

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col
(*Brassica oleracea* L. var. Capitata) Canaán, 2750 msnm,
Ayacucho**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Juan Carlos GOMEZ MENDEZ

ASESOR:
M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y ser la luz en mi camino.

A mi padre y madre por el gran amor y la motivación incondicional que me brindaron para lograr cada uno de mis objetivos trazados.

A mi esposa e hijos por sus consejos y apoyo que me dan y sirven para ser una buena persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme la oportunidad de ser parte de esta gran familia y asimilar en sus aulas el conocimiento para formarme profesionalmente y lograr mis grandes objetivos.

A la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, a todos mis maestros por su apoyo incondicional de cada uno de ellos al brindarme sus conocimientos.

Al Ing. Walter Augusto Mateu Mateo por su valiosa colaboración y asesoramiento en todo el proceso que duro este trabajo de investigación.

Al Centro Experimental de Canaán – UNSCH, por brindarme el espacio y la ayuda necesaria para la instalación de trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. De la col.....	6
1.2.1. <i>Taxonomía</i>	6
1.2.2. <i>Morfología de la planta</i>	6
1.2.3. <i>Valor nutritivo de col</i>	7
1.2.4. <i>Requerimientos de clima y suelo de la col</i>	8
1.2.5. <i>Manejo del cultivo</i>	9
1.3. De las características del cultivar “Corazón de buey”.....	13
1.4. De la materia orgánica y la gallinaza	14
1.4.1. <i>La materia orgánica</i>	14
1.4.2. <i>Efectos físicos</i>	14
1.4.3. <i>Efectos nutricionales y químicos</i>	14
1.4.4. <i>Efectos biológicos</i>	15
CAPÍTULO II	17
METODOLOGÍA	17
2.1. Ubicación del terreno experimental	17
2.1.1. <i>Ubicación política</i>	17
2.1.2. <i>Ubicación geográfica</i>	17
2.1.3. <i>Ubicación ecológica</i>	17
2.1. Características climáticas y edáficas del lugar	18
2.2. Características físicas y químicas del suelo	19

2.3.	Características climatológicas	20
2.4.	Variables e indicadores	24
2.4.1.	<i>Variables independientes e indicadores</i>	24
2.4.2.	<i>Variables dependientes e indicadores</i>	24
2.5.	Método procedimental.....	24
2.5.1.	<i>Diseño estadístico</i>	24
2.5.2.	<i>Tratamientos</i>	25
2.5.3.	<i>Características del campo experimental</i>	25
2.5.4.	<i>Croquis experimental y distribución de los tratamientos</i>	26
2.6.	Instalación y conducción del experimento	27
2.6.1.	<i>Preparación del terreno</i>	27
2.6.2.	<i>Demarcación y estacado del campo experimental</i>	27
2.6.3.	<i>Trazado de surcos</i>	27
2.6.4.	<i>Trasplante</i>	27
2.6.5.	<i>Recalce</i>	27
2.6.6.	<i>Abonamiento</i>	27
2.6.7.	<i>Control de malezas</i>	28
2.6.8.	<i>Aporque</i>	28
2.6.9.	<i>Control de plagas</i>	28
2.6.10.	<i>Cosecha</i>	28
2.7.	Criterios de evaluación de los indicadores de la variable dependiente	28
2.7.1.	<i>Caracteres de precocidad</i>	28
2.7.2.	<i>Productividad</i>	29
CAPÍTULO III.....		30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		30
3.1.	Análisis de las variables de precocidad.....	30
3.1.1.	<i>Días a la madurez de cosecha (DDT)</i>	30
3.2.	Análisis de las variables de productividad	31
3.2.1.	<i>Diámetro ecuatorial de repollo</i>	31
3.2.2.	<i>Longitud polar de repollo</i>	32
3.2.3.	<i>Peso promedio por repollo</i>	34
3.2.4.	<i>Rendimiento por hectárea de repollo</i>	35
3.2.5.	<i>Número de repollos</i>	37

3.2.6. <i>Correlación de los variables</i>	38
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1 <i>Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán, 2750 msnm.....</i>	19
Tabla 2.2 <i>Características físico químicas de la muestra de gallinaza compostada Terrasur.....</i>	19
Tabla 2.3 <i>Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2024-2025 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho.....</i>	21
Tabla 3.1 <i>Análisis descriptivo de la precocidad a la cosecha de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza.....</i>	30
Tabla 3.2 <i>Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm.....</i>	31
Tabla 3.3 <i>Análisis de varianza de longitud polar de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm.....</i>	32
Tabla 3.4 <i>Análisis de varianza del peso promedio de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm.....</i>	34
Tabla 3.5 <i>Análisis de varianza del rendimiento por hectárea de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm.....</i>	35
Tabla 3.6 <i>Análisis de varianza número de repollos por hectárea de la col, Canaán, 2750 msnm.....</i>	37
Tabla 3.7 <i>Correlación general de las variables de respuesta evaluadas en el cultivo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza.....</i>	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Mapa de ubicación del centro experimental de Canaán, lugar del experimento, elaborado a partir de cartas nacionales de geogpsperu.....</i>	18
Figura 2.2 <i>Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2024 - 2025; Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) – Ayacucho.....</i>	23
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey (0.05) del diámetro ecuatorial de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm</i>	32
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey (0.05) de la longitud polar de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm</i>	33
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey (0.05) del peso promedio de repollo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm.....</i>	34
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectárea de repollo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm.....</i>	36

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Datos promedio de las variables evaluadas</i>	46
Anexo 2. <i>Panel fotográfico</i>	43

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Canaán de la UNSCH, a una altitud de 2750 msnm, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; con el objetivo de evaluar los niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleraceae* L.) variedad Charleston Wakefield. Se estudiaron cuatro niveles de gallinaza: 0 (testigo absoluto), 1.5, 3.0 y 4.5 t ha⁻¹, además de un testigo local (con NPK). El experimento se dispuso en terreno en el diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Según los resultados, se concluye que: Los niveles de gallinaza compostada tuvieron un impacto significativo en los componentes de rendimiento de la col; el tratamiento con 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada requirió 87 días para llegar a la cosecha, mientras que el testigo necesitó 9 días más. El tratamiento con 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada produjo cabezas que tenían un diámetro ecuatorial de 19,7 cm, una longitud polar de 23,60 cm y un peso promedio por cabeza de 1,746 kg. Las dosis de aplicación de gallinaza compostada tuvieron un impacto considerable en el rendimiento de la cabeza del repollo; el tratamiento con 4,5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada reportó 54.411,33 kg ha⁻¹ de cabezas de repollo, lo que representa un aumento del 52.03 % en comparación con el testigo.

Palabras clave: *Brassica oleraceae* L., niveles de gallinaza, rendimiento.

INTRODUCCIÓN

La col (*Brassica oleracea* L. var. capitata) es una de las hortalizas de mayor importancia en la alimentación humana debido a su alto contenido de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Sánchez et al., 2017).

En el 2022, la producción de col a nivel nacional alcanzó las 26,710 toneladas en 1895 hectáreas. Las regiones de Lima y Arequipa fueron las que produjeron más: 5834 toneladas y 3931 toneladas respectivamente, con rendimientos de 19,079 kg ha⁻¹ y 17,949 kg ha⁻¹. Por otro lado, la región de Ayacucho tuvo una producción de 1031 toneladas en un área de 98 hectáreas (MINAGRI, 2022), enfrentando problemas relacionados con la fertilidad del suelo y el alto precio de los fertilizantes sintéticos.

En este contexto, el uso de abonos orgánicos como la gallinaza es una opción sostenible. Esto se debe a que ayuda a mejorar la estructura del suelo, aporta nitrógeno, fósforo y potasio y estimula la actividad microbiana, lo cual beneficia el crecimiento y el rendimiento de los cultivos (Cabrera et al., 2019). La gallinaza aplicada en dosis correctas ha demostrado, a través de varios estudios, que aumenta el rendimiento de hortalizas como cebolla, lechuga y repollo y disminuye la dependencia de insumos químicos (Alvarado & Chaves, 2018). Además de lo señalado, el consumo de productos inocuos está en aumento. Esto requiere que los horticultores empleen abonos orgánicos y disminuyan de manera razonable la utilización de fertilizantes químicos en los cultivos.

En los valles interandinos de la región Ayacucho, el cultivo de col constituye una fuente alimenticia y de ingresos para los pequeños horticultores. Sin embargo, la falta de información científica acerca del uso de gallinaza reduce la productividad del cultivo y, por lo tanto, su consumo. Por lo tanto, se hace necesario investigar los efectos que tienen

los distintos niveles de gallinaza en el rendimiento de la col para producir información científica que ayude a optimizar la productividad del cultivo en Ayacucho.

Es fundamental producir información para optimizar la productividad del cultivo de col, fomentar el uso de abonos orgánicos y desarrollar una horticultura sustentable, debido a todo lo expuesto.

Objetivo general

Evaluar la influencia de niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) bajo condiciones de Canaán - Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de los niveles de gallinaza compostada en los componentes del rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) bajo condiciones de Canaán - Ayacucho.
2. Determinar la influencia de los niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) bajo condiciones de Canaán – Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Ponce (2018) analizó la respuesta del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.), variedad Corazón de Buey, a la aplicación de gallinaza de postura en cuatro niveles (10, 20, 30 y 40 t·ha⁻¹), incluyendo un testigo absoluto, en condiciones del Alto Huallaga (Tocache). Los resultados evidenciaron una clara tendencia dosis-respuesta, destacando el tratamiento con 40 t·ha⁻¹ (T4) como el de mayor eficiencia agronómica, al alcanzar un rendimiento de 5,937.50 kg·ha⁻¹, significativamente superior al resto de tratamientos.

En relación con el crecimiento vegetativo, específicamente la altura de planta, el tratamiento T4 también registró el valor promedio más alto (25,03 cm). Por su parte, los tratamientos intermedios T3 (30 t·ha⁻¹) y T2 (20 t·ha⁻¹), junto con T1 (10 t·ha⁻¹), no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, mostrando promedios de 25,59 cm, 25,33 cm y 16,15 cm, respectivamente. Estos resultados sugieren que la aplicación de gallinaza en dosis elevadas no solo incrementa el rendimiento, sino que también favorece el desarrollo vegetativo del cultivo bajo las condiciones evaluadas.

Jurado (2023) evaluó el efecto de diferentes niveles de gallinaza (0, 2, 4 y 6 t·ha⁻¹) y dos densidades de plantación (28,571 y 35,714 plantas·ha⁻¹) sobre el rendimiento y la rentabilidad del cultivo, mediante un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 4N × 2D (N: niveles de gallinaza; D: densidad de plantas), conformado por ocho tratamientos y tres repeticiones. A partir de este planteamiento experimental, se obtuvieron los siguientes resultados:

Con los niveles de gallinaza de 4 y 6 t·ha⁻¹ se obtuvieron los mayores rendimientos de col: 55,813 y 57,478 kg ha⁻¹, respectivamente y 51,552 y 53,446 kg ha⁻¹ de rendimiento de col categoría primera, sin diferencia entre ellos. En peso de repollo, se alcanzó 2.3 y 2.5 kg por unidad, respectivamente. En diámetro de col 20,3 cm con 6 t/ha. Se alcanzó el máximo rendimiento de 58,807.8 kg ha⁻¹, con el nivel de gallinaza de 4.74 t ha⁻¹. Hubo influencia de la densidad de plantas en el

rendimiento de col, con la densidad 35,715 plantas/ha alcanzó 50,393 kg ha⁻¹ de rendimiento total de col y 43,071 kg ha⁻¹ de rendimiento de col categoría primera. En peso de repollo, la densidad 28,571 plantas/ha alcanzó 2.2 kg por unidad. En diámetro de pella, 18,7 cm con 28,571 plantas/ha.

García (2023) evaluó el efecto de diferentes niveles de aplicación de gallinaza sobre los componentes agronómicos y el rendimiento del cultivo de repollo rojo (*Brassica oleracea* L. var. capitata), empleando un diseño experimental de Bloques Completos al Azar. El análisis de los datos se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey, lo que permitió establecer diferencias estadísticas entre tratamientos. Los resultados evidenciaron que el incremento en la dosis de gallinaza influyó significativamente en las variables agronómicas y productivas del cultivo, observándose una tendencia positiva conforme aumentaba la dosis aplicada. En este sentido, el tratamiento T4 (40 t·ha⁻¹) destacó por presentar los mejores valores en las características evaluadas y en el rendimiento. No obstante, el peso de cabezas obtenido en este tratamiento (2,900 kg·ha⁻¹) se situó por debajo del promedio nacional, lo que sugiere limitaciones adicionales que podrían estar condicionando el potencial productivo del cultivo bajo las condiciones del estudio.

Guzmán (2017) llevó a cabo un estudio en las instalaciones del proyecto de “Animales Menores” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, ubicado en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de gallinaza y ceniza de madera sobre las características agronómicas y el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.), variedad Capitata. El experimento se estableció bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), conformado por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, sumando un total de 16 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (sin abonamiento), T2 (gallinaza), T3 (ceniza de madera) y T4 (gallinaza + ceniza de madera). Los resultados permitieron concluir que la aplicación de estos insumos orgánicos ejerció un efecto significativo y favorable sobre las variables agronómicas y el rendimiento de cabeza del cultivo. En particular, el tratamiento T4 (combinación de gallinaza y ceniza de madera) mostró un desempeño superior respecto a los demás tratamientos, evidenciando una mayor eficiencia en la mejora del crecimiento y la productividad del cultivo bajo las condiciones evaluadas.

Rojas (2018) condujo un experimento en el distrito de Minga Guazú, Paraguay (25°29'04" S; 54°45'52" O), con el propósito de evaluar el efecto de dos fuentes de fertilización orgánica —estiércol bovino y gallinaza— aplicadas en diferentes dosis sobre el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.), considerando variables de rendimiento, peso y diámetro de la cabeza. El estudio se estableció bajo un diseño de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos: T1 (testigo sin fertilización), T2 (3 kg·m⁻² de estiércol de gallina), T3 (5 kg·m⁻² de estiércol de gallina), T4 (3 kg·m⁻² de estiércol de vaca) y T5 (5 kg·m⁻² de estiércol de vaca), con cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Las variables evaluadas incluyeron el peso y diámetro de la cabeza, así como el rendimiento por unidad de superficie, cuyos datos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados evidenciaron efectos significativos de los tratamientos sobre las variables estudiadas. En particular, el tratamiento T3 (5 kg·m⁻² de estiércol de gallina) registró el mayor diámetro de cabeza (20,68 cm), además de los valores más altos de peso (890,25 g) y rendimiento (7,05 kg·m⁻²). Asimismo, el tratamiento T2 (3 kg·m⁻² de estiércol de gallina) mostró un comportamiento destacado en peso (701,25 g) y rendimiento (5,59 kg·m⁻²), mientras que el tratamiento T4 (estiércol bovino) también evidenció un rendimiento relativamente alto (4,37 kg·m⁻²). Estos resultados confirman la superioridad de la gallinaza, particularmente a mayores dosis, en la mejora del desempeño productivo del cultivo bajo las condiciones evaluadas.

Epiquien (2018) evaluó el efecto de la aplicación de fertilización orgánica y mineral sobre el rendimiento del repollo tipo corazón de buey (*Brassica oleracea*), utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con nueve tratamientos y tres repeticiones. El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para variables como peso de cabeza, longitud de planta, longitud de cabeza y diámetro de cabeza, destacando el tratamiento T3 (Nutrifer Papa Sierra + Gran guano) por presentar los valores promedio más altos. En cuanto al rendimiento, tanto a nivel de parcela como por hectárea, también se observaron diferencias significativas, siendo nuevamente el tratamiento T3 el que alcanzó los mayores valores, con 17,07 kg por parcela y 105,35 t·ha⁻¹. Estos hallazgos evidencian que la combinación de fertilización orgánica y mineral ejerce un efecto sinérgico favorable sobre la productividad del cultivo. En términos

específicos, se determinó que la aplicación de 25 g de Nutrifер Papa Sierra junto con 7 t·ha⁻¹ de guano generó el mayor rendimiento por unidad experimental, mientras que la combinación de 25 g de Molimax Papa Sierra por planta con 7 t·ha⁻¹ de guano de isla permitió alcanzar el mayor rendimiento por hectárea, consolidándose como la alternativa de manejo más eficiente bajo las condiciones del estudio.

1.2. De la col

1.2.1. Taxonomía

Con respecto a la taxonomía, Cronquist (2012) propone la siguiente categoría taxonómica:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Brassicales
Familia	: Brassicaceae – crucífera
Género	: Brassica
Especie	: <i>Brassica oleracea</i>
Variedad botánica	: Capitata
Nombre común	: col corazón.
Ploidía	: 2n = 18 cromosomas

1.2.2. Morfología de la planta

a) Raíz

La col es una especie bianual que presenta un sistema radicular pivotante con abundantes raíces laterales (Seymour, 1980). Su raíz principal, de tipo fusiforme, se desarrolla verticalmente y puede alcanzar profundidades de hasta 1,5 m, con una expansión lateral aproximada de 1,05 m, concentrándose la mayor densidad de raíces en los primeros 0,46 m del suelo (Maroto, 1983).

b) Tallo

En su fase de pleno desarrollo, la planta presenta un tallo erecto y ramificado que puede alcanzar entre 0,50 y 1,00 m de altura (Tiscornia, 1989). Inicialmente, el tallo es corto, grueso y no ramificado, manteniéndose esta condición mientras se conserve la

dominancia apical, responsable de la formación del órgano comestible. Posteriormente, al avanzar el ciclo fenológico, el tallo principal puede elongarse y alcanzar alturas comprendidas entre 1,20 y 1,50 m (Maroto, 1983).

c) Hojas

Las hojas pueden ser sésiles o con pecíolo, son más anchos (60 cm) que largos (35 cm) (Maroto, 1983).

Guenko (1983), citado por Valadez (1994), señala que las hojas pueden alcanzar hasta 1 m de diámetro, presentando una morfología casi circular; a diferencia del brócoli y la coliflor, se caracterizan por un color verde claro y nervaduras marcadamente prominentes.

Asimismo, según Maroto (1983), existe variabilidad en la coloración foliar, que puede oscilar desde verde glauco blanquecino hasta tonalidades rojizas, con bordes ligeramente aserrados y forma ovalada. Estas hojas conforman cogollos compactos, donde se concentran las principales reservas nutritivas de la planta.

d) Flores

Según Maroto (1983), las flores, de color amarillo, se disponen en racimos y presentan un sistema de polinización predominantemente alógamo.

En concordancia, Francis (1985) describe que la inflorescencia se organiza en racimos de flores amarillas o blancas, caracterizadas por un cáliz constituido por cuatro sépalos y una corola formada por cuatro pétalos iguales. Asimismo, presentan seis estambres tetradínamos y un ovario con cuatro hileras de óvulos, rasgos morfológicos típicos de la especie.

e) Frutos

La semilla de color oscuro y redonda, conserva su poder germinativo por más de cinco años, el fruto es una silicua y las semillas redondas; un gramo tiene 350-400 semillas (Francis, 1985).

1.2.3. Valor nutritivo de col

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2023), al igual que otras variedades de coles, el repollo constituye una fuente relevante de vitamina C y folatos. Asimismo, aporta cantidades significativas de minerales como potasio, hierro y fósforo, y en menor proporción calcio. Destaca también por su contenido de fibra, tanto soluble como insoluble, lo cual favorece el tránsito intestinal, contribuye a la prevención

del estreñimiento y ejerce un efecto positivo en la reducción del riesgo de diversas enfermedades.

El repollo contiene diversos fitonutrientes, entre ellos glucosinolatos, isotiocianatos e indoles, los cuales le confieren propiedades quimiopreventivas frente a distintos tipos de cáncer. En particular, el consumo de hortalizas del género Brassica se ha asociado con una reducción en el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, próstata y mama, así como con la inhibición de neoplasias del tracto gastrointestinal, incluyendo estómago, hígado y colon. Estudios *in vitro* han evidenciado que estos compuestos pueden interferir en procesos de mutagénesis celular precancerosa. Asimismo, la presencia de fibra dietaria y micronutrientes como la vitamina C y el selenio podría ejercer un efecto sinérgico en la protección frente a agentes carcinogénicos.

No obstante, pese a sus múltiples beneficios para la salud, es importante considerar que, en individuos susceptibles, los compuestos bociógenos presentes en estas hortalizas pueden afectar la función tiroidea, al interferir con la captación de yodo y potencialmente inducir procesos de hipertrofia de la glándula tiroidea.

1.2.4. Requerimientos de clima y suelo de la col

a) Clima

López (1994) señala que la col se desarrolla óptimamente en climas templados y frescos, donde puede cultivarse durante todo el año, mientras que en regiones tropicales y subtropicales su producción se concentra en la estación invernal. Dentro de las crucíferas, destaca por su elevada tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo resistir heladas de hasta $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. La germinación ocurre a partir de $4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una temperatura máxima de desarrollo cercana a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un óptimo alrededor de $29,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; sin embargo, el rango más favorable para su crecimiento se sitúa entre 20 y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asimismo, exposiciones prolongadas a temperaturas de 4 a $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 3 a 4 semanas posteriores a la fase juvenil inducen la emisión del vástago floral (vernalización). Bajo condiciones controladas de invernadero, con temperaturas entre 14 y $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, el cultivo puede comportarse como semiperenne, permitiendo múltiples ciclos productivos anuales.

Por su parte, Maroto (1983) indica que las coles presentan una amplia plasticidad ecológica, mostrando mejor desempeño en ambientes húmedos y siendo sensibles al déficit hídrico. En términos térmicos, su desarrollo vegetativo es óptimo con temperaturas

diurnas de 13 a 18 °C y nocturnas de 10 a 12 °C, aunque ciertas variedades pueden tolerar descensos de hasta -10 °C.

b) Suelo

Maroto (1983) establece que el cultivo de col presenta una mejor adaptación en suelos fértiles de textura media a arcillosa, mostrando baja tolerancia a condiciones de salinidad (alrededor de 6,400 ppm o 0,10 mmhos) y a suelos con deficiente drenaje o propensos al encharcamiento. En cuanto a la reacción del suelo, esta especie tolera moderadamente la acidez, desarrollándose en un rango de pH de 5,5 a 6,8, con un óptimo comprendido entre 6,2 y 6,5.

Por su parte, Sarly (1974) señala que la col puede cultivarse en una amplia diversidad de suelos, desde arenosos hasta orgánicos e incluso en suelos pesados y planos, siempre que estos estén adecuadamente preparados y enriquecidos previamente con materia orgánica bien descompuesta, complementada con fertilización mineral oportuna. Asimismo, indica que la deficiencia de nitrógeno se manifiesta en una coloración verde claro del follaje, mientras que la disponibilidad y aprovechamiento del fósforo es óptima en suelos con pH entre 5,5 y 6,5, constituyendo un factor clave para el adecuado desarrollo del cultivo.

1.2.5. Manejo del cultivo

a) Producción de plántulas (almácigo)

El establecimiento del almácigo requiere la selección de un área con condiciones adecuadas de sombra y buen drenaje. La siembra se realiza al voleo, de manera uniforme y poco densa, empleando entre 1,5 y 2 g de semilla por m², cubriéndose posteriormente con mantillo tamizado. Se recomienda efectuar riegos ligeros dos veces al día, lo que permite obtener densidades aproximadas de 200 a 250 plántulas por m² (Seymour, 1980; Tiscornia, 1989). De forma complementaria, Maroto (1983) y Casseres (1980) indican que, en semilleros tradicionales, se emplean entre 1 y 3 g de semilla por m², alcanzando poblaciones de 300 a 400 plantas/m². Asimismo, señalan que 50 g de semilla con 75% de germinación pueden producir hasta 5,000 plántulas, siempre que se realice un adecuado aclareo para evitar el ahilamiento.

b) Trasplante

El trasplante debe efectuarse en suelos previamente preparados y con adecuada firmeza, utilizando herramientas apropiadas como el plantador. Este se realiza cuando las

plántulas han desarrollado entre 4 y 5 hojas verdaderas y alcanzan una altura de 15 a 20 cm (Fersini, 1979; Seymour, 1980). Para mejorar el prendimiento, se recomienda el tratamiento de raíces mediante su inmersión en una mezcla de estiércol y cal, práctica tradicional que favorece la adaptación inicial en campo.

c) Siembra y densidad de plantación

La época óptima de siembra, en términos generales, corresponde a los meses de otoño (octubre y noviembre), aunque el cultivo puede establecerse durante todo el año bajo condiciones favorables. La siembra puede realizarse de forma directa o mediante trasplante, siendo necesario en el primer caso efectuar un desahije posterior para asegurar una planta por sitio. El distanciamiento influye directamente en el tamaño y peso de la cabeza, recomendándose marcos de plantación de 0,7 m entre surcos y de 0,4 a 0,6 m entre plantas, en función de la variedad (Francis, 1985).

d) Manejo del riego

El riego constituye una práctica fundamental, definida como la aplicación controlada de agua para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo (Israelsen, 1975). Según López (1994) y Casseres (1980), su manejo debe ser racional, evitando tanto el déficit como el exceso de humedad, en función de factores como la época del año y la textura del suelo. El cultivo demanda riegos frecuentes durante las primeras fases de desarrollo; sin embargo, durante la formación de la cabeza, el exceso de agua puede provocar rajaduras o reventamiento, constituyendo esta una etapa crítica del cultivo.

e) Control de malezas

El manejo de malezas se realiza principalmente mediante escardas periódicas a lo largo del ciclo del cultivo (Maroto, 1983). El control químico debe aplicarse con precaución, respetando estrictamente las dosis recomendadas para evitar efectos fitotóxicos. Entre las alternativas, se menciona la aplicación de trifluralina ($0,8-1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en pre-trasplante, y de herbicidas como alacloro ($2-3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) o prometrina ($0,25-0,31 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en post-emergencia.

f) Fertilización

Las necesidades nutricionales del cultivo de col varían según la variedad y el nivel de rendimiento esperado; no obstante, se caracterizan por una alta demanda de nutrientes, particularmente nitrógeno, potasio y calcio, los cuales son determinantes para el adecuado crecimiento y formación de la cabeza (Maroto, 1983).

Valadez (1994) señala que la dosis aplicada de fertilizantes recomendados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) es de 100 - 50 - 00 o 200 - 100 - 00 de N - P - K y la extracción es:

Rendimiento Col	N	P	K	Ca	MgO
t.ha⁻¹	kg.ha⁻¹	kg.ha⁻¹	kg.ha⁻¹	kg.ha⁻¹	kg.ha⁻¹
22.4	67.20	13.40	42.60	17.0	4.5
22.4	67.20	22.40	89.60	20.20	4.5
16.3	56.00	8.90	51.50	8.90	3.4
* 25.8	63.30	14.60	63.40	-	-

UNALM (2000) recomienda fertilizar con 140-60-60 de NPK y aplicar materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco.

Valencia (1995) sostiene que la col, en su condición de hortaliza de hoja, presenta elevados requerimientos nutricionales, particularmente de nitrógeno. La fase de mayor demanda y asimilación de nutrientes se inicia con la formación de la cabeza, alcanzando su máxima intensidad aproximadamente 39 días después. Este elemento resulta determinante para la obtención de cabezas de buen tamaño y adecuada compactación. En función de factores como el tipo de suelo, la variedad y la densidad de siembra, se recomiendan dosis de entre 120 y 200 unidades de nitrógeno por hectárea. Asimismo, la fertilización nitrogenada debe aplicarse de manera fraccionada, generalmente en dos momentos: una primera dosis al cambio de surco y una segunda aplicación previa al inicio de la formación de la cabeza, con el fin de ajustarse a los requerimientos fisiológicos del cultivo.

Por su parte, Montenegro (1998) indica que el cultivo presenta una alta demanda de nitrógeno y potasio, considerados macroelementos clave para su adecuado desarrollo y para la formación de cabezas. El nitrógeno, en particular, contribuye tanto al crecimiento de las hojas externas como al desarrollo de las hojas internas que conforman la estructura comercial del repollo.

Adicionalmente, estudios en suelos franco arenosos finos evidencian que la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno (0–356 kg N·ha⁻¹) incrementa significativamente el rendimiento del cultivo, principalmente a través del aumento en el número de cabezas comercializables más que en su tamaño individual. No obstante, niveles elevados de fertilización nitrogenada, si bien favorecen el rendimiento, pueden incidir negativamente en la calidad de las cabezas, lo que evidencia la necesidad de un manejo equilibrado de este nutriente.

a) Plagas de la col

Casseres (1980) señala que, entre las principales plagas que afectan al cultivo de col, destacan los áfidos o pulgones, tales como *Aphis brassicae*, *Aphis pseudobrassicae* y *Brevicoryne brassicae*. Estos insectos fitófagos, de reducido tamaño y recubiertos por una secreción cerosa, ocasionan daños significativos cuando alcanzan altas poblaciones, al succionar la savia de la planta, disminuir la calidad del producto y actuar como vectores de enfermedades virales. Asimismo, favorecen el desarrollo de fumagina, lo que afecta la apariencia comercial del cultivo. Adicionalmente, se reportan otras plagas de importancia como la diabrotica (*Diabrotica* spp.) y el gusano taladrador, correspondiente a la mosca *Hylemya brassicae*, cuyos estados larvales y adultos ocasionan daños mediante el corte y perforación de hojas y tallos, comprometiendo el normal desarrollo de la planta.

b) Enfermedades de la col

Bazán (1975) señala que, en el contexto de la agricultura peruana, las principales enfermedades que afectan al cultivo de col y que revisten importancia económica incluyen la “chupadera” o damping-off, causada por *Rhizoctonia solani*; la hernia de la col, provocada por *Plasmodiophora brassicae*, la cual afecta a diversas especies y variedades; la podredumbre negra, originada por la bacteria *Xanthomonas campestris*; la pudrición húmeda asociada a *Sclerotinia sclerotiorum*; y el mildiu veloso, causado por *Peronospora parasitica*. Asimismo, en la etapa de plántula se presenta el amarillamiento por *Fusarium oxysporum*. Adicionalmente, diversas especies del género *Meloidogyne* spp. ocasionan daños a nivel radicular, generando agallas o nudos en las raicillas.

c) Cosecha y rendimiento

De acuerdo con López (1994), la cosecha se inicia cuando aproximadamente el 40% de las plantas ha alcanzado la formación de la cabeza comercial, siendo el tiempo el

principal criterio de referencia. Un retraso en esta labor puede provocar sobremaduración, lo que conlleva a la aparición de rajaduras en las cabezas.

Por su parte, Casseres (1980) recomienda efectuar la cosecha mediante un corte limpio por debajo de la cabeza, evitando dejar porciones excesivas de tallo, pero conservando las hojas envolventes externas, las cuales cumplen un rol importante en la protección y conservación del producto durante su comercialización.

En términos de calidad, esta se determina por la firmeza y compactación de la cabeza, la adecuada superposición de las hojas envolventes y la ausencia de daños ocasionados por plagas, enfermedades o rajaduras. Asimismo, el tamaño constituye un criterio relevante: para consumo doméstico se prefieren cabezas de 1 a 3 kg, mientras que para uso industrial o en servicios de alimentación se demandan unidades de mayor tamaño y turgencia.

Valencia (1995) indica que la variedad de repollo tipo Corazón de Buey presenta un ciclo de cosecha comprendido entre 80 y 90 días. La recolección se realiza de manera manual, ya sea a granel o utilizando canastas, y su transporte generalmente se efectúa en camiones bajo la modalidad a granel. En términos comerciales, el rendimiento suele expresarse en docenas, dado que esta constituye la unidad habitual de comercialización, alcanzándose producciones que oscilan entre 1 000 y 2 000 docenas por hectárea. Asimismo, el peso individual de las cabezas varía entre 1,5 y 2,5 kg.

Según la UNA la Molina, la col o repollo se cosecha entre los 70 a 100 días y los rendimientos son de 1500 docenas de repollos.

1.3. De las características del cultivar “Corazón de buey” (Charleston Wakefield)

Se trata de una variedad precoz caracterizada por presentar follaje de color verde medio y plantas vigorosas de porte mediano. La cabeza adopta una forma cónica o de corazón invertido, con dimensiones que oscilan entre 20 y 25 cm de diámetro y 18 a 20 cm de altura. Destaca por su adecuada resistencia al manejo y transporte, así como por su buena capacidad de conservación en postcosecha.

En cuanto a su manejo agronómico, se recomienda una dosis de siembra de aproximadamente $2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ en siembra directa y $0,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ cuando se emplea trasplante. Esta variedad se adapta mejor a condiciones de clima fresco, mostrando sensibilidad a temperaturas elevadas, las cuales pueden afectar negativamente su desarrollo (Hortus, 2023).

1.4. De la materia orgánica y la gallinaza

1.4.1. *La materia orgánica*

Canet (2008) menciona que, aunque la materia orgánica es sólo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente de 1% al 6%), la cantidad y el tipo de materia orgánica influyen en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. La cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo. Su estructura y disponibilidad de los nutrientes mejora. Las diversas funciones de la materia orgánica pueden agruparse por su efecto en las propiedades físicas, químicas o nutricionales y biológicas.

1.4.2. *Efectos físicos*

La unión de las partículas de arena, limo y arcilla conformando agregados estables, ayuda a mantener una buena labranza (condiciones físicas del suelo para el crecimiento de las plantas). Un suelo que tiene gran cantidad de materia orgánica tendrá una mayor agregación y tenderá a ser menos denso, permitiendo un mejor desarrollo y penetración de las raíces. Además, el suelo tendrá una mayor infiltración debido a una estructura superficial más estable, siendo capaz de resistir la fuerza dispersiva del impacto de las gotas de lluvia. De igual modo, las actividades de organismos más grandes que viven en el suelo, tales como lombrices y hormigas, también ayudarán a mejorar la infiltración de agua. De manera que el suelo estará menos propenso a la erosión si existe una mayor infiltración de agua en vez de un escurrimiento superficial. (Canet, 2008)

1.4.3. *Efectos nutricionales y químicos*

La materia es una fuente de nutrientes. Los organismos la descomponen y transforman las formas orgánicas de los elementos en formas que sirven a las plantas. Además, por ser la principal fuente de capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica ayuda a “almacenar” los nutrientes disponibles y los protege de la lixiviación que produce el agua. Las moléculas orgánicas ayudan a quelar un gran número de micronutrientes tales como el zinc (Zn) y el hierro (Fe), además los protege para evitar que sean convertidos en formas menos disponibles para las plantas. En muchos suelos la materia orgánica, debido a su naturaleza ácida débil, tiene un efecto de amortiguación frente a cambios en el pH. Esto

también puede ayudar a proteger las plantas de los efectos nocivos de sustancias químicas como, por ejemplo, la toxicidad por aluminio (Canet, 2008).

1.4.4. Efectos biológicos

Un suelo con alto contenido de materia orgánica de distinto origen y en el que se ha practicado buenas rotaciones tenderá a tener una comunidad más diversa de organismos y de este modo brindará un medioambiente biológico más adecuado para el crecimiento de las plantas que un suelo con menor cantidad de materia orgánica. En general la biomasa total de los organismos del suelo también será mayor en uno rico en materia orgánica que en un suelo que contenga menos.

Debido a los efectos físicos, nutricionales y químicos indicados, las plantas que crecen en suelos ricos en materia orgánica tenderán a ser más sanas y menos susceptibles al daño de las plagas que aquellas que crecen en suelo con disminución parcial de materia orgánica. Además, la presencia de diversas poblaciones de organismos (cuando la materia orgánica del suelo es abundante) ayuda a asegurar un ambiente de plagas menos hostil para los cultivos. Durante este proceso de mineralización los elementos se transforman en formas disponibles que las plantas pueden usar. De esta manera la materia orgánica del suelo desempeña un papel clave en el ciclaje de nutrientes, tanto como una fuente de capacidad de intercambio de cationes como de depósito de nutrientes que se convertirán lentamente en formas disponibles mediante la actividad biológica. Como una gran mayoría de los organismos del suelo participan en el proceso de descomposición, ellos ayudan a dirigir el reciclaje de nutrientes. (Canet, 2008)

1.4.5. La gallinaza

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo. La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula, resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan. Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente,

creando malos y fuertes olores, perdiendo calidad como fertilizante. Para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. Al ser deshidratada, se produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable. La calidad de la gallinaza La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por: el tipo de alimento, la edad de ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón. También son muy importantes el tiempo de permanencia en el galpón - una conservación prolongada en el gallinero, con desprendimiento abundante de olores amoniacales, reduce considerablemente su contenido de nitrógeno y, finalmente, el tratamiento que se le haya dado a la gallinaza durante el secado. (Estrada, 2005)

Uso como fertilizante

La utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia orgánica, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas. El uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque constituye una forma de reciclaje natural como por su bajo costo. Pero el uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y plantas, por ello se recomienda el procesamiento de ésta. (Estrada, 2005)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del terreno experimental

Este trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Canaán perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres. Los detalles se mencionan a continuación:

2.1.1. Ubicación política

- ✓ Departamento : Ayacucho
- ✓ Provincia : Huamanga
- ✓ Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
- ✓ Localidad : Canaán

2.1.2. Ubicación geográfica

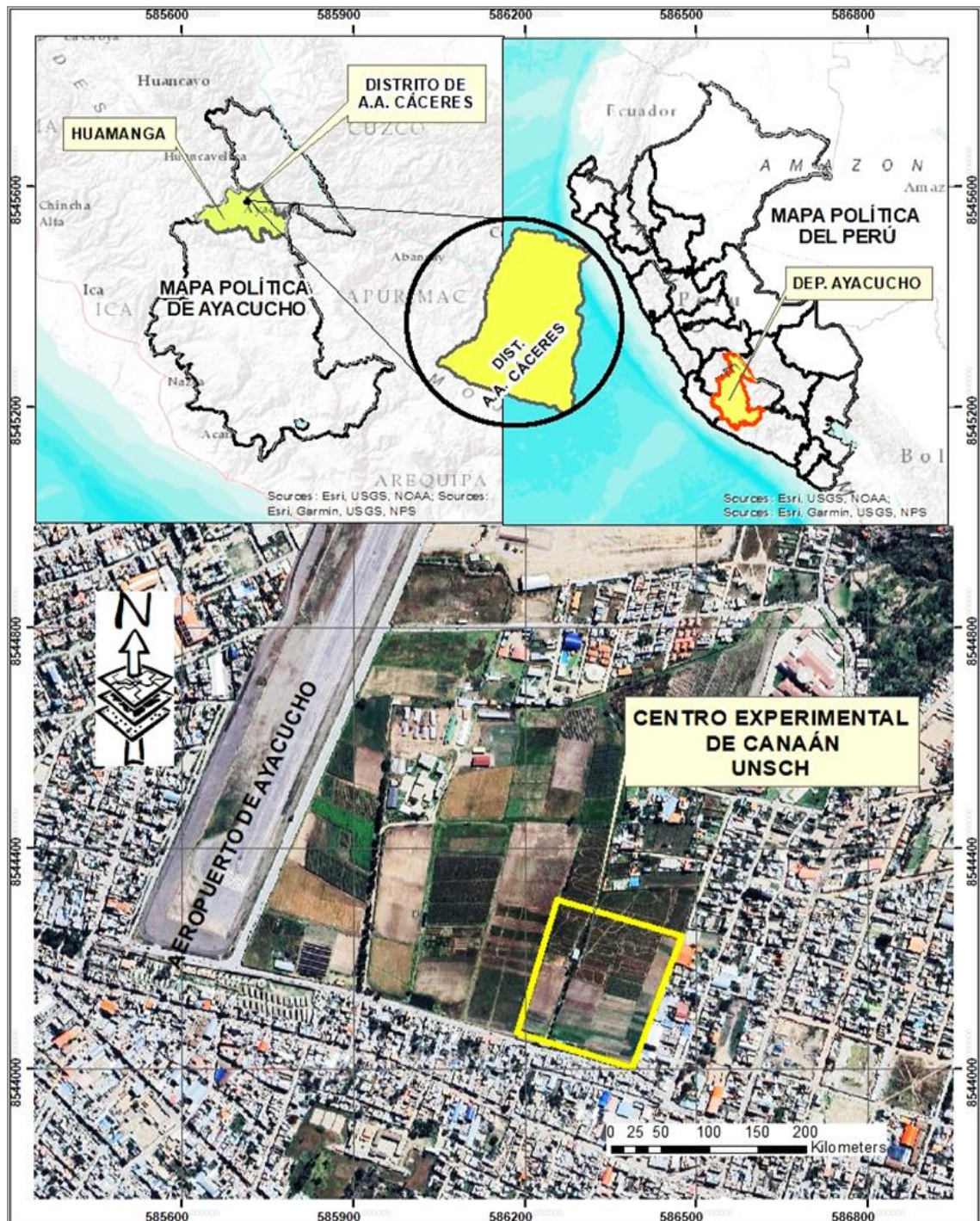
- ✓ Latitud : 13°10'8.72"
- ✓ Longitud : 74° 12' 12.85" O
- ✓ Altitud : 2750 m.s.n.m.
- ✓ Pendiente : 1 - 2 %

2.1.3. Ubicación ecológica

Según la clasificación de Holdridge de zonas de vida, el Centro Experimental de Canaán pertenece a la zona de vida de montano bajo subtropical de Estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), la altitud está entre 2000 y 3100 msnm.

Figura 2.1

Mapa de ubicación del Centro Experimental de Canaán, lugar del experimento, elaborado a partir de cartas nacionales de geogpsperu



2.1. Antecedentes del lugar del experimento

En el terreno destinado para realizar el trabajo investigación, en la campaña anterior 2024 el terreno agrícola estuvo destinado a la producción comercial de cebolla china.

2.2. Características físicas y químicas del suelo y de la gallinaza

Con el propósito de caracterizar las propiedades físicas y químicas del suelo del sector Canaán, se realizó un muestreo en la parcela experimental mediante la recolección de 16 submuestras de la capa superficial, a una profundidad de 20 cm, siguiendo un recorrido en zigzag para asegurar su representatividad. Posteriormente, las submuestras fueron homogeneizadas y de esta mezcla se obtuvo una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg, la cual fue remitida para su respectivo análisis al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet”, perteneciente al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán, 2750 msnm

Componentes	Valor	Método	Interpretación
pH (H ₂ O)	7.85	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
M.O. (%)	2.79	Walkley Black	Bajo
N total (%)	0.14	kjeldahl	Bajo
P disponible (ppm)	21.4	Olsen	Alto
K disponible (ppm)	212.7	Turbidímetro	Medio
Arena (%)	45.8	Hidrómetro	
Limo (%)	28.9	Hidrómetro	Clase textural (franco)
Arcilla (%)	25.3	Hidrómetro	

Nota: Analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” UNSCH

Los resultados del análisis físico-químico del suelo (tabla 2.1) de acuerdo a los criterios señalados por Ibáñez y Aguirre (1983), se califica al suelo como franco, ligeramente alcalino con pH 7.85, contenido de materia orgánica y N total bajo (2.79% y 0.14% respectivamente), contenido de P disponible, alto y K disponible, medio. Las características asignadas al suelo son adecuadas para el cultivo de col.

Tabla 2.2*Características fisicoquímicas de la muestra de gallinaza compostada Terrasur*

Característica	Mínimo	Máximo	Unidad
pH	7.1	8.2	pH
CE	4.8	36.1	dS/m
M.O.	25.1	47.9	%
Humedad	12.0	25.9	%
N	1.6	2.2	%
P ₂ O ₅	4.2	6.5	%
K ₂ O	2.9	5.9	%
CaO	7.7	22.3	%
MgO	1.1	2.9	%
Na	0.2	1.0	%
Fe	1282	6230	ppm
Cu	54	88	ppm
Zn	342	1118	ppm
Mn	402	1005	ppm
B	54	113	ppm

Fuente: la Calera <https://abonosterrasur.com/3d-flip-book/fichas-tecnicas/>

En la ficha técnica se puede comprobar que el contenido de nitrógeno varía de 1.6 a 2.2 %, el fósforo de 4.2 a 6.5 % y el potasio de 2.9 a 5.9, pH de 7.1 a 8.2, buen contenido de bases y microelementos, por lo cual puede calificarse como una gallinaza de buena calidad.

2.3. Características climatológicas

Los registros climáticos utilizados en el estudio fueron obtenidos de la Estación Meteorológica del INIA, administrada por la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, ubicada a 2750 msnm, con coordenadas geográficas 13° 08' 14'' de latitud sur y 74° 13' 14'' de longitud oeste, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, Ayacucho. A partir de esta información se calcularon la evapotranspiración potencial y el balance hídrico, cuyos resultados se presentan en la tabla 2.2 y la figura 2.2.

Durante el periodo de desarrollo del cultivo, se registró una temperatura media de 17,73 °C, con valores máximos de 25,37 °C y mínimos de 10,09 °C. La precipitación anual acumulada alcanzó 639,60 mm. En el intervalo comprendido entre septiembre de 2024 y febrero de 2025, correspondiente a la ejecución del estudio, se observaron

precipitaciones mensuales de carácter moderado, con valores de 9,90 mm, 26,00 mm, 35,00 mm, 85,80 mm, 80,10 mm y 157,80 mm, respectivamente.

Tabla 2.3

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2024-2025 de la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) – Ayacucho

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

Altitud: 2735 m.s.n.m.

Provincia : Huamanga

Latitud: 13°08'00''

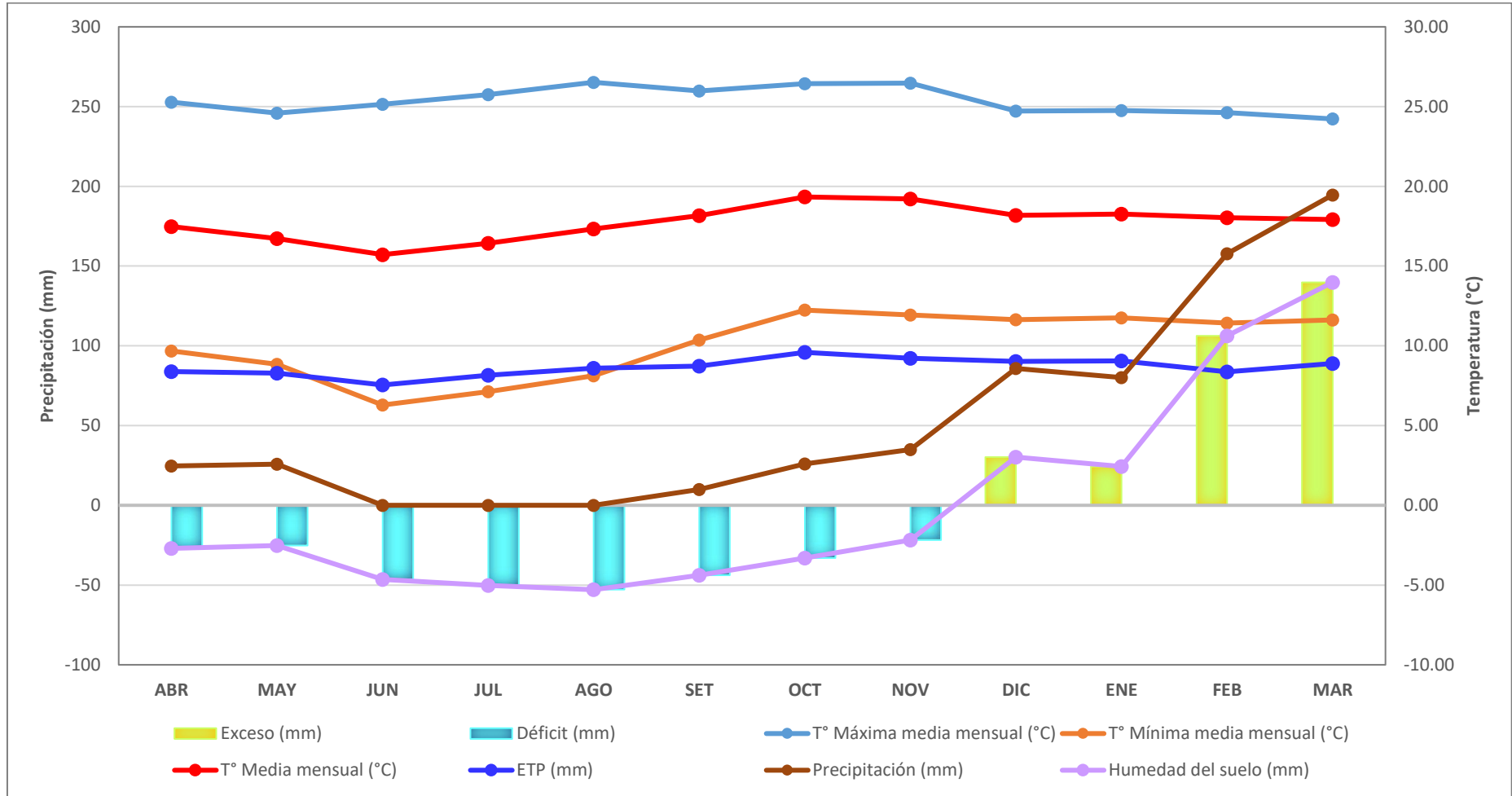
Departamento : Ayacucho

Longitud: 74°32'10''

AÑO	2024									2025				TOTAL	PROM
	MESES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR		
T° Máx. media mensual (°C)	25.27	24.59	25.15	25.74	26.52	25.97	26.43	26.47	24.72	24.75	24.63	24.23	25.37		
T° Mín. media mensual (°C)	9.67	8.85	6.29	7.13	8.12	10.37	12.24	11.94	11.63	11.76	11.43	11.62	10.09		
T° Media mensual (°C)	17.47	16.72	15.72	16.44	17.32	18.17	19.33	19.20	18.17	18.26	18.03	17.92	17.73		
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96			
ETP (mm)	83.87	82.91	75.44	81.52	85.92	87.22	95.90	92.18	90.14	90.55	83.65	88.90	1038.20		
Precipitación (mm)	24.60	25.80	0.00	0.00	0.00	9.90	26.00	35.00	85.80	80.10	157.80	194.60	639.60		
ETP Ajustado (mm)	51.67	51.08	46.48	50.22	52.93	53.73	59.08	56.79	55.53	55.79	51.53	54.77			
Humedad del suelo (mm)	-27.07	-25.28	-46.48	-50.22	-52.93	-43.83	-33.08	-21.79	30.27	24.31	106.27	139.83			
Exceso (mm)									30.27	24.31	106.27	139.83			
Déficit (mm)	-27.07	-25.28	-46.48	-50.22	-52.93	-43.83	-33.08	-21.79							

Figura 2.2

Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2024 – 2025. Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) – Ayacucho



2.4. Variables e indicadores

2.4.1. Variables independientes e indicadores

- **Niveles de gallinaza (G)**

g1 : 00 t ha⁻¹ (Sin gallinaza)

g2 : 1.5 t ha⁻¹

g3 : 3.0 t ha⁻¹

g4 : 4.5 t ha⁻¹

g5 : NPK (90-60-40 NPK)

2.4.2. Variables dependientes e indicadores

- **Variables de precocidad**

Días a madurez comercial

- **Variables de rendimiento**

Diámetro ecuatorial de repollo

Diámetro polar de repollo

Peso de repollo

Rendimiento de repollos (kg/ha)

Número de plantas

2.5. Método procedimental

2.5.1. Diseño estadístico

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Canaán de la Facultad de Ciencias Agrarias, empleando el cultivo de col con el propósito de evaluar la influencia de diferentes niveles de gallinaza compostada. La investigación correspondió a un enfoque experimental, de nivel aplicado y sustentado en el método inductivo. La disposición de las unidades experimentales en campo se realizó bajo un diseño de Bloques Completos al Azar, considerando cinco tratamientos y tres repeticiones.

La variable principal evaluada fue el rendimiento comercial del cultivo. Cada unidad experimental presentó dimensiones de 3,20 m × 2,40 m, conformada por tres surcos, con un distanciamiento de 0,80 m entre surcos y 0,40 m entre plantas. El análisis estadístico incluyó la aplicación del análisis de varianza (ANVA), la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de significancia y el análisis de correlación entre las variables que mostraron efectos estadísticamente significativos.

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta del i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque

μ : Media general

β_i : Efecto del i-ésimo bloque

δ_j : Efecto de la j-ésima nivel de gallinaza

ϵ_{ijk} : Error

2.5.2. *Tratamientos*

Tratamiento	Descripción
T1	Gallinaza 00 t ha ⁻¹ (Testigo)
T2	Gallinaza 1.5 t ha ⁻¹
T3	Gallinaza 3.0 t ha ⁻¹
T4	Gallinaza 4.5 t ha ⁻¹
T5	Fertilización NPK (90-60-40 NPK)

Los niveles de gallinaza se establecieron en base a trabajos anteriores donde se alcanzó el mejor rendimiento de col con 3 t/ha de gallinaza. Además, se justifica económicamente.

2.5.3. *Características del campo experimental*

a. Parcelas

Ancho	: 2.40 m
Largo	: 3.20 m
Área	: 7.68 m ²
N.º de Surcos	: 03
N.º de plantas/surco	: 8
Distancia entre plantas	: 0.40 m
Distancia entre surcos	: 0.80 m

b. Bloques

N.º de Bloques	: 3
Largo del bloque	: 16.0 m
Ancho del bloque	: 2.40 m
Área del bloque	: 38.4 m ²

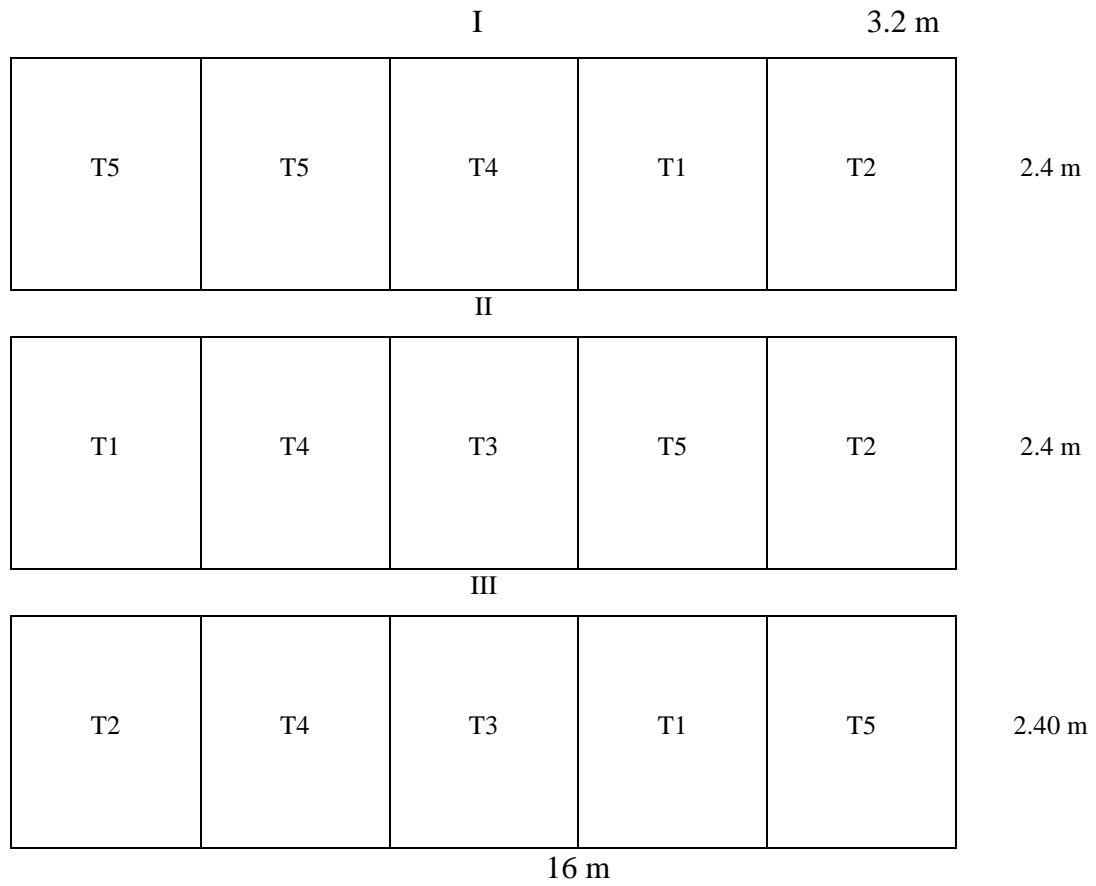
c. Campo experimental

Largo : 16.0 m

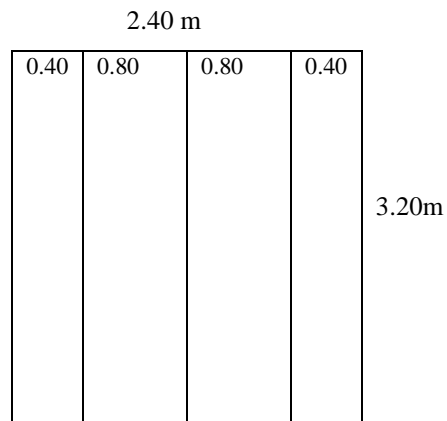
Ancho : 9.20 m

Área total del experimento : 147.20 m²

2.5.4. Croquis experimental y distribución de los tratamientos



Croquis de la unidad experimental:



2.6. Instalación y conducción del experimento

2.6.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo el 25 de noviembre de 2024 mediante labores mecanizadas, utilizando arado de discos y rastra, alcanzando una profundidad aproximada de 30 cm. Estas operaciones permitieron la adecuada roturación del suelo y, posteriormente, tras un periodo de una semana, se efectuó el mullido con el fin de mejorar la estructura y condiciones físicas del terreno.

2.6.2. Demarcación y estacado del campo experimental

La delimitación del área experimental se realizó empleando cal apagada y estacas, siguiendo el diseño establecido en el croquis experimental. Para asegurar la precisión en el trazado, se utilizaron instrumentos de medición como wincha y cordel, garantizando la correcta distribución de las unidades experimentales.

2.6.3. Trazado de surcos

Se realizó en forma manual luego del trazado de los surcos con yeso y utilizando zapapicos teniendo en cuenta el espaciamiento de 0.80 m entre surcos y a una profundidad de 20 cm.

2.6.4. Trasplante

El trasplante llevó a cabo el 10 de diciembre de 2024, con plantines adquiridos en una plantinera local. Se colocaron los plantines de col en los hoyos previamente abiertos, luego para fijar bien los plantines se presionó ligeramente el suelo del alrededor de los plantines trasplantados. La distancia entre plantines de col fue de 0.40 m y en una sola hilera de plantas. La variedad de col fue Charleston Wakefield (col Corazón de buey).

2.6.5. Recalce

Se llevó a cabo el 14 de diciembre de 2024, reemplazando los plantines que no prendieron en los hoyos donde se perdieron plantines de col.

2.6.6. Abonamiento

Los niveles de gallinaza (Terrasur) se aplicaron el día 28 de diciembre 2024, cuando los plantines estuvieron bien establecidos, en pequeños hoyos a 10 cm de los plantines y luego se cubrió con una capa de tierra. A continuación, se aplicó un riego. La cantidad de gallinaza por parcela se calculó de acuerdo a los tratamientos establecidos.

Las fuentes de fertilizantes mineral fueron: Urea agrícola 46%, superfosfato de calcio triple 46% y cloruro de potasio 60%.

2.6.7. Control de malezas

Se ejecutó un deshierbo el 13 de enero de 2025, en forma manual utilizando azadones con el fin de evitar la competencia de las malezas con el cultivo.

2.6.8. Aporque

Al aporque se realizó a los 35 días después del trasplante (15 de enero 2025) cuando la planta alcanzó una altura de 15 cm.

2.6.9. Control de plagas

Se efectuó un día antes del aporque (14 de enero 2025) y el segundo control fitosanitario se realizó el día 13 de febrero de 2025, especialmente para controlar el ataque de pulgones y larvas de polilla de la col. Se utilizó el producto químico Tifón 20cc/20 litros de agua

2.6.10. Cosecha

Se efectuaron dos cosechas del cultivo de repollo: la primera el 26 de febrero de 2025 y la segunda el 6 de marzo de 2025. La recolección se realizó de manera manual, empleando un cuchillo para efectuar el corte a nivel del cuello de la planta en aquellas cabezas que presentaban firmeza adecuada al tacto. Asimismo, la cosecha se llevó a cabo de forma selectiva, en función del grado de madurez comercial de los repollos.

2.7. Criterios de evaluación de los indicadores de la variable dependiente

2.7.1. Caracteres de precocidad

a) Días a madurez de cosecha

Se evaluó el número de días transcurridos desde a siembra hasta que el repollo de col haya tomado una consistencia compacta y apta para su cosecha.

2.7.2. Productividad

a) Diámetro ecuatorial y polar del repollo de col

Se midió con una cinta graduada en cm el diámetro ecuatorial y polar del repollo de col en cm, de 05 plantas representativas por tratamiento en el momento de la cosecha.

b) Peso promedio de cada repollo de col

Se pesaron 05 cabezas del repollo por tratamiento en el momento de la cosecha. Los mismos que se pesaron y luego se obtuvo el peso promedio de repollo. Se empleó en las pesadas una balanza digital.

c) Rendimiento de repollo del cultivo de la col

Para obtener el rendimiento del cultivo de col se cosecharon todos los repollos maduros de col por tratamiento en las dos fechas (primera y segunda cosecha) y luego se sumaron para obtener el rendimiento por cada unidad experimental, a continuación, se infirió a una hectárea para obtener el rendimiento de repollos de col en kg ha^{-1} .

d) Número de plantas

Para obtener el número de plantas por hectárea, se contabilizaron todas las plantas de la parcela que formaron repollos comerciales y luego se infirió a una hectárea. Esta variable se evaluó previo a la cosecha de repollos de col.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de las variables de precocidad

3.1.1. Días a la madurez de cosecha (DDT)

Tabla 3.1

Análisis descriptivo de la precocidad a la cosecha de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza

Tratamientos	Niveles de gallinaza	Días a la madurez de cosecha
T1	0 t ha ⁻¹	78
T2	1.5 t ha ⁻¹	84-86
T3	3.0 t ha ⁻¹	86
T4	4.5 t ha ⁻¹	87
T5	NPK	79
Máximo		87
Mínimo		78

Según los promedios de la precocidad (días a la madurez de cosecha) que se muestra en la Tabla 3.1, el testigo (0 t ha⁻¹) y NPK resultaron más precoces, cuyos valores fueron 78 y 79 días, respectivamente. Mientras, los que recibieron abonamiento con gallinaza compostada, resultaron con intervalos de 84 – 87 días, cuya diferencia es solamente 3 días. La precocidad se explica por menor disponibilidad de nutrientes en el suelo y que también afectó el rendimiento. Los resultados encontrados por influencia de NPK, se asemejan a los hallazgos de Ahmad et al. (2016), quienes realizaron investigación de la interacción de dosis media de NPK con micorrizas y *Azospirillum* en el cultivo de *Brassica oleracea* var. capitata que reportaron precocidad a la cosecha de 73 DDT, producto de la influencia de las tres fuentes mencionadas. Jurado (2023) demostró que con aplicación de niveles de gallinaza de 0 - 6 t ha⁻¹ se cosecharon desde los 160 – 180 días hasta la cosecha, 90 – 115 días a la formación de cabeza de la col, todo ello con

una densidad de 35,714 plantas por hectárea. Los resultados de la investigación se muestran tardías en comparación de los hallazgos encontrados en esta variedad. Bayas y Heredia (2023) demostraron que, al aplicar humus de lombriz, bocashi y gallinaza, a una proporción de 1:1:1, 300 g cada una, encontraron 110, 109 y 98 días hasta la cosecha en las variedades de col morada, col repollo y col Milán, respectivamente.

3.2. Análisis de las variables de productividad

3.2.1. Diámetro ecuatorial de repollo de col

Tabla 3.2

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.409	0.205	0.681	0.5332 ns
Tratamientos	4	22.236	5.559	18.499	0.0004 **
Error	8	2.404	0.301		
Total	14	25.049			

C. V (%): 3.10

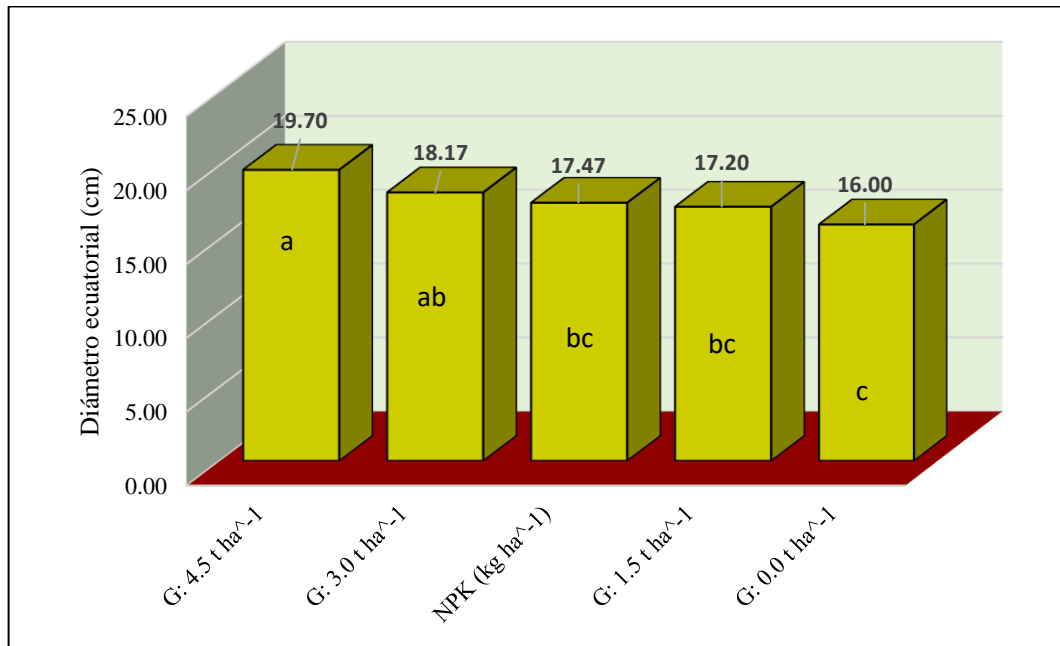
Los resultados de análisis de varianza de la Tabla 3.2 muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, es decir, uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada respecto a los demás. El coeficiente de variación 3.10% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

Según la prueba de Tukey del diámetro de repollo de la col, al aplicar 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza se obtuvo 19.70 cm de diámetro, cuyo valor supera al testigo con 3.7 cm, lo cual equivale a un incremento de 23.13%. Al aplicar fertilización de NPK, este influyó con 17.47 cm de diámetro, no obstante, este no difiere del testigo estadísticamente. La influencia de NPK de este trabajo son muy inferiores a los hallazgos de Díaz-Franco et al. (2017) quienes demostraron que las micorrizas no influyeron significativamente en el diámetro del cultivo de la col (*Brassica oleracea* var *capitata*, cv. ‘Copenhagen Market’). Aun así, obtuvieron 35.40 cm con 100-40-00 de NPK, mientras con micorriza encontraron 34.78 cm. Cuando se compara estos dos reportes, encontramos que existe una diferencia en el efecto de los fertilizantes sintéticos. Referente a los niveles de gallinaza, Jurado (2023) demostró que la aplicación de niveles de gallinaza influye significativamente en el diámetro de la col, donde, con 4.0 t ha⁻¹ encontró 18.8 cm de diámetro y 20.3 cm con 6.0 t ha⁻¹ de nivel. De La Cruz (2023) demostró que, los niveles

de gallinaza influyen positivamente en el diámetro ecuatorial de la col, donde con 3 t ha⁻¹ encontró 20.65 cm.

Figura 3.1

Prueba de Tukey (0.05) del diámetro ecuatorial de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



3.2.2. Longitud polar de repollo de col

Tabla 3.3

Análisis de varianza de longitud polar de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.304	0.152	0.367	0.7041 ns
Tratamientos	4	14.916	3.729	8.996	0.0047 **
Error	8	3.316	0.415		
Total	14	18.536			

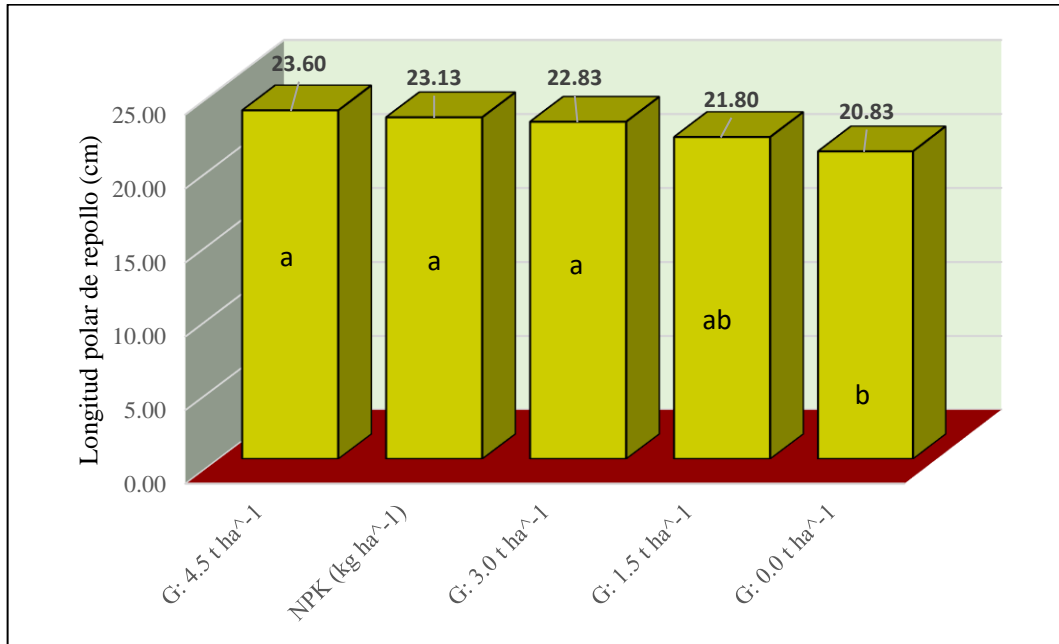
C. V (%): 2.87

Los resultados de análisis de varianza de longitud polar de repollo (Tabla 3.3) muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, esto significa que, por lo menos uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada respecto a los demás.

El coeficiente de variación 2.87% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.2

Prueba de Tukey (0.05) de la longitud polar de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



Según la prueba de Tukey de longitud polar de la col, la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza influyó con 23.60 cm de longitud, cuyo valor supera al testigo (20.83 cm) con 2.77 cm, equivalente a un incremento de 13.29%. Mientras, al aplicar fertilización de NPK, este influyó con 23.13 cm de longitud, no obstante, entre estos no hay una clara diferencia estadísticamente. Referente a los niveles de gallinaza, los resultados encontrados son similares a los hallazgos de Jurado (2023), quien demostró que la aplicación de niveles de gallinaza influye significativamente en el diámetro polar de la col, donde, con 4.0 t ha⁻¹ encontró 23.6 cm de diámetro y 24.8 cm con 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza. De La Cruz (2023) demostró que, los niveles de gallinaza influyen positivamente en el diámetro polar de la col, donde con 3 t ha⁻¹ encontró 29.06 cm.

3.2.3. *Peso promedio por repollo de col*

Tabla 3.4

Análisis de varianza del peso promedio de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

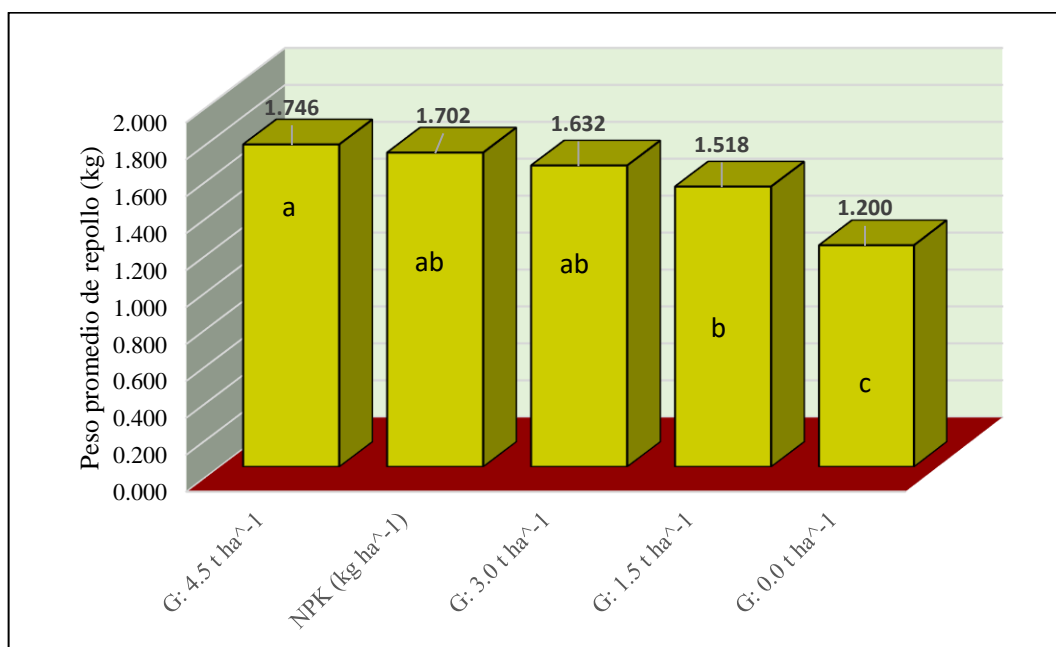
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.043	0.022	3.440	0.0831 ns
Tratamientos	4	0.590	0.148	23.600	0.0002 **
Error	8	0.050	0.006		
Total	14	0.683			

C. V (%): 5.06

Los resultados de análisis de varianza de la Tabla 3.4 muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, esto evidencia de que uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada en el peso de repollo. El coeficiente de variación 5.06% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.3

Prueba de Tukey (0.05) del peso promedio de repollo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



De acuerdo con la prueba de Tukey del peso promedio de la col, la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza influyó con 1.746 kg de peso, este supera al testigo (1.200 kg) con

0.546 kg, equivalente a un incremento de 45.5%. Mientras, al aplicar fertilización química de NPK, este influyó con 1.702 kg de peso, superando al testigo con 41.83% de incremento. Referente a la influencia de NPK, Díaz-Franco et al. (2017) demostraron que las micorrizas no influyeron significativamente en el peso del repollo de la col (*Brassica oleracea* var capitata, cv. ‘Copenhagen Market’). Por otra parte, obtuvieron 1.344 kg por planta con 100-40-00 de NPK y micorriza, mientras con gallinaza resultó 1.298 kg por planta, lo cual se asemeja al testigo. Referente a los niveles de gallinaza, los resultados encontrados en este trabajo son inferiores a los hallazgos de Jurado (2023), quien demostró que la aplicación de niveles de gallinaza influye significativamente en el peso promedio de repollo, donde, con 4.0 t ha⁻¹ encontró 2.3 kg de repollo y 2.5 kg de repollo con 6.0 t ha⁻¹. De La Cruz (2023) demostró que, los niveles de gallinaza influyen positivamente en el peso promedio de la col, donde con 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza encontró 2.93 kg por unidad de repollo.

3.2.4. Rendimiento por hectárea de repollo

Tabla 3.5

Análisis de varianza del rendimiento por hectárea de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

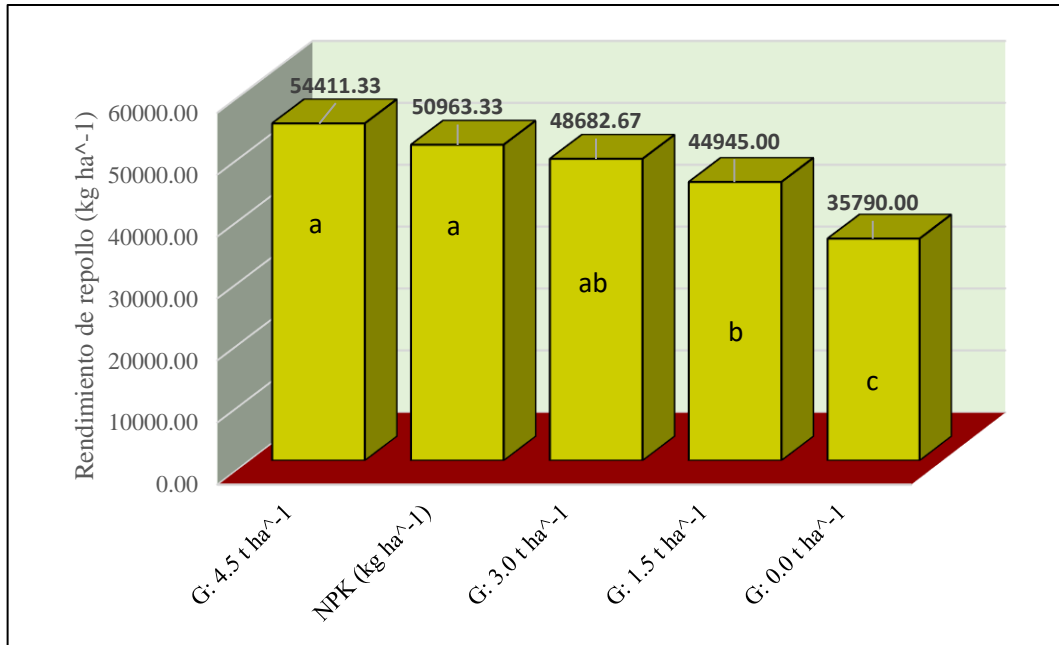
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	11081121.730	5540560.87	1.273	0.3311 ns
Tratamientos	4	610037219.730	152509304.93	35.048	<0.0001 **
Error	8	34811768.270	4351471.03		
Total	14	655930109.730			

C. V (%): 4.44

Los resultados de análisis de varianza del rendimiento de repollo (Tabla 3.4) muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, esto nos hace deducir que, por lo menos, uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada en el rendimiento de repollo. El coeficiente de variación 4.44% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

Figura 3.4

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectárea de repollo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



La prueba Tukey del rendimiento por hectárea de la col, evidencia que la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza influyó con 54,411.33 kg de rendimiento, este resultado supera estadísticamente al testigo (35,790.0 kg ha⁻¹) con 18,621.33 kg ha⁻¹, equivalente a un incremento de 52.03%. Mientras que al aplicar fertilización química de NPK, este influyó con 50,963.33 kg ha⁻¹ de peso por hectárea, superando al testigo con 42.39% de incremento.

Referente a los niveles de gallinaza, los resultados encontrados en este trabajo son similares a los hallazgos de Jurado (2023), quien demostró que la aplicación de niveles de gallinaza influye significativamente en el rendimiento de la col por hectárea, donde, con 4.0 t ha⁻¹ encontró 51,512 kg de repollo y 53,374 kg de repollo con 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza. García (2023) demostró que, las cualidades y el rendimiento de la cosecha no se ven afectados por el aumento de la dosis de estiércol de pollo. A medida que aumentaba la cantidad de estiércol de pollo o gallinaza, también aumentaban el rendimiento y las características del cultivo. El rendimiento y las características del cultivo fueron mayores para el tratamiento con 40 t ha⁻¹. El peso de cabezas por hectárea (2.900 kg ha⁻¹) fue alcanzado por 40 t ha⁻¹ de gallinaza. Bayas y Heredia (2023) demostraron que, al aplicar humus de lombriz, bocashi y gallinaza a una proporción de 1:1:1, 300 g cada una.

Encontraron rendimientos por hectárea de 36722,40, 59777,08 y 27354,69 kg ha⁻¹ en las variedades de col morada, col repollo y col Milán, respectivamente.

3.2.5. Número de repollos

Tabla 3.6

Análisis de varianza número de repollos por hectárea de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	2802720.530	1401360.27	2.981	0.1078 ns
Tratamientos	4	1796365.330	449091.33	0.955	0.4809 ns
Error	8	3760565.470	470070.68		
Total	14	8359651.330			

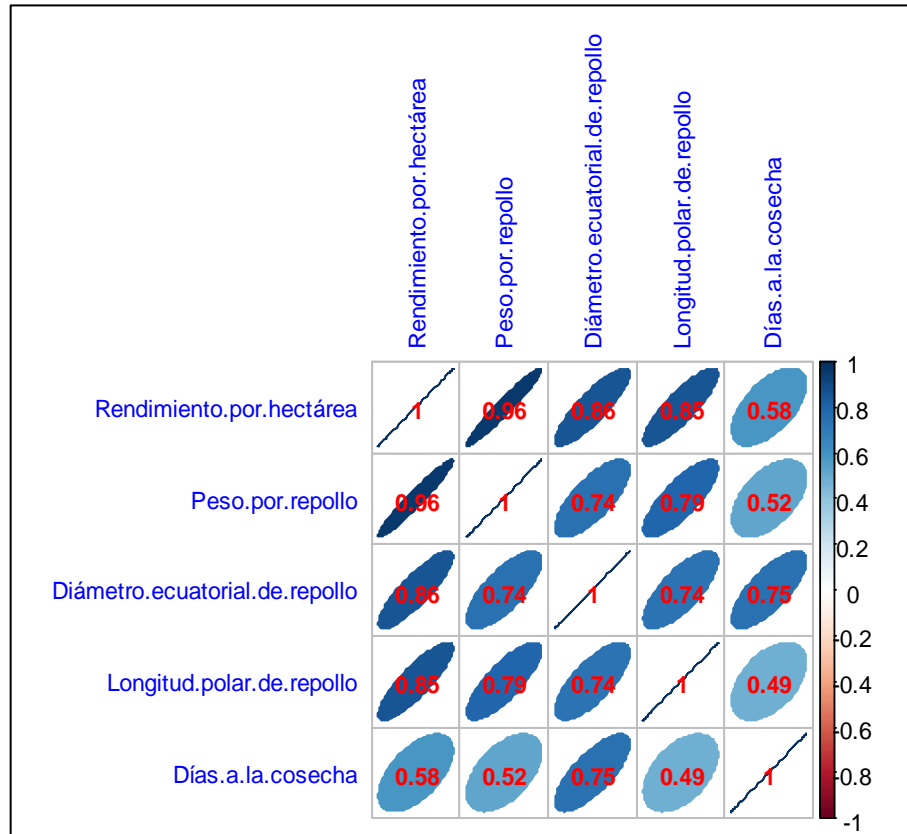
C. V (%): 2.43

Los resultados de análisis de varianza de la Tabla 3.6 muestran a los tratamientos no significativos estadísticamente, esto evidencia de que, no hay respuesta positiva al efecto de los tratamientos en número de repollos. El coeficiente de variación 2.43% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados. Dado que no existe significancia, y es necesario realizar análisis de comparación de medias, porque se deduce que los resultados son similares estadísticamente.

3.2.6. Correlación de los variables

Tabla 3.7

Correlación general de las variables de respuesta evaluadas en el cultivo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza



En la Tabla 3.7 se muestra una correlación alta (0.96) entre peso por repollo y rendimiento de por hectárea; asimismo, se encontraron correlaciones altas del rendimiento por hectárea con diámetro ecuatorial, longitud polar de repollo, cuyos valores fueron 0.86 y 0.85, respectivamente. Esto significa que las variables mencionadas influyeron de manera positiva en el rendimiento; además, las correlaciones positivas significan una relación directamente proporcional.

CONCLUSIONES

1. Los niveles de gallinaza compostada influyeron de forma significativa en los componentes de rendimiento de repollos la col; el tratamiento con 4.5 t ha^{-1} de gallinaza registró 87 días hasta la cosecha y el más tardío en 9 días fue el testigo sin gallinaza. El nivel 4.5 t ha^{-1} de gallinaza presentó 19.7 cm de diámetro ecuatorial, 23.60 cm de diámetro polar, 1.746 kg de peso promedio por repollo de col.
2. Los niveles de gallinaza compostada influyeron de manera significativa en el rendimiento de repollo de col; el nivel 4.5 t ha^{-1} de gallinaza compostada reportó $54,411.33 \text{ kg ha}^{-1}$ de repollo, 52.03% superior respecto al testigo.

RECOMENDACIONES

- Utilizar 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada en el cultivo de la col, debido a que tuvo influencia positiva en el rendimiento de repollo de col (54,411.33 kg ha⁻¹) en condiciones similares del Centro Experimental de Canaán.
- Realizar la réplica de este trabajo de investigación en condiciones edafoclimáticas distintas, con el objeto de contrastar y obtener resultados más consistentes de este trabajo de investigación.
- Se sugiere para próximos trabajos, realizar el estudio de rentabilidad y categorización del peso de repollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, M. A., Gupta, L. M., & Gupta, M. (2016). Effect of integrated nutrient management on growth and yield of *Aloe barbadensis*. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(1), 91–95.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3p.9364> Abstract
- Agronet. (2009). Materia Orgánica. Artículo principal. Portal (En línea)
http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200671991737_Materia%20organica%20y%20lombricultura.pdf.
- Alvarado, A., & Chaves, L. (2018). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de hortalizas bajo condiciones andinas. *Revista de Ciencias Agrarias*, 35(2), 45-53.
- Bayas, L. L., & Heredia, F. E. (2023). *Comportamiento agronómico y productivo en tres variedades de col (Brassica oleracea V.), con tres tipos de abonos orgánicos, en la parroquia San Simón, Provincia Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. [https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6145/1/1.Proyecto de Investigación.pdf](https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6145/1/1.Proyecto%20de%20Investigaci3n.pdf)
- Bazán, C. (1975). *Enfermedades de cultivos hortícolas y frutícolas*. Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú.
- Cabrera, D., López, J., & Rojas, M. (2019). Uso de la gallinaza como enmienda orgánica en la producción agrícola. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 121-132.
- Canet, R. (2008). *Uso de la materia orgánica en agricultura*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia, España.
- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas*. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Cronquist. (2023). Sistema Cronquist.
https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Cronquist
- De La Cruz, K. M. (2023). *Densidad de plantas y dosis de guano de islas en el rendimiento del cultivo de col (Brassica oleracea L.). Canaán, 2750 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6029>
- Díaz-Franco, A., Alvarado-Carrillo, M., Alejandro-Allende, F., & Ortiz-Chairez, F. E. (2017). Organic manure and arbuscular mycorrhizal use on cabbage production. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 16(1), 15–21.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2017.02.003>

- Epiquien, N., Idogro, G. (2021). Efecto de dos tipos de fertilizantes y abonos en el rendimiento del repollo corazón de buey (*Brassica oleracea*). DOI: <https://doi.org/10.25127/ucni.v4i2.725>
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf)
- Fersini, A. (1979). Horticultura práctica. Editorial Diana. Barcelona, España.
- Francis, C. (1985). Todo sobre repollo. Editorial Aedos. Madrid España.
- García, T. F. (2022). Efecto de cuatro dosis de gallinaza en los componentes agronómicos y rendimiento de *Brassica oleracea* L., var. capitata, col roja, en Zungarococha - Loreto, 2022. *Sunedu.gob.pe*. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/9062>
- Guzmán, P. (2017). Efecto de la gallinaza y la ceniza de madera sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de *Brassica oleracea* L. “Col repollo”, Var. Capitata, en la Localidad de Zungarococha-Distrito de San Juan Bautista, Loreto-2015. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5849>
- Hortus. (2023). Col Corazón de Buey. <https://www.hortus.com.pe/detalle-producto/hortalizas/col-corazon-de-buey#:~:text=Variedad%20precoz%20de%20color%20verde,y%20buena%20du raci%C3%B3n%20post%20cosecha>.
- Israelsen, O. W. (1975). Principios y aplicaciones de riego. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España
- Ibañez, G. y Aguirre, G. (1983). Guia de practicas de Fertilidad de Suelos. UNSCH. Ayacucho.
- Jurado, M. G. (2023). *Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento de Col (Brassica oleracea L. variedad Capitata) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UNSCH/5860/TESIS_AG1313_Jur.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- La Calera. (2021). Ficha tecnica de Terrasur. <https://abonosterrasur.com/3d-flip-book/fichas-tecnicas/>
- López, V. (1994). Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México.
- Maroto, J. V. (1983). Horticultura herbácea especial. Edición Mundi -Prensa, Madrid, España.

- Messiaen, C. (1979). *Las Hortalizas, Técnicas Agrícolas y Producción Tropical*. Editorial Blume. México.
- MINAGRI-SIEA. (2022). *Datos Agrícola 2022*. Lima, Perú.
<https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2023). *Repollo*.
https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/repollo_tcm30-102709.pdf
- Montenegro, A.; R. Campillo y E. Kehr. (1998). Fertilización del repollo en suelos de la novena región. INIA Carillanca. Chile.
- Ponce, F. (2018). efecto de cuatro dosis de gallinaza en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey en el Alto Huallaga – Tocache.
<https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3074/1/AGONOMIA%20-%20Fransh%20Tirso%20Ponce%20Sobrados.pdf>
- Porras, F. (2007). Evaluación de dosis de Fertilización Nitrogenada y Densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de Repollo (*Brassica oleraceae*, Var Capitata L) Híbrido Izalco. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional agraria. Nicaragua. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04p838.pdf>.
- Rojas, A. Armadans; Martínez, Z. Báez; Britos, U.; González, R. Ramírez; Ginés, A. Ruiz. (2018). Rendimiento de repollo (*Brássica oleracea* L.) con la aplicación de estiércol vacuno y gallinaza.
<https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagd%3A4%3A19477588/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aagd%3A133729870&crl=c>
- Sánchez, P., Romero, C., & Delgado, A. (2017). Propiedades nutricionales y funcionales de las Brassicaceae en la dieta humana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(3), 165-174.
- Sarli, A. (1974). *Tratado de horticultura*. Edición Mundi - Prensa. Barcelona, España.
- Seymour, J. (1980). *El Horticultor autosuficiente*. Editorial Blume. Barcelona, España.
- Tiscornia, J. R. (1989). *Manual de horticultura de hojas*. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- UNA La Molina. (2000). *Datos básicos del cultivo de hortalizas*.
<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/1-Tabla%20de%20contenido.pdf>
- Valadez, L. (1996). *Producción hortalizas*. 5ta reimpression. Edit. Limusa S.A. México

D.F 298 p.p.

Valencia, A. (1995). Cultivo de hortalizas de hojas: col y lechuga. INIA. Lima, Perú.

Vigliola, I. (2007). Manual de horticultura. Editorial Hemisferio Sur. Argentina.

ANEXOS

Anexo 1. Datos promedio de las variables evaluadas

Bloques	Gallinaza	Rendimiento por hectárea (kg ha-1)	Peso por repollo (kg)	Diámetro ecuatorial de repollo (cm)	Longitud polar de repollo (cm)	Días a la cosecha (DDT)	Número de repollos
1	0	34299	1.150	16.00	21	78	28613
1	1.5	42441	1.423	16.80	21.5	84	29822
1	3.0	49456	1.658	18.40	22.3	86	28404
1	4.5	54693	1.834	19.70	23.9	87	29016
1	NPK	53279	1.786	17.10	23.9	79	27404
2	0	35790	1.200	15.50	21.0	78	28163
2	1.5	45429	1.523	17.00	21.3	85	28001
2	3.0	47124	1.580	17.70	23.4	86	28404
2	4.5	54767	1.601	20.40	23.8	87	28807
2	NPK	46759	1.568	17.30	23.3	79	28404
3	0	37281	1.250	16.50	20.5	78	26486
3	1.5	46965	1.609	17.80	22.6	86	27807
3	3.0	49468	1.659	18.40	22.8	86	27404
3	4.5	53774	1.803	19.00	23.1	87	28210
3	NPK	52852	1.805	18.00	22.2	79	28210

Anexo 2. Panel fotográfico

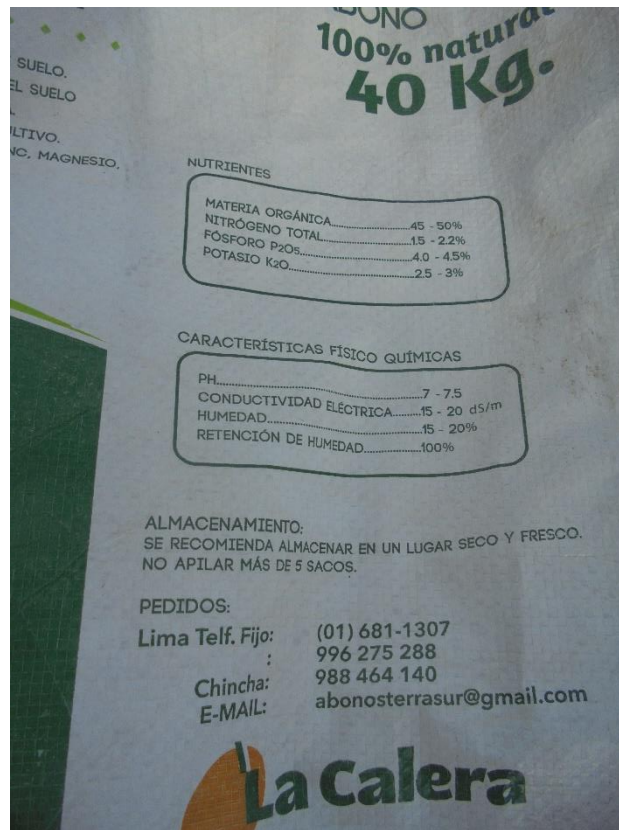
Fotografía 1. Campo de col luego del aporque



Fotografía 2. Plantas de col al momento de formación de roseta del repollo



Fotografía 3: Composición de la gallinaza compostada Terrasur



Fotografía 4. Inspección del campo antes de cosecha de repollos de col



Fotografía 4. Pesaje de repollos de col



Fotografía 5. Medida del diámetro ecuatorial del repollo de col



Fotografía 6. Medida del diámetro polar del repollo de col



**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JUAN CARLOS GOMEZ MENDEZ
R.D. N° 511-2025-UNSCH-FCA-D

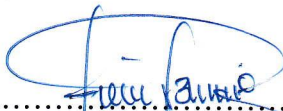
En la ciudad de Ayacucho a los treinta días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las diez horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Rolando Bautista Gómez, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, Ing. Eduardo Robles García y el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de gallinaza en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **JUAN CARLOS GOMEZ MENDEZ**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:


Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	14	15	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	16	16	16	16
Ing. Eduardo Robles García	16	16	16	16
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	16	16	16	16
PROMEDIO GENERAL				16

OBSERVACIONES: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho**

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor


.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado;

Niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho

Autor : Juan Carlos GOMEZ MENDEZ
Asesor : Walter Augusto MATEU MATEO

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veinticuatro por ciento **(24%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2981421224

Ayacucho, 11 de junio de 2026

.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho

por Juan Carlos Gomez Mendez

Fecha de entrega: 11-jun-2026 07:16p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2981421224

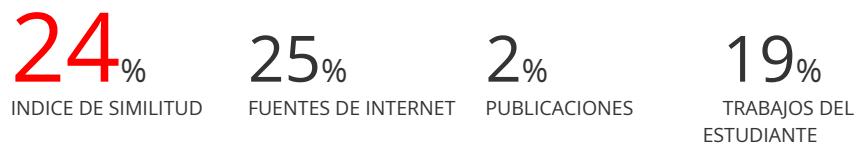
Nombre del archivo: TESIS_JUAN_CARLOS_GOMEZ_CORREGIDO_2_1_.pdf (2.1M)

Total de palabras: 12767

Total de caracteres: 70775

Niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (Brassica oleracea L. var. Capitata) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	13%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	11%
3	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) Canaán, 2750 msnm, Ayacucho

Levels of composted chicken manure in the yield of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) Canaan, 2750 masl, Ayacucho

Juan Carlos Gómez Mendez¹

Juan.gomez.01@unsch.edu.pe

Walter Augusto MateuMateo²

walter.mateu@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Lineal de investigación: Sistema de Producción Agrícola

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Canaán de la UNSCH, a una altitud de 2750 msnm, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; con el objetivo de evaluar los niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. capitata). Se estudiaron cuatro niveles de gallinaza: 0 (testigo absoluto), 1.5, 3.0 y 4.5 t ha⁻¹, además de un testigo local (con NPK). El experimento se condujo en el diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con 5 tratamientos y 3 repeticiones. En base los resultados hallados muestran que: Los niveles de gallinaza compostada influyeron significativamente en los componentes de rendimiento de la col (*Brassica oleracea* var. capitata). La aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada contribuyó a mejores resultados, en 87 días a cosecha, 19.70 cm de diámetro ecuatorial, 23.60 cm de diámetro polar y 1.746 kg de peso promedio por cabeza. La aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada obtuvo el mayor rendimiento de col, con 54,411.33 kg ha⁻¹, superando al tratamiento testigo en 52.03%, lo que evidencia la eficiencia de la gallinaza compostada como fertilizante orgánico.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L., gallinaza compostada, rendimiento.

ABSTRACT

The research was conducted at the UNSCH Canaan Experimental Center, at an altitude of 2750 meters above sea level, located in the district of Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, province of Huamanga, department of Ayacucho. The objective was to evaluate the effects of composted chicken manure levels on cabbage (*Brassica oleracea* L. var.

capitata) yield. Four levels of chicken manure were studied: 0 (absolute control), 1.5, 3.0, and 4.5 t ha⁻¹, in addition to a local control (with NPK). The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 5 treatments and 3 replicates. The results show that the composted chicken manure levels significantly influenced the yield components of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). The application of 4.5 t ha⁻¹ of composted chicken manure contributed to improved results, with a harvest time of 87 days, an equatorial diameter of 19.70 cm, a polar diameter of 23.60 cm, and an average weight of 1.746 kg per head. The application of 4.5 t ha⁻¹ of composted chicken manure also resulted in the highest cabbage yield, at 54,411.33 kg ha⁻¹, surpassing the control treatment by 52.03%, demonstrating the efficiency of composted chicken manure as an organic fertilizer.

Keywords: *Brassica oleracea* L., composted chicken manure, yield

INTRODUCCIÓN

La col (*Brassica oleracea* L. var. capitata) es una de las hortalizas de mayor importancia en la alimentación humana debido a su alto contenido de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Sánchez et al., 2017).

La producción nacional de col en el Perú durante el año 2022 alcanzó las 26 710 toneladas, obtenidas en una superficie cultivada de 1 895 ha. Las regiones de Lima y Arequipa concentraron los mayores volúmenes de producción, con 5 834 y 3 931 toneladas, respectivamente, registrando además rendimientos promedio de 19 079 kg ha⁻¹ y 17 949 kg ha⁻¹. En contraste, la región de Ayacucho reportó una producción de 1 031 toneladas en una superficie

de 98 ha⁻¹, con un rendimiento promedio de 10 520 kg ha⁻¹ (MINAGRI, 2022). Estas marcadas diferencias en productividad reflejan las limitaciones estructurales que enfrenta la agricultura regional, especialmente en sistemas de producción de pequeña escala, donde predominan problemas asociados a la baja fertilidad de los suelos, el manejo inadecuado de nutrientes y la creciente dependencia de fertilizantes sintéticos. Esta situación se agrava debido al incremento sostenido de los costos de dichos insumos, lo cual reduce la rentabilidad del cultivo y limita la capacidad competitiva de los productores. Asimismo, el uso intensivo e indiscriminado de fertilizantes químicos ha generado impactos negativos sobre la calidad del suelo y el equilibrio ambiental, comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas hortícolas a mediano y largo plazo.

En este contexto, la incorporación de abonos orgánicos, particularmente la gallinaza, constituye una alternativa viable y sostenible para mejorar la productividad agrícola y restaurar la fertilidad del suelo. La gallinaza aporta cantidades significativas de nitrógeno, fósforo y potasio, además de incrementar el contenido de materia orgánica y favorecer la actividad microbiana del suelo, aspectos que contribuyen directamente al desarrollo vegetativo y al rendimiento de los cultivos (Cabrera et al., 2019). Diversas investigaciones han demostrado que la aplicación de gallinaza en dosis adecuadas incrementa significativamente el rendimiento y la calidad de hortalizas como lechuga, repollo y cebolla, al tiempo que disminuye la dependencia de fertilizantes químicos convencionales (Alvarado & Chaves, 2018). A ello se suma la creciente demanda de alimentos inocuos y producidos bajo criterios de sostenibilidad ambiental, tendencia que impulsa a los horticultores a adoptar prácticas agrícolas más responsables, orientadas al uso racional de insumos químicos y a la incorporación progresiva de fuentes orgánicas de fertilización. En consecuencia, el empleo de abonos orgánicos no solo representa una estrategia agronómica eficiente, sino también una respuesta pertinente frente a los desafíos actuales de seguridad alimentaria, sostenibilidad ambiental y competitividad agrícola.

En los valles interandinos de la región Ayacucho, el cultivo de col constituye una fuente alimenticia y de ingresos para los pequeños horticultores. No obstante, la escasa información científica sobre la aplicación de gallinaza limita la productividad del cultivo y consecuentemente su consumo. Por ello, surge la necesidad de evaluar diferentes niveles de

gallinaza y su efecto en el rendimiento de la col, con el propósito de generar información científica que contribuya a la mejora de la productividad del cultivo bajo el contexto de Ayacucho.

Por todo lo mencionado es importante generar información para mejorar el rendimiento del cultivo de col, así como promover el uso de abonos orgánicos y desarrollar una horticultura sostenible.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de los niveles de gallinaza compostada en los componentes del rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) bajo condiciones de Canaán - Ayacucho.
2. Determinar la influencia de los niveles de gallinaza compostada en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. Capitata) bajo condiciones de Canaán - Ayacucho.

METODOLOGÍA

Ubicación del terreno experimental

La investigación se ejecutó en el Centro Experimental de Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Ubicación política

- Departamento : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
- Localidad : Canaán

Ubicación geográfica

- Latitud : 13°10'8.72"
- Longitud : 74° 12' 12.85" O
- Altitud : 2750 msnm.

Ubicación ecológica

Según la clasificación de Holdridge de zonas de vida, Canaán pertenece a la zona de vida de montano bajo subtropical de Estepa espinosa - Montano Bajo Subtropical (ee-MBS).

Antecedentes del lugar del experimento

En el terreno destinado para realizar el trabajo investigativo, en la campaña anterior 2023 el terreno agrícola estuvo destinado a la producción comercial de cebolla china.

Características físicas y químicas del suelo

Con el propósito de determinar las propiedades físicas y químicas del suelo de Canaán, se realizó un muestreo edáfico en la parcela experimental

siguiendo criterios técnicos de representatividad y homogeneidad. Para ello, se recolectaron 16 submuestras de la capa arable del suelo, a una profundidad de 0–20 cm, mediante un recorrido en zigzag a lo largo del área experimental. Posteriormente, las submuestras fueron homogenizadas cuidadosamente hasta obtener una muestra compuesta representativa de aproximadamente 1 kg de peso. Dicha muestra fue acondicionada y remitida al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet”, perteneciente al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, donde se efectuaron los análisis correspondientes.

Tabla 1.

Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán, 2750 msnm

Componente	Valor	Método	Interpretación
pH (H ₂ O)	7.85	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
M.O. (%)	2.79	Walkley Black	Medio
N total (%)	0.14	Semi micro-kjeldahl	Bajo
P disponible (ppm)	21.4	Olsen modificado	Alto
K disponible (ppm)	212.7	Acetato de Sodio	Medio
Arena (%)	45.8	Hidrómetro	Clase textural (franco)
Limo (%)	28.9	Hidrómetro	
Arcilla (%)	25.3	Hidrómetro	

Nota: Analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” UNSCH

Los resultados del análisis físico-químico del suelo según los criterios señalados por Ibáñez y Aguirre (1983), se califica al suelo como franco, ligeramente alcalino con pH 7.85, contenido de materia orgánica medio (2.79%) y N total bajo (0.14%), contenido de P disponible, alto y K disponible, medio. Las características asignadas al suelo son adecuadas para el cultivo de col.

Tabla 2.

Características fisicoquímicas de la muestra de gallinaza compostada Terrasur

Característica	Mínimo	Unidad
pH	7.5	
CE	20	dS/m
M.O.	50	%
Humedad	15	%

N	2.2	%
P ₂ O ₅	4.5	%
K ₂ O	3.0	%
CaO	8.0	%
MgO	1.8	%
Na	0.7	%
Fe	1282	ppm
Cu	54	ppm
Zn	342	ppm
Mn	402	ppm
B	54	ppm

Fuente: la Calera <https://abonosterrasur.com/3d-flip-book/fichas-tecnicas/>

En la ficha técnica se indica que el contenido de nitrógeno es 2.2 %, el fósforo de 4.5 % y el potasio de 3.0, pH de 7.5, buen contenido de bases y microelementos, por lo cual puede calificarse como una gallinaza de buena calidad.

Características climatológicas

Los datos climáticos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica INIA, propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, ubicada a una altitud de 2750 msnm, con las coordenadas 13° 08' 14" Latitud Sur y 74° 13' 14" Longitud Oeste, ubicada en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga - Ayacucho. Con estos datos se realizó el cálculo de la evapotranspiración potencial y balance hídrico.

Durante el periodo del cultivo se obtuvo una temperatura promedio de 17.73 °C con una máxima de 25.37°C y una mínima de 10.09°C. La precipitación total anual fue de 639.60 mm de lluvia. Durante la ejecución del trabajo de investigación, de setiembre del 2024 a febrero del 2025, se manifestaron comportamientos meteorológicos con precipitaciones moderadas de 9.90 mm, 26.00 mm, 35.00 mm, 85.80 mm, 80.10 mm y 157.80 mm, respectivamente.

Factores estudiados

Niveles de gallinaza (G)

g1	: Sin gallinaza
g2	: 1.5 t/ha
g3	: 3.0 t/ha
g4	: 4.5 t/ha
g5	: NPK (90-60-40 NPK)

Variables evaluadas

- **Precocidad**

Días a madurez comercial

- **Rendimiento**

Diámetro ecuatorial de repollo

Diámetro polar de repollo

Peso de repollo

Rendimiento de repollos (kg ha⁻¹)
Numero de plantas

Método procedimental

Diseño estadístico

El experimento se realizó en el C. E. de Canaán de la FCA en cultivo de col donde se probó la influencia de niveles de gallinaza compostada. El tipo de investigación fue experimental, nivel aplicado y método inductivo. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado con 5 tratamientos, con 3 repeticiones. Se evaluó el rendimiento comercial del cultivo de col. La unidad experimental tuvo una dimensión de 3.20 m * 2.40 m, con 3 surcos. El distanciamiento entre surcos fue de 0.80 m y entre plantas fue de 0.40 m. El análisis estadístico consistió en el ANVA y la prueba de Contraste de Tukey (0,05) y estudio de las correlaciones de los caracteres que resultaron significativos.

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \epsilon_{ijk}$$

Tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	Gallinaza Compostada 00 t/ha (Testigo)
T2	Gallinaza Compostada 1.5 t/ha
T3	Gallinaza Compostada 3.0 t/ha
T4	Gallinaza Compostada 4.5 t/ha
T5	Fertilización NPK (90-60-40 NPK)

Características del campo experimental

a. Parcelas

Ancho	: 2.40 m
Largo	: 3.20 m
Área	: 7.68 m ²
N.º de Surcos	: 03
N.º de plantas/surco	: 8
Distancia entre plantas	: 0.40 m
Distancia entre surcos	: 0.80 m

b. Bloques

N.º de Bloques	: 3
Largo del bloque	: 16.0 m
Ancho del bloque	: 2.40 m
Área del bloque	: 38.4 m ²

c. Campo experimental

Largo	: 16.0 m
Ancho	: 9.20 m
Área total del experimento:	147.20 m ²

Conducción del experimento

Preparación del terreno

La preparación del terreno se ejecutó el día 25 de noviembre de 2024 con tracción mecánica empleando el arado de discos y la rastra a una profundidad de 30 cm. Estas labores se realizaron para roturar el terreno y luego de una semana se realizó el mullido.

Demarcación y estacado del campo experimental

Para la demarcación del campo experimental se utilizó cal apagada y estacas, los trazos se realizaron con la ayuda de una wincha y cordel según el croquis experimental.

Trazado de surcos

Se realizó en forma manual luego del trazado de los surcos con yeso y utilizando zapapicos teniendo en cuenta el espaciado de 0.80 m. entre surcos y a una profundidad de 20 cm.

Trasplante

El trasplante llevó a cabo el 10 de diciembre de 2024, con plantines adquiridos en una plantinería local. Se colocaron los plantines de col en los hoyos previamente abiertos, luego para fijar bien los plantines se presionó ligeramente el suelo del alrededor de los plantines trasplantados. La distancia entre plantines de col fue de 0.40 m y en una sola hilera de plantas. La variedad de col fue Charleston Wakefield (col corazón).

Recalce

Se llevó a cabo el 14 de diciembre de 2024, reemplazando los plantines que no prendieron en los hoyos donde se perdieron plantines de col.

Abonamiento

Los niveles de gallinaza compostada (Terrasur) se aplicaron el día 28 de diciembre 2024, cuando los plantines estuvieron bien establecidos, en pequeños hoyos a 10 cm de los plantines y luego se cubrió con una capa de tierra. A continuación, se aplicó un riego. La cantidad de gallinaza compostada por parcela se calculó de acuerdo a los tratamientos establecidos. Las fuentes de fertilizantes mineral fueron: Urea agrícola 46%, superfosfato de calcio triple 46% y cloruro de potasio 60%. (con nivel de fertilización de 30-30-60 NPK).

Control de malezas

Se ejecutó un deshierbo el 13 de enero de 2025, en forma manual utilizando azadones con el fin de evitar la competencia de las malezas con el cultivo.

Aporque

Al aporque se realizó a los 35 días después del trasplante (15 de enero 2025) cuando la planta alcanzó una altura de 15 cm.

Control de plagas

Se efectuó un día antes del aporque (14 de enero 2025) y el segundo control fitosanitario se realizó el día 13 de febrero de 2025, especialmente para controlar el ataque de pulgones y larvas de polilla de la col. Se utilizó el producto químico Tifon 20cc/20 litros de agua.

Cosecha

Se realizaron dos cosechas de los repollos de col. La primera cosecha se realizó el 26 de febrero de 2025 y la segunda cosecha el 06 de marzo de 2025. Se realizó utilizando un cuchillo para hacer el corte a nivel del cuello de la planta que formaron repollo y tomaron una consistencia firme a la presión con los dedos. La cosecha fue selectiva según la maduración comercial de los repollos.

Criterios de evaluación de los indicadores de la variable dependiente

Productividad

a) Diámetro ecuatorial y polar del repollo de col
Se midió con una cinta graduada en cm el diámetro ecuatorial y polar del repollo de col en cm, de 05 plantas representativas por tratamiento en el momento de la cosecha.

b) Peso promedio de cada repollo de col

Se pesaron 05 cabezas del repollo por tratamiento en el momento de la cosecha. Los mismos que se pesaron y luego se obtuvo el peso promedio de repollo. Se empleo en las pesadas una balanza digital.

c) Rendimiento de repollo del cultivo de la col

Para obtener el rendimiento del cultivo de col se cosecharon todos los repollos maduros de col por tratamiento en las dos fechas (primera y segunda cosecha) y luego se sumaron para obtener el rendimiento por cada unidad experimental, a continuación, se infirió a una hectárea para obtener el rendimiento de repollos de col en kg/ha.

d) Número de plantas

Para obtener el número de plantas por hectárea, se contabilizaron todas las plantas de la parcela que formaron repollos comerciales y luego se infirió a una hectárea. Esta variable se evaluó previo a la cosecha de repollos de col.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de las variables de productividad

Diámetro ecuatorial de repollo de col

Tabla 3.

Análisis de variancia de diámetro ecuatorial de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G.L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.409	0.205	0.681	0.5332 ns
Tratamientos	4	22.236	5.559	18.499	0.0004 **
Error	8	2.404	0.301		
Total	14	25.049			

C. V (%): 3.10

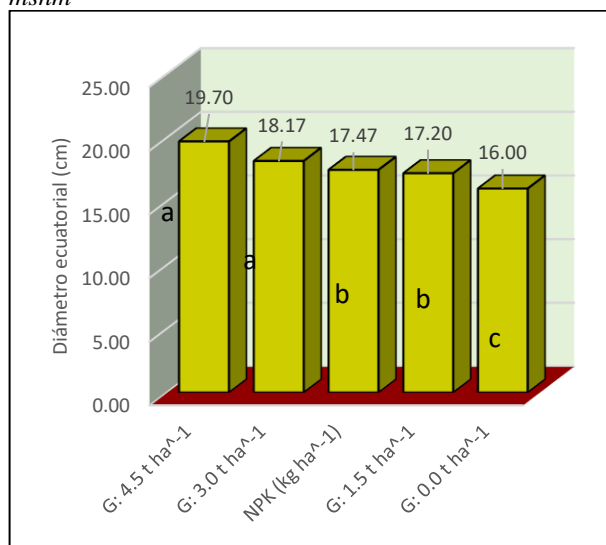
Los resultados del análisis de variancia presentados en la Tabla 3 evidencian diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0.01$), lo que indica que al menos uno de ellos ejerció un efecto diferencial sobre el diámetro de la cabeza de col en comparación con los demás tratamientos. Asimismo, el coeficiente de variación de 3.10% refleja una reducida dispersión experimental, evidenciando una elevada precisión en la conducción del ensayo y una alta confiabilidad de los resultados obtenidos.

De acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey, la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada registró el mayor diámetro de cabeza de col, alcanzando 19.70 cm, valor que superó al tratamiento testigo en 3.70 cm, equivalente a un incremento de 23.13%. En contraste, la fertilización química con NPK alcanzó un diámetro promedio de 17.47 cm; sin embargo, este tratamiento no presentó diferencias estadísticas significativas respecto al testigo. Estos resultados sugieren que la aplicación de gallinaza compostada favoreció de manera más eficiente el crecimiento del diámetro de la col en comparación con la fertilización mineral convencional.

En relación con el uso de gallinaza, los resultados obtenidos muestran concordancia con los hallazgos reportados por Jurado (2023), quien demostró que diferentes niveles de gallinaza influyeron significativamente en el diámetro de la col, registrando 18.8 cm con 4.0 t ha⁻¹ y 20.3 cm con 6.0 t ha⁻¹. Del mismo modo, De La Cruz (2023) reportó efectos positivos de la fertilización orgánica sobre el diámetro ecuatorial de la col, obteniendo 20.65 cm con la aplicación de 3 t ha⁻¹ de gallinaza. En conjunto, estos antecedentes respaldan la importancia de la fertilización orgánica como una alternativa eficiente para mejorar las características morfológicas y productivas del cultivo de col.

Figura 1.

Prueba de Tukey (0.05) del diámetro ecuatorial de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



Longitud polar de repollo de col

Tabla 4.

Análisis de varianza de longitud polar de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.304	0.152	0.367	0.7041 ns
Tratamientos	4	14.916	3.729	8.996	0.0047 **
Error	8	3.316	0.415		
Total	14	18.536			

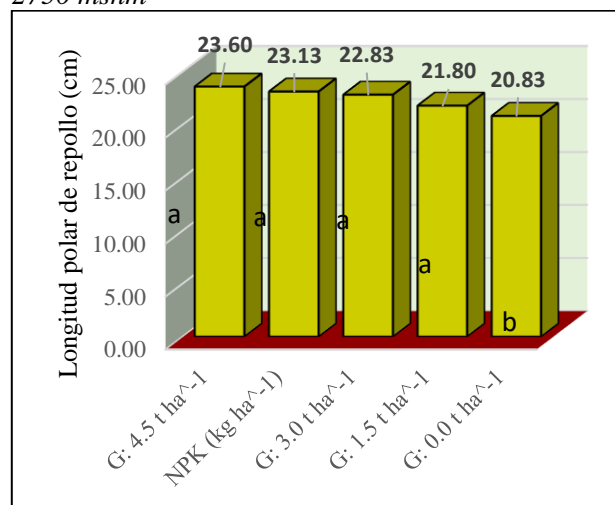
C. V (%):2.87

Los resultados de análisis de varianza de longitud polar de repollo (Tabla 4.) muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, esto significa que, por lo menos uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada respecto a los demás. El coeficiente de variación 2.87% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

Figura 2.

Prueba de Tukey (0.05) de la longitud polar de la

col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



Según la prueba de Tukey de longitud polar de la col, la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza influyó con 23.60 cm de longitud, cuyo valor supera al testigo (20.83 cm) con 2.77 cm, equivalente a un incremento de 13.29%. Mientras, al aplicar fertilización de NPK, este influyó con 23.13 cm de longitud, no obstante, entre estos no hay una clara diferencia estadísticamente. Referente a los niveles de gallinaza, los resultados encontrados son similares a los hallazgos de Jurado (2023), quien demostró que la aplicación de niveles de gallinaza influye significativamente en el diámetro polar de la col, donde, con 4.0 t ha⁻¹ encontró 23.6 cm de diámetro y 24.8 cm con 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza. De La Cruz (2023) demostró que, al aplicar los niveles de gallinaza influye positivamente en el diámetro polar de la col, donde con 3 t ha⁻¹ encontró 29.06 cm.

Peso promedio por repollo de col

Los resultados de análisis de varianza de la Tabla 5. muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, esto evidencia de que uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada en el peso de repollo. El coeficiente de variación 5.06% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

Tabla 5.

Análisis de varianza del peso promedio de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

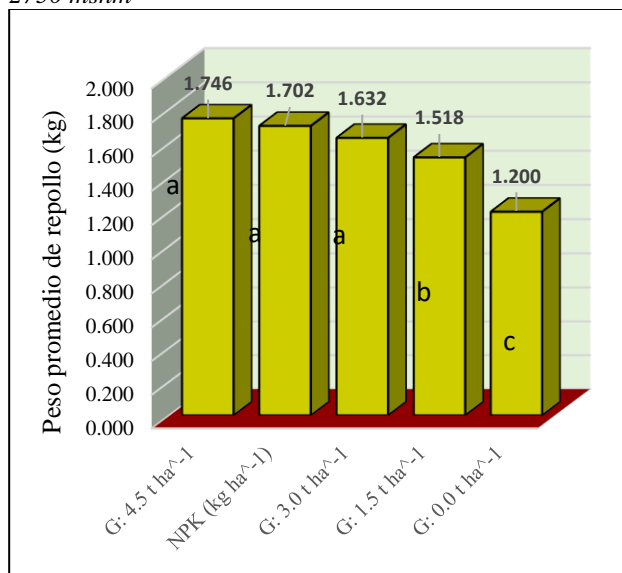
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.043	0.022	3.440	0.0831 ns

Tratamientos	4	0.590	0.148	23.600	0.0002 **
Error	8	0.050	0.006		
Total	14	0.683			

C. V (%): 5.06

Figura 3.

Prueba de Tukey (0.05) del peso promedio de repollo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



De acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey para el peso promedio de la cabeza de col, la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza registró el mayor valor, alcanzando 1.746 kg por unidad, superando al tratamiento testigo (1.200 kg) en 0.546 kg, lo que representa un incremento de 45.5%. De manera similar, la fertilización química con NPK produjo un peso promedio de 1.702 kg, equivalente a un incremento de 41.83% respecto al testigo. Estos resultados evidencian que tanto la fertilización orgánica como la mineral favorecieron significativamente el desarrollo y acumulación de biomasa en el cultivo de col, aunque la gallinaza mostró una respuesta ligeramente superior.

La mejora observada con la aplicación de gallinaza podría atribuirse al aporte gradual de nutrientes esenciales, particularmente nitrógeno, fósforo y potasio, así como al incremento de la materia orgánica y la actividad microbiana del suelo, factores que contribuyen a una mayor disponibilidad de nutrientes y a una mejor retención de humedad. En consecuencia, estas condiciones favorecen el crecimiento vegetativo y el incremento del peso comercial de la cabeza de col.

Respecto a la fertilización química, los resultados obtenidos difieren parcialmente de los reportados por Díaz-Franco et al. (2017), quienes señalaron que la inoculación con micorrizas no influyó significativamente en el peso del repollo de col (*Brassica oleracea* var. capitata cv. 'Copenhagen Market'). Dichos autores reportaron un peso promedio de 1.344 kg por planta con la aplicación de 100-40-00 de NPK y micorrizas, mientras que el tratamiento con gallinaza alcanzó 1.298 kg por planta, valores cercanos al tratamiento testigo del presente estudio. Las diferencias observadas entre ambas investigaciones podrían estar relacionadas con variaciones en las condiciones agroecológicas, el manejo agronómico, la fertilidad inicial del suelo, las dosis de fertilización empleadas y el potencial genético del cultivar evaluado.

En relación con la aplicación de gallinaza, los resultados obtenidos en esta investigación fueron inferiores a los reportados por Jurado (2023), quien encontró efectos significativos de la fertilización orgánica sobre el peso promedio del repollo, registrando 2.3 kg con 4.0 t ha⁻¹ y 2.5 kg con 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza. Del mismo modo, De La Cruz (2023) reportó un efecto positivo de la gallinaza sobre el peso promedio de la col, obteniendo 2.93 kg por unidad con la aplicación de 3.0 t ha⁻¹. Estas diferencias podrían explicarse por factores como las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la disponibilidad hídrica, el manejo del cultivo y las características varietales, los cuales influyen directamente en la respuesta productiva del cultivo frente a la fertilización orgánica.

Rendimiento por hectárea de repollo

Tabla 6.

Análisis de varianza del rendimiento por hectárea de repollo de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G.	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	11081121.7	5540560.8	1.27	0.3311
Tratamientos	4	610037219.	15250930	35.0	<0.0001
Error	8	34811768.2	4351471.0	48	**
Total	14	655930109.	730		

C.V(%):4.44

Los resultados de análisis de varianza del rendimiento de repollo (Tabla 6) muestran a los tratamientos altamente significativos estadísticamente, esto nos hace deducir que, por lo menos, uno de los tratamientos tiene influencia diferenciada en el rendimiento de repollo. El

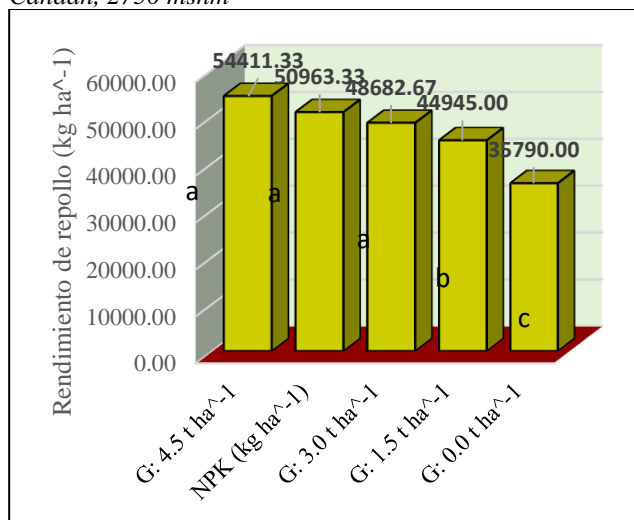
coeficiente de variación 4.44% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados.

La prueba Tukey del rendimiento por hectárea de la col, evidencia que la aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza influyó con 54,411.33 kg de rendimiento, este resultado supera estadísticamente al testigo (35,790.0 kg ha⁻¹) con 18,621.33 kg ha⁻¹, equivalente a un incremento de 52.03%. Mientras que al aplicar fertilización química de NPK, este influyó con 50,963.33 kg ha⁻¹ de peso por hectárea, superando al testigo con 42.39% de incremento.

Referente a los niveles de gallinaza, los resultados encontrados en este trabajo son similares a los hallazgos de Jurado (2023), quien demostró que la aplicación de niveles de gallinaza influye significativamente en el rendimiento de la col por hectárea, donde, con 4.0 t ha⁻¹ encontró 51,512 kg de repollo y 53,374 kg de repollo con 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza. García (2023) demostró que, las cualidades y el rendimiento de la cosecha no se ven afectados por el aumento de la dosis de estiércol de pollo. A medida que aumentaba la cantidad de estiércol de pollo o gallinaza, también aumentaban el rendimiento y las características del cultivo. El rendimiento y las características del cultivo fueron mayores para el tratamiento con 40 t ha⁻¹. El peso de cabezas por hectárea (2.900 kg ha⁻¹) fue alcanzado por 40 t ha⁻¹ de gallinaza. Bayas y Heredia (2023) demostraron que, al aplicar humus de lombriz, bocashi y gallinaza a una proporción de 1:1:1, 300 g cada una. Encontraron rendimientos por hectárea de 36722,40, 59777,08 y 27354,69 kg ha⁻¹ en las variedades de col morada, col repollo y col Milán, respectivamente.

Figura 4.

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento por hectárea de repollo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza, Canaán, 2750 msnm



Número de repollos

Los resultados de análisis de varianza de la Tabla 7 muestran a los tratamientos no significativos estadísticamente, esto evidencia de que, no hay respuesta positiva al efecto de los tratamientos en número de repollos. El coeficiente de variación 2.43% indica alta precisión del experimento y confiabilidad de los resultados. Dado que no existe significancia, y es necesario realizar análisis de comparación de medias; se deduce que los resultados son similares estadísticamente.

Tabla 7.

Análisis de varianza número de repollos por hectárea de la col, Canaán, 2750 msnm

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	2802720.530	1401360.27	2.981	0.1078 ns
Tratamientos	4	1796365.330	449091.33	0.955	0.4809 ns
Error	8	3760565.470	470070.68		
Total	14	8359651.330			

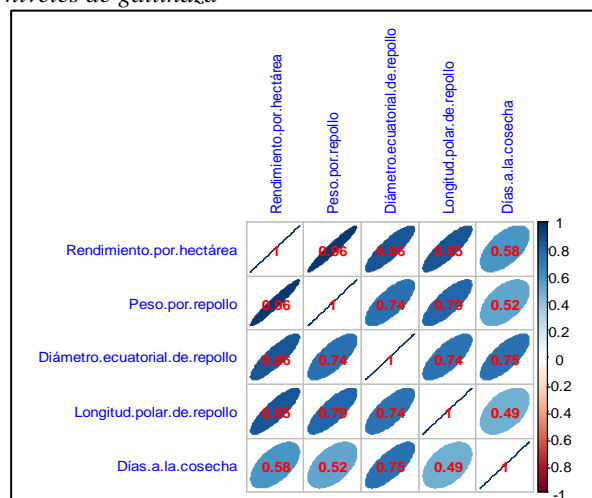
C.V (%): 2.43

3.1.1. Correlación de los variables

En la figura 5. se muestra una correlación alta (0.96) entre peso por repollo y rendimiento de por hectárea; asimismo, se encontraron correlaciones altas del rendimiento por hectárea con diámetro ecuatorial, longitud polar de repollo, cuyos valores fueron 0.86 y 0.85, respectivamente. Esto significa que las variables mencionadas influyeron de manera positiva en el rendimiento; además, las correlaciones positivas significan una relación directamente proporcional.

Figura 5.

Correlación general de las variables de respuesta evaluadas en el cultivo de la col, bajo el efecto de niveles de gallinaza



CONCLUSIONES

1. Los niveles de gallinaza compostada influyeron significativamente en los componentes de rendimiento de la col (*Brassica oleracea* var. capitata). La aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada presentó los mejores resultados, con 87 días a cosecha, 19.70 cm de diámetro ecuatorial, 23.60 cm de diámetro polar y 1.746 kg de peso promedio por cabeza.
2. La aplicación de 4.5 t ha⁻¹ de gallinaza compostada obtuvo el mayor rendimiento de col, con 54,411.33 kg ha⁻¹, superando al tratamiento testigo en 52.03%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A., & Chaves, L. (2018). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de hortalizas bajo condiciones andinas. *Revista de Ciencias Agrarias*, 35(2), 45-53.
- Bayas, L. L., & Heredia, F. E. (2023). *Comportamiento agronómico y productivo en tres variedades de col (Brassica oleracea V.), con tres tipos de abonos orgánicos, en la parroquia San Simón, Provincia Bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6145/1/1>. Proyecto de Investigación.pdf
- Cabrera, D., López, J., & Rojas, M. (2019). Uso de la gallinaza como enmienda orgánica en la producción agrícola. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 121-132.
- De La Cruz, K. M. (2023). *Densidad de plantas y dosis de guano de islas en el rendimiento del cultivo de col (Brassica oleracea L.)*. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6029>
- Díaz-Franco, A., Alvarado-Carrillo, M., Alejandro-Allende, F., & Ortiz-Chairez, F. E. (2017). Organic manure and arbuscular mycorrhizal use on cabbage production. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 16(1), 15-21. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2017.02.003>
- García, T. F. (2022). Efecto de cuatro dosis de gallinaza en los componentes agronómicos y rendimiento de *Brassica oleracea* L., var. capitata, col roja, en Zungarococha - Loreto, 2022. *Sunedu.gob.pe*. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/9062>
- Ibañez, G. y Aguirre, G. (1983). *Guía de prácticas de Fertilidad de Suelos*. UNSCH. Ayacucho.
- Jurado, M. G. (2023). *Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento de Col (Brassica oleracea L. variedad Capitata) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UNSCH/5860/TESIS_AG1313_Jur.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAGRI-SIEA. (2022). *Datos Agrícola 2022*. Lima, Perú. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Sánchez, P., Romero, C., & Delgado, A. (2017). Propiedades nutricionales y funcionales de las Brassicaceae en la dieta humana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 21(3), 165-174.