinto ("a"). Le siguieron el T2:

Gallinaza y el T1: Mallki, con promedios de 4.53 y 4.33 unidades, respectivamente, ubicados en el mismo grupo intermedio ("ab"), lo que indica que no difieren significativamente entre sí, pero muestran un rendimiento inferior al Guano de Isla. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de brotes con 3.50 unidades, formando un grupo separado ("b") y reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente la producción de brotes. Estos resultados refuerzan consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados en esta etapa intermedia del desarrollo del cultivo.

iii. Número de brotes (und) al 05/11/2024

Tabla 24

Número de brotes (und) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	8.00	9.20	10.20	7.10
B2	8.40	7.20	9.70	6.40
B3	7.20	8.60	9.80	7.40
Suma	23.60	25.00	29.70	20.90
Promedio	7.87	8.33	9.90	6.97
Varianza	0.37	1.05	0.07	0.26

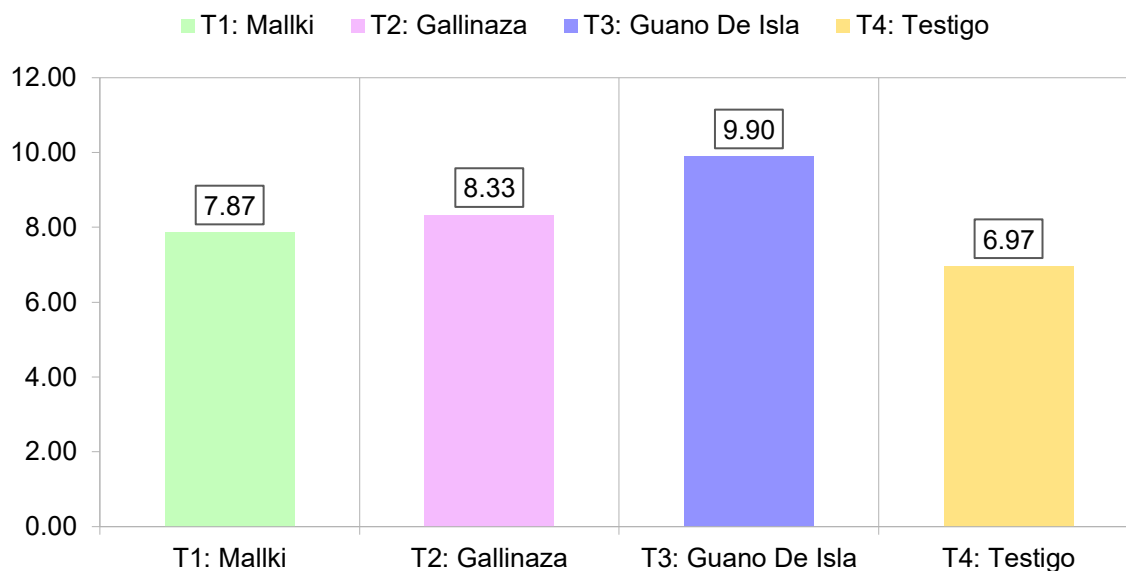
Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (24)** y **Figura (9)** se muestra los promedios de número de brotes en ella se visualiza que el tratamiento T3: Guano de Isla continuó liderando como el más efectivo para estimular la producción de brotes en el cultivo de arveja, con un promedio de 9.90 unidades, consolidándose como el abono orgánico que mayor impacto tuvo en la ramificación del cultivo incluso en esta etapa avanzada. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 8.33 unidades, que mostró un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 7.87 unidades, evidenciando un desempeño ligeramente menor al de la Gallinaza, pero aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de brotes con 6.97 unidades, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente el desarrollo vegetativo y la capacidad del cultivo para producir brotes en comparación con los tratamientos que utilizaron abonos orgánicos. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4)

refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad sostenida para mejorar las características agronómicas del cultivo a lo largo del tiempo.

Figura 9

Promedios de Número de brotes (und) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 25

Análisis de varianza de los promedios de Número de brotes (und) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	0.98	2	0.49	1.16	0.375	NS
Tratamientos	13.57	3	4.52	10.69	0.008	**
Error	2.54	6	0.42			
Total	17.09	11				
CV (%)	7.87			Promedio	8.27	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; **: Altamente significativa

En la **Tabla (25)** se presenta el análisis de varianza del número de brotes al 05/11/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo (valor $p = 0.008$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en la producción de brotes del cultivo de arveja, mientras que los bloques no

presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.375$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación ($CV = 7.87\%$) fue bajo, reflejando una alta precisión y consistencia en las mediciones realizadas. El promedio general de brotes fue de 8.27 unidades, destacando un incremento sustancial en la ramificación del cultivo en comparación con fechas anteriores.

Tabla 26

Análisis de Tukey de los promedios de Número de brotes (und) al 05/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	9.90	a
T2: Gallinaza	8.33	ab
T1: Mallki	7.87	b
T4: Testigo	6.97	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (26)** se presenta el análisis de Tukey para el número de brotes al 05/11/2024 mostrando claramente la superioridad del T3: Guano de Isla, con un promedio de 9.90 unidades, consolidándose como el tratamiento más efectivo para estimular la ramificación del cultivo y formando un grupo estadístico distinto ("a"). Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 8.33 unidades, ubicado en un grupo intermedio ("ab"), lo que sugiere que, aunque inferior al Guano de Isla, aún muestra un rendimiento notable. Por otro lado, tanto el T1: Mallki (7.87 unidades) como el T4: Testigo (6.97 unidades) se agruparon en el mismo subgrupo ("b"), evidenciando que ambos tuvieron un impacto limitado en comparación con los tratamientos superiores. Estos resultados refuerzan consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para maximizar la producción de brotes en esta etapa avanzada del desarrollo del cultivo.

D) Número de flores

i. Número de flores (und) al 19/11/2024

Tabla 27

Número de flores (und) al 19/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

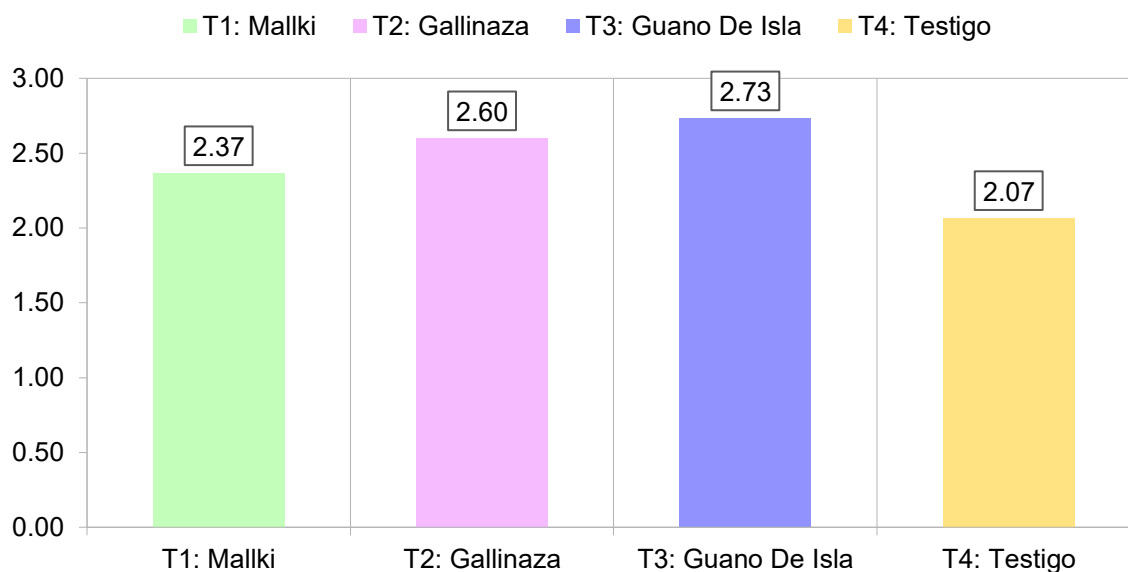
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	2.60	2.00	2.80	2.20
B2	2.00	2.80	2.60	2.00
B3	2.50	3.00	2.80	2.00
Suma	7.10	7.80	8.20	6.20
Promedio	2.37	2.60	2.73	2.07
Varianza	0.10	0.28	0.01	0.01

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (27)** y **Figura (10)** se muestra los promedios de número de flores en la que se visualiza que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró el mayor efecto sobre la producción de flores en el cultivo de arveja, con un promedio de 2.73 unidades, consolidándose nuevamente como el abono orgánico más eficiente para estimular el desarrollo reproductivo del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 2.60 unidades, que evidenció un rendimiento ligeramente inferior al del Guano de Isla, pero aún superior a los demás tratamientos. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 2.37 unidades, mostrando un desempeño intermedio pero menor en comparación con los dos tratamientos anteriores. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de flores con 2.07 unidades, reafirmando que la ausencia de abonamiento reduce significativamente la capacidad del cultivo para producir flores. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4) refuerza la ventaja consistente del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar las características reproductivas del cultivo.

Figura 10

Promedios de Número de flores (und) al 19/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 28

Análisis de varianza de los promedios de Número de flores (und) al 19/11/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	0.11	2	0.06	0.47	0.645	NS
Tratamientos	0.77	3	0.26	2.17	0.192	NS
Error	0.71	6	0.12			
Total	1.59	11				
CV (%)	14.07			Promedio	2.44	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa

En la **Tabla (28)** se presenta el análisis de varianza del número de flores al 19/11/2024 mostró que ni los bloques (valor p = 0.645) ni los tratamientos (valor p = 0.192) presentaron diferencias significativas, lo que sugiere que tanto la variabilidad ambiental controlada como los abonos orgánicos evaluados no influyeron de manera diferenciada en la producción de flores del cultivo de arveja en esta etapa. El coeficiente de variación (CV = 14.07%) fue moderado pero aceptable, indicando una consistencia razonable en las mediciones realizadas. El promedio general de flores fue de 2.44 unidades, lo que

representa el desempeño promedio del cultivo bajo las condiciones experimentales. Estos resultados sugieren que otros factores, como la genética del cultivo o las condiciones climáticas, podrían haber tenido un mayor impacto en la producción de flores en esta fecha.

ii. Número de flores (und) al 03/12/2024

Tabla 29

Número de flores (und) al 03/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

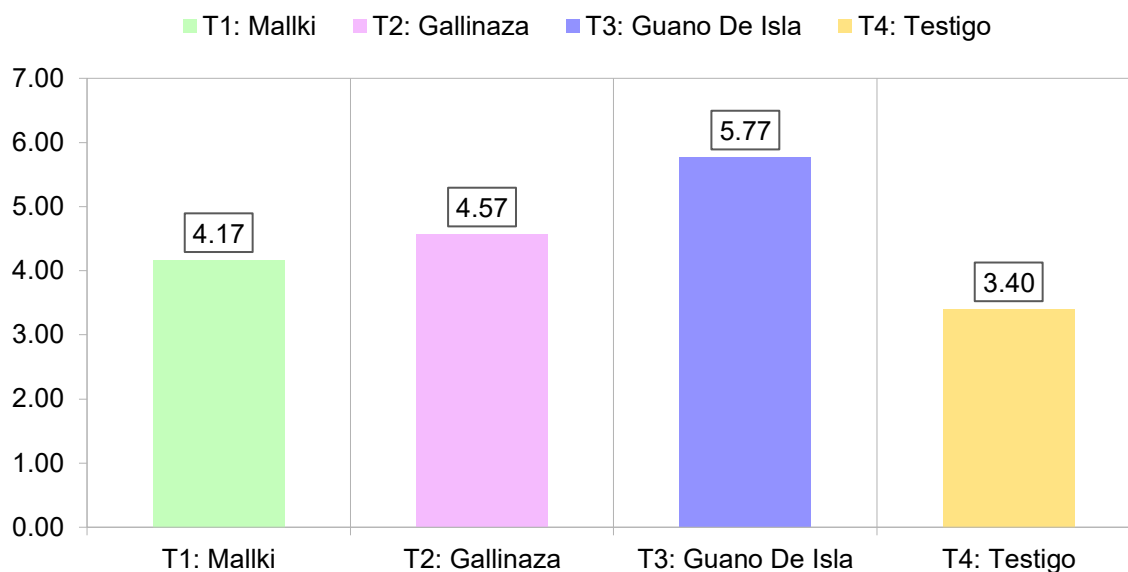
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	4.30	4.00	5.70	3.70
B2	4.00	4.80	5.60	3.30
B3	4.20	4.90	6.00	3.20
Suma	12.50	13.70	17.30	10.20
Promedio	4.17	4.57	5.77	3.40
Varianza	0.02	0.24	0.04	0.07

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (29)** y **Figura (11)** se muestra los promedios de número de flores en ella se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla continuó destacándose como el más efectivo para estimular la producción de flores en el cultivo de arveja, con un promedio de 5.77 unidades, consolidándose como el abono orgánico que mayor impacto tuvo en el desarrollo reproductivo del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 4.57 unidades, que mostró un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 4.17 unidades, evidenciando un desempeño menor en comparación con los dos tratamientos anteriores, aunque aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de flores con 3.40 unidades, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente la capacidad del cultivo para producir flores. Este orden jerárquico ($T3 > T2 > T1 > T4$) refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad sostenida para mejorar las características reproductivas del cultivo a lo largo del tiempo.

Figura 11

Promedios de Número de flores (und) al 03/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 30

Análisis de varianza de los promedios de Número de flores (und) al 03/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	0.06	2	0.03	0.26	0.781	NS
Tratamientos	8.78	3	2.93	25.09	0.001	**
Error	0.70	6	0.12			
Total	9.54	11				
CV (%)	7.63			Promedio	4.48	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; **: Altamente significativa

En la **Tabla (30)** se presenta el análisis de varianza del número de flores al 03/12/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo (valor $p = 0.001$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en la producción de flores del cultivo de arveja, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.781$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación ($CV = 7.63\%$) fue bajo, reflejando una alta precisión y consistencia en las mediciones realizadas. El promedio

general de flores fue de 4.48 unidades, evidenciando un incremento notable en la producción floral en comparación con fechas anteriores.

Tabla 31

Análisis de Tukey de los promedios de Número de flores (und) al 03/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	5.77	a
T2: Gallinaza	4.57	b
T1: Mallki	4.17	bc
T4: Testigo	3.40	c

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (31)** se presenta el análisis de Tukey para el número de flores al 03/12/2024 evidenciando claramente la superioridad del T3: Guano de Isla, con un promedio de 5.77 unidades, destacándose como el tratamiento más efectivo para estimular la producción de flores y formando un grupo estadístico distinto ("a"). Le siguieron el T2: Gallinaza con un promedio de 4.57 unidades, ubicado en el grupo "b", y el T1: Mallki con 4.17 unidades, en el grupo ("bc"), indicando que ambos tratamientos mostraron rendimientos inferiores al Guano de Isla, pero aún superiores al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de flores con 3.40 unidades, formando un grupo separado ("c") y reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente la capacidad del cultivo para producir flores. Estos resultados subrayan la ventaja consistente del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar las características reproductivas del cultivo.

5.1.2. Rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

i. Número de vainas por planta (und) al 16/12/2024

Tabla 32

*Número de vainas por planta (und) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

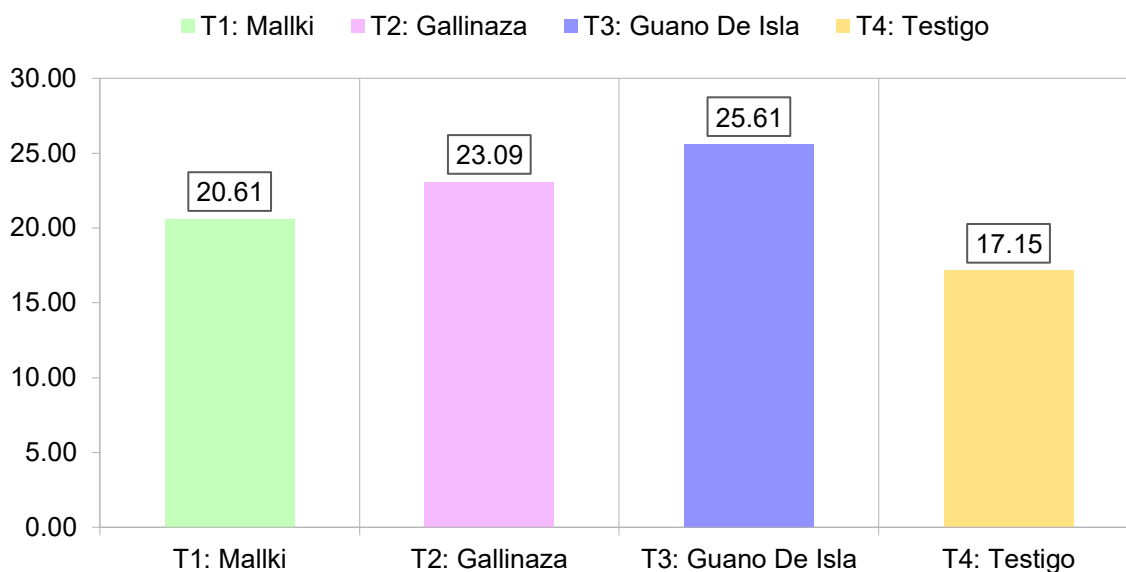
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	20.82	19.79	22.65	17.56
B2	21.50	23.22	28.29	17.17
B3	19.50	26.25	25.90	16.71
Suma	61.82	69.26	76.84	51.44
Promedio	20.61	23.09	25.61	17.15
Varianza	1.03	10.45	8.01	0.18

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (32)** y **Figura (12)** se muestra los promedios de número de vainas por planta en la que se visualiza que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró el mayor efecto sobre la producción de vainas en el cultivo de arveja, con un promedio de 25.61 unidades, consolidándose como el abono orgánico más eficiente para estimular el rendimiento productivo del cultivo. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 23.09 unidades, que evidenció un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 20.61 unidades, mostrando un desempeño menor en comparación con los dos tratamientos anteriores, aunque aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de vainas por planta con 17.15 unidades, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente la capacidad del cultivo para producir vainas. Este orden jerárquico ($T3 > T2 > T1 > T4$) refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar el rendimiento productivo del cultivo en términos de número de vainas por planta.

Figura 12

Promedios de Número de vainas por planta (und) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 33

Análisis de varianza de los promedios de Número de vainas por planta (und) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	12.31	2	6.16	1.37	0.324	NS
Tratamientos	117.41	3	39.14	8.69	0.013	*
Error	27.04	6	4.51			
Total	156.76	11				
CV (%)	9.82			Promedio	21.61	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; *: Significativa

En la **Tabla (33)** se presenta el análisis de varianza del número de vainas por planta al 16/12/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto significativo (valor $p = 0.013$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en la producción de vainas del cultivo de arveja, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.324$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación ($CV = 9.82\%$) fue bajo, reflejando una alta precisión y consistencia en las mediciones realizadas. El promedio

general de vainas por planta fue de 21.61 unidades, destacando un rendimiento productivo notable en esta etapa avanzada del cultivo.

Tabla 34

Análisis de Tukey de los promedios de Número de vainas por planta (und) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	25.61	a
T2: Gallinaza	23.09	ab
T1: Mallki	20.61	ab
T4: Testigo	17.15	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (34)** se presenta el análisis de Tukey para el número de vainas por planta al 16/12/2024 evidenciando la superioridad del T3: Guano de Isla, con un promedio de 25.61 unidades, consolidándose como el tratamiento más efectivo para maximizar la producción de vainas y formando un grupo estadístico distinto ("a"). Le siguieron el T2: Gallinaza y el T1: Mallki, con promedios de 23.09 y 20.61 unidades, respectivamente, ubicados en el mismo grupo intermedio ("ab"), lo que sugiere que no difieren significativamente entre sí, pero muestran un rendimiento inferior al Guano de Isla. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de vainas por planta con 17.15 unidades, formando un grupo separado ("b") y reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente el rendimiento productivo del cultivo.

ii. Longitud de vaina (cm) al 16/12/2024

Tabla 35

Longitud de vaina (cm) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

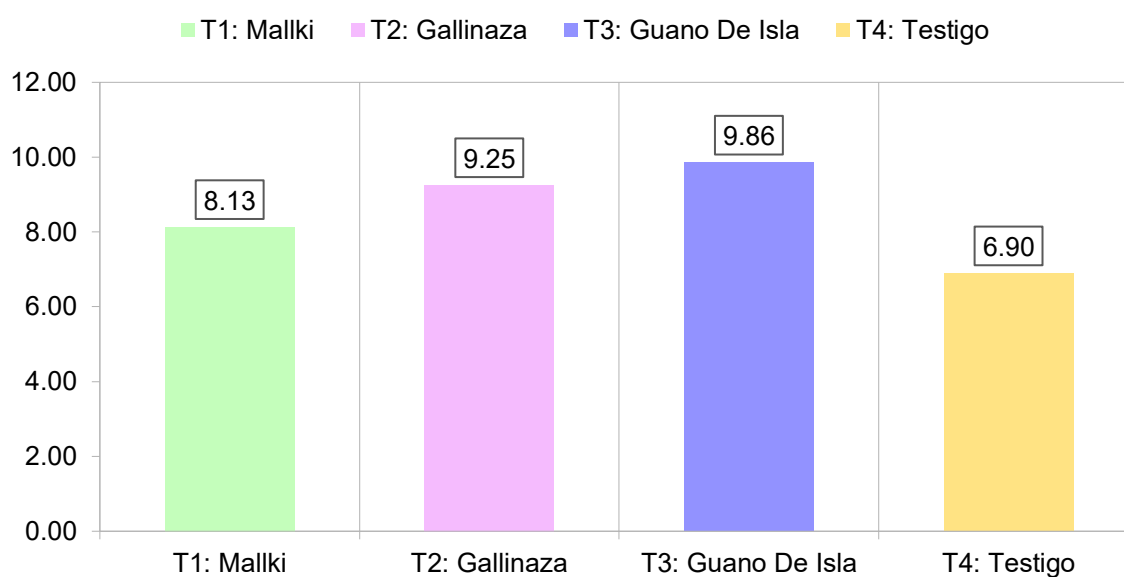
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	8.30	9.20	8.82	7.20
B2	7.92	9.55	9.93	7.40
B3	8.18	9.01	10.82	6.09
Suma	24.40	27.76	29.57	20.69
Promedio	8.13	9.25	9.86	6.90
Varianza	0.04	0.08	1.00	0.50

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (35)** y **Figura (13)** se muestra los promedios de longitud de vaina, en la que se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró el mayor efecto sobre la longitud de las vainas del cultivo de arveja, con un promedio de 9.86 cm, consolidándose como el abono orgánico más eficiente para mejorar esta característica agronómica. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 9.25 cm, que evidenció un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 8.13 cm, mostrando un desempeño menor en comparación con los dos tratamientos anteriores, aunque aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó la menor longitud promedio de vainas con 6.90 cm, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente el desarrollo físico del cultivo. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4) refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos evaluados, destacando su capacidad para mejorar tanto el rendimiento como la calidad física del cultivo en términos de longitud de vainas.

Figura 13

*Promedios de Longitud de vaina (cm) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*



Nota. Elaboración propia

Tabla 36

Análisis de varianza de los promedios de Longitud de vaina (cm) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	0.21	2	0.10	0.20	0.821	NS
Tratamientos	15.32	3	5.11	10.13	0.009	**
Error	3.02	6	0.50			
Total	18.55	11				
CV (%)	8.32			Promedio	8.54	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; **: Altamente significativa

En la **Tabla (36)** se presenta el análisis de varianza de la longitud de vaina al 16/12/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo (valor $p = 0.009$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en el desarrollo físico de las vainas del cultivo de arveja, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.821$), sugiriendo que la variabilidad ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación (CV = 8.32%) fue bajo, reflejando una alta precisión y consistencia en las mediciones realizadas. El promedio general de longitud de vaina fue de 8.54 cm, destacando que los abonos orgánicos contribuyeron a mejorar esta característica agronómica clave.

Tabla 37

Análisis de Tukey de los promedios de Longitud de vaina (cm) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	9.86	a
T2: Gallinaza	9.25	a
T1: Mallki	8.13	ab
T4: Testigo	6.90	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (37)** se presenta el análisis de Tukey para la longitud de vaina al 16/12/2024 muestra claramente que el T3: Guano de Isla y el T2: Gallinaza destacaron como los tratamientos más efectivos, con promedios de 9.86 cm y 9.25 cm, respectivamente, formando parte del mismo grupo estadístico superior ("a"). Esto indica

que ambos abonos tuvieron un impacto significativo en el desarrollo físico de las vainas, aunque el Guano de Isla mostró un ligero desempeño superior. El T1: Mallki, con un promedio de 8.13 cm, se ubicó en un grupo intermedio ("ab"), evidenciando un rendimiento inferior a los dos primeros tratamientos, pero aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó la menor longitud promedio de vainas con 6.90 cm, formando un grupo separado ("b") y reafirmando que la ausencia de abonamiento limita considerablemente el desarrollo físico del cultivo.

iii. Peso vaina por planta (gr/planta) al 16/12/2024

Tabla 38

Peso vaina por planta (gr/planta) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	87.73	96.79	107.24	78.25
B2	108.25	109.20	113.54	73.67
B3	73.75	114.25	130.00	62.71
Suma	269.73	320.24	350.78	214.63
Promedio	89.91	106.75	116.93	71.54
Varianza	301.13	80.73	138.11	63.76

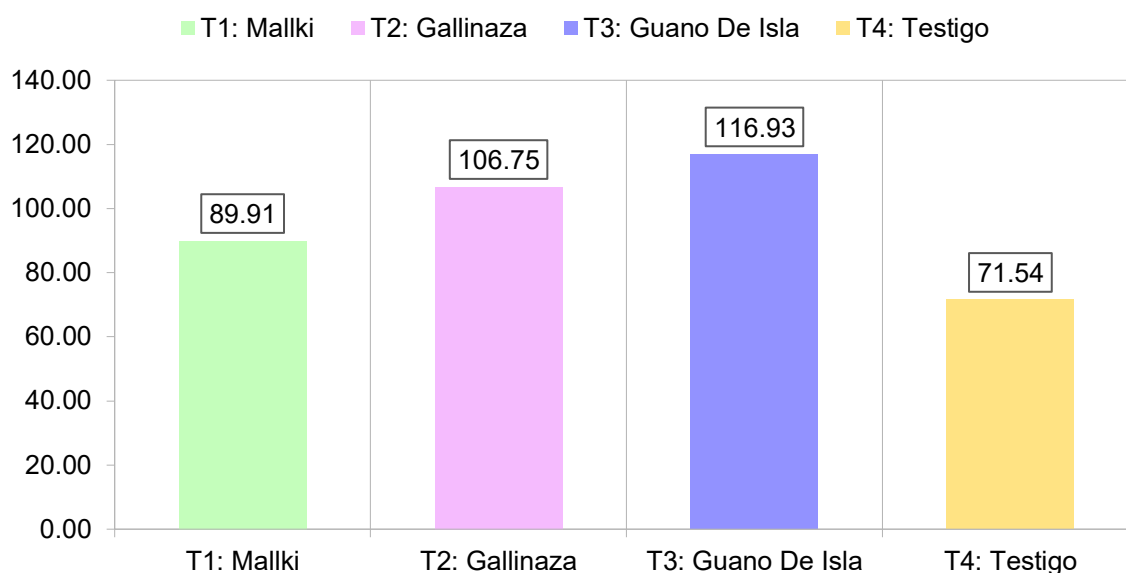
Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (38)** y **Figura (14)** se muestra los promedios de peso de vainas por planta en la que se evidencia que el tratamiento T3: Guano de Isla mostró el mayor efecto sobre el rendimiento del cultivo de arveja, con un promedio de 116.93 gr/planta, consolidándose como el abono orgánico más eficiente para aumentar la producción de biomasa por planta. Le siguió el T2: Gallinaza, con un promedio de 106.75 gr/planta, que evidenció un rendimiento intermedio pero inferior al del Guano de Isla. En tercer lugar, se ubicó el T1: Mallki, con un promedio de 89.91 gr/planta, mostrando un desempeño menor en comparación con los dos tratamientos anteriores, aunque aún superior al testigo. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor peso promedio de vainas por planta con 71.54 gr/planta, reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente la capacidad del cultivo para producir biomasa. Este orden jerárquico (T3 > T2 > T1 > T4) refuerza consistentemente la ventaja del Guano de Isla sobre los demás tratamientos

evaluados, destacando su capacidad para mejorar el rendimiento productivo del cultivo en términos de peso de vainas por planta.

Figura 14

Promedios de Peso vaina por planta (gr/planta) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 39

Análisis de varianza de los promedios de Peso vaina por planta (gr/planta) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	157.39	2	78.70	0.47	0.648	NS
Tratamientos	3,564.95	3	1,188.32	7.06	0.021	*
Error	1,010.06	6	168.34			
Total	4,732.40	11				
CV (%)	13.48			Promedio	96.28	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; *: *Significativa*

En la **Tabla (39)** se presenta el análisis de varianza del peso de vainas por planta al 16/12/2024 mostró que los tratamientos tuvieron un efecto significativo (valor $p = 0.021$), lo que indica que los abonos orgánicos evaluados influyeron de manera diferenciada en la producción de biomasa por planta del cultivo de arveja, mientras que los bloques no presentaron diferencias significativas (valor $p = 0.648$), sugiriendo que la variabilidad

ambiental controlada no afectó los resultados. El coeficiente de variación (CV = 13.48%) fue moderado pero aceptable, reflejando una consistencia razonable en las mediciones realizadas. El promedio general de peso de vainas por planta fue de 96.28 gramos, destacando un rendimiento productivo notable en esta etapa avanzada del cultivo.

Tabla 40

*Análisis de Tukey de los promedios de Peso vaina por planta (gr/planta) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	116.93	a
T2: Gallinaza	106.75	ab
T1: Mallki	89.91	ab
T4: Testigo	71.54	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (40)** se presenta el análisis de Tukey para el peso de vainas por planta al 16/12/2024 evidenciando la superioridad del T3: Guano de Isla, con un promedio de 116.93 gr/planta, consolidándose como el tratamiento más efectivo para maximizar la producción de biomasa y formando un grupo estadístico distinto ("a"). Le siguieron el T2: Gallinaza y el T1: Mallki, con promedios de 106.75 gr/planta y 89.91 gr/planta, respectivamente, ubicados en el mismo grupo intermedio ("ab"), lo que sugiere que no difieren significativamente entre sí, pero muestran rendimientos inferiores al Guano de Isla. Finalmente, el T4: Testigo presentó el menor promedio de peso de vainas por planta con 71.54 gr/planta, formando un grupo separado ("b") y reafirmando que la ausencia de abonamiento limita significativamente el rendimiento productivo del cultivo.

iv. Rendimiento por hectárea (kg/ha) al 16/12/2024

Tabla 41

*Rendimiento por hectárea (kg/ha) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

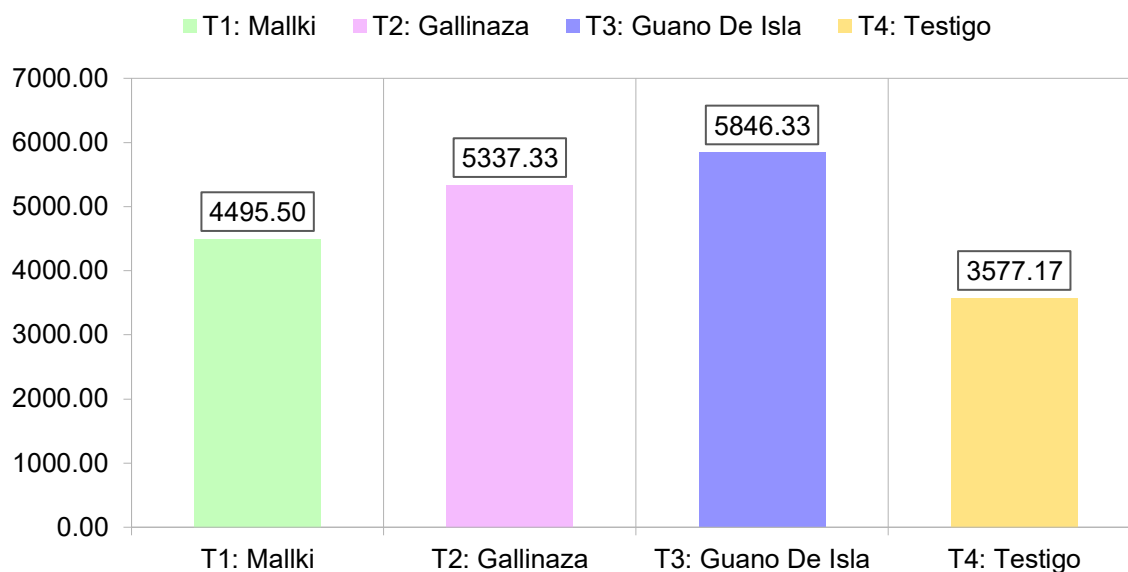
Bloque	T1: Mallki	T2: Gallinaza	T3: Guano De Isla	T4: Testigo
B1	4,386.50	4,839.50	5,362.00	3,912.50
B2	5,412.50	5,460.00	5,677.00	3,683.50
B3	3,687.50	5,712.50	6,500.00	3,135.50
Suma	13,486.50	16,012.00	17,539.00	10,731.50
Promedio	4,495.50	5,337.33	5,846.33	3,577.17
Varianza	752,817.00	201,817.58	345,266.33	159,412.33

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (41)** y **Figura (15)** se muestra que el tratamiento con guano de isla (T3) presentó el mejor rendimiento, con un valor promedio de 5,846.33 kg/ha, seguido por la gallinaza (T2) con 5,337.33 kg/ha y el Mallki (T1) con 4,495.50 kg/ha. Por otro lado, el testigo (T4) registró el menor rendimiento promedio, con 3,577.17 kg/ha, lo cual refleja la importancia del uso de abonos orgánicos para mejorar la productividad del cultivo. En términos generales, los resultados muestran una mejora significativa en el rendimiento cuando se aplican abonos orgánicos, especialmente el guano de isla, lo cual podría deberse a su mayor contenido de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, tal como se ha reportado en estudios previos sobre este tipo de abono (Dimas et al., 2021; Paste, 2021). En todos los bloques evaluados, los tratamientos con abonos orgánicos superaron al testigo, evidenciando su efecto positivo sobre las características del suelo y el desarrollo de las plantas.

Figura 15

Promedios de Rendimiento por hectárea (kg/ha) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)



Nota. Elaboración propia

Tabla 42

Análisis de varianza de los promedios de Rendimiento por hectárea (kg/ha) al 16/12/2024 de arveja (Pisum sativum L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

Fuente de variaciones	SC	GL	CM	F	Valor P	Sig
Bloques	393,482.29	2	196,741.15	0.47	0.648	NS
Tratamientos	8,912,366.42	3	2,970,788.81	7.06	0.021	*
Error	2,525,144.21	6	420,857.37			
Total	11,830,992.92	11				
CV (%)	13.48			Promedio	4,814.08	

Nota. Elaboración propia

NS: No significativa; *: *Significativa*

En la **Tabla (42)** se presenta que el efecto de los bloques no fue significativo ($F = 0.47$; $p = 0.648$), lo cual indica que las condiciones iniciales de los bloques experimentales fueron homogéneas y no influyeron significativamente sobre el rendimiento del cultivo. Por otro lado, los tratamientos sí mostraron diferencias significativas ($F = 7.06$; $p = 0.021$), lo que demuestra que los distintos abonos orgánicos aplicados tuvieron un impacto desigual en el rendimiento del cultivo de arveja. La categoría "Significación indica que este efecto es significativo al nivel $p < 0.05$, denotado como en la **Tabla**. El valor del

coeficiente de variación (CV) fue de 13.48 %, lo cual se encuentra dentro de rangos aceptables para estudios agrícolas, indicando una buena precisión experimental. El promedio general de rendimiento fue de 4,814.08 kg/ha, siendo el tratamiento con guano de isla el que alcanzó el mayor valor (5,846.33 kg/ha), seguido por la gallinaza (5,337.33 kg/ha) y el Mallki (4,495.50 kg/ha), mientras que el testigo registró el menor rendimiento promedio (3,577.17 kg/ha).

Tabla 43

*Análisis de Tukey de los promedios de Rendimiento por hectárea (kg/ha) al 16/12/2024 de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)*

Tratamiento	Promedio	Grupo
T3: Guano De Isla	5846.33	a
T2: Gallinaza	5337.33	ab
T1: Mallki	4495.50	ab
T4: Testigo	3577.17	b

Nota. Elaboración propia

En la **Tabla (43)** se evidencia que el tratamiento con guano de isla (T3) presentó el mejor rendimiento promedio (5846.33 kg/ha) y fue asignado al grupo “a”, lo que indica que este tratamiento se diferencia estadísticamente de algunos otros al nivel de significancia establecido ($p < 0.05$). El tratamiento con gallinaza (T2) alcanzó un promedio de 5337.33 kg/ha y fue incluido en el grupo “ab”, mostrando una similitud estadística con el guano de isla y con el Mallki, pero no con el testigo. Por su parte, el Mallki (T1) registró un promedio de 4495.50 kg/ha y también perteneció al grupo “ab”, indicando que no hay diferencia significativa entre este tratamiento y los dos anteriores, pero sí respecto al testigo. Finalmente, el testigo (T4) obtuvo el menor valor promedio (3577.17 kg/ha) y fue clasificado dentro del grupo “b”, demostrando diferencias significativas con los tratamientos T2 y T3. Estos resultados confirman lo observado en el ANVA previo, donde se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.021$), y refuerzan la importancia del uso de abonos orgánicos para mejorar el rendimiento del cultivo. En particular, el guano de isla se destaca como el más eficaz, seguido por la gallinaza, mientras que el Mallki y el testigo presentan los menores valores de rendimiento.

5.1.3. Costo de producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con la aplicación de abonos orgánicos (Mallki, Gallinaza y Guano de isla)

i. Costo de producción de T1: Mallki (S/. /ha)

Tabla 44

Costo de producción por hectárea de T1: Mallki (S/. /ha)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. COSTO DE CULTIVO				
1. Mano de obra				1860.00
1.1 Preparación de terreno				
Surcado	Jornal	4	60.00	240.00
1.2 Siembra	Jornal	2	60.00	120.00
1.3 Abonamiento	Jornal	2	60.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
• Deshierbe Manual	Jornal	2	60.00	120.00
• Aporque	Jornal	3	60.00	180.00
• Riego	Jornal	12	60.00	720.00
1.5 Control Fitosanitario	Jornal	3	60.00	180.00
1.6 Cosecha	Jornal	3	60.00	180.00
2. Maquinaria agrícola				350.00
2.1 Arado y abonado	Hora	3	70.00	210.00
2.2 Surcado	Hora	1	70.00	70.00
2.3 Nivelado	Hora	1	70.00	70.00
3. Insumos y Equipos				2998.00
3.1 Semilla	Kilo	50	20.00	1000.00
3.2 Abonos				
Abono Mallki (25K Kg.)	Sacos	80	23.50	1880.00
3.3. Pesticidas				
• Insecticidas	Litros	0.5	60.00	30.00
• Fungicidas	Litros	0.5	105.00	52.50
• Regulador de pH	Litros	0.25	22.00	5.50
3.4. Equipos				
• Alquiler mochila de fumigar	Día	3	10.00	30.00
B. COSTOS GENERALES				
1. Imprevistos (5%) costos del cultivo	Global	1	260.40	260.40
2. Comercialización	Global	1	180.00	180.00
C. ALQUILER DE TERRENO				
Periodo vegetativo del cultivo	Campaña	1	300.00	300.00
D. DEPRECIACIÓN				
Herramientas y equipos	Global	1	30.00	30.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				5978.40
II. COSTOS INDIRECTOS				
Costos financieros (1.58% C.D./mes)				283.38
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				6261.78

Nota. Elaboración propia

La **Tabla (44)** muestra que el costo total de producción para el tratamiento T1: Mallki asciende a S/. 6,261.78 por hectárea. Al desglosar esta cifra, se observa que los costos directos representan la mayor parte de la inversión, sumando S/. 5,978.40, mientras que los costos indirectos (financieros) corresponden a S/. 283.38.

Dentro de los costos directos, el rubro de insumos y equipos es el componente más oneroso, con un total de S/. 2,998.00 (47.9% del costo total). En esta categoría destaca significativamente el abono orgánico Mallki, cuyo costo es de S/. 1,880.00, representando por sí solo aproximadamente el 30.0% del costo total de producción; esto subraya el peso económico de este insumo en la estructura de costos del tratamiento. Otros insumos relevantes incluyen la semilla certificada (S/. 1,000.00) y, en menor medida, los pesticidas (S/. 88.00).

La mano de obra constituye el segundo componente clave, con una inversión de S/. 1,860.00 (29.7% del costo total). Las actividades que demandaron mayor presupuesto fueron el riego (S/. 720.00), seguido por el aporque, el control fitosanitario y la cosecha, con S/. 180.00 cada uno, lo que evidencia la alta dependencia de labores manuales en el manejo del cultivo. Asimismo, se registró un gasto en maquinaria agrícola de S/. 350.00 para labores de arado, surcado y nivelado.

Por otro lado, los costos generales sumaron S/. 440.40, cifra que abarca los imprevistos (5% del costo del cultivo: S/. 260.40) y la comercialización (S/. 180.00). Finalmente, se consideraron costos fijos como el alquiler del terreno (S/. 300.00) y la depreciación de herramientas (S/. 30.00).

En conclusión, el tratamiento con Mallki implica una inversión significativa, impulsada principalmente por el costo del abono y la mano de obra. Para garantizar la rentabilidad de este tratamiento, el incremento en el rendimiento del cultivo deberá ser lo suficientemente alto para

ii. Costo de producción por hectárea de T2: Gallinaza (S/. /ha)

Tabla 45

Costo de producción de T2: Gallinaza (S/. /ha)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. COSTO DE CULTIVO				
1. Mano de obra				1860.00
1.1 Preparación de terreno				
Surcado	Jornal	4	60.00	240.00
1.2 Siembra	Jornal	2	60.00	120.00
1.3 Abonamiento	Jornal	2	60.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
• Deshierbe Manual	Jornal	2	60.00	120.00
• Aporque	Jornal	3	60.00	180.00
• Riego	Jornal	12	60.00	720.00
1.5 Control Fitosanitario	Jornal	3	60.00	180.00
1.6 Cosecha	Jornal	3	60.00	180.00
2. Maquinaria agrícola				350.00
2.1 Arado y abonado	Hora	3	70.00	210.00
2.2 Surcado	Hora	1	70.00	70.00
2.3 Nivelado	Hora	1	70.00	70.00
3. Insumos y Equipos				2998.00
3.1 Semilla	Kilo	50	20.00	1000.00
3.2 Abonos				
Gallinaza (50 Kg.)	Sacos	20	43.00	860.00
3.3. Pesticidas				
• Insecticidas	Litros	0.5	60.00	30.00
• Fungicidas	Litros	0.5	105.00	52.50
• Regulador de pH	Litros	0.25	22.00	5.50
3.4. Equipos				
• Alquiler mochila de fumigar	Día	3	10.00	30.00
B. COSTOS GENERALES				440.40
1. Imprevistos (5%) costos del cultivo	Global	1	209.40	209.40
2. Comercialización	Global	1	180.00	389.40
C. ALQUILER DE TERRENO				300.00
Periodo vegetativo del cultivo	Campaña	1	300.00	300.00
D. DEPRECIACIÓN				30.00
Herramientas y equipos	Global	1	30.00	30.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				4907.40
II. COSTOS INDIRECTOS				232.61
Costos financieros (1.58% C.D./mes)				232.61
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				5140.01

Nota. Elaboración propia

La **Tabla (45)** muestra que el costo total de producción para el tratamiento T2: Gallinaza es de S/. 5,140.01 por hectárea, distribuido entre costos directos e indirectos. Los costos directos son los más relevantes, con un valor de S/. 4,907.40, mientras que los

costos indirectos suman S/. 232.61. Los insumos y equipos son el componente más costoso, con un total de S/. 2,097.40, equivalente al 41.5% del costo total. El abono orgánico (Gallinaza) destaca como el elemento más caro, con un costo de S/. 860.00, lo que representa aproximadamente el 17.5% del costo total. También se incluyen semillas certificadas (S/.1,000.00) y pesticidas (S/.88.00), aunque estos últimos tienen menor peso. La mano de obra es otro componente clave, con un costo de S/.1,860.00, equivalente al 36.7% del

costo total. Las actividades más costosas son el riego (S/. 720.00) y el aporque (S/.180.00). Otras labores, como deshierbe manual y control fitosanitario, también contribuyen significativamente. Este alto uso de mano de obra refleja la dependencia de sistemas agrícolas manuales. Los costos generales suman S/. 389.40, incluyendo imprevistos (S/.209.40) y costos de comercialización (S/.180.00). Además, se considera el alquiler del terreno (S/.300.00) y una depreciación de herramientas (S/.30.00). Aunque estos costos son menores, son esenciales para garantizar la sostenibilidad del cultivo. Los costos indirectos corresponden a los costos financieros, calculados como el 1.58% mensual de los costos directos, con un valor de S/. 232.61. Este rubro refleja los intereses o costos asociados al financiamiento del cultivo. En conclusión, el tratamiento T2: Gallinaza tiene un costo total de S/.5,140.01 por hectárea, siendo los insumos y la mano de obra los componentes más relevantes. El uso del abono orgánico (Gallinaza) es una inversión significativa, pero su impacto en el rendimiento debe justificar este costo. Optimizar actividades manuales y mejorar la eficiencia en el uso de insumos podría reducir costos y aumentar la rentabilidad del cultivo.

iii. Costo de producción por hectárea de T3: Guano de isla (S/. /ha)

Tabla 46

Costo de producción de T3: Guano de isla (S/. /ha)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. COSTO DE CULTIVO				
1. Mano de obra				1860.00
1.1 Preparación de terreno				
Surcado	Jornal	4	60.00	240.00
1.2 Siembra	Jornal	2	60.00	120.00
1.3 Abonamiento	Jornal	2	60.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
• Deshierbe Manual	Jornal	2	60.00	120.00
• Aporque	Jornal	3	60.00	180.00
• Riego	Jornal	12	60.00	720.00
1.5 Control Fitosanitario	Jornal	3	60.00	180.00
1.6 Cosecha	Jornal	3	60.00	180.00
2. Maquinaria agrícola				350.00
2.1 Arado y abonado	Hora	3	70.00	210.00
2.2 Surcado	Hora	1	70.00	70.00
2.3 Nivelado	Hora	1	70.00	70.00
3. Insumos y Equipos				1507.50
3.1 Semilla	Kilo	50	20.00	1000.00
3.2 Abonos				
Guano de isla (50 Kg.)	Sacos	6.5	60.00	390.00
3.3. Pesticidas				
• Insecticidas	Litros	0.5	60.00	30.00
• Fungicidas	Litros	0.5	105.00	52.50
• Regulador de pH	Litros	0.25	22.00	5.50
3.4. Equipos				
• Alquiler mochila de fumigar	Día	3	10.00	30.00
B. COSTOS GENERALES				440.40
1. Imprevistos (5%) costos del cultivo	Global	1	185.90	185.90
2. Comercialización	Global	1	365.90	365.90
C. ALQUILER DE TERRENO				300.00
Periodo vegetativo del cultivo	Campaña	1	300.00	300.00
D. DEPRECIACIÓN				30.00
Herramientas y equipos	Global	1	30.00	30.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				4413.90
II. COSTOS INDIRECTOS				209.22
Costos financieros (1.58% C.D./mes)				209.22
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				4623.12

Nota. Elaboración propia

La **Tabla (46)** muestra que el costo total de producción para el tratamiento T3: Guano de Isla es de S/. 4,623.12 por hectárea, distribuido entre costos directos e indirectos. Los costos directos son los más relevantes, con un valor de S/. 4,413.90, mientras que los

costos indirectos suman S/. 209.22. Los insumos y equipos son el componente más costoso, con un total de S/. 1,478.00, equivalente al 32.5% del costo total. El Guano de Isla (S/.390.00) destaca como el elemento más caro dentro de esta categoría, representando aproximadamente el 8.8% del costo total. También se incluyen semillas certificadas (S/.1,000.00) y pesticidas (S/. 88.00), aunque estos últimos tienen menor peso. La mano de obra es otro componente clave, con un costo de S/. 1,860.00, equivalente al 42.1% del costo total. Las actividades más costosas son el riego (S/. 720.00) y el aporque (S/.180.00). Otras labores, como deshierbe manual y control fitosanitario, también contribuyen significativamente. Este alto uso de mano de obra refleja la dependencia de sistemas agrícolas manuales. Los costos generales suman S/. 365.90, incluyendo imprevistos (S/. 185.90) y costos de comercialización (S/.180.00). Además, se considera el alquiler del terreno (S/.300.00) y una depreciación de herramientas (S/.30.00). Aunque estos costos son menores, son esenciales para garantizar la sostenibilidad del cultivo. Los costos indirectos corresponden a los costos financieros, calculados como el 1.58% mensual de los costos directos, con un valor de S/. 209.22. Este rubro refleja los intereses o costos asociados al financiamiento del cultivo. En conclusión, el tratamiento T3: Guano de Isla tiene un costo total de S/. 4,623.12 por hectárea, siendo los insumos y la mano de obra los componentes más relevantes. El uso del abono orgánico (Guano de Isla) es una inversión significativa, pero su impacto en el rendimiento debe justificar este costo. Optimizar actividades manuales y mejorar la eficiencia en el uso de insumos podría reducir costos y aumentar la rentabilidad del cultivo.

iv. Costo de producción por hectárea de T4: Testigo (S/. /ha)

Tabla 47

Costo de producción de T4: Testigo (S/. /ha)

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. COSTO DE CULTIVO				
1. Mano de obra				1800.00
1.1 Preparación de terreno				
Surcado	Jornal	3	60.00	180.00
1.2 Siembra	Jornal	2	60.00	120.00
1.3 Abonamiento	Jornal	2	60.00	120.00
1.4 Labores Culturales				
• Deshierbe Manual	Jornal	2	60.00	120.00
• Aporque	Jornal	3	60.00	180.00
• Riego	Jornal	12	60.00	720.00
1.5 Control Fitosanitario	Jornal	3	60.00	180.00
1.6 Cosecha	Jornal	3	60.00	180.00
2. Maquinaria agrícola				350.00
2.1 Arado y abonado	Hora	3	70.00	210.00
2.2 Surcado	Hora	1	70.00	70.00
2.3 Nivelado	Hora	1	70.00	70.00
3. Insumos y Equipos				1118.00
3.1 Semilla	Kilo	50	20.00	1000.00
3.3. Pesticidas				
• Insecticidas	Litros	0.5	60.00	30.00
• Fungicidas	Litros	0.5	105.00	52.50
• Regulador de pH	Litros	0.25	22.00	5.50
3.4. Equipos				
• Alquiler mochila de fumigar	Día	3	10.00	30.00
B. COSTOS GENERALES				343.40
1. Imprevistos (5%) costos del cultivo	Global	1	180.00	180.00
2. Comercialización	Global	1	163.40	163.40
C. ALQUILER DE TERRENO				300.00
Periodo vegetativo del cultivo	Campaña	1	300.00	300.00
D. DEPRECIACIÓN				30.00
Herramientas y equipos	Global	1	30.00	30.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				3941.40
II. COSTOS INDIRECTOS				186.82
Costos financieros (1.58% C.D./mes)				186.82
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (I+II)				4128.22

Nota. Elaboración propia

La **Tabla (47)** muestra El análisis de la **Tabla 43** muestra que el costo total de producción para el tratamiento T4: Testigo es de S/. 4,128.22 por hectárea, distribuido entre costos directos e indirectos. Este tratamiento no incluye abono orgánico, lo que reduce significativamente los costos en comparación con otros tratamientos. Los costos directos

son los más relevantes, con un valor de S/. 3,941.40. La mano de obra es el componente más costoso, con un total de S/. 1,800.00, equivalente al 45.7% del costo total. Las actividades más costosas son el riego (S/.720.00) y el aporque (S/.180.00). Otras labores, como preparación de terreno y control fitosanitario, también contribuyen significativamente. El uso de maquinaria agrícola tiene un costo de S/. 350.00, representando aproximadamente el 8.9% de los costos directos. Los insumos y equipos suman S/. 1,088.00, destacando las semillas certificadas (S/.1,000.00) y pesticidas (S/. 88.00). Además, se incluyen costos generales (S/.343.40), alquiler de terreno (S/. 300.00) y depreciación (S/.30.00). Los costos indirectos corresponden a los costos financieros, calculados como el 1.58% mensual de los costos directos, con un valor de S/. 186.82. Este rubro refleja los intereses asociados al financiamiento del cultivo. En conclusión, el tratamiento T4: Testigo tiene un costo total de S/. 4,128.22 por hectárea, siendo significativamente menor debido a la ausencia de abono orgánico. Sin embargo, esta reducción de costos probablemente limite el rendimiento del cultivo. El tratamiento solo sería viable si los ahorros compensan la baja productividad esperada; de lo contrario, el uso de abonos orgánicos podría ser una inversión justificada para maximizar la rentabilidad.

5.2. Discusión

En el presente estudio se observó que el tratamiento con Guano de Isla tuvo un impacto notable en el crecimiento vegetativo del cultivo de arveja, evidenciado por una altura de planta de 37.27 cm, 9.90 brotes y 5.77 flores por planta. Estos valores superaron significativamente a los obtenidos en el tratamiento testigo, el cual registró únicamente 21.53 cm de altura, 6.97 brotes y 3.40 flores. Estos resultados son consistentes con estudios previos, ya que González, (2023) y Pedraza, (2023) demostraron que el uso de abonos orgánicos, aun cuando en combinación con fertilizantes químicos y en diferentes dosis, puede estimular el crecimiento del cultivo, alcanzando en algunos casos alturas de planta considerablemente mayores. Asimismo, Murillo, (2015) corroboró que la aplicación de abonos orgánicos en cultivos como el pimiento favorece el desarrollo de variables

vegetativas importantes, subrayando el potencial de estos insumos para mejorar el crecimiento fisiológico.

En cuanto al rendimiento del cultivo, el Guano de Isla no solo mejoró el crecimiento vegetativo, sino que también demostró ser decisivo en la productividad. En este sentido, se obtuvo un promedio de 25.61 vainas por planta, una longitud de vainas de 9.86 cm y un peso de vainas de 116.93 gr/planta. En comparación, el tratamiento testigo presentó valores inferiores, con 17.15 vainas por planta, 6.90 cm de longitud y 71.54 gr/planta en peso. Estos incrementos en los parámetros productivos se alinean con los hallazgos de Paste (2021), reporto mejoras en el rendimiento de la arveja mediante la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes, resaltando que tales insumos pueden sustituir o complementar la fertilización química sin comprometer la productividad.

El análisis de las cuatro tablas muestra que el costo total de producción varía significativamente entre los tratamientos, con el T1: Mallki siendo el más costoso (S/. 6,261.78/ha) debido al alto precio del abono, seguido por la Gallinaza (S/.5,140.01/ha) y el Guano de Isla (S/.4,623.12/ha), mientras que el T4: Testigo tiene el costo más bajo (S/. 4,128.22/ha) al no incluir abono orgánico; sin embargo, aunque el testigo reduce costos, su ausencia de abonamiento probablemente limite el rendimiento del cultivo, haciendo que los tratamientos con abono orgánico sean más viables si mejoran significativamente la productividad, destacando el Guano de Isla como una opción económica con potencial agronómico, ya que combina un costo relativamente bajo con beneficios esperados en rendimiento, lo que subraya la importancia de evaluar la relación costo-beneficio para seleccionar el tratamiento más adecuado según las condiciones específicas del cultivo. Los estudios de Dimas, (2021) y Ayala (2019) también destacan que la utilización de abonos orgánicos puede optimizar el uso de insumos y mejorar la salud del suelo, lo que repercute positivamente en la rentabilidad a mediano y largo plazo.

En síntesis, la comparación de los resultados obtenidos en este estudio con la bibliografía consultada demuestra que el uso de abonos orgánicos tiene efectos positivos

tanto en el crecimiento vegetativo como en el rendimiento productivo del cultivo de arveja. La aplicación del Guano de Isla se destaca por generar diferencias numéricas claras en variables clave, lo que respalda su recomendación como insumo adecuado para maximizar la productividad y, a la vez, contribuir a la sostenibilidad ambiental. Estos hallazgos consolidan la idea de que la implementación de estrategias agroecológicas basadas en abonos orgánicos no solo favorece el desarrollo integral del cultivo, sino que también ofrece ventajas económicas significativas al optimizar los recursos y reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

VI. Conclusiones

- El análisis de los resultados obtenidos en la investigación permitió evaluar la respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay, cumpliendo con los objetivos planteados. En términos generales, los abonos orgánicos evaluados (Mallki, Gallinaza y Guano de Isla) mostraron un impacto positivo y diferenciado en el desarrollo agronómico y productivo del cultivo en comparación con el tratamiento testigo. El Guano de Isla se destacó consistentemente como el tratamiento más efectivo, con promedios superiores en todas las variables evaluadas: altura de planta (37.27 cm), número de brotes (9.90 unidades), número de flores (5.77 unidades), número de vainas por planta (25.61 unidades), longitud de vainas (9.86 cm) y peso de vainas por planta (116.93 gr/planta). La ausencia de abonamiento en el tratamiento testigo limitó significativamente el desarrollo del cultivo, con valores inferiores como altura de planta (21.53 cm), número de brotes (6.97 unidades), y peso de vainas por planta (71.54 gr/planta).
- En relación al primer objetivo específico, que buscaba establecer las características agronómicas del cultivo, los resultados demostraron que el Guano de Isla fue el tratamiento más efectivo en todas las mediciones realizadas. Este abono lideró en altura de planta con 37.27 cm, seguido por la Gallinaza (32.80 cm) y el Mallki (31.07 cm), mientras que el testigo alcanzó solo 21.53 cm. En cuanto al número de brotes, el Guano de Isla registró 9.90 unidades, superando a la Gallinaza (8.33 unidades) y al Mallki (7.87 unidades), mientras que el testigo presentó el menor valor con 6.97 unidades. Para la producción de flores, el Guano de Isla también lideró con 5.77 unidades, seguido por la Gallinaza (4.57 unidades) y el Mallki (4.17 unidades), mientras que el testigo registró 3.40 unidades. Estos hallazgos subrayan que el Guano de Isla tiene un impacto integral y positivo en el desarrollo del cultivo, optimizando tanto su crecimiento vegetativo como su capacidad reproductiva y productiva.

- Respecto al segundo objetivo específico, enfocado en determinar el rendimiento del cultivo, el análisis confirmó que el Guano de Isla maximizó el rendimiento en términos de producción de vainas y biomasa. Este tratamiento presentó los mayores valores en número de vainas por planta (25.61 unidades), longitud de vainas (9.86 cm) y peso de vainas por planta (116.93 gr/planta). La Gallinaza y el Mallki también mostraron buenos resultados, con 23.09 vainas/planta y 20.61 vainas/planta, respectivamente, pero fueron inferiores al Guano de Isla. El tratamiento testigo registró los valores más bajos en todas las variables relacionadas con el rendimiento, con 17.15 vainas/planta, 6.90 cm de longitud de vaina y 71.54 gr/planta de peso. Por otro lado, en cuanto al rendimiento por hectárea, el tratamiento con guano de isla (T3) presentó el mejor rendimiento, con un valor promedio de 5,846.33 kg/ha, seguido por la gallinaza (T2) con 5,337.33 kg/ha y el Mallki (T1) con 4,495.50 kg/ha. Por otro lado, el testigo (T4) registró el menor rendimiento promedio, con 3,577.17 kg/ha, lo cual refleja la importancia del uso de abonos orgánicos para mejorar la productividad del cultivo. Estos resultados resaltan la importancia de seleccionar el abono orgánico adecuado para mejorar la productividad del cultivo en la zona de estudio.
- Finalmente, en el tercer objetivo específico, se estimó el costo de producción del cultivo bajo los diferentes tratamientos. Los resultados mostraron el costo total de producción varía significativamente entre los tratamientos, con el T1: Mallki siendo el más costoso (S/. 6,261.78/ha) debido al alto precio del abono, seguido por la Gallinaza (S/. 5,140.01/ha) y el Guano de Isla (S/. 4,623.12/ha), mientras que el T4: Testigo tiene el costo más bajo (S/. 4,128.22/ha) al no incluir abono orgánico; sin embargo, aunque el testigo reduce costos, su ausencia de abonamiento probablemente limite el rendimiento del cultivo, haciendo que los tratamientos con abono orgánico sean más viables si mejoran significativamente la productividad, destacando el Guano de Isla como una opción económica con potencial agronómico, ya que combina un costo relativamente bajo con beneficios esperados en rendimiento, lo que subraya la importancia de evaluar

la relación costo-beneficio para seleccionar el tratamiento más adecuado según las condiciones específicas del cultivo.

- En conclusión, los resultados de esta investigación destacan la importancia de utilizar abonos orgánicos para mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja en el sector de San Antonio – Tamburco – Abancay. El Guano de Isla se posiciona como la opción más eficiente debido a su impacto positivo en todas las variables agronómicas y productivas evaluadas, con valores destacados como 25.61 vainas/planta, 9.86 cm de longitud de vaina y 116.93 gr/planta de peso. Aunque su costo es similar al de otros abonos orgánicos (S/. 4,450.00/ha), su menor dosis requerida y su mayor rendimiento lo convierten en una alternativa viable y rentable para los agricultores de la región.

VII. Recomendaciones

- El Guano de Isla demostró ser el tratamiento más efectivo en todas las variables evaluadas, incluyendo altura de planta (37.27 cm), número de brotes (9.90 unidades), producción de flores (5.77 unidades), número de vainas por planta (25.61 unidades), longitud de vainas (9.86 cm) y peso de vainas por planta (116.93 gr/planta). Recomendación: Se sugiere priorizar el uso de Guano de Isla como abono orgánico debido a su capacidad para mejorar tanto el crecimiento vegetativo como el rendimiento productivo del cultivo. Aunque su costo unitario es elevado (S/. 1,500.00/tonelada), su alta eficiencia agronómica justifica su inversión, especialmente si se busca maximizar la productividad.
- Los tratamientos con abonos orgánicos tienen un costo total de producción similar (S/. 4,450.00/ha), pero sus rendimientos varían significativamente. Por ejemplo, el Guano de Isla produjo un peso de vainas por planta de 116.93 gr, mientras que el Mallki alcanzó 89.91 gr y la Gallinaza 106.75 gr. Recomendación: Antes de seleccionar un abono orgánico, los agricultores deben evaluar la relación costo-beneficio considerando no solo el costo inicial sino también el incremento en el rendimiento y la calidad del producto. En este caso, el Guano de Isla ofrece mayores beneficios en términos de productividad, lo que puede compensar su mayor precio unitario.
- El tratamiento testigo presentó los valores más bajos en todas las variables evaluadas, incluyendo altura de planta (21.53 cm), número de brotes (6.97 unidades) y peso de vainas por planta (71.54 gr). Además, aunque su costo de producción fue significativamente menor (S/.1,450.00/ha), su bajo rendimiento limita su viabilidad económica. Recomendación: No se recomienda cultivar arveja sin la aplicación de abonos orgánicos, ya que esto reduce significativamente el rendimiento y la calidad del cultivo. El abonamiento es esencial para maximizar la productividad en las condiciones del sector de estudio.

- El Guano de Isla requiere una dosis menor (2 toneladas/ha) en comparación con el Mallki (10 toneladas/ha) y la Gallinaza (5 toneladas/ha), lo que podría reducir los costos logísticos asociados al transporte y manejo del abono. Sin embargo, su alto precio unitario debe ser considerado en la planificación económica. Recomendación: Para minimizar costos logísticos y maximizar la eficiencia, se sugiere coordinar la adquisición y distribución del Guano de Isla con proveedores locales o programas gubernamentales que promuevan el uso de abonos orgánicos.
- La implementación de abonos orgánicos, especialmente el Guano de Isla, requiere conocimientos técnicos sobre dosis adecuadas, tiempos de aplicación y manejo del cultivo. Además, es importante que los agricultores comprendan la relación entre el costo de los insumos y el rendimiento esperado. Recomendación: Se sugiere organizar talleres y capacitaciones técnicas para agricultores sobre el uso eficiente de abonos orgánicos, enfocándose en la selección del abono adecuado, la aplicación correcta y la evaluación de resultados.

VIII. Referencias

- Alcarraz Huaman, M. L., & Alcarraz Huaman, N. (2019). Rendimiento en dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con tres tipos de abono en la provincia de Andahuaylas–Apurímac. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.
- Anderson, R., & Smith, D. (2017). Organic fertilization techniques for sustainable farming. *Agronomy Journal*, 15(4), 222–229.
- Arévalo, H. G., Puglla, C., & Danilo, J. (2018). Valoración nutricional de la gallinaza para alimentación animal y procesos industriales [Tesis de postgrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Maestría en Nutrición y Producción Animal], p. 30. Sangolquí, Ecuador.
- Bornewasser, J. A., D’Haenens, A., Moorsel, P. van, Baelde, M. E. J., Kossmann, E. H., & Krul, W. E. (1977). *Winkler Prins geschiedenis der Nederlanden*. Elsevier. p.360. Amsterdam, Países Bajos.
- Buol, S. W. (2003). *Soil genesis and classification* (5.^a ed.). Blackwell. p.494. Ames, Estados Unidos.
- Burger, A. E., Lindeboom, H. J., & Williams, A. J. (1978). The mineral and energy content of the eggs of the Kelp Gull *Larus dominicanus* and the Great White Pelican *Pelecanus onocrotalus*. *Journal of Zoology*, 185(1), 53–63. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1978.tb03292.x>.
- Camarena Mayta, F. (2003). Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú.
- Cáritas del Perú. (2007). *Cultivo de la arveja en la sierra: Manual técnico*. Fondo Ítalo Peruano. Lima, Perú.
- Casierra Posada, F., & Cardozo, M. C. (2009). Análisis básico del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. ‘Quindío’) cultivados a campo abierto. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1), 4815–4822.

- Centeno, A. (2000). Guía técnica. Manejo del cultivo de arveja. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Disponible en: <http://www.idiap.gob.pa/download/ciencia-agropecuaria-10-2000/>
- Cervantes, F. (2004). *Manual del cultivo de arveja*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Checa Coral, O. E., Rodríguez Rodríguez, D. M., & Getial Pantoja, J. A. (2020). Correlaciones genéticas en arveja (*Pisum sativum* L.) tipo afilea. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 387–399. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.37613>.
- Choque, J. (2008). *Cultivo de arveja*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA). El Alto, La Paz, Bolivia.
- Colos Ayala, F. (2018). Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), en condiciones de Pampa del Arco, Distrito de Huamanga–Región Ayacucho [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.
- Cosme De La Cruz, R. (2015). Comportamiento agronómico de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de fertilizantes foliares en el distrito de Tapuc [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. Huánuco, Perú.
- Dimas López, J., Díaz Estrada, A., Martínez Rubin, E., & Valdez Cepeda, R. D. (2015). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(3), 293–304.
- FAO. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Semillas nutritivas para un futuro sostenible. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4504s.pdf>.
- García, J., & Martínez, C. (2015). Compostaje como técnica de fertilización orgánica en cultivos. *Revista de Investigación Agrícola*, 18(2), 67–74. Quito, Ecuador.

- González Pedraza, A. F., Méndez Ortega, A. J., & Quesada Vergara, V. R. (2023). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el Municipio Pamplona, Norte de Santander. *La Granja*, 37(1), 86–101. DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.06>.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education. Ciudad de México, México.
- Herrán, J. A. F., Torres, R. R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., & Portugal, V. O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai: *Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 4(1), 57–68.
- Huaman Zuñiga, M. del C. (2021). Efecto de tres tipos de abonos orgánicos con tres niveles en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en Poccontoy–Talavera-Andahuaylas-Apurímac [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.
- Ibáñez Pereda, L. E. (2019). Abonamiento orgánico en el rendimiento en verde de *Pisum sativum* L. var. Verde en Santiago de Chuco, La Libertad [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14414/13482>
- Infoagro. (2017). Lombricompost, vermicompost o humus de lombriz. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/lombricomposto-vermicompost-o-humus-de-lombriz/>
- INIA. (2001). Instituto Nacional de Investigación Agraria (. Cultivo de arveja en los Valles del sur chico (Manual técnico). Lima, Perú: INIA. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/>
- INIAF. (2015). *Manual técnico del cultivo de arveja*. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. La Paz, Bolivia.

- INTAGRI. (2025). Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. La gallinaza como fertilizante orgánico. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>
- Jackson, M., & Williams, L. (2019). Sustainable agricultural practices for a changing world. *Environmental Science & Policy*, 23(2), 98–104.
- Mamani Choque, I. G. (2016). Tres biofermentos y guano de isla en la producción de arveja verde (*Pisum sativum* L.) cv. Quantum en Quequeña-Arequipa [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Arequipa, Perú.
- Maocho, F. (2013). El huerto de la arveja: Guía práctica de cultivo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial* (5.^a ed.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- MINAGRI. (2018). Resolución directoral ejecutiva N° 124-2018-MINAGRI-DVDIAR-AGRO-RURAL-DE. Lima, Perú. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/documentos/rde/RDE-124-2018-AG-AGRORURAL-DE.pdf>.
- Mullo, G. (2011). Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Willd) a tres tipos de abonos orgánicos, con tres niveles de aplicación bajo el sistema de labranza mínima en la comunidad Chacabamba [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Riobamba, Ecuador.
- Murillo, M., Rosado, A., Pacheco, F., Cunuhay, K., & Bustamante, R. (2015). Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Centro Agrícola*, 42(4), 67–74.
- Paste Correa, E. M. (2021). Evaluación del desarrollo de arveja (*Pisum sativum*) utilizando fuentes orgánicas a diferentes dosis con fines de recuperación y conservación de suelos en el CEASA, Latacunga, Cotopaxi [Tesis de pregrado, Universidad Técnica

- de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Agronómica]. p. 10. Latacunga, Ecuador.
- Pérez, F., & López, J. (2017). Caracterización y utilización de gallinaza como fertilizante en la agricultura. *Agricultura Sostenible*, 22(1), 89–96. Madrid, España.
- Prieto, P., González, C., & Martínez, E. (2011). Antagonismo de *Pseudomonas fluorescens* Migula frente a *Fusarium oxysporum* f. sp. pisi Schtdl en arveja (*Pisum sativum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(1), 33–42.
- Quispe Gonzales, E. T. (2018). Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco-Ayacucho. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59.
- Rodríguez, M., & Herrera, A. (2016). Uso de guano de isla en la agricultura: un estudio sobre su efectividad en cultivos locales. *Revista de Agroquímica*, 11(3), 45–50.
- Ruiz Huaman, J. S. (2019). Introducción de variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) en condiciones del distrito de Huando–Huancavelica [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancavelica, Perú.
- San Fernando S.A. (2017). Ficha técnica: Mallki mejorador de suelos [Documento técnico interno]. Lima, Perú. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/427576469/Ficha-Tecnica-Mallki-Mejorador-de-Suelos-Enero-2017>.
- Schnug, E., Jacobs, F., & Stoven, K. (2018). Guano: The white gold of the seabirds. En *Seabirds* (pp. 27–45). IntechOpen. Hannover, Alemania. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.79501>.
- (UPO,1991) Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales del 2 de

diciembre de 1961, revisado en Ginebra el 10 de noviembre de 1972, el 23 de octubre de 1978 y el 19 de marzo de 1991. Disponible en:

https://www.upov.int/edocs/pubdocs/es/upov_pub_221.pdf

Valladares, J. D., Reynoso, Z. A., Cosme De la Cruz, R. C., Arone, G. G., & Calderón, M.

C. (2020). La aplicación combinada de fertilizantes orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 401–408. DOI:

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.12>.

Wing, S. R., Jack, L., Shatova, O., Leichter, J. J., Barr, D., Frew, R. D., & Gault-Ringold, M.

(2014). Las aves marinas y los mamíferos marinos redistribuyen el hierro biodisponible en el Océano Austral. *Marine Ecology Progress Series*, 510, 1–13.

Dunedin, Nueva Zelanda. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps10923>.

Zamora, E. (1986). *El cultivo del frijol*. (1.^a ed., pp. 1–150). Universidad de Sonora.

Hermosillo, México.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes