

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el
rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var.
rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2023**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Klisman Anderson ESPINO ALVITES

ASESOR:
M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres, por apoyarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

A mi hijo, por ser el motivo el cual me esfuerzo cada día.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional y de muchos profesionales al servicio de la región, el país y el mundo.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, por haberme brindado sus aulas y laboratorios para mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por transmitirme sus conocimientos, experiencias y consejos durante mi formación profesional, los recordaré siempre.

Al M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, asesor de la presente tesis, quien con sus sabios conocimientos, experiencia, paciencia y motivación supo brindarme la ayuda necesaria para la realización del presente trabajo de investigación.

De igual manera agradecer a los miembros del jurado, presidida por el Dr. José Antonio Quispe Tenorio e integrada por los profesores M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, por sus valiosas aportaciones y comentarios para la elaboración del presente trabajo.

Al Centro Experimental de Canaán, por permitirme realizar mi trabajo de investigación, por el apoyo brindado en la ejecución.

Finalmente, mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera intervinieron en la materialización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	4
1.2.1 Características del repollo	4
1.2.2 Origen e importancia.....	4
1.2.3 Valor nutricional.....	5
1.2.4 Descripción taxonómica del repollo morado	5
1.2.5 Descripción morfológica del repollo morado	5
1.2.6 Variedades	7
1.2.7 Fenología del cultivo de repollo.....	7
1.2.8 Cultivo de repollo	8
1.2.9 Labores culturales	11
1.2.10 Cosecha y post cosecha	11
1.2.11 Comercialización.....	11
1.2.12 Importancia del distanciamiento entre golpes.....	12
1.2.13 Guano de islas	12
CAPÍTULO II	14
METODOLOGÍA	14
2.1 Ubicación del experimento	14
2.1.1 Ubicación política.....	14
2.1.2 Ubicación geográfica	14
2.1.3 Ubicación ecológica	14

2.2	Antecedentes del terreno	16
2.3	Características del suelo	16
2.4	Propiedades fisicoquímico del guano de islas.....	16
2.5	Condiciones climáticas del lugar del experimento.....	17
2.6	Materiales utilizados	20
2.6.1	<i>Material genético.</i>	20
2.6.2	<i>Equipos y herramientas</i>	20
2.7	Variables e indicadores	20
2.8	Diseño experimental y análisis estadístico.....	21
2.9	Tratamientos.....	21
2.10	Características del campo experimental:.....	22
2.11	Distribución de las unidades en campo experimental	22
2.12	Unidad experimental	23
2.13	Criterios y metodología de evaluación de los indicadores de las.....	24
2.13.1	<i>Productividad</i>	24
2.14	Instalación y conducción del experimento	24
2.14.1	<i>Actividades preliminares</i>	24
2.14.2	<i>Siembra de almácigo</i>	24
2.14.3	<i>Delimitación de parcelas experimentales</i>	25
2.14.4	<i>Aplicación de abono</i>	25
2.14.5	<i>Trasplante del repollo</i>	25
2.14.6	<i>Labores culturales</i>	25
CAPÍTULO III.....		27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
3.1	Análisis de variables de respuesta.....	27
3.1.1	<i>Altura de la planta (cm)</i>	27
3.1.2	<i>Ancho de la hoja</i>	29
3.1.3	<i>Largo de la hoja (cm)</i>	31
3.1.4	<i>Diámetro polar</i>	35
3.1.5	<i>Diámetro ecuatorial (cm)</i>	36
3.1.6	<i>Diámetro del pedúnculo</i>	38
3.1.7	<i>Rendimiento de repollo</i>	42
3.1.8	<i>Correlación de las variables</i>	46

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. <i>Análisis de fertilidad del suelo del campo experimental Canaán a 2750 msnm.</i>	16
Tabla 2.2 <i>Nutrientes obtenidos del del guano de las islas</i>	16
Tabla 2.3. <i>Características de las condiciones climatológicas del centro experimental Canaán, UNSCH</i>	18
Tabla 2.4 <i>Indicadores de las variables dependiente e independientes</i>	20
Tabla 2.5. <i>Descripción de los tratamientos</i>	22
Tabla 3.1. <i>Análisis de varianza en altura promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho</i>	27
Tabla 3.2. <i>Análisis de varianza en ancho promedio de hojas de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho</i>	30
Tabla 3.3. <i>Análisis de varianza en largo promedio de hojas de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán con densidad de plantas y niveles de guano de islas, 2750 msnm, Ayacucho.</i>	32
Tabla 3.4. <i>Análisis de varianza de diámetro polar de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán con densidad de plantas y niveles de guano de islas, 2750 msnm, Ayacucho.</i>	35
Tabla 3.5. <i>Análisis de varianza de diámetro ecuatorial promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho</i>	36
Tabla 3.6. <i>Análisis de varianza de grosor de pedúnculo de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho</i>	39
Tabla 3.7. <i>Análisis de varianza en peso promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.</i>	42

Tabla 3.8. <i>Análisis de varianza en rendimiento en kg/ha de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.....</i>	43
Tabla 3.9. <i>Correlación de los variables evaluados en repollo morado con densidad de plantas y niveles de guano de islas.</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. <i>Mapa de ubicación del Centro Experimental Canaán, lugar del experimento, elaborado a partir de cartas nacionales de geogpsperu.</i>	15
Figura 2.2. <i>Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico del 2023 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho</i>	19
Figura 2.3. <i>Croquis del campo experimental.....</i>	23
Figura 3.1. <i>Regresión de altura de la planta en función del efecto de la densidad de plantas por hectárea en repollo morado.</i>	28
Figura 3.2. <i>Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad de siembra en altura promedio de plantas de repollo morado.....</i>	29
Figura 3.3. <i>Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de la densidad en ancho promedio de las hojas de repollo morado.....</i>	31
Figura 3.4. <i>Regresión de largo de la hoja en función del efecto de densidad de siembra en repollo morado.....</i>	33
Figura 3.5. <i>Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en longitud promedio de hojas de repollo morado.....</i>	34
Figura 3.6. <i>Correlación de diámetro ecuatorial en función del efecto de niveles de guano de islas en repollo morado.....</i>	37
Figura 3.7. <i>Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de guano de islas en diámetro ecuatorial de repollo morado.....</i>	38
Figura 3.8. <i>Regresión del diámetro del tallo de repollo morado en función del efecto de densidad de siembra</i>	40
Figura 3.9. <i>Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en diámetro de pedúnculo de repollo morado.</i>	41
Figura 3.10. <i>Regresión del rendimiento de repollo morado en función del efecto de densidad de siembra</i>	44
Figura 3.11. <i>Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en rendimiento de repollo morado por hectárea.</i>	45

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, región Ayacucho a 2750 msnm, con el objetivo de determinar la influencia de densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado. Se estudió 3 densidades de plantas: 31250, 25,000 y 20,833 plantas/ha y 3 niveles de guano de islas: 1000, 2000 y 3000 kg/ha. Se utilizó el diseño de Bloque Completamente Randomizado con arreglo factorial de 3D x 3G, con 09 tratamientos y 03 repeticiones. Se evaluaron los caracteres de productividad. Las conclusiones fueron: La densidad de plantas influyó en la altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro de tallo y rendimiento, donde con 25,000 plantas/ha (d2) se alcanzó 28.99 cm, 24.34 cm y 27.04 cm, respectivamente. También influyó en el diámetro de tallo y rendimiento de pellas, donde 31,250 (d1) alcanzó 3.21 cm y 35,782 kg/ha, respectivamente, superando a d3. La aplicación de guano de islas influyó en el rendimiento y otras características de la planta a excepción de diámetro ecuatorial de pella, donde 2000 kg/ha alcanzó 17.66 cm superior a g3 y g1.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L. var. Rubra, densidad de plantas, niveles de guano de islas.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes químicos, con el fin de obtener buenos rendimiento en los cultivos, sin embargo, la aplicación excesiva ha generado la degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad. Entre los daños causados por los fertilizantes en el suelo se tiene la variación del pH, deterioro de la estructura del suelo y de la microfauna.

El repollo morado es una planta nutritiva con numerosos beneficios para la salud. Es rico en vitaminas A, C y E. También contiene antocianinas los cuales compuestos que le dan su color morado característico lo cuales actúan como antioxidantes, protegiendo las células del daño ocasionado por los radicales libres, lo que ayuda a prevenir enfermedades crónicas y mejorar la salud en general.

Todos los cultivos requieren un área adecuada para su crecimiento y desarrollo dentro de su entorno, por ello es necesario determinar el distanciamiento adecuado entre plantas. Si el área no es suficiente, se produce una competencia entre las plantas por nutrientes, luz, agua y espacio. Estas competencias se manifiestan de forma intraespecífica entre la misma especie o interespecífica o entre especies diferentes.

El guano de las islas de nuestro país, es considerado como excelente fertilizante natural en el mundo, que permite obtener buenos rendimiento por hectárea y calidad de producto.

La investigación pretende obtener un adecuado distanciamiento entre plantas, así como adecuada dosificación de guano de islas para obtener buen rendimiento y evitar gastos innecesarios, y por ende incrementar la producción de manera orgánica, para cubrir la demanda de los mercados y satisfacer las necesidades de los consumidores.

Objetivo general

Determinar la influencia de densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.
2. Determinar la influencia de niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra) de en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Ramos (2019) bajo condiciones de invernadero en la región de Puno encontró que, “los mayores rendimientos obtenidos en el repollo morado fueron de 82.30 t/ha al aplicar las dosis de 1000 kg/ha de guano de islas con 147 días y 81.02 t/ha al aplicar 5000 kg/ha de humus de lombriz en 165 días, en cambio con la dosis testigo se obtuvo 50.77 a 55.45 t/ha. El distanciamiento usado para obtener estos rendimientos fue de 0.45 m entre surcos y de 0.40 m entre plantas”.

Ponce (2018) concluye señalando que, “la dosis de gallinaza con mayor efecto en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) en la provincia de Tocache, fue con la aplicación de 40 t/ha de gallinaza con el que obtuvo el mayor rendimiento, 51,937.5 kg/ha. Respecto a la altura de planta, el tratamiento con 40 t/ha de gallinaza presentó la mayor altura de planta con 25,03 cm. El rendimiento de repollo lo obtuvo usando un distanciamiento entre hileras o surcos de 0.50 m y entre golpes de 0.40 m.

San Roque (2019) en Huánuco, muestra los promedios de rendimiento de repollo morado (*Brassica oleracea* var. capitata) por hectárea, siendo el tratamiento con BIOT quien obtuvo mejor promedio con 50499.99 kg/ha seguidos de los tratamientos KIMELGRAN y un tratamiento convencional de NPK con 44285.72 kg/ha y 41857.14 kg/ha respectivamente, según indica el experimento el distanciamiento que se uso fue de 0.7 m entre surcos y de 0.50 m entre plantas.

Mérida (2016) afirma que, “los rendimientos de un cultivo pueden mermar debido a diversos factores ambientales y de manejo agronómico; el peso fresco de la cabeza de repollo está relacionada a la densidad de siembra, características físico-químicas del suelo, condiciones climáticas y por las características propias del cultivar”.

Peas (2019) cuando estudió tres dosis de fertilizante foliar orgánico en el rendimiento de repollo morado en Lamas, encontró que, “el tratamiento T3 con 0,25 l.ha⁻¹

¹ de algas marinas, fue la dosis más eficiente que repercutió en el incremento del rendimiento y beneficio costo del cultivo de repollo morado (*Brassica oleracea*) variedad Capitata en el distrito de Lamas, con 79.799 t.ha⁻¹ y 0.20 de B/C” (p. xi).

Diaz (2022) en la tesis Efecto de tres fertilizantes orgánicos con dos diferentes dosis en el rendimiento del cultivo de repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) en el distrito de Lamas encontró que:

La aplicación de 10 y 20 t/ha de los fertilizantes orgánicos, indistintamente de los tipos, no determinó diferencias sustanciales ni significativas en ninguna de las variables evaluadas (altura de planta, diámetro de cuello de la planta, peso de planta, longitud y diámetro de cabeza y rendimiento). Indistintamente de las dosis, las aplicaciones de cuyasa y gallinaza determinaron los mejores y mayores promedios en las variables evaluadas y solamente en el diámetro de la cabeza (cm) los tres fertilizantes orgánicos (cuyasa, gallinaza y pollinaza) arrojaron promedios estadísticamente iguales entre sí. La dosis por tipo fertilizante orgánico, estuvo determinado por los resultados que definieron los incrementos en las variables evaluadas. Ocurre lo contrario, cuando se incrementó las dosis de gallinaza y pollinaza (p. 55).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Características del repollo

El repollo morado es una variedad seleccionada de la col común cultivada en toda Europa. Se cultiva, prepara y consume de la misma manera que las otras coles. Es de sabor ligeramente dulce. Normalmente se hace cocer y resulta un buen ingrediente para diversos platos. Las variedades redondas e intensamente coloreadas se emplean generalmente para encurtidos (Muñoz, 2018).

1.2.2 Origen e importancia

Su origen está ligado al área Mediterránea desde tiempo inmemorial. Tanto, es así que hay datos que indican que ya era cultivada por los egipcios hace 2.500 años antes de Cristo. Así mismo, también fue muy apreciada por los griegos y romanos con uso tanto en la cocina como en la medicina, ya que con ella elaboraban emplastos y cataplasmas de eficaz remedio para diversos males, fue la civilización

romana la encargada de extender sus atributos culinarios y medicinales por todo el Mediterráneo (Muñoz, 2018).

1.2.3 Valor nutricional

El repollo morado, contiene sustancias fitoquímicas, como los glucosinolatos, los isotiocianatos y los indoles, ayudan a prevenir el crecimiento de células cancerosas.

“Las sustancias fitoquímicas, del repollo morado también contiene flavonoides, que son compuestos antioxidantes que evitan el daño celular oxidativo. Los flavonoides más abundantes en la col morada son las antocianinas, que le confieren su color morado. Las antocianinas también tienen propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas” (Carrera, 2010).

La col lombarda es fuente de vitamina C (con una ración se cubre el 150% de las ingestas diarias recomendadas de un hombre y una mujer de 20-39 años con actividad física moderada) y folatos. La vitamina C contribuye a la protección de las células frente al daño oxidativo y los folatos contribuyen a la formación normal de las células sanguíneas. Aporta igualmente cantidades considerables de potasio, calcio, fósforo y fibra, aunque el contenido de todos estos nutrientes es menor que el que presentan otros vegetales del género Brassica (brócoli, coles de Bruselas, coliflor) (Peas, 2022 p. 20).

1.2.4 Descripción taxonómica del repollo morado

La clasificación taxonómica del repollo morado (*Brassica oleracea* L.) según el sistema de Cronquist (1962) como se citó en Saire (2022), se detalla a continuación:

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Sub Clase : Dilleniidae
- Orden : Capparales
- Familia : Brassicaceae
- Género : Brassica
- Especie : *Brassica oleracea* L.

1.2.5 Descripción morfológica del repollo morado

Según, Jaramillo et al., (2005) “Brassica es el nombre latino de las coles; término que deriva, a su vez, del latín *caulis* que significa tallo y que corresponde al nombre general en español, para el grupo de hortalizas que componen esta especie de $2n = 18$ cromosomas”

Las características morfológicas del repollo morado son:

Raíz. Es principalmente llamada pivote y cuya finalidad primordial es servir de anclaje a la planta; de esta raíz pivotante se deriva un sistema secundario o fasciculado, para la obtención de agua y nutriente. El 80% de las raíces se encuentra entre los 5 y 30 cm de profundidad.

Tallo. Son herbáceos erguidos, cortos, poco ramificados, generalmente no superan los 30 cm, de altura; debido a que el crecimiento en longitud se detiene en un estado temprano.

Hojas. Son alternas, simples, sin estípulas, con frecuencia lobuladas de color verde glauco o rojizas, de bordes ligeramente aserrados, forma más o menos oval.

Cabeza. Como consecuencia de la hipertrofia de la yema vegetativa germinal y de la disposición envolvente de las hojas superiores, se forma la cabeza compacta de hojas muy apretadas que constituye la parte comestible, allí la planta acumula reservas nutritivas y en caso de no ser colectadas, estas reservas se movilizarán para la alimentación de la planta, necesaria para la emisión del tallo floral.

Flores. Se forman en racimos terminales, los cuales se desarrollan a partir del tallo principal. Son de color amarillas, hipóginas, compuestas de cuatro sépalos y cuatro pétalos, formando una abertura terminal en forma de cruz, seis estambres, cuatro largos y dos cortos; un estilo cortó con estigma en forma de cabezuela; un ovario supero con dos celdas ovariales y un óvulo por celda. El ovario se divide en dos cavidades, por desarrollo de un falso tabique como resultado de la excrecencia de las placentas. Un ovario de una flor en perfectas condiciones puede producir entre 20 a 30 semillas.

Fruto. Es una cápsula llamada silicua, la cual exhibe dehiscencia longitudinal a través de una hendidura de las paredes a lo largo de la línea placentaria al momento de la madurez fisiológica, para la dispersión natural de las semillas.

Semilla. El repollo produce una semilla pequeña, con cerca 1/16 de pulgada de diámetro; de forma globular, superficie lisa y de tonalidades cafés en su completa madurez (Jaramillo et al., 2005).

1.2.6 Variedades de col

Repollos de hoja lisa. Aquellas variedades que forman cabezas compactas de hojas lisas y orbiculares. Es el repollo más común, caracterizado por sus hojas lisas de diferente intensidad de color verde. Las hojas exteriores son de coloración más intensa que las hojas internas. Existen numerosas variedades como: Golden Acre, Quintal, Corazón de buey, Charleston Wakefield, Green Expres, etc. Existen también numerosas variedades híbridas como: Flash, Fortuna~ Granada, Green Boy, Hermes, etc.

Repollo de hoja rizada. Estos repollos se caracterizan por formar cabezas menos compactas que las anteriores y por presentar hojas más o menos rizadas. Estas plantas pueden presentar menos rusticidad y menor resistencia a la subida de flor. En el mercado se encuentran variedades de distintas formas, tamaños y precocidad como col de Milán o tipo Savoy (Savoy Chieftain, Savoy y Savoy Perfection).

Repollo de hoja morada. Se caracterizan por presentar hojas lisas y de color morada, especialmente en las hojas que forman la cabeza. Las variedades más conocidas son: Red Acre, Red Rock, Mammoth Red Rock. También existen variedades híbridas como Early Red, Roxy, Ruby Ball y Peral Escarlata (Nuez, 2002).

1.2.7 Fenología del cultivo de repollo

Fuentes y Pérez (2003) señalan:

“Las plantas de repollo son bienales, en clima templado, tardan un año para crecer y otro para producir flores y semillas. En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres a cuatro meses, por lo general no florece. El primer ciclo de su vida pertenece a la fase vegetativa, representado por el desarrollo de las raíces, hojas y tallos y termina con la producción de un tallo ancho y corto que actúa como órgano de reserva. Las hojas nuevas forman una masa compacta que se desarrolla desde el interior y no contiene clorofila. Estas hojas son suculentas y en ellas se encuentran grandes cantidades de almidón y azúcares”.

1.2.7.1 Fase vegetativa

Fuentes y Pérez (2003) al respecto señalan que:

El primer ciclo de la vida del repollo o fase de crecimiento vegetativa, es el más importante para los productores y es útil para planificar las prácticas de manejo del cultivo.

Primera etapa. Se realiza entre los ocho a diez días, inicia con la germinación de la semilla y termina cuando la plántula tiene cuatro y cinco hojas verdaderas; corresponde al momento apropiado para el trasplante. Durante esta etapa desarrollan su sistema radical y las primeras hojas verdaderas.

Segunda etapa. Inicia desde el establecimiento de la planta al trasplante hasta que esta tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en una fase de rápido aumento de biomasa. El área foliar se incrementa al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

Tercera etapa. Llamada de preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de peciolo alargados y limbos extendidos, finaliza cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas originadas hasta ese momento, no forma parte de la cabeza y solo algunas de las producidas durante la última etapa se doblan ligeramente para formar una capa protectora.

Cuarta etapa. Se caracteriza por la producción de hojas sin peciolo, que se superpone formando una bola (pella), estas crecen rápidamente, permitiendo el desarrollo de más hojas suculentas, hasta que la cabeza alcanza el tamaño propicio de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas forman una cabeza compacta que al tacto se siente firme y dura; en algunos casos, las hojas interiores pueden producir mucha presión sobre las externas provocando rajaduras en la cabeza (p.9).

1.2.7.2 Fase reproductiva.

Requiere el estímulo de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales en los que se origina la inflorescencia (Fuentes y Pérez, 2003 p. 9)

1.2.8 Cultivo de repollo

1.2.8.1 Clima y suelo para el cultivo de repollo

“El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del repollo esta entre 15 y 18 °C (59 y 65 °F). Arriba de 25°C (77 °F) el desarrollo del repollo es lento, mientras

que la temperatura mínima es de 0°C (32°F). La temperatura mínima del suelo para la germinación de la semilla es de 5°C y la máxima es de 35°C”. (Zamora, 2016).

“Este cultivo se adapta bien, a terrenos ricos de textura media y arcillosa que retengan buena humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento. No le favorecen los suelos ácidos, sobre todo porque en ellos son más frecuentes los ataques de la hernia de la col (*Piasmodiophora brassicae*). El repollo es considerado como medianamente resistente a la salinidad” (Maroto, 2002).

1.2.8.2 Ecología del repollo

El cultivo de repollo se desarrolla y produce mejor en climas templados y frescos; este se cultiva en zonas con alturas entre 1600 y 2700 m.s.n.m., y temperaturas entre 14 a 22°C. Bajo condiciones de confinamiento, la temperatura optima en el suelo para la germinación de la semilla, es de 25 a 30°C, emergiendo una plántula a los 3 o cuatro días de sembrada; la temperatura mínima para su germinación esta alrededor de 5°C. El repollo es muy exigente en la humedad tanto del suelo como del ambiente. En un día caluroso, la planta transpira en promedio de 4 mm. La humedad relativa alta favorece al ataque de patógenos foliares en especial el hongo ascomiceto (*Mycosphaerella brassicola*), que causa daño en las hojas envolventes, el síntoma es conocido como ojo de sapo o mancha de anillo. Igualmente, en épocas lluviosas, cuando hay momentos del día con altas temperaturas y humedad relativa, es frecuente el ataque de *Alternaria brassicola*. (Jaramillo et al., 2006 p. 33)

1.2.8.3 Características de la semilla

“La semilla de repollo debe tener todas las características propias de la variedad como: Precocidad, color, tamaño, estar libre de impurezas (semillas extrañas u otros), tener buen poder germinativo, (no menor al 75%), libre de enfermedades y de buena calidad, se considera que la duración del poder germinativo de la semilla de repollo, alcanza aproximadamente 2-3 años en condiciones óptimas, de ahí la importancia de utilizar semillas frescas” (Paño, 2018).

1.2.8.4 Métodos de siembra

Existen dos métodos de siembra:

Método directo. Se realiza en el campo definitivo para lo cual se utiliza 2 kg/ha de semilla con dos semillas por golpe y se realiza por raleo si es necesario cuando la planta tenga de 10 a 15 cm de altura, el distanciamiento depende de la variedad.

Método indirecto. Tradicionalmente la siembra se realiza en almacigueras que se llevaran a cabo en camas de 1.5 m - 2 m de ancho y 10 m de largo. La siembra suele hacerse al voleo, empleándose entre 2 y 3 gramos de semilla por metro cuadrado y pudiéndose contar con una producción media de 200 a 300 plantas por metro cuadrado de almacigueras (Paño, 2018).

1.2.8.5 Endurecimiento

“De 7 a 10 días antes del trasplante se debe reducir el agua de riego en el semillero para que las plántulas se pongan más consistentes o firmes, lo que acondicionará para soportar el arranque y establecimiento en el campo” (Pletsch, 2006).

1.2.8.6 Trasplante

“Se realiza a los 40 - 45 días después de la siembra, efectuándose a raíz desnuda y en seco, sobre surcos separados entre 0.50 m - 0.80 m y dejando entre plantas una distancia de unos 0.40 m. Inmediatamente después del trasplante se procede a realizar el riego de plantación” (Maroto, 2002).

1.2.8.7 Fertilización

“Este cultivo requiere de un buen suministro de nitrógeno, principalmente la cantidad es de 150 kg de nitrógeno y la aplicación es en dos momentos: de 10 a 15 días después del trasplante, y en un segundo momento de 15 a 20 días después de la primera aplicación” (Siura y Ugas, 2006).

Nitrógeno. Tiene un papel importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de las moléculas de proteína, aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, fosfolípidos, así también en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es indispensable para la formación de la molécula de clorofila. En consecuencia, está involucrada la mayoría de las reacciones bioquímicas determinantes en la vida vegetal (Jaramillo et al., 2005)

Fósforo. El fósforo es un elemento esencial, determinante del crecimiento inicial de los tejidos vegetales, especialmente de las raíces. Su efecto determinante en la fructificación, es absorbido desde la solución fosfato dihidrógeno según el pH del

suelo, se requiere en cantidades muy inferior al nitrógeno. Es un elemento móvil en la planta por lo que una vez absorbido por las raíces, se moviliza y transloca desde las hojas basales hacia las hojas superiores (Sierra, 2013).

Potasio. También es importante, se le reconoce como un elemento que mejora la calidad, ya que extiende el período de llenado e incrementa el peso del fruto, fortifica los tallos, mejora la resistencia a plagas y enfermedades y ayuda a la planta a resistir mejor el estrés (Jaramillo et al., 2005).

1.2.9 Labores culturales

En la elección del espaciamiento entre plantas, la distancia más apropiada es de 40 cm entre plantas y de 50 cm entre surcos. El momento de trasplante está determinado por el tamaño de la plántula; bajo el sistema de bandejas se obtienen plántulas de excelente calidad, listas para el trasplante con alturas de 10-12 cm y con cuatro hojas verdaderas, a los 20-25 días después de la germinación. La mejor época para el trasplante es cuando la plántula ha desarrollado la tercera o cuarta hoja verdadera; se seleccionan los más desarrollados y con mejores sistemas radiculares. Las plantas procedentes de semilleros muy abonados, especialmente con abonos nitrogenados, adelantan el desarrollo, pero dan mayor porcentaje de pellas deficientes. No es conveniente utilizar plantas ahiladas, muy altas y con poco vigor. La época crítica para el control de malezas, son los primeros cuarenta y cinco días después del trasplante, siendo necesario en algunos casos realizar hasta dos desyerbas; la primera se hace a los 15 - 20 días después del trasplante. Es necesario asegurar un abundante suministro de agua, sobre todo durante la fase de germinación, desarrollo de plántula, al momento del trasplante y durante la etapa de formación de cabeza (Castro, et al., 2014 p. 6).

1.2.10 Cosecha y post cosecha

“La cosecha del cultivo oscila entre 90 y 150 días aproximadamente. Es muy variable y depende de la variedad sembrada y condiciones climáticas y de las zonas donde se realiza el cultivo. Ocurre cuando el repollo alcanza su máximo tamaño, pero se mantiene firme a la presión de los dedos, se efectúa con cuchillo cortando la pella o repollo” (INTA, 2008).

1.2.11 Comercialización

El precio del repollo varía de acuerdo al tamaño, calidad, y época del año. Existen factores que determinan la calidad como son características internas como el sabor, aroma, textura de las cabezas y características externas el color, golpes o raspaduras, frescuras libres de polvo y residuos de cosecha, etc. La venta en el mercado generalmente se realiza por unidades, tajadas o por peso en kg. (Siura y Ugas, 2006).

1.2.12 Importancia del distanciamiento entre golpes

“La eficiencia de los cultivos en transformar la energía solar en energía química está en función de diversos factores entre los cuales las distancias de siembra, las poblaciones de plantas y los genotipos son de fundamental importancia” (Board y Harville, 1992).

“Una menor distancia de trasplante, que implica una mayor densidad de plantas, puede causar una mayor competencia por espacio, recursos y luz, repercutiendo negativamente en algunas variables relacionadas con el crecimiento de la planta” (Gliessman 2002).

1.2.13 Guano de islas

Se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), Piquero (*Sula variegata*) y Pelícano bougainvillii (*Pelecanus thagus*). El uso de este insumo orgánico ene por finalidad mejorar el suelo, elevar la productividad de los cultivos y mejorar el nivel de vida del hombre del campo. Por ello, es ofertado a precio social a los pequeños agricultores, comunidades nativas y comunidades campesinas (Agrorural,2018).

1.2.13.1 Propiedades del guano de islas

Según Agrorural (2018), las propiedades del guano de islas son los siguientes:

- Es un fertilizante natural y completo porque contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto ecológico porque no contamina el medio ambiente. También es biodegradable, completa su proceso de mineralización en el suelo. Una parte se transforma en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.

- Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- Es soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

2.1.1 *Ubicación política*

- Departamento: Ayacucho
- Provincia: Huamanga
- Distrito: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
- Localidad: Centro Experimental Canaán – FCA

2.1.2 *Ubicación geográfica*

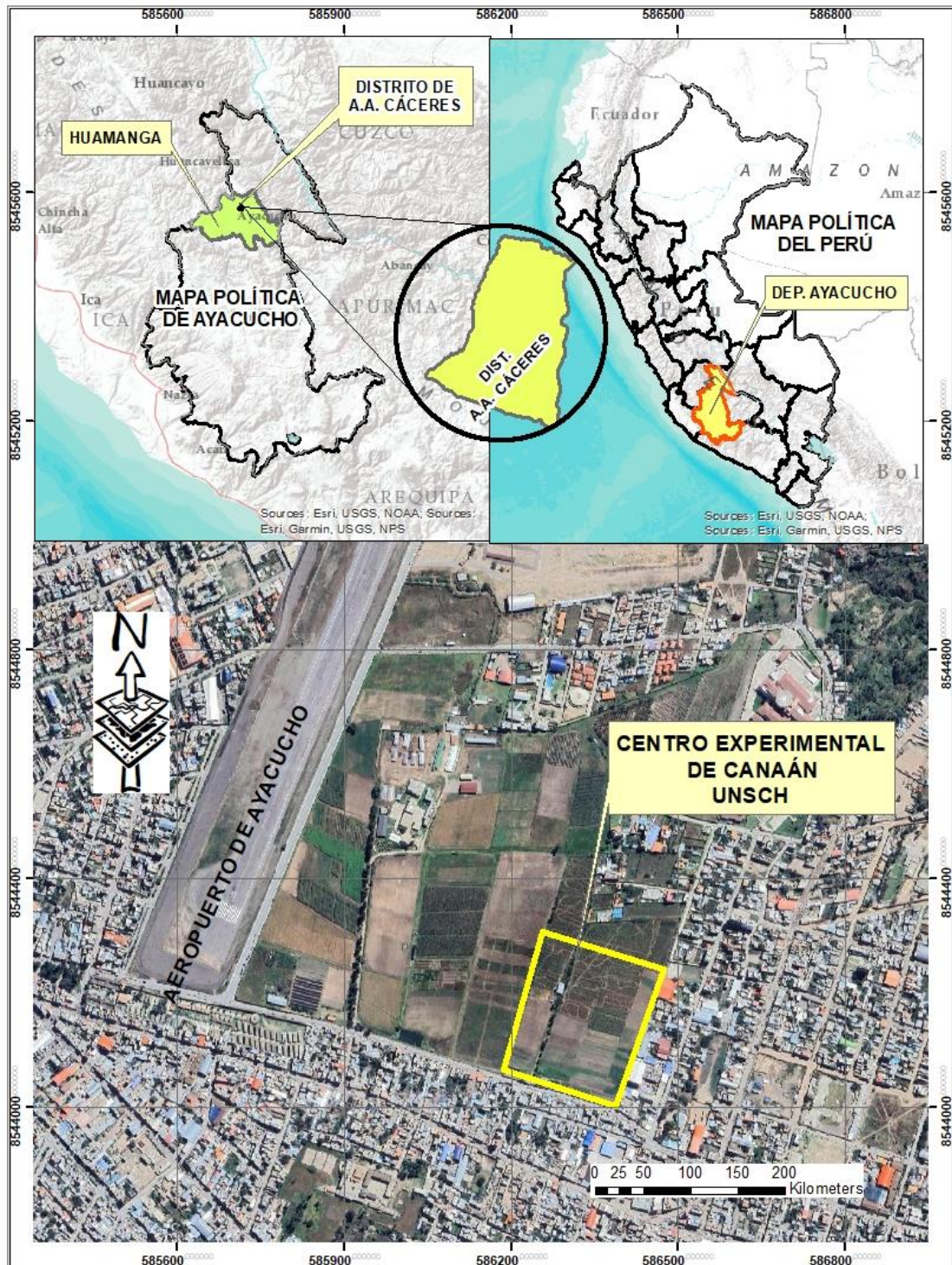
- Latitud: 13°10'8.72" S
- Longitud: 74° 12' 12.85" O
- Altitud: 2750 msnm
- Pendiente del terreno: 1-1.5 %

2.1.3 *Ubicación ecológica*

Según la clasificación de zonas de Vida por Holdridge, el Centro Experimental Canaán, pertenece a la zona de vida estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), que comprende de 2000 a 3100 msnm.

Figura 2.1

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



2.2 Antecedentes del terreno

El terreno utilizado para la presente investigación fue ocupado en la campaña anterior por el cultivo de arveja.

2.3 Características del suelo

Tabla 2.1

Análisis de fertilidad del suelo del campo experimental Canaán a 2750 msnm.

Componentes	Valor	Interpretación
pH (H ₂ O)	7.7	Moder. alcalino
M.O. (%)	2.8	Medio
N total (%)	0.14	Medio
P disponible (ppm)	21.1	Medio
K disponible (ppm)	211.4	Medio
Arena (%)	45.8	Clase textural Franco arcillosa
Limo (%)	28.9	
Arcilla (%)	25.3	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" UNSCH-2023

En la Tabla 2.2 se muestra el resultado del análisis de suelo, según Ibáñez y Aguirre (1983), el pH en H₂O corresponde a un suelo de reacción moderadamente alcalina. El porcentaje de materia orgánica (2.8%) corresponde a un suelo con materia orgánica promedio, nitrógeno total promedio (0.14), fósforo promedio de 21.1 y potasio de 211.4. En base al porcentaje de arena, limo y arcilla, corresponde a la clase de textura franco arcillosa del suelo.

2.4 Propiedades fisicoquímico del guano de islas

Tabla 2.2

Nutrientes obtenidos del del guano de las islas

Elemento	Fórmula/Símbolo	Concentración	Aporte mínimo de guano de isla		
			(Kg)		
			1000 kg	2000 kg	3000 kg

Nitrógeno	N	10 - 14%	100	200	300
Fósforo	P ₂ O ₅	10 - 12%	100	200	300
Potasio	K ₂ O	2 - 3%	20	40	60
Calcio	CaO	10%	100	200	300
Magnesio	MgO	0.80%	8	16	24
Azufre	S	1.50%	15	30	45
Hierro	Fe	600 ppm	0.6	1.2	1.8
Zinc	Zn	170 ppm	0.17	0.34	0.51
Cobre	Cu	20 ppm	0.02	0.04	0.06
Manganeso	Mn	48 ppm	0.048	0.096	0.144
Boro	B	187 ppm	0.187	0.374	0.561
Molibdeno	Mo	76 ppm	0.076	0.152	0.228

Fuente: AGRORURAL

Los resultados del análisis del guano de las islas muestran el contenido de nutrientes, por lo que se deduce que el guano usado es de calidad media.

2.5 Condiciones climáticas del lugar del experimento

La precipitación acumulada anual en el Centro Experimental Canaán es de 493.50 mm, la temperatura máxima promedio es de 25.15 °C y la temperatura mínima mensual es de 9.2 °C.

En la Figura 2.2 se muestra el climograma del Centro Experimental Canaán, UNSCH en la que se observa que los picos más altos de temperatura se alcanzan en los meses de octubre y noviembre (27°C), mientras los picos más bajos se muestran en los meses de junio (6.11°C). La precipitación más alta se alcanzó en el mes de marzo (120.5 mm) y la mínima en el mes de julio (1.10 mm).

Tabla 2.3*Características de las condiciones climatológicas del centro experimental Canaán, UNSCH.*

Estación: INIA-CANAÁN	Distrito	: Ayacucho	Altitud	: 2735 msnm
	Huamanga	: Huamanga	Latitud	: 13°10'00.06"S
	Departamento	: Ayacucho	Longitud	: 74°12'22.92"W

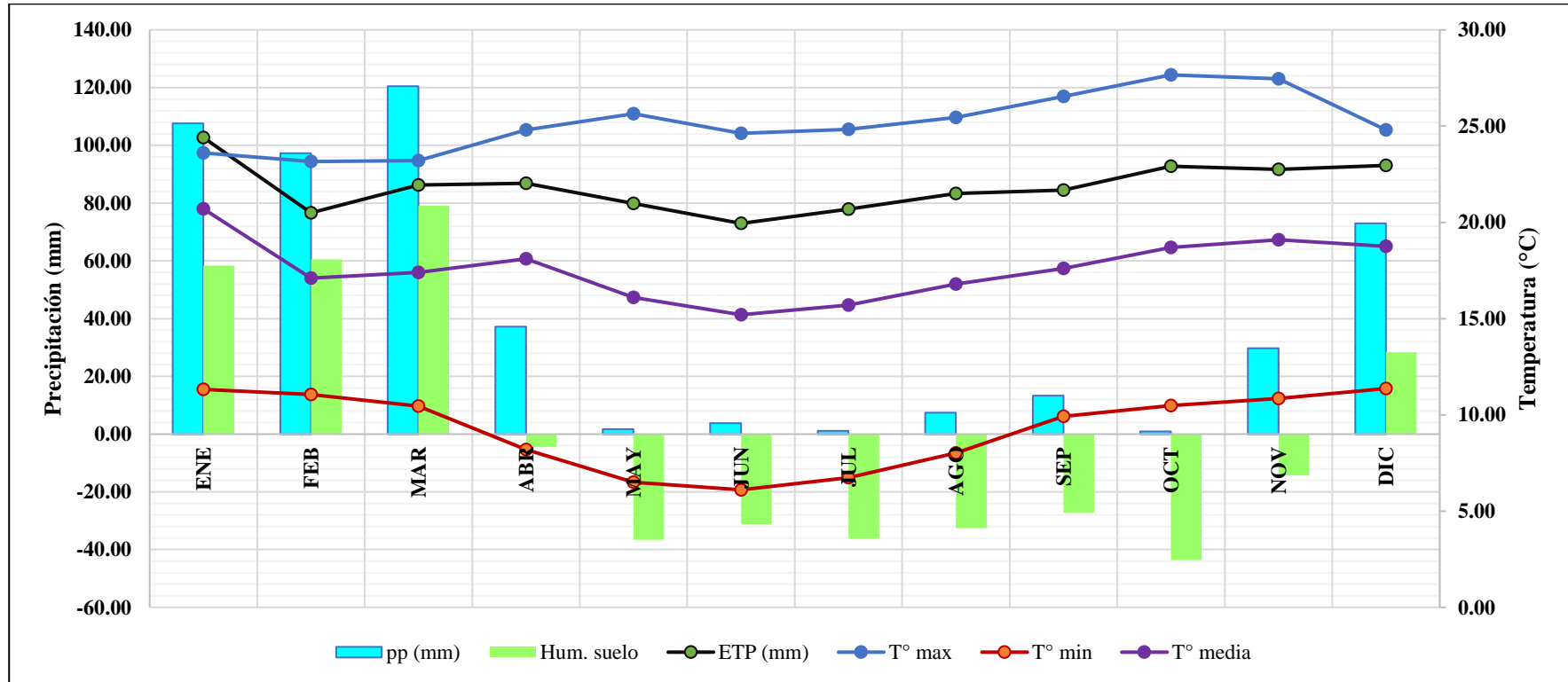
Año 2023

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T° Máxima (°C)	23.60	23.16	23.21	24.80	25.65	24.63	24.83	25.45	26.53	27.66	27.46	24.81
T° Mínima (°C)	11.32	11.05	10.45	8.19	6.50	6.11	6.74	8.01	9.93	10.49	10.85	11.37
T° Media (°C)	20.70	17.10	17.40	18.10	16.10	15.20	15.70	16.80	17.60	18.70	19.10	18.75
Factor	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96
ETP (mm)	102.67	76.62	86.30	86.88	79.86	72.96	77.87	83.33	84.48	92.75	91.68	93.00
Precipitación (mm)	107.60	97.30	120.50	37.20	1.70	3.80	1.10	7.40	13.30	0.90	29.70	73.00
ETP ajustado (mm)	49.27	36.77	41.41	41.69	38.32	35.01	37.37	39.99	40.54	44.51	43.99	44.63
H del suelo (mm)	58.33	60.53	79.09	-4.49	-36.62	-31.21	-36.27	-32.59	-27.24	-43.61	-14.29	28.37
Exceso (mm)	58.33	60.53	79.09									28.37
Déficit (mm)				-4.491	-36.62	-31.21	-36.27	-32.59	-27.24	-43.61	-14.29	

Datos de la Estación Meteorológica de Canaán- año 2023, donde se registró un promedio de temperatura máxima de 25.15 °C, mínima de 9.25 °C, temperatura promedio de 17.60 °C y una precipitación anual de 493.50 mm.

Figura 2.2

Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico del 2023 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho



En los meses de mayo, junio y julio se registró déficit de humedad de suelo motivo por el cual se empleó riego para enmendar la falta de humedad en el suelo.

2.6 Materiales utilizados

2.6.1 Material genético.

Las semillas empleadas de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra), se adquirieron de una tienda comercial de semillas.

Las semillas son redondas, tienen un diámetro de 1.5 hasta 2.5 mm; es de color marrón rojizo; tiene un porcentaje de germinación de 90% y se mantiene durante unos 5 años. Un gramo de semillas contiene de 280 a 350 semillas.

Es una variedad precoz, con poco tronco, de pocas hojas externas, cuenta con un peciolo corto y con una capa cerosa gruesa.

2.6.2 Equipos y herramientas

Para la instalación, conducción y evaluación del trabajo de investigación se hizo uso de distintos equipos, materiales, herramientas de labranza requerido según la actividad: wincha, cordel, estacas, yeso, azadones, zapapicos, pesticidas, mochila de fumigar, libreta de campo, cámara fotográfica, balanza electrónica.

2.7 Variables e indicadores

Tabla 2.4

Indicadores de las variables dependiente e independientes

Variable Independiente	Indicadores
Densidad de plantas (D)	D1: 31250 plantas /ha (0.4 x 0.8 m) D2: 25000 plantas/ha (0.50 x 0.8 m) D3: 20833 plantas/ha (0.6 x 0.8 m)
Niveles de guano de islas (G)	G1: 1000 kg/ha G2: 2000 kg/ha G3: 3000 kg/ha
Variable Dependiente	Indicadores
Rendimiento de repollo	Altura de planta (cm/planta) Ancho de hojas (cm) largo de hojas (cm) Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)

Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)

Grosor del pedúnculo de repollo (cm)

Rendimiento de repollos (kg/ha)

2.8 Diseño experimental y análisis estadístico

El trabajo de investigación, se condujo utilizando el diseño de bloques completamente randomizado (DBCR), con arreglo factorial de 3D x 3G, 3 repeticiones y 9 tratamientos por repetición. En el análisis estadístico se realizó el ANVA y la prueba de contraste de Tukey.

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + V_j + G_k + (VG)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- ✓ Y_{ijk} = Es la observación de la j-ésimo de densidad de plantas y k-ésimo nivel de guano de islas en el i-ésimo bloque.
- ✓ μ = Es la media general.
- ✓ β_i = Es el efecto de i-ésimo bloque.
- ✓ V_j = Es el efecto j-ésimo del factor densidad de plantas.
- ✓ G_k = Es el efecto k-ésimo del factor nivel de guano de islas.
- ✓ $(VG)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el j-ésimo del factor densidad de plantas y el k-ésimo del factor nivel de guano de islas.
- ✓ ε_{ijk} = Es el error experimental.

2.9 Tratamientos

Los tratamientos resultaron de la combinación de las tres densidades de planta por los tres niveles de guano de islas.

Se tiene los siguientes tratamientos:

Tabla 2.5*Descripción de los tratamientos*

N°	Tratamiento	Descripción
1	D1-G1	31250 plantas + 1000 kg/ha guano de islas
2	D1-G2	31250 plantas + 2000 kg/ha guano de islas
3	D1-G3	31250 plantas + 3000 kg/ha guano de islas
4	D2-G1	25000 plantas + 1000 kg/ha guano de islas
5	D2-G2	25000 plantas + 2000 kg/ha guano de islas
6	D2-G3	25000 plantas + 3000 kg/ha guano de islas
7	D3-G1	20833 plantas + 1000 kg/ha guano de islas
8	D3-G1	20833 plantas + 2000 kg/ha guano de islas
9	D3-G1	20833 plantas + 3000 kg/ha guano de islas

2.10 Características del campo experimental:

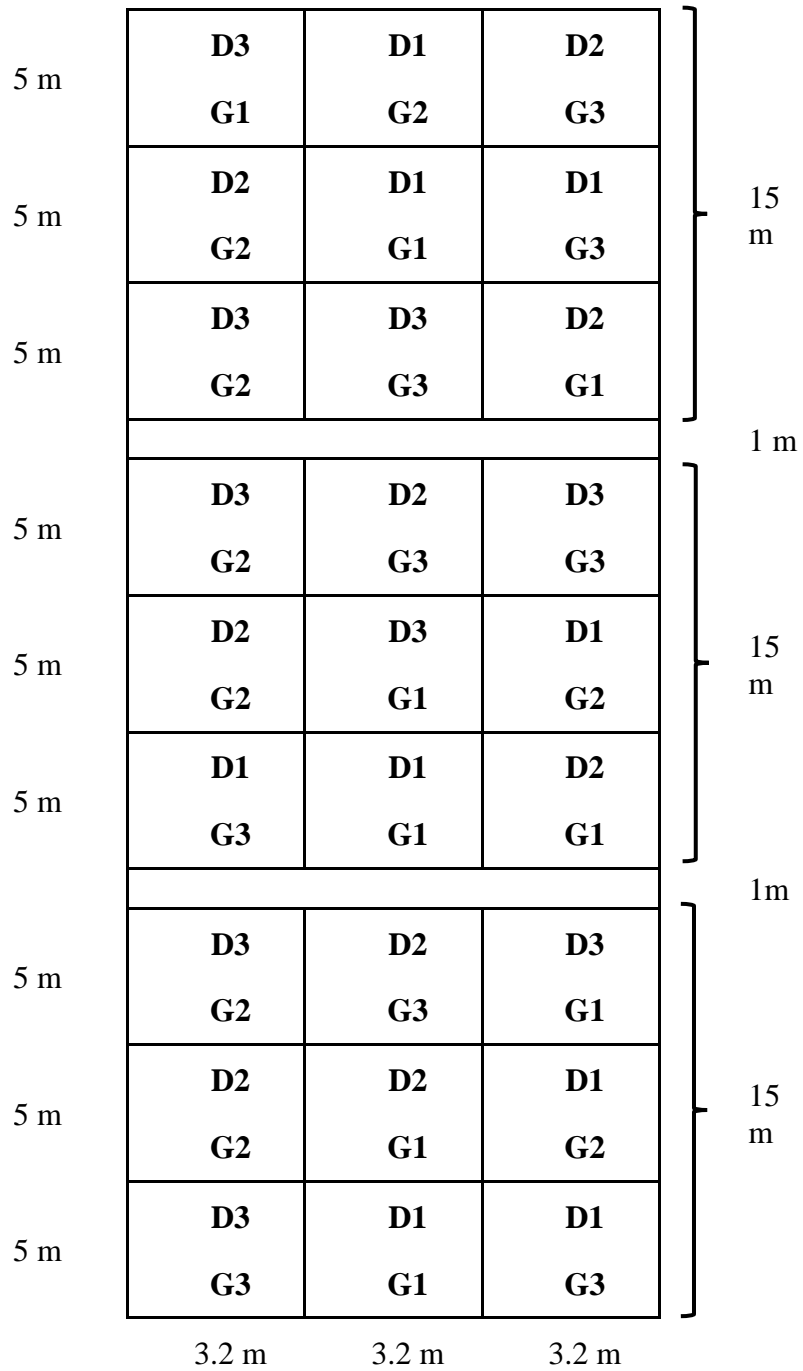
- Número de bloques : 3
- Número de parcelas por bloque : 9
- Largo de cada parcela : 5.00 m
- Ancho de cada parcela : 3.20 m
- Área de cada parcela : 16.00 m²
- Densidad de siembra por parcela : D1, D2 y D3
- Ancho de surco : 0.80 m
- Número de surcos por parcela : 4 surcos
- Largo del campo experimental : 47.00 m
- Ancho del campo experimental : 9.60 m
- Área total del campo experimental : 451.20 m²

2.11 Distribución de las unidades en campo experimental

En el siguiente gráfico se puede apreciar el esquema distribución de la unidad experimental.

Figura 2.3.

Croquis del campo experimental.



2.12 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo conformada por una parcela de plantas de repollo sembradas en cuatro surcos de 0.8 m de ancho cada uno y 5 m de largo, en el cual se trasplantaron plántulas de repollo.

2.13 Criterios y metodología de evaluación de los indicadores de las variables dependientes

2.13.1 Productividad

2.13.1.1 Rendimiento del repollo morado

El rendimiento del repollo morado se determinó a través de la evaluación de sus principales indicadores como:

Altura de planta. Para obtener la información de longitud de la planta se utilizó un flexómetro, donde se efectuó la medida de 10 plantas de cada tratamiento experimental, la medida se realizó desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más grande, para obtener el promedio, cuyos resultados se expresaron en centímetros (cm).

Ancho y largo de hojas. Para medir el ancho y largo de hoja se utilizó de una cinta métrica, con el cual se procedió a medir las 5 primeras capas de hojas de 10 cabezas de repollo de cada tratamiento experimental, cuyos resultados se expresaron en centímetros (cm).

Diámetro polar y ecuatorial del repollo. Para obtener la información de diámetro polar y ecuatorial se utilizó un flexómetro, para realizar la medida de 10 plantas de cada tratamiento experimental, la medida se realizó de la parte central del repollo, para obtener el promedio, cuyos resultados se expresaron en centímetros (cm).

Diámetro del pedúnculo. Para obtener la información grosor de pedúnculo se midió con un flexómetro el diámetro del pedúnculo en el punto de corte de la cabeza de repollo en 10 plantas de cada tratamiento experimental, para obtener el promedio, cuyos resultados se expresaron en centímetros/repollo.

Rendimiento de biomasa. Para obtener la información del rendimiento de biomasa se evaluó todas las plantas del surco central de cada tratamiento, y se obtuvo el rendimiento promedio de plantas por hectárea, cuyos resultados se expresaron en kilos por hectárea (kg/ha)

2.14 Instalación y conducción del experimento

2.14.1 Actividades preliminares

Se procedió a inspeccionar el terreno, en el cual se realizó la limpieza. Esta labor se realizó el 22 de febrero de 2023.

2.14.2 Siembra de almácigo

La siembra se realizó en bandejas germinadoras, se utilizó un sustrato preparado a base de tierra negra, compost y musgo en una proporción de 3:1:1 respectivamente, la siembra se realizó a una profundidad de 0.5 cm, hasta lograr su emergencia y crecimiento de las plántulas hasta un tamaño de 10 cm de altura, de 4 a 6 hojas verdaderas.

Esta labor se realizó el 15 de enero de 2023.

2.14.3 Delimitación de parcelas experimentales

La demarcación del campo experimental se realizó utilizando wincha, cordel, estacas, yeso, de acuerdo al diseño del experimento, delimitando los surcos, parcelas, bloques. Esta labor se realizó el 09 de marzo de 2023.

2.14.4 Aplicación de abono

Las dosis de guano de islas se aplicaron al terreno, antes del trasplante a chorro continuo al fondo del surco, según las dosis y de acuerdo a los tratamientos en propuestos. Esta labor se realizó el 18 de marzo de 2023.

2.14.5 Trasplante del repollo

El trasplante se realizó cuando las plántulas tuvieron de 4 a 5 hojas. Esta labor se realizó el 11 de marzo de 2023.

2.14.6 Labores culturales

Se realizaron las siguientes labores culturales según su requerimiento, los cuales fueron:

2.14.6.1 Deshierbo

Se realizó en forma manual utilizando azadones, de acuerdo a la presencia de las malezas, con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo. Esta labor se realizó el 09 de abril de 2023.

2.14.6.2 Riego

Se aplicó el riego por goteo, se realizó periódicamente cada 5 días, según que el cultivo lo requiera.

2.14.6.3 Aporque

Se realizó manualmente utilizando azadones para arrimar el suelo al pie de la planta, para estabilizar la planta de col y controlar las malezas. Esta labor se realizó el 21 de abril de 2023.

2.14.6.4 Control fitosanitario

El control se realizó una vez evaluada la incidencia de plagas en la planta. Esta labor consistió en la aplicación con fumigadora manual del insecticida comercial Tifon para el control de los pulgones y masticadores (*Diabrotica* sp). Esta labor se realizó el 12 de abril de 2023.

2.14.6.5 Cosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron su tamaño, consistencia, compactas y presentaron una condición óptima para el mercado. Esta labor se inició el 12 de julio hasta el 20 de julio de 2023.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de variables de respuesta

3.1.1 Altura de la planta (cm)

Tabla 3.1

Análisis de varianza en altura promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	10.790	5.395	1.590	0.2344 ns
Densidad (D)	2	59.050	29.525	8.701	0.0028 **
Guano de islas (G)	2	13.230	6.615	1.950	0.1747 ns
Interacción (D*G)	4	23.390	5.848	1.723	0.1940 ns
Error	16	54.290	3.393		
Total	26	160.750			

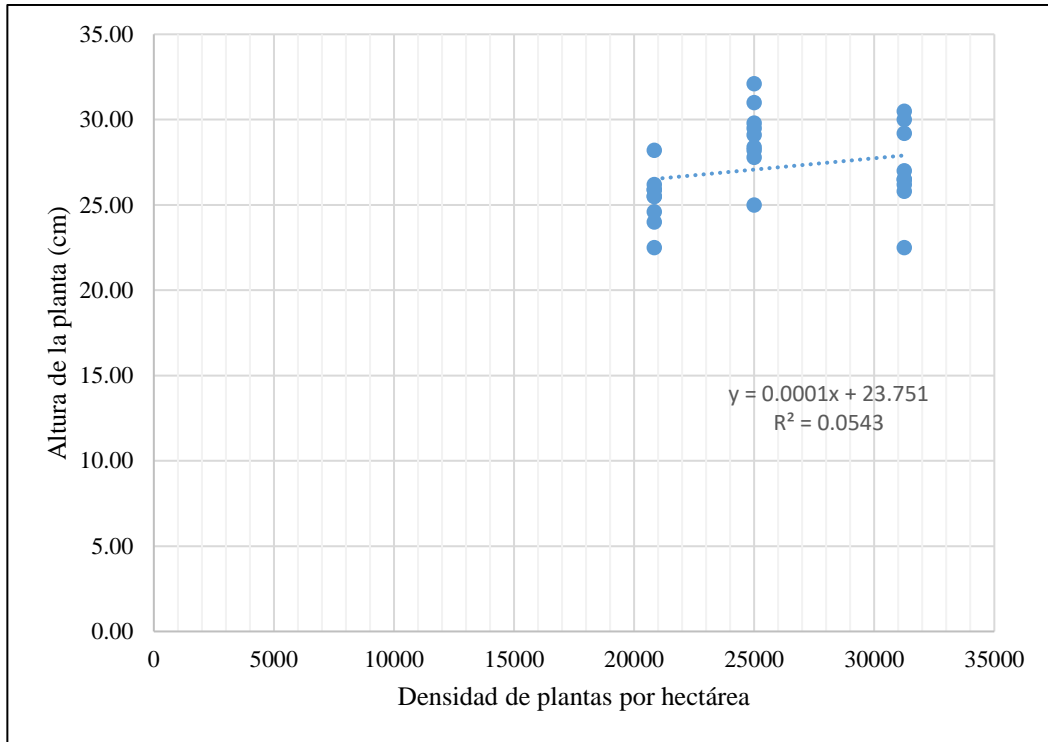
C. V (%): 6.78

En la Tabla 3.1 se muestra análisis de varianza (ANVA) en altura promedio de la planta; donde, resultó altamente significativa para densidad de plantas, excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en su altura a la utilización de distintas densidades de plantas por unidad de superficie. Mientras, los niveles de guano de islas no influyeron de manera diferenciada ($p < 0.05$); asimismo, no hay interacción significativa. Se encontró coeficiente de variación 6.78%, de donde deducimos que esto representa alta precisión

y confiabilidad de los resultados. Dado que no hay interacción, se realiza análisis de comparación de medias en función de los efectos principales.

Figura 3.1

Regresión de altura de la planta en función del efecto de la densidad de plantas por hectárea en repollo morado.

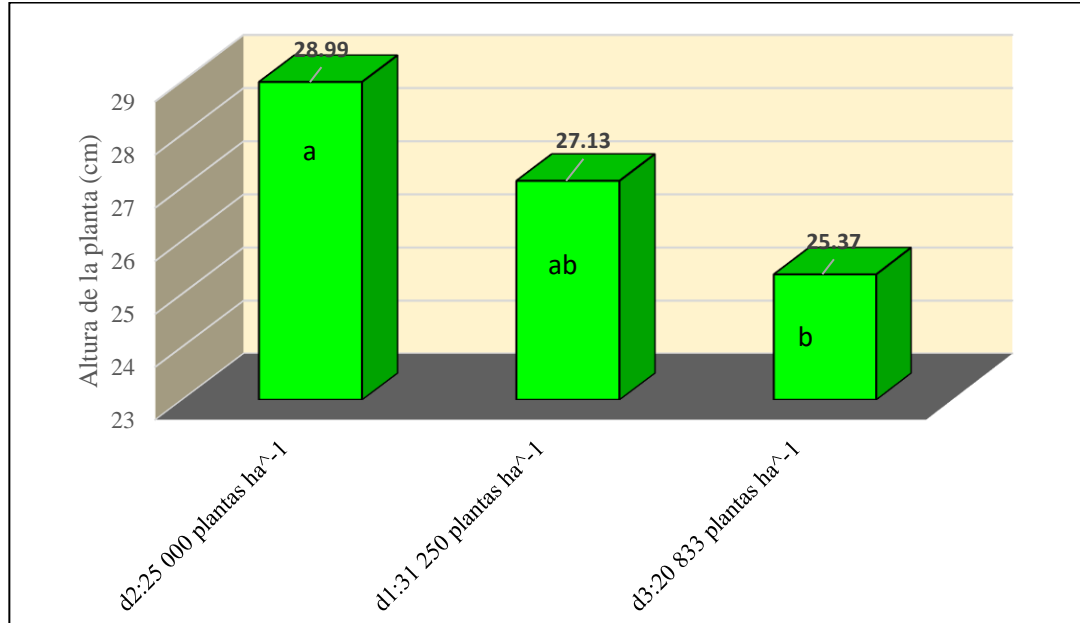


En la figura 3.1 se muestra regresión de la altura de la planta de repollo morado en función del efecto de las densidades de siembra. Donde se puede notar que la ecuación es lineal, con término independiente de 23.751, esto indica altura alcanzada con la densidad más baja. No obstante, por cada unidad de incremento de la densidad, la altura se puede incrementar en 0.0001 veces.

En la Figura 3.2 se muestra comparación de medias en altura promedio de la planta de repollo morado, donde se encontró mayor altura (28.99 cm) con densidad de 25,000 plantas por hectárea (0.50 x 0.80m); sin embargo, no hay diferencia estadística respecto a la densidad de 31,250 plantas (0.40 x 0.80m), 27.13 cm. Aquí se muestra claramente que con menor densidad de 20 833 plantas (0.6 x 0.80m) se encontró altura promedio inferior del resto, 25.37 cm.

Figura 3.2

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad de siembra en altura promedio de plantas de repollo morado.



Días (2022) evaluó repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) cultivado con fertilizantes orgánicos (gallinaza, gallinaza y cuy) en condiciones de Lamas – San Martín. Se registró una altura máxima de 31.52 cm utilizando una combinación de 10 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico. Además, no hubo diferencia estadísticamente perceptible entre este resultado y los otros niveles. Ponce (2018) investigó en condiciones del Huallaga, el impacto de cuatro niveles de fertilizante orgánico, como la gallinaza (0, 10, 20 y 40 t ha⁻¹), sobre la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey, encontró la altura de la planta a 25.03 cm, y este resultado se obtuvo con 40 t ha⁻¹ de gallinaza con diferencia estadística.

3.1.2 Ancho de la hoja

En la Tabla 3.2 se muestra análisis de varianza (ANVA) en ancho promedio de la hoja; donde, resultó altamente significativa para densidad de plantas, excepto en el resto de las fuentes de variación. Es decir, existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en anchura de hoja a la utilización de distintas densidades de plantas por unidad de superficie. Como no hay interacción, significativa que el ancho de la hoja principalmente depende del efecto independiente del factor densidad. Se encontró coeficiente de variación 5.40%, esto representa alta precisión y confiabilidad de los

resultados. Dado que no hay interacción, se realizó análisis de comparación de medias en función de los efectos principales de la densidad.

Tabla 3.2

Análisis de varianza en ancho promedio de hojas de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

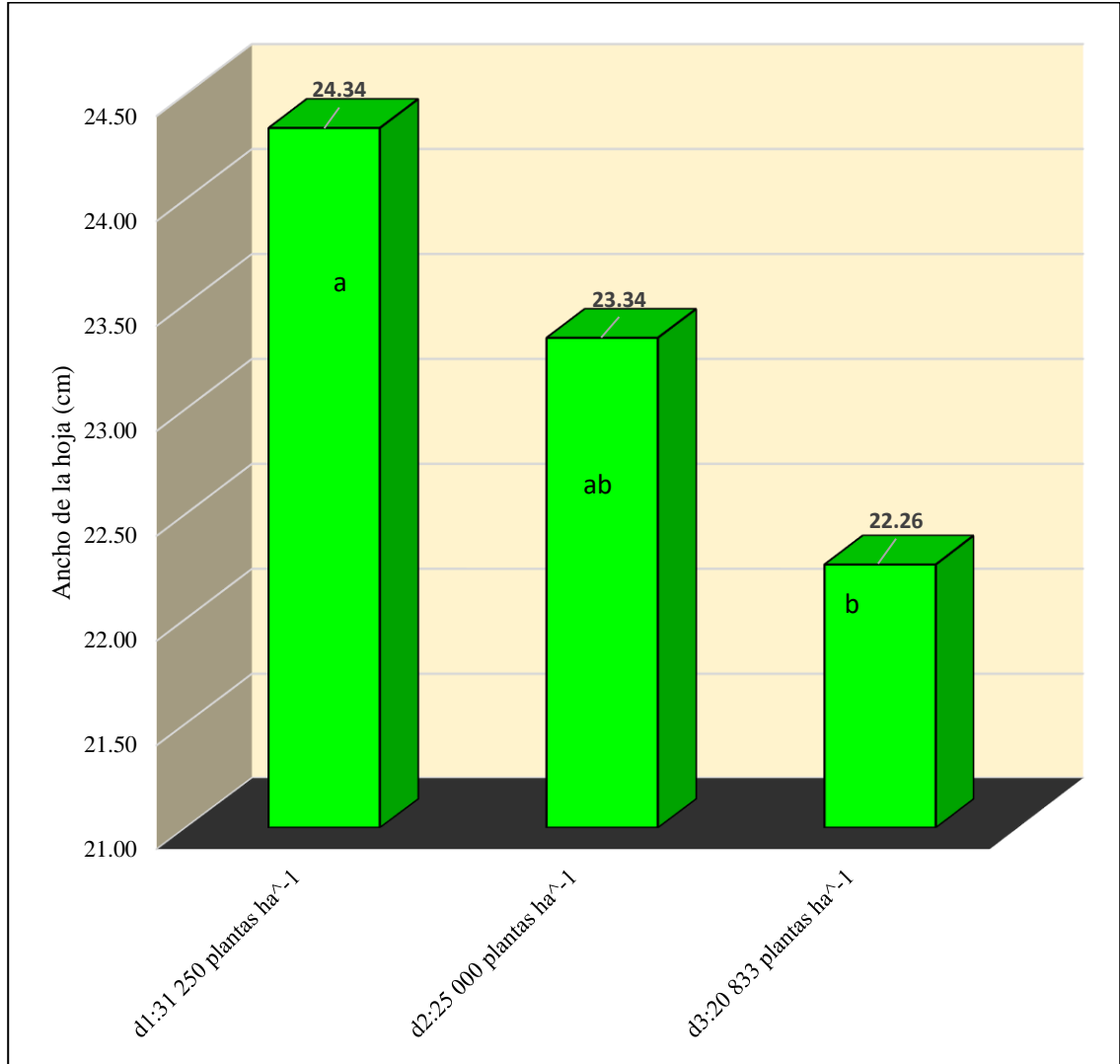
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.110	0.055	0.035	0.9653 ns
Densidad (D)	2	19.650	9.825	6.211	0.0101 *
Guano de islas (G)	2	9.250	4.625	2.924	0.0829 ns
Interacción (D*G)	4	14.370	3.593	2.271	0.1067 ns
Error	16	25.310	1.582		
Total	26	68.690			

C. V (%): 5.40

En la Figura 3.3 se muestra comparación de medias en ancho promedio de la hoja del repollo morado, donde se encontró mayor anchura de 24.34 cm con densidad de 31 250 plantas por hectárea (0.40 x 0.80m); sin embargo, no hay diferencia estadística respecto a la densidad de 25 000 plantas (0.50 x 0.80m), 23.34 cm. Aquí se muestra claramente a mayor densidad se incrementa la anchura de hoja.

Figura 3.3

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de la densidad en ancho promedio de las hojas de repollo morado.



3.1.3 Largo de la hoja (cm)

En la Tabla 3.3 se muestra análisis de varianza en largo promedio de las hojas de col morado; donde, resultó significativa para densidad de plantas (*), excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en longitud de su hoja a la utilización de distintas densidades de siembra. Mientras, los niveles de guano de islas no influyeron de manera diferenciada (ns); asimismo, no hay interacción significativa, es decir, el largo de la hoja principalmente

depende de la densidad y muy poco del otro factor. Se encontró coeficiente de variación 6.97%, esto representa alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 3.3

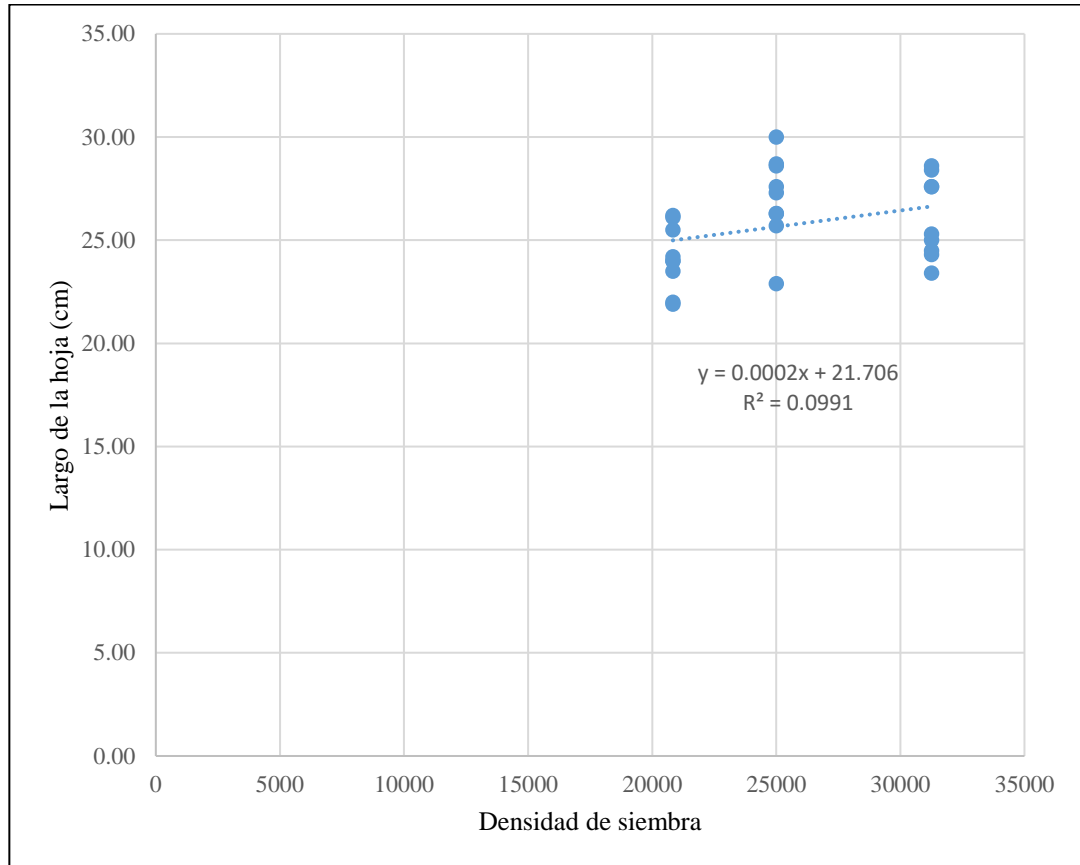
Análisis de varianza en largo promedio de hojas de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán con densidad de plantas y niveles de guano de islas, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	6.050	3.025	0.939	0.4115 ns
Densidad (D)	2	38.930	19.465	6.044	0.0111 *
Guano de islas (G)	2	4.850	2.425	0.753	0.4867 ns
Interacción (D*G)	4	22.890	5.723	1.777	0.1829 ns
Error	16	51.530	3.221		
Total	26	124.250			

C. V (%): 6.97

Figura 3.4

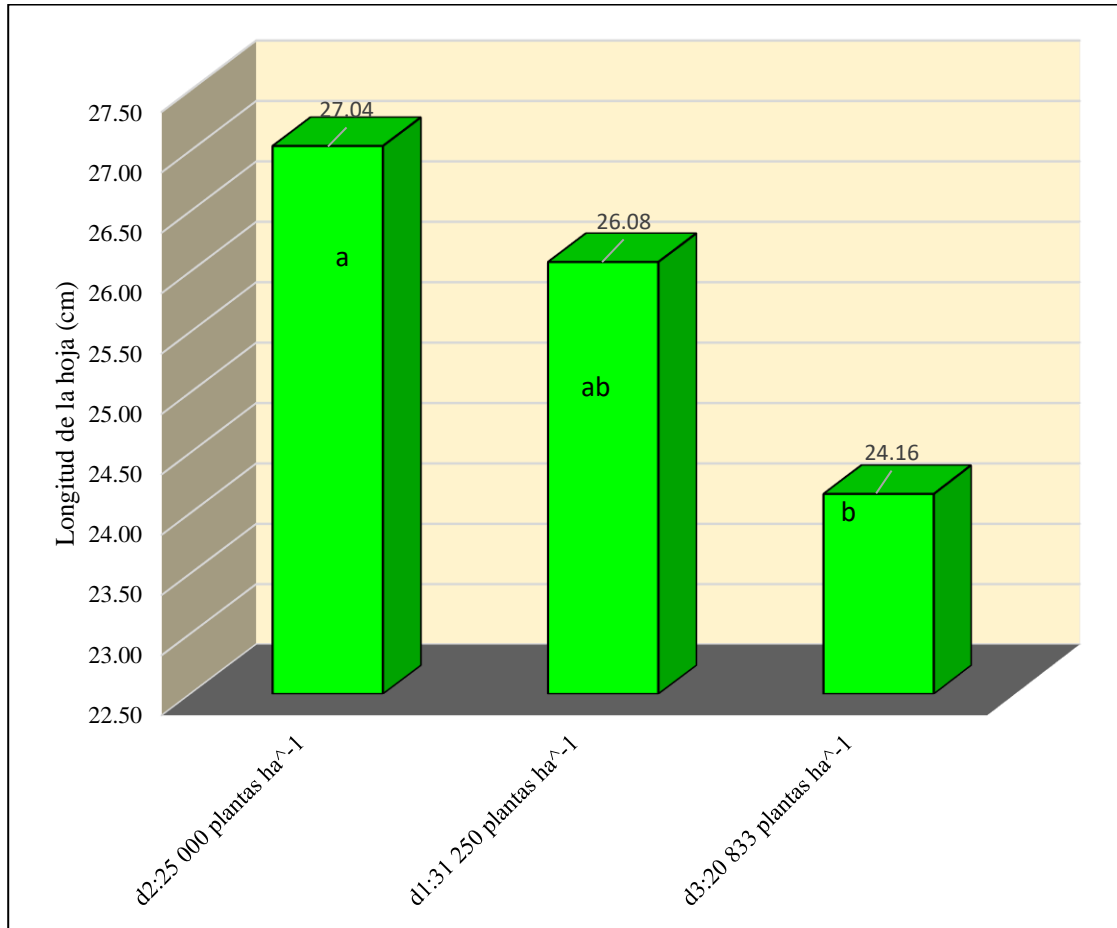
Regresión de largo de la hoja en función del efecto de densidad de siembra en repollo morado.



En la figura 3.4 se muestra regresión de largo de la hoja de repollo morado en función del efecto de las densidades de siembra. Donde se puede ver que la ecuación es lineal, con término independiente 21.706, esto indica longitud alcanzada con la densidad más baja. No obstante, por cada unidad de incremento de la densidad, la altura se puede incrementar en 0.0002 veces.

Figura 3.5

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en longitud promedio de hojas de repollo morado.



En la Figura 3.5 se compara la longitud media de las hojas de repollo morado. A una densidad de 25.000 plantas por hectárea (0.50 x 0.80 m), se encontró que el tamaño más grande era de 27.04 cm; sin embargo, no hay una diferencia estadísticamente significativa cuando se compara con una densidad de 31,250 plantas (0.40 x 0.80 m), que es de 26.07 cm. Aquí, es evidente que se encontró que la longitud era estadísticamente más corta que las otras a una densidad de 20,833 plantas (0.6 x 0.80 m).

3.1.4 Diámetro polar

Tabla 3.4

Análisis de varianza de diámetro polar de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán con densidad de plantas y niveles de guano de islas, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.890	0.445	1.512	0.2514 ns
Densidad (D)	2	0.140	0.070	0.238	0.7968 ns
Guano de islas (G)	2	0.090	0.045	0.153	0.8642 ns
Interacción (D*G)	4	2.190	0.548	1.860	0.1664 ns
Error	16	4.710	0.294		
Total	26	8.020			

C. V (%): 3.67

En la Tabla 3.4 se muestra análisis de varianza de diámetro polar promedio de la col, donde se observa que para todas las fuentes de variación resultó no significativo, esto significa que las densidades y niveles de guano de islas no influyeron de manera diferenciada; por lo tanto, las respuestas son similares para los dos factores evaluados. Dado que no existe significancia, no se realizó el análisis de comparación de medias. Días (2022), evaluó aplicando fertilizantes orgánicos (estiércol de gallina, gallinaza y cuy) en condiciones de Lamas - San Martín a repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata), quien logró resultados muy significativos para todos y cada uno de los principales efectos y fuentes de variación. Además, descubrió un coeficiente de variación de 2.17%, que es comparable con el resultado de esta investigación. Vásquez- Cantalicio y Jacobo - Salinas (2020) en las condiciones de Panao-Huallaga realizó una investigación sobre la variedad de repollo morado (Capitata f. rubra) de *Brassica oleracea* L. El objetivo fue examinar el impacto del guano de isla en dos densidades de siembra y afirma que se observaron variaciones notables en las respuestas evaluadas.

3.1.5 Diámetro ecuatorial (cm)

Tabla 3.5

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.510	0.255	0.938	0.4122 ns
Densidad (D)	2	0.240	0.120	0.441	0.6499 ns
Guano de islas (G)	2	5.210	2.605	9.582	0.0018 **
Interacción (D*G)	4	1.890	0.473	1.738	0.1909 ns
Error	16	4.350	0.272		
Total	26	12.200			

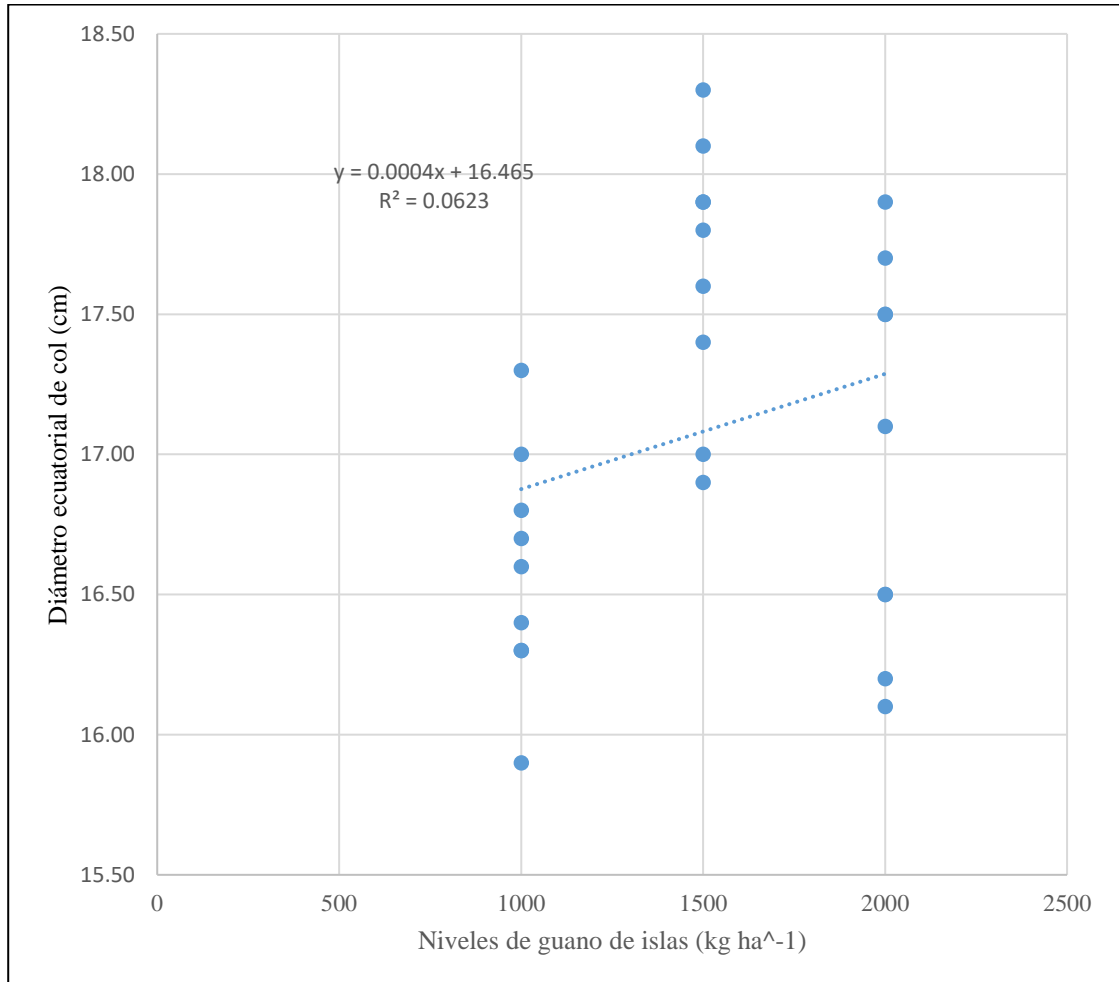
C. V (%): 3.05

En la Tabla 3.5 se muestra análisis de varianza de diámetro ecuatorial de repollo; donde, resultó altamente significativa para guano de islas (**), excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en su diámetro ecuatorial a la utilización de niveles de guano de islas. Mientras, las densidades de plantas no influyeron de manera diferenciada (ns); inclusive, no existe interacción. Se encontró coeficiente de variación 3.05%, del cual deducimos que existe alta precisión y confiabilidad de los resultados.

En la figura 3.6 se muestra regresión del diámetro ecuatorial del repollo morado en función del efecto de los niveles de guano de isla. Donde se puede ver que la ecuación es lineal, con término independiente 16.465, esto indica diámetro alcanzada con el nivel más baja. No obstante, por cada unidad de incremento del nivel de guano, el diámetro se puede incrementar en 0.0004 veces.

Figura 3.6

Correlación de diámetro ecuatorial en función del efecto de niveles de guano de islas en repollo morado.

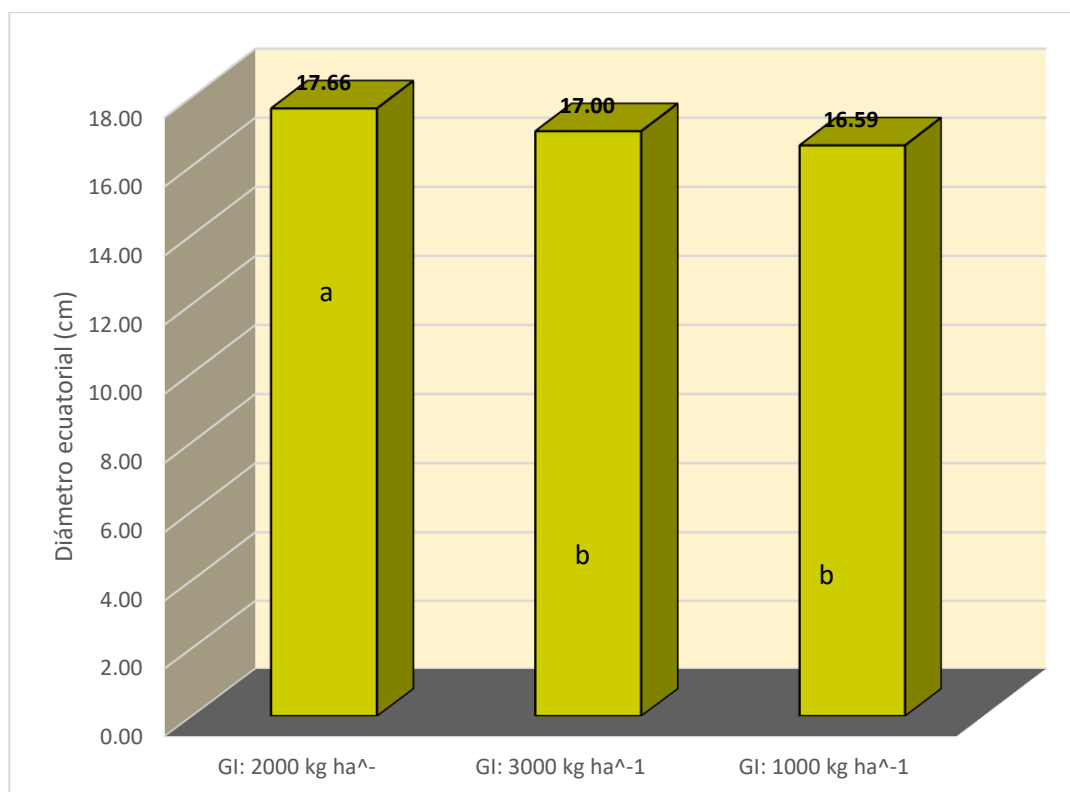


En la Figura 3.7 se muestra comparación de medias en diámetro ecuatorial de repollo morado, donde se encontró mayor tamaño (17.66 cm) con 2000 kg ha⁻¹ de guano de islas. Sin embargo, no hay diferencia entre el efecto de los niveles 3000 y 1000 kg ha⁻¹ del guano, cuyos valores fueron respectivamente, 17.0 y 16.59 cm. Días (2022) evaluó repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) cultivado con fertilizantes orgánicos (gallinaza, gallinaza y cuy) en condiciones de Lamas – San Martín donde registró un diámetro máximo de 22.47 cm cuando se aplicaron 20 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico. Vásquez- Cantalicio y Jacobo - Salinas (2020), en condiciones de Panoa-Huallaga, realizó una investigación sobre la variedad de repollo morado (Capitata f. rubra) de *Brassica oleracea* L., el objetivo fue evaluar el impacto del guano de isla en dos densidades de siembra y descubrió que 5 t ha⁻¹ de guano de isla aumentaron el diámetro ecuatorial (23,73 cm). De La Cruz (2023) evaluó densidad de

plantas y guano de isla en la productividad de col (*Brassica oleracea* L.), en condiciones de Canaán, 2750 msnm – Ayacucho donde reportó 20.37 cm con 41,666 plantas/ha; mientras bajo el efecto de guano de islas (3 t/ha) obtuvo 20.65 cm de diámetro. Ponce (2018) investigó en condiciones del Huallaga el impacto de cuatro niveles de fertilizante orgánico, como la gallinaza (0, 10, 20 y 40 t/ha), sobre la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey. Reportó diámetro de repollo de 14.5 cm, resultado que obtuvo utilizando 40 t ha⁻¹ de gallinaza con una diferencia estadísticamente significativa. Delgado (2009) examinó los efectos del guano de isla y los métodos de control de malezas en el rendimiento de repollo (*Brassica oleracea* L.) en C. E. Canaán, Ayacucho y reportó 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla y 19.69 cm de diámetro de repollo ecuatorial.

Figura 3.7

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de guano de islas en diámetro ecuatorial de repollo morado.



3.1.6 Diámetro del pedúnculo

En la Tabla 3.6 se muestra análisis de varianza en grosor de pedúnculo; donde, resultaron significativa tanta densidad de plantas y bloque, excepto en el resto de las

fuentes de variación (F.V). Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada del grosor de pedúnculo a la utilización de distintas densidades de siembra. Mientras tanto, los niveles de guano de islas no influyeron de manera positivamente. Se encontró coeficiente de variación 3.44%, del cual deducimos que esto representa alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 3.6

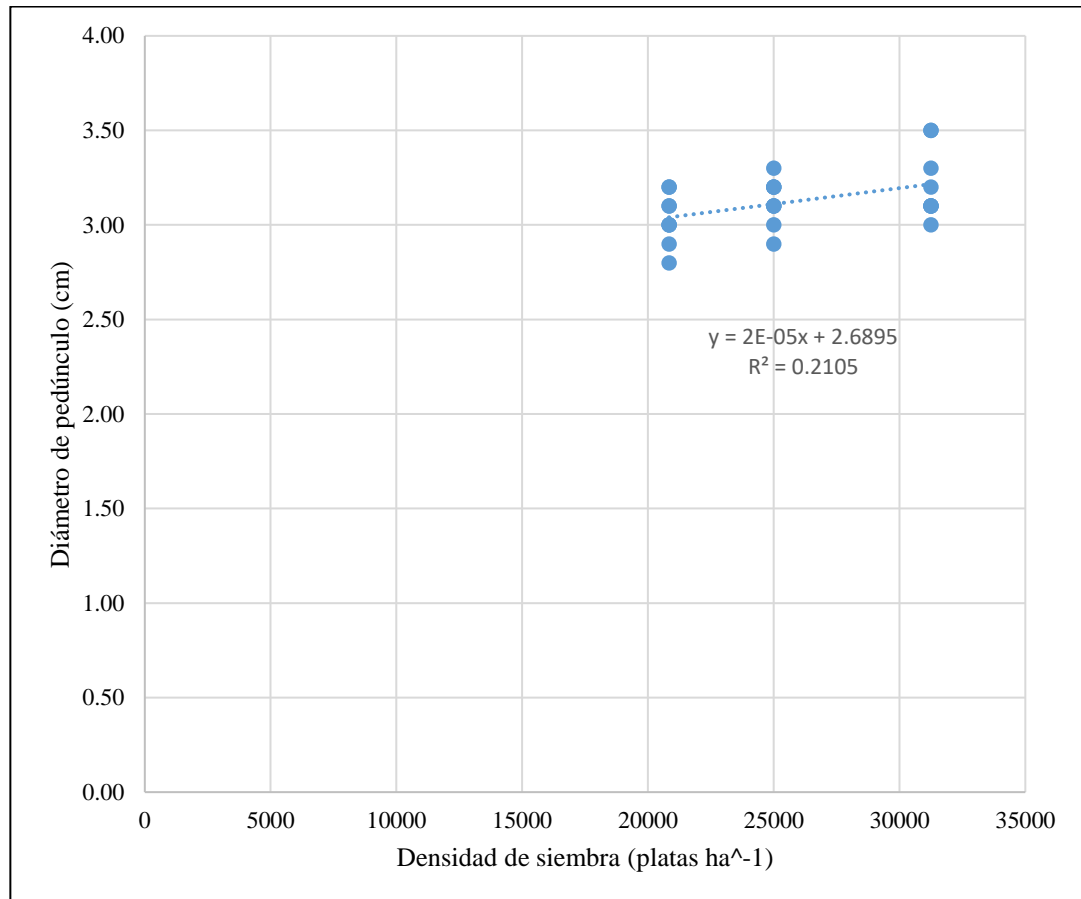
Análisis de varianza de grosor de pedúnculo de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.270	0.135	12.000	0.0008 **
Densidad (D)	2	0.140	0.070	6.222	0.0103 *
Guano de islas (G)	2	0.040	0.020	1.778	0.1922 ns
Interacción (D*G)	4	0.030	0.008	0.667	0.6504 ns
Error	16	0.180	0.011		
Total	26	0.660			

C. V (%): 3.44

Figura 3.8

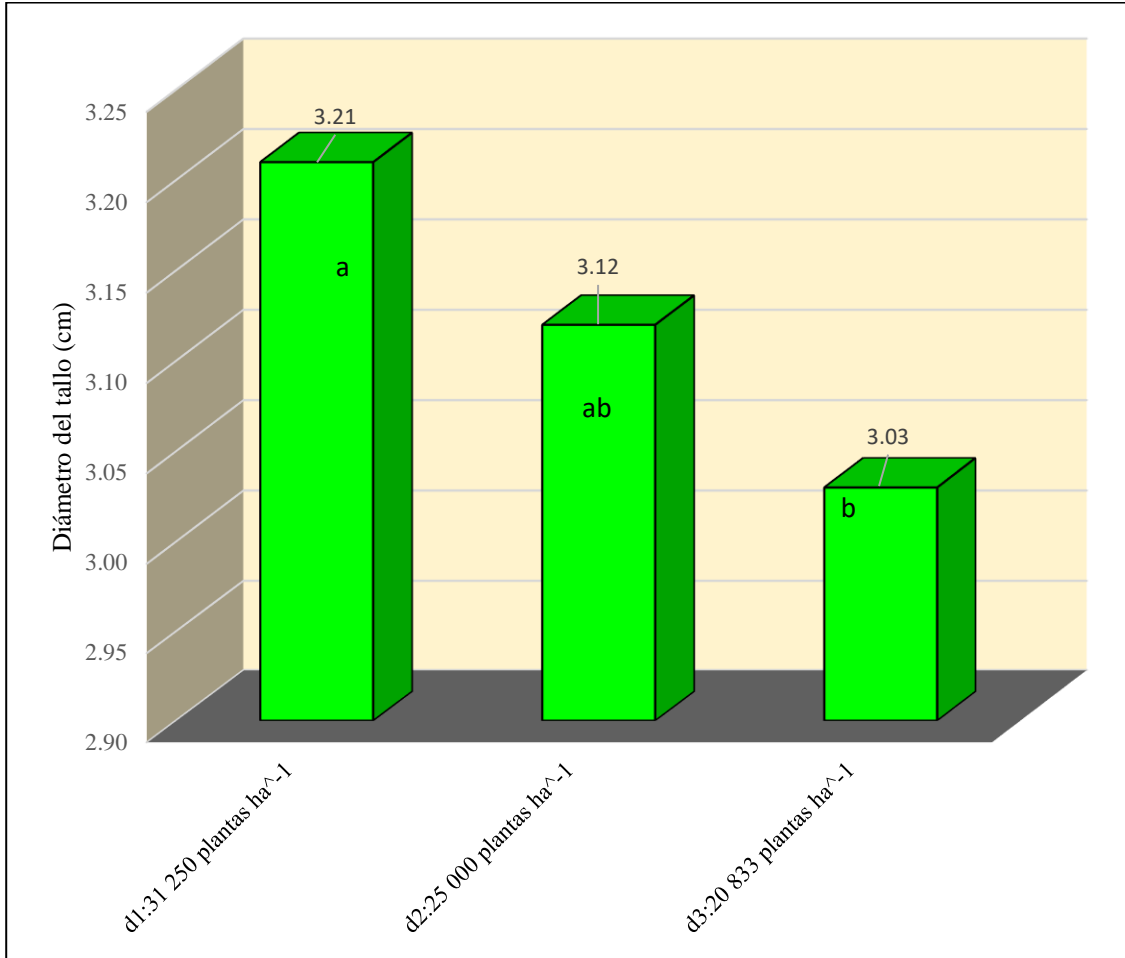
Regresión del diámetro del tallo de repollo morado en función del efecto de densidad de siembra



En la figura 3.8 se muestra regresión de diámetro del tallo repollo morado en función del efecto de las densidades de siembra. Donde se puede r que la ecuación es lineal, con término independiente 2.6895, esto indica diámetro alcanzada con la densidad más baja. No obstante, por cada unidad de incremento de la densidad, el diámetro se puede incrementar en 0.00005 veces.

Figura 3.9

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en diámetro de pedúnculo de repollo morado.



En la Figura 3.9. Se encontró una dimensión mayor (3.21 cm) con una densidad de 31.250 plantas (0,40 x 0,80 m) por hectárea en repollo morado, como se muestra no existe diferencia estadística con respecto a la densidad de 25,000 plantas (0.50 x 0.80 m), 3.11 cm. Aquí, es evidente que se encontró una dimensión menor de 3.03 cm a una densidad menor (20,833 plantas). Días (2022) evaluó el repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) en condiciones de Lamas-San Martín utilizando fertilizantes orgánicos (estiércol de gallina, gallinaza y estiércol de cuy) y encontró diámetro máximo del tallo de 2,54 cm con una combinación de 10 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico. Además, no hubo una diferencia estadísticamente perceptible entre este resultado y los otros niveles.

3.1.7 Rendimiento de repollo

3.1.7.1 Peso promedio de repollo por planta

Tabla 3.7

Análisis de varianza en peso promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.050	0.025	1.081	0.4027 ns
Densidad (D)	2	0.120	0.060	2.595	0.1044 ns
Guano de islas (G)	2	0.020	0.010	0.432	0.6597 ns
Interacción (D*G)	4	0.180	0.045	1.946	0.1494 ns
Error	16	0.370	0.023		
Total	26	0.740			

C. V (%): 11.48

En la Tabla 3.7 se muestra análisis de varianza en rendimiento de biomasa, donde se observa que, para todas las fuentes de variación resultó no significativo ($p > 0.05$), esto significa que las densidades y niveles de guano de islas no influyeron de manera diferenciada; por lo tanto, las respuestas son similares para los dos factores evaluados. Se encontró coeficiente de variación 11.48%, lo cual es indicio de precisión y confiabilidad en los resultados.

3.1.7.2 Rendimiento en kilogramos por hectárea

En la Tabla 3.8 se muestra análisis de varianza en rendimiento de repollo por hectárea; donde, resultó altamente significativa en la densidad de plantas ($p < 0.01$), excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que una de las densidades influye en el rendimiento de manera diferenciada. Mientras, los niveles de guano de islas

no influyeron (ns); asimismo, no hay interacción significativa. Se encontró coeficiente de variación 16.21%, esto demuestra que existe confiabilidad de los resultados.

Tabla 3.8

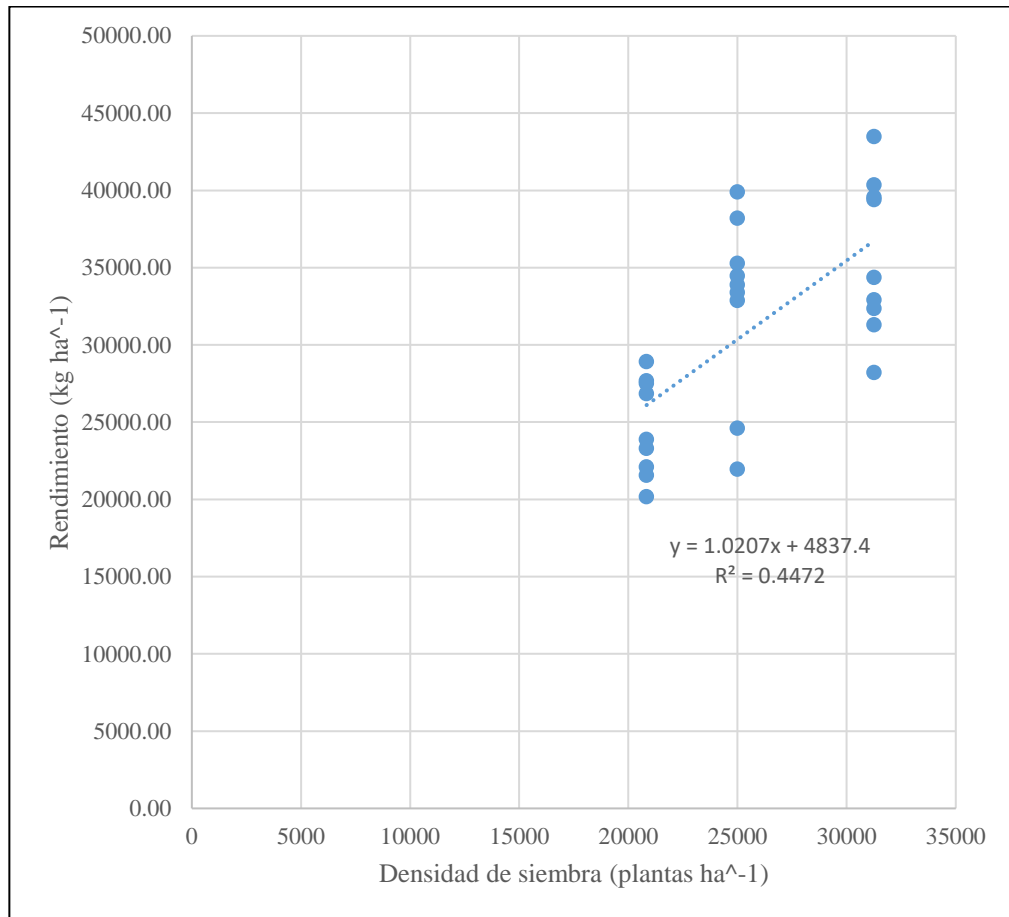
Análisis de varianza en rendimiento en kg/ha de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	13609327.570	6804663.785	0.268	0.7680 ns
Densidad (D)	2	593187219.120	296593609.560	11.698	0.0007 **
Guano de islas (G)	2	13167673.250	6583836.625	0.260	0.7745 ns
Interacción (D*G)	4	127354170.170	31838542.543	1.256	0.3277 ns
Error	16	405681088.030	25355068.002		
Total	26	1152999478.140			

C. V (%): 16.21

Figura 3.10

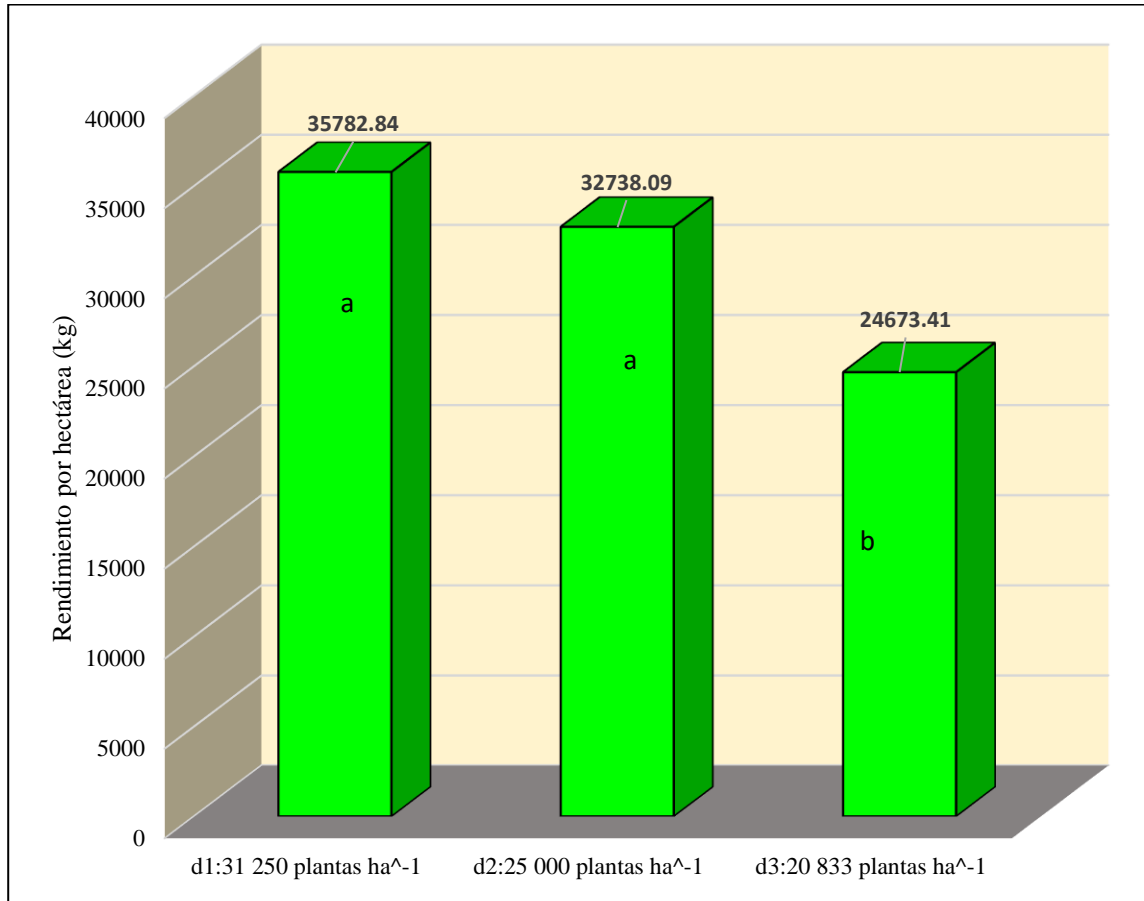
Regresión del rendimiento de repollo morado en función del efecto de densidad de siembra.



En la figura 3.10 se muestra regresión de rendimiento de repollo morado en función del efecto de las densidades de siembra. Donde se puede r que la ecuación es lineal y con término independiente de 4837.4, esto indica que, por cada incremento de la densidad de siembra, el rendimiento sube en 1.0207 veces.

Figura 3.11

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en rendimiento de repollo morado por hectárea.



En la Figura 3.11 se muestra comparación de medias de rendimiento de repollo morado en función de kilogramos por hectáreas. Donde se encontró rendimiento mayor (35782.84 kg/ha) con densidad más alto (31,250 plantas), aunque no muestra diferencia estadística respecto a la densidad de 25,000 plantas (32738.09 kg/ha). En conclusión, el rendimiento se incrementa a mayor densidad de plantas en este trabajo. Días (2022) examinó los efectos principales de tres fertilizantes orgánicos diferentes (estiércol de gallina, gallina y cuy) sobre el repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) en Lamas, San Martín. Los resultados fueron altamente significativos; cuando se combinaron 20 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico, el peso reportado del repollo fue de 851.67 g, además, no hubo una diferencia estadística discernible entre este resultado y los otros niveles. El peso del repollo que se evidenció fue de 42583.33 kg/ha. Vásquez-Cantalicio y Jacobo - Salinas (2020), en las condiciones de Panao-Huallaga, realizaron una investigación en repollo morado (Capitata f. rubra) de *Brassica oleracea* L., el

objetivo fue evaluar el impacto del guano de isla en dos densidades de siembra. Descubrió que 5 t/ha de guano de isla produjo el mayor rendimiento (70,550.00 kg/ha). Ponce (2018) estudió el efecto de abono orgánico gallinaza en 4 niveles (0, 10, 20, y 40 t/ha) en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey, en condiciones de Huallaga. Encontró 1030.8 g en peso de repollo y con diferencia estadística, cuando utilizó 40 t/ha de gallinaza, con rendimiento de 51,937,5 kg/ha de repollo, lo cual es el peso máximo. Delgado (2009) examinó los efectos de las técnicas de control de malezas y del guano de isla sobre el rendimiento de repollo (*Brassica oleracea* L.) en el C. E. Canaán, Ayacucho. Con 3.0 t/ha de guano de isla, el rendimiento por cabeza que reportó fue 33,323.0 kg/ha, con espaciamiento de 0.40 x 0.70 m o 35,714 plantas por hectárea, fue estadísticamente diferente. Chen et al. (2023) manifiesta que la práctica de utilizar fertilizantes orgánicos en lugar de químicos en los cultivos ha ganado popularidad con el desarrollo de la agricultura sostenible. No se sabe bien qué impacto tiene esta practica en los mecanismos microbianos subyacentes del suelo, el porcentaje de fertilizantes orgánicos que deben reemplazar a los fertilizantes químicos y la dosis adecuada para los distintos cultivos.

3.1.8 Correlación de las variables

En la Tabla 3.9 se muestra los coeficientes de correlación de los variables evaluados, en la que se puede destacar, las variables: longitud de la hoja, rendimiento y peso por repollo morado se correlacionan significativamente, 0.797, 0.748, respectivamente; es decir, estos tienen una relación directamente proporcional. Los coeficientes positivos pueden variar de 0-1.0, donde a medida que el coeficiente se aproxima a la unidad, el grado de asociación entre dos variables es muy alta.

Tabla 3.9

Correlación de los variables evaluados en repollo morado con densidad de plantas y niveles de guano de islas.

	Rdt.por.hectárea	Peso.por.repollo	Diám.de.pedúnculo	Diám.ecuatorial	Diám.polar	Longitud.de.hoja	Altura.de.la.planta	Ancho.de.hoja
Rdt.por.hectárea	1							
Peso.por.repollo	0.565	1						
Diám.de.pedúnculo	0.527	0.166	1					
Diám.ecuatorial	0.041	0.23	0.319	1				
Diám.polar	0.52	0.486	0.466	0.434	1			
Longitud.de.hoja	0.797	0.748	0.414	0.181	0.636	1		
Altura.de.la.planta	0.62	0.633	0.168	0.231	0.328	0.753	1	
Ancho.de.hoja	0.566	0.215	0.508	0.386	0.476	0.544	0.216	1

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La densidad de plantas influyó en la altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro de tallo y rendimiento de repollo morado, donde con 25,000 plantas/ha (d2) se alcanzó 28.99 cm, 24.34 cm y 27.04 cm, respectivamente. También influyó en el diámetro de tallo y rendimiento de pellas, donde 31,250 (d1) alcanzó 3.21 cm y 35,782 kg/ha, respectivamente, superando a d3.
2. La aplicación de guano de islas no tuvo influencia en el rendimiento y otras características de la planta de repollo morado, a excepción de diámetro ecuatorial de pella, donde 2000 kg/ha alcanzó 17.66 cm superior a g3 y g1.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr buenos rendimientos de pellas de repollo morado var. Rubra en condiciones similares a Canaán – Ayacucho, se recomienda la densidad 25,000 plantas/ha, con 1000 kg/ha de guano de islas.
2. Se recomienda investigar el cultivo de repollo morado con otras fuentes de abonos orgánicos como alternativa al guano de islas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroancash. (2016). Guano de islas. https://agroancash.gob.pe/agro/wpcontent/uploads/2016/06/GUANO_DE_ISLAS.pdf
- Agrorural. (2012). Manual de abonamiento con guano de las islas. <https://es.scribd.com/document/419403541/Manual-Abonamiento-AgroRural-FINAL-pdf>
- Cabrera M. (2010). *Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de col morada (Brassica oleracea L. var. capitata)* Facultad de Recursos Naturales. Escuela De Ingeniería Agronómica. Riobamba – Ecuador. Disponible en: <file:///f:/tesis/tesis%20col%20lombarda.pdf>
- Caicedo, D.A. (2015). *Respuesta del cultivo de col morada (Brassica oleracea L.) a la aplicación de abonos orgánicos en la zona de Babahoyo*. Tesis de ingeniero agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo– Los Ríos – Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1076/1/T-UTB-FACIAG-AGROP000049.pdf>.
- Castro, L., Pinilla, M., Briceño, Z., Torres, L. (2014). Manejo agronómico del repollo. <https://pdfcoffee.com/manejo-agronomico-del-repollo-4-pdf-free.html>
- Chávez Centeno V. (2015). El efecto en el cultivo de lechuga del guano de islas y de la roca fosfórica incubados en microorganismos. <https://pirua.udep.edu.pe>.
- Chen, W., Zhang, X., Hu, Y., & Zhao, Y. (2023). Effects of Different Proportions of Organic Fertilizer in Place of Chemical Fertilizer on Microbial Diversity and Community Structure of Pineapple Rhizosphere Soil. *Agronomy*, 14(1), 59–59. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010059>
- Díaz, A. (2022). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos con dos diferentes dosis en el rendimiento del cultivo de col morada (Brassica oleracea Var. Capitata) en el distrito de Lamas* [Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/65b6f039-7ecf-4a01-aaed-309371088bc2/content>

- 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* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6029>
- Delgado. (2009). *Niveles de guano de isla y formas de control de malezas en el rendimiento de la col (Brassica oleracea L) Canaán 2750 msnm Ayacucho.* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3891/1/TESIS_AG828_Del.pdf
- Fuentes, F. y Pérez, J. (2003). Cultivo del repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La Libertad, El Salvador. 36 p. <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-repollo/>
- Garzón, G. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos. Red de revistas científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 42 p. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028004002.pdf>
- Goites, E. (2008). Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar. Edición Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Ministerio de desarrollo social. Presidencia de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 136 p. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/08/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf
- Gonzáles, E. (2011). *Evaluación de la productividad de tres cultivares de repollo (Brassica oleracea L. var. capitata) al aire libre, en Valdivia.* Memoria presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 42 p. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fag643e/doc/fag643e.pdf>
- Jaramillo J. y C. Díaz. (2005). El Cultivo de las Crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Compiladores. CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Manual Técnico 4. Rio Negro, Antioquia, Colombia. 176 p. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13457/Ver_Documento_13457.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Llorach, S. (2008). Ciclo de producción en col Lombarda. Investigaciones. <http://www.beninhort /cmd.assatjos.com/lombarda.htm>

- Manasa, S. Mukunda, S. y Rajasekharam, (2017). Respuesta de col roja (*Brassica oleracea* L. var. capitata F. rubra) a diferentes niveles de la planta y la separación de filas. *International Journal of Microbiology actual y Ciencias Aplicada*, 11(6),1684-1689, DOI: [org/10.20546/ijcmas.2017.611.202](https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.202)
- Maroto Borrego J. V. (2002). *Horticultura Herbácea Especial Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomas Madrid España*. 197p. <https://pdfcoffee.com/elementos-de-horticultura-general-j-maroto-pdf-free.html>
- Nuez, F. (2002). Colección de semillas de col-repollo del Centro de Conservación y Mejora de la Agro diversidad Valenciana. Madrid-España. <https://rebiunoda.pro.baratznet.cloud:28443/OpacDiscovery/public/catalog/detail/b2FpOmNlbGVicmF0aW9uOmVzLmJhcmF0ei5yZW4vMjM3NTc4OQ>
- Olaniyi, J. y Ojetayo, A. (2015) Efecto de los tipos de abonos en el crecimiento y rendimiento de dos variedades de col. *Journal of animal y vegetal Sciences*,12(2) 1573-1582. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_e11835b57e1049ad41d6029db076a8b8/Details
- Oliva M.; Eyner H.; Neri J. y Torrejón C. (2018). Características morfoagronómicas en dos variedades de repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) en función a la aplicación de dosis de fertilizantes. *Agroproducción sustentable*, 3(1): 46-54. <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/482>
- Paño, E. (2018). Contribución de dolomita y humus de lombriz en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L. variedad capitata) Centro Agronómico K'ayra – Cusco. http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/3522/253T20180124_TC.pdf?sequence=1
- Peas, J. 2022. valuación de tres dosis de fertilizante foliar orgánico en el rendimiento y calidad del cultivo de col morada (*Brassica oleracea*) variedad “Capitata”, en el distrito de Lamas. [https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/f2c29dfc-580f-4aba-95d1-75e59eda496f/content#:~:text=Valoraci%C3%B3n%20nutricional,coles%20de%20Bruselas%2C%20coliflor\).](https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/f2c29dfc-580f-4aba-95d1-75e59eda496f/content#:~:text=Valoraci%C3%B3n%20nutricional,coles%20de%20Bruselas%2C%20coliflor).)

- Porras, F.J. (2007). *Evaluación de dosis de fertilización nitrogenada y densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de repollo (Brassica oleraceae, var capitata) híbrido Izalco*. Trabajo de diploma. Facultad de agronomía. Universidad nacional agraria. Managua, Nicaragua. <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04p838.pdf>
- Ponce, F. (2018). *Estudiando efecto de cuatro dosis de gallinaza en la producción de repollo (Brassica oleracea L.) var. Corazón de buey en el Alto Huallaga-Tocache*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela profesional de agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, Perú. 132 p. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_a8132a1a97d654661ebf279ab18a29d9
- Rengifo, R.E. (2013). *Utilización de humus y tres concentraciones de gallinaza y su efecto en el rendimiento de la col (Brassica oleracea L.) var. Tropical delight en bolsas de polietileno en Iquitos – Perú*. Tesis de pregrado. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1885/T-631.422-R41.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saire, D. 2022. Efecto de tres densidades de siembra con cuatro niveles de fertilización en el rendimiento de una variedad de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) en la Comunidad de Caytupampa provincia de Calca, región Cusco. https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6959/253T20220372_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Schnug, E., Jacobs F. y Stoven K. (2018) The White Gold of Seabirds.. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79501>
- Segura, R., y Lardizabal, R. (2008). Manual de producción del repollo. USAIDRED. Proyecto de diversificación económica rural. Honduras. 36 p. https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/261/manual_de_produccion_de_repollo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Teuber, O. (2003). Cultivo del repollo morado en Aysen. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de investigación Tamel Aike. Ministerio de Agricultura. Chile. 12 p.
- Vásquez- Cantalicio, N., & Jacobo - Salinas, S. (2020). El guano de isla y su efecto en el rendimiento de la col (*Brassica oleracea* L) variedad lombarda (Capitata f. rubra)

En Colicocha, Huánuco. *Revista Investigación Agraria*, 1–6.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47840/ReInA20204>

ANEXOS

ANEXO 1.

Datos recogidos del campo para cada variable en repollo morado

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (<i>Brassica oleracea</i> L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.									
Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES									
Region:	AYACUCHO	Provincia:	HUAMANGA	Distrito:	ANDRES A. CACERES D.	Localidad:	CANAÁN		
Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
I	0.40 cm / 1000 Kg	1	23.0	28.0	31.0	15.0	17.5	3.2	1.080
		2	24.0	25.0	26.0	17.0	16.0	3.5	1.601
		3	22.0	35.0	33.0	16.0	17.0	3.4	1.297
		4	25.0	29.0	32.0	18.0	17.2	3.8	1.346
		5	21.0	25.5	25.7	13.0	16.0	3.5	1.357
		6	20.0	25.0	24.0	15.1	16.5	3.8	1.235
		Σ	135.0	167.5	171.7	94.1	100.2	21.2	7.916
		Prom.	22.5	27.9	28.6	15.7	16.7	3.5	1.319
	0.40 cm / 2000 Kg	1	36.0	27.5	33.0	16.0	20.1	3.9	1.806
		2	33.0	31.0	30.0	18.5	18.8	3.5	1.563
		3	30.0	23.2	28.0	13.5	15.0	3.2	0.986
		4	26.5	23.0	23.9	13.8	18.6	3.3	1.078
		5	28.5	22.5	26.6	14.9	18.3	3.4	1.582
		6	26.0	20.7	23.9	13.4	17.5	3.4	1.259
		Σ	180.0	147.9	165.4	90.1	108.3	20.7	8.274
		Prom.	30.0	24.7	27.6	15.0	18.1	3.5	1.379
	0.40 cm / 3000 Kg	1	25.8	20.0	23.0	14.8	15.2	3.5	1.456
		2	24.2	22.0	21.5	14.5	16.3	3.4	1.080
		3	29.1	24.5	26.7	16.0	17.4	3.4	1.264
		4	28.0	24.0	24.8	15.0	17.0	3.4	1.199
		5	23.0	21.1	21.3	12.6	15.2	3.2	0.854
		6	24.5	22.3	23.2	13.6	15.8	3.0	1.024
		Σ	154.6	133.9	140.5	86.5	96.9	19.9	6.877
		Prom.	25.8	22.3	23.4	14.4	16.2	3.3	1.146

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
I	0.50 cm / 1000 Kg	1	27.0	22.5	25.3	16.0	17.5	3.3	1.367
		2	26.0	21.0	23.4	13.6	16.5	3.2	0.918
		3	32.0	27.0	29.5	15.6	19.5	3.1	1.426
		4	31.0	21.5	29.4	14.7	17.2	3.0	1.181
		5	24.0	18.5	22.8	14.1	17.7	2.9	0.926
		6	27.0	21.5	24.0	14.5	15.1	3.1	0.855
		Σ	167.0	132.0	154.4	88.5	103.5	18.6	6.673
		Prom.	27.8	22.0	25.7	14.8	17.3	3.1	1.112
	0.50 cm / 2000 Kg	1	25.0	24.5	24.2	14.2	17.2	3.1	1.232
		2	33.0	28.7	31.0	15.5	18.5	3.4	1.737
		3	32.0	28.5	30.0	15.2	19.5	3.2	1.587
		4	30.0	21.5	27.0	14.0	19.0	3.1	1.571
		5	26.0	20.7	23.7	16.2	18.9	3.1	1.626
		6	23.0	19.5	21.7	13.5	15.7	3.0	0.967
		Σ	169.0	143.4	157.6	88.6	108.8	18.9	8.720
		Prom.	28.2	23.9	26.3	14.8	18.1	3.2	1.453
	0.50 cm / 3000 Kg	1	26.0	20.5	23.7	15.1	17.2	3.1	1.080
		2	23.0	21.5	21.5	14.2	16.0	3.1	0.934
		3	26.0	22.5	23.1	16.5	19.1	3.4	1.465
		4	24.0	23.0	21.2	12.6	16.5	3.3	0.736
		5	24.0	23.5	22.6	13.5	17.3	3.0	0.986
		6	27.0	24.0	25.1	14.4	16.5	3.2	0.950
		Σ	150.0	135.0	137.2	86.3	102.6	19.1	6.151
		Prom.	25.0	22.5	22.9	14.4	17.1	3.2	1.025

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
I	0.60 cm / 1000 Kg	1	22.0	20.1	19.9	14.5	16.6	2.9	1.170
		2	19.5	20.3	17.9	14.5	18.0	3.1	1.297
		3	27.0	23.0	24.5	14.5	16.2	3.2	1.040
		4	26.1	20.0	24.0	15.0	16.4	2.8	1.009
		5	25.4	22.5	23.3	12.9	17.0	3.2	0.954
		6	24.0	22.5	22.2	12.6	14.1	3.0	0.810
		Σ	144.0	128.4	131.8	84.0	98.3	18.2	6.280
		Prom.	24.0	21.4	22.0	14.0	16.4	3.0	1.047
	0.60 cm / 2000 Kg	1	24.2	20.7	22.5	14.9	19.1	3.1	1.464
		2	28.0	24.0	26.4	14.6	16.3	3.3	1.399
		3	32.0	21.2	30.0	16.6	19.5	3.1	1.152
		4	30.1	24.0	27.5	15.5	19.4	3.3	1.365
		5	26.0	21.1	23.2	14.3	16.8	3.1	1.152
		6	29.0	26.0	27.3	15.1	16.0	3.4	1.217
		Σ	169.3	137.0	156.9	91.0	107.1	19.3	7.749
		Prom.	28.2	22.8	26.2	15.2	17.9	3.2	1.292
	0.60 cm / 3000 Kg	1	24.0	21.3	22.7	14.2	17.2	3.0	1.138
		2	30.0	22.5	27.5	14.0	15.7	3.2	0.983
		3	22.0	20.9	19.9	14.1	18.0	3.0	1.239
		4	23.0	20.2	20.3	13.5	16.0	2.9	1.113
		5	28.0	24.5	26.7	14.7	18.5	3.1	1.407
6		26.0	24.0	24.0	15.5	19.7	3.7	2.030	
Σ		153.0	133.4	141.1	86.0	105.1	18.9	7.910	
Prom.		25.5	22.2	23.5	14.3	17.5	3.2	1.318	

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
II	0.40 cm / 1000 Kg	1	27.0	21.0	25.3	15.6	17.0	2.7	1.097
		2	30.2	25.5	28.0	14.2	17.2	3.2	1.124
		3	30.0	25.5	28.5	14.4	16.9	3.0	1.143
		4	25.0	24.3	23.7	13.2	15.1	3.3	0.931
		5	25.0	21.5	23.0	13.0	16.1	3.2	1.102
		6	24.5	21.0	23.0	14.8	15.6	2.9	1.074
		Σ	161.7	138.8	151.5	85.2	97.9	18.3	6.471
		Prom.	27.0	23.1	25.3	14.2	16.3	3.1	1.079
	0.40 cm / 2000 Kg	1	23.8	20.0	21.0	13.2	16.7	3.1	0.953
		2	28.0	24.0	26.3	13.9	17.6	3.0	1.222
		3	28.5	25.0	26.2	14.4	18.2	3.0	1.372
		4	26.0	25.5	24.5	13.5	16.6	3.1	0.886
		5	22.0	21.0	20.2	13.0	15.5	3.0	0.490
		6	30.5	23.7	27.7	15.1	16.7	3.1	1.006
		Σ	158.8	139.2	145.9	83.1	101.3	18.3	5.929
		Prom.	26.5	23.2	24.3	13.9	16.9	3.1	0.988
	0.40 cm / 3000 Kg	1	36.0	30.0	34.3	13.5	17.5	3.2	1.201
		2	30.5	27.5	28.2	15.0	17.6	3.7	1.508
		3	28.0	23.4	26.0	15.0	18.1	3.1	1.287
		4	25.1	21.4	23.5	15.2	17.4	2.9	1.087
		5	30.1	24.0	27.6	15.5	17.7	3.4	1.277
6		33.0	26.7	31.0	17.7	18.8	3.0	2.116	
Σ		182.7	153.0	170.6	91.9	107.1	19.3	8.476	
Prom.		30.5	25.5	28.4	15.3	17.9	3.2	1.413	

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. *rubra*), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
II	0.50 cm / 1000 Kg	1	32.0	28.0	30.0	16.0	20.1	3.0	1.826
		2	33.0	3.0	32.0	16.5	20.0	3.5	2.073
		3	31.6	26.7	30.0	15.7	19.5	3.3	1.806
		4	32.0	22.0	28.0	14.7	17.7	3.1	1.291
		5	37.0	29.5	35.0	15.8	19.1	3.4	1.430
		6	27.0	20.5	25.0	14.1	15.6	3.0	1.152
		Σ	192.6	129.7	180.0	92.8	112.0	19.3	9.578
		Prom.	32.1	21.6	30.0	15.5	18.7	3.2	1.596
	0.50 cm / 2000 Kg	1	37.0	29.5	34.0	16.1	18.6	3.2	1.773
		2	27.0	20.5	24.3	16.0	18.5	3.4	1.685
		3	31.0	29.6	29.5	14.2	17.5	3.3	1.150
		4	32.0	27.3	29.0	15.3	18.4	3.2	1.304
		5	29.0	26.5	27.6	15.7	19.0	3.5	1.425
		6	30.0	21.5	27.8	15.2	17.5	3.1	1.573
		Σ	186.0	154.9	172.2	92.5	109.5	19.7	8.910
		Prom.	31.0	25.8	28.7	15.4	18.3	3.3	1.485
	0.50 cm / 3000 Kg	1	32.5	24.0	30.0	15.2	15.8	3.0	1.544
		2	25.6	21.3	23.5	14.3	16.2	3.1	1.249
		3	24.7	21.5	23.0	14.2	15.5	3.0	1.179
		4	34.0	26.3	32.0	16.0	17.9	3.0	1.443
		5	32.0	27.7	30.0	14.9	16.7	3.2	1.463
		6	30.0	24.7	27.0	15.2	17.0	2.9	1.258
		Σ	178.8	145.5	165.5	89.8	99.1	18.2	8.136
		Prom.	29.8	24.3	27.6	15.0	16.5	3.0	1.356

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
II	0.60 cm / 1000 Kg	1	24.0	21.5	20.0	15.0	16.8	3.0	1.230
		2	20.0	22.3	18.0	16.0	19.0	3.2	1.256
		3	26.0	22.0	23.5	14.0	15.9	3.1	1.102
		4	25.6	21.0	25.0	16.0	17.0	3.0	1.024
		5	15.2	21.6	24.0	13.0	16.0	2.9	1.072
		6	24.0	22.4	21.0	14.0	15.1	3.0	0.792
		Σ	134.8	130.8	131.5	88.0	99.8	18.2	6.476
		Prom.	22.5	21.8	21.9	14.7	16.6	3.0	1.079
	0.60 cm / 2000 Kg	1	22.0	21.0	23.2	15.0	19.0	3.2	1.356
		2	29.0	23.8	26.0	16.0	16.5	3.2	1.422
		3	25.0	22.0	29.0	15.0	20.0	3.0	1.231
		4	26.0	25.0	28.0	16.0	19.3	3.1	1.114
		5	26.8	22.0	24.6	16.2	17.0	3.1	1.236
		6	24.0	25.0	26.0	16.4	15.8	3.0	1.156
		Σ	152.8	138.8	156.8	94.6	107.6	18.6	7.515
		Prom.	25.5	23.1	26.1	15.8	17.9	3.1	1.253
	0.60 cm / 3000 Kg	1	25.0	22.0	27.0	15.0	17.0	3.2	1.238
		2	25.0	22.3	25.0	16.2	16.0	3.1	1.105
		3	28.0	20.0	20.0	17.0	17.0	2.9	1.119
		4	22.6	20.6	21.0	13.6	17.0	3.0	1.204
		5	28.9	23.0	27.2	15.0	19.0	3.2	1.501
6		26.0	25.0	25.0	16.0	20.0	3.1	2.206	
Σ		155.5	132.9	145.2	92.8	106.0	18.5	8.373	
Prom.		25.9	22.2	24.2	15.5	17.7	3.1	1.396	

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
III	0.40 cm / 1000 Kg	1	26.0	22.0	24.0	16.2	16.8	2.9	1.249
		2	29.0	24.6	27.0	15.2	18.0	3.1	1.225
		3	28.0	25.6	27.4	15.0	17.3	2.9	1.233
		4	27.0	24.3	22.0	14.1	15.6	3.1	0.894
		5	24.0	22.0	23.5	14.2	17.0	3.1	1.026
		6	25.0	23.0	22.8	15.2	16.2	3.0	1.116
		Σ	159.0	141.5	146.7	89.9	100.9	18.1	6.743
		Prom.	26.5	23.6	24.5	15.0	16.8	3.0	1.124
	0.40 cm / 2000 Kg	1	24.0	21.3	22.0	14.2	17.2	3.0	1.115
		2	27.0	24.8	27.6	14.0	18.0	3.1	1.321
		3	26.3	26.0	25.4	15.3	17.6	2.9	1.147
		4	27.1	26.1	25.0	14.6	17.0	3.4	1.123
		5	23.0	23.0	23.1	14.2	16.0	3.0	0.897
		6	29.0	22.5	26.7	14.9	15.9	3.1	1.142
		Σ	156.4	143.7	149.8	87.2	101.7	18.5	6.745
		Prom.	26.1	24.0	25.0	14.5	17.0	3.1	1.124
	0.40 cm / 3000 Kg	1	32.0	29.6	32.0	14.2	16.8	3.1	1.312
		2	29.5	26.0	29.4	15.8	17.4	3.4	1.472
		3	27.6	22.0	25.6	14.0	19.0	3.0	1.324
		4	26.3	23.0	24.0	16.3	17.4	3.0	1.231
		5	30.1	23.0	25.3	15.7	17.3	3.1	1.119
		6	29.5	25.0	29.4	17.2	16.9	2.9	1.844
		Σ	175.0	148.6	165.7	93.2	104.8	18.5	8.302
		Prom.	29.2	24.8	27.6	15.5	17.5	3.1	1.384

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES

Region: AYACUCHO Provincia: HUAMANGA Distrito: ANDRES A. CACERES D. Localidad: CANAÁN

Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
III	0.50 cm / 1000 Kg	1	29.0	27.3	28.6	15.2	19.6	2.9	1.799
		2	29.9	2.9	30.5	15.7	19.5	3.3	2.042
		3	28.7	26.0	28.6	15.0	19.0	3.1	1.779
		4	29.0	21.5	26.7	14.0	17.3	3.0	1.272
		5	33.6	28.8	33.3	15.0	18.6	3.2	1.409
		6	24.5	20.0	23.8	13.4	15.2	2.9	1.135
		Σ	174.7	126.5	171.4	88.4	109.3	18.4	9.436
		Prom.	29.1	21.1	28.6	14.7	18.2	3.1	1.573
	0.50 cm / 2000 Kg	1	35.2	28.8	32.4	15.3	18.1	3.0	1.747
		2	25.7	20.0	23.1	15.2	18.0	3.2	1.660
		3	29.5	28.9	28.1	13.5	17.1	3.1	1.133
		4	30.5	26.6	27.6	14.6	18.0	3.0	1.285
		5	27.6	25.9	26.3	15.0	18.5	3.3	1.404
		6	28.6	21.0	26.5	14.5	17.1	3.0	1.550
		Σ	177.1	151.1	164.0	88.1	106.8	18.8	8.778
		Prom.	29.5	25.2	27.3	14.7	17.8	3.1	1.463
	0.50 cm / 3000 Kg	1	31.0	23.4	28.6	14.5	15.4	2.9	1.521
		2	24.4	20.8	22.4	13.6	15.8	3.0	1.231
		3	23.5	21.0	21.9	13.5	15.1	2.9	1.162
		4	32.4	25.7	30.5	15.2	17.5	2.9	1.422
		5	30.5	27.0	28.6	14.2	16.3	3.0	1.441
		6	28.6	24.1	25.7	14.5	16.6	2.8	1.239
		Σ	170.3	142.0	157.6	85.5	96.7	17.3	8.016
		Prom.	28.4	23.7	26.3	14.3	16.1	2.9	1.336

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2022.

Nombre de evaluador: KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES									
Region: AYACUCHO		Provincia: HUAMANGA		Distrito: ANDRES A. CACERES D.		Localidad: CANAÁN			
Rep.	Trat.	N° de planta	Altura de planta (cm/planta)	Ancho de hojas (cm)	largo de hojas (cm)	Diámetro polar (cm/cabeza de repollo)	Diámetro ecuatorial (cm/cabeza de repollo)	Grosor del pedúnculo de repollo(cm)	Rendimiento de biomasa (kg/cabeza)
III	0.60 cm / 1000 Kg	1	25.2	23.8	23.1	14.4	17.8	2.8	1.492
		2	23.8	12.3	23.1	15.1	18.8	3.1	1.625
		3	26.0	23.4	24.8	13.8	17.0	3.0	1.419
		4	26.0	20.7	24.6	14.3	16.7	2.8	1.131
		5	23.2	24.6	27.3	13.4	16.9	2.9	1.222
		6	23.1	20.7	21.3	13.1	14.8	2.8	0.949
		Σ	147.4	125.5	144.3	84.0	102.0	17.4	7.839
		Prom.	24.6	20.9	24.0	14.0	17.0	2.9	1.306
	0.60 cm / 2000 Kg	1	27.3	24.3	26.5	14.4	18.1	3.0	1.528
		2	26.1	21.4	23.4	14.9	16.9	3.1	1.518
		3	26.0	24.8	27.2	13.6	18.1	2.9	1.165
		4	26.9	25.2	26.5	14.6	18.2	2.9	1.182
		5	25.9	23.3	24.2	14.8	17.3	3.1	1.300
		6	25.0	22.4	25.0	14.7	16.0	2.8	1.333
		Σ	157.1	141.4	152.8	87.0	104.6	17.8	8.026
		Prom.	26.2	23.6	25.5	14.5	17.4	3.0	1.338
	0.60 cm / 3000 Kg	1	26.6	22.2	26.5	14.0	15.8	2.9	1.359
		2	23.5	21.0	22.6	14.2	15.5	2.9	1.151
		3	24.5	20.0	20.0	14.5	15.7	2.7	1.123
		4	26.2	22.6	24.5	13.7	16.8	2.8	1.293
		5	28.3	24.4	26.6	13.9	17.2	3.0	1.449
		6	26.0	24.0	24.1	14.5	17.8	2.8	1.697
		Σ	155.1	134.1	144.2	84.9	98.9	17.1	8.073
		Prom.	25.9	22.3	24.0	14.2	16.5	2.8	1.346

ANEXO 2.
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1

Limpieza del campo experimental.



Fotografía 2

Almacigo en bandejas



Fotografía 3.

Demarcación de los surcos.



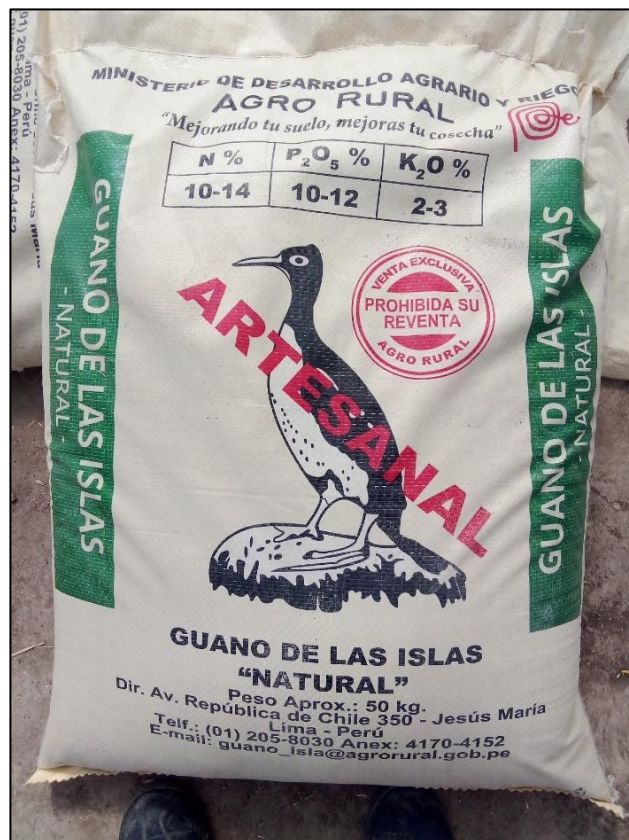
Fotografía 4

Surcado del campo experimental



Fotografía 5

Trasplante de plantines del repollo morado



Fotografía 6

Abono Guano de islas



Fotografía 7

Riego de la parcela



Fotografía 8

Deshierbo mecánico de las parcelas



Fotografía 9

. Plantas del repollo morado en plena formación de pellas



Fotografía 10

Cosecha de repollo morado y pesaje de pellas



Fotografía 11

Medición del diámetro de pella de repollo morado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES
R.D. N° 059-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los nueve días del mes de junio del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho 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. José Antonio Quispe Tenorio, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. *rubra*), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2023**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **KLISMAN ANDERSON ESPINO ALVITES**.

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. José Antonio Quispe Tenorio	15	14	15	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	15	14	15	15
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	16	13	14	14
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	15	15	16	15
PROMEDIO GENERAL				15

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

.....
Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Presidente

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

.....
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas
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 operativisar, 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.C.F. N° N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2023

Autor : Klisman Anderson Espino Alvites

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, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veinticuatro por ciento (**24 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2715701535

Ayacucho, 15 de julio de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Coordinador de Control de originalidad de
trabajo de investigación y tesis - FCA

Densidad de plantas y niveles
de guano de islas en el
rendimiento del repollo
morado (*Brassica oleracea* L.
var. *rubra*), Canaán, 2750
msnm, Ayacucho, 2023

por Klisman Anderson ESPINO ALVITES

Fecha de entrega: 15-jul-2025 10:07p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2715701535

Nombre del archivo: Tesis_col_morado_kilsman_corregido_150725.docx (7.57M)

Total de palabras: 12458

Total de caracteres: 66936

Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra), Canaán, 2750 msnm, Ayacucho, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

20%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	14%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.enbuenasmanos.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

DENSIDAD DE PLANTAS Y NIVELES DE GUANO DE ISLAS EN EL RENDIMIENTO DEL REPOLLO MORADO (*Brassica oleracea* L. Var.

Rubra), CANAÁN, 2750 msnm, AYACUCHO, 2023

Klisman Anderson Espino Albites,

klisman.espino.01@unsch.edu.pe

Walter Augusto Mateu-Mateo

walter.mateu@unsch.edu.pe

Línea de investigación: Sistema de producción agrícola

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, región Ayacucho a 2750 msnm, con el objetivo de determinar la influencia de densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado. Se estudió 3 densidades de plantas: 31250, 25,000 y 20,833 plantas/ha y 3 niveles de guano de islas: 1000, 2000 y 3000 kg/ha. Se utilizó el diseño de Bloque Completamente Randomizado con arreglo factorial de 3D x 3G, con 09 tratamientos y 03 repeticiones. Se evaluaron los caracteres de productividad. Las conclusiones fueron: La densidad de plantas influyó en la altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro de tallo y rendimiento, donde con 25,000 plantas/ha (d2) se alcanzó 28.99 cm, 24.34 cm y 27.04 cm, respectivamente. También influyó en el diámetro de tallo y rendimiento de pellas, donde 31,250 (d1) alcanzó 3.21 cm y 35,782 kg/ha, respectivamente, superando a d3. La aplicación de guano de islas no tuvo influencia en el rendimiento y otras características de la planta a excepción de diámetro ecuatorial de pella, donde 2000 kg/ha alcanzó 17.66 cm superior a g3 y g1.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L. var. Rubra, densidad de plantas, niveles de guano de islas.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes químicos, con el fin de obtener mayor rendimiento en los cultivos. Pero la aplicación excesiva ha producido la degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad. Los principales impactos negativos de los fertilizantes en suelo son la variación del pH, deterioro de la estructura del suelo y deterioro de la microfauna.

El repollo morado es una planta nutritiva con numerosos beneficios para la salud. Es rico en vitaminas A, C y E. También contiene antocianinas los cuales compuestos que le dan su color morado característico lo cuales actúan como antioxidantes, protegiendo las células del daño causado por los radicales libres, lo que puede ayudar a prevenir enfermedades crónicas y mejorar la salud en general.

Todos los cultivos requieren un área adecuada para su crecimiento y desarrollo en un entorno limitado, por lo cual es necesario encontrar el distanciamiento adecuado en la siembra entre golpes. Si esta área no es suficiente, se llevará una competencia entre ellas por nutrientes, luz, agua y espacio. Estas competencias se manifiestan en la competencia entre plantas, ya sea de forma intraespecífica entre la misma especie o interespecífica de especies diferentes.

El guano de las islas de nuestro país, es considerado como un eficaz fertilizante natural único en el mundo, que permite en el agro un mayor rendimiento por hectárea y mejor calidad de producto.

Los diferentes distanciamientos entre golpes buscan encontrar la densidad de siembra adecuada y la aplicación de diferentes niveles de guano de islas el reducir el uso de fertilizantes químicos y evitar daños en los suelos.

También se pretende obtener una adecuada dosificación de guano de islas incrementar la producción de manera orgánica y evitar gastos innecesarios y de esta manera cubrir la demanda de los mercados y satisfacer las necesidades de los consumidores.

Objetivo general

Determinar la influencia de densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra) en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.
2. Determinar la influencia de niveles de guano de islas en el rendimiento del repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. rubra) de en Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

METODOLOGÍA

Ubicación del experimento

La investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado a 2750 metros sobre el nivel del mar. Las

coordenadas geográficas del lugar son 13° 9'20.85" de latitud sur y 74°13'12.72" de longitud oeste. Políticamente, pertenece al distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, esta área corresponde a una zona de montaña baja subtropical de estepa espinosa (ee-MBS).

Condiciones climáticas

Según la Estación Meteorológica INIA-Canaán, en el climograma del Centro Experimental Canaán, UNSCH se observa que los picos más altos de temperatura se alcanzan en los meses de octubre y noviembre (27°C), mientras los picos más bajos se muestran en los meses de junio (6.11°C). La precipitación más alta se alcanza en el mes de marzo (120.5 mm) y la mínima en el mes de julio (1.10 mm). La precipitación acumulada anual en el Centro Experimental Canaán es de 493.50 mm.

Características del suelo y guano de islas

El suelo experimental, según el análisis de suelo Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes AGROLAB, se encontró los siguientes resultados: materia orgánica, 2.80% (medio); fósforo disponible, 21.10 ppm (medio); potasio, 211.4 ppm (muy alto); pH, 7.7 (moderadamente alcalino y una textura franco arcillosa).

El guano de islas utilizado fue adquirido de Agrorural-Ayacucho contiene 10-14 % de nitrógeno, 10-12 % de fosforo y 2-3 % de potasio. También contiene otros elementos como Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu y Mn.

Variables e indicadores

Variables independientes e indicadores:

Densidad de plantas: D1: 31250 plantas /ha (0.4 x 0.8 m), D2: 25000 plantas/ha (0.50 x 0.8 m), D3: 20833 plantas/ha (0.6 x 0.8 m)

Niveles de guano de islas: G1: 1000 kg/ha, G2: 2000 kg/ha, G3: 3000 kg/ha

Variables dependientes e indicadores: Altura de planta (cm/planta), Ancho de hojas (cm), largo de hojas (cm), Diámetro ecuatorial repollo (cm), Grosor del pedúnculo de repollo (cm), Rendimiento de repollos (kg/ha).

Diseño experimental y análisis estadístico

El trabajo de investigación, se condujo utilizando el diseño de bloques completamente randomizado (DBCR), con arreglo factorial de 3D x 3G, 3 repeticiones y 9 tratamientos por repetición. En el análisis estadístico se realizó el ANVA y la prueba de contraste de Tukey. El modelo aditivo lineal fue: $Y_{ijk} = \mu + \beta_i + V_j + G_k + (VG)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$

Tratamientos

Tabla 1

Descripción de los tratamientos

N°	Combinación	Descripción
T1	d1-g1	31250 plantas + 1000 kg/ha guano de islas
T2	d1-g2	31250 plantas + 2000 kg/ha guano de islas
T3	d1-g3	31250 plantas + 3000 kg/ha guano de islas
T4	d2-g1	25000 plantas + 1000 kg/ha guano de islas
T5	d2-g2	25000 plantas + 2000 kg/ha guano de islas
T6	d2-g3	25000 plantas + 3000 kg/ha guano de islas
T7	d3-g1	20833 plantas + 1000 kg/ha guano de islas
T8	d3-g1	20833 plantas + 2000 kg/ha guano de islas
T9	d3-g1	20833 plantas + 3000 kg/ha guano de islas

Criterios de evaluación de los indicadores de las variables dependientes

Productividad

Altura de planta. Para obtener la información de altura de la planta se utilizó un flexómetro con el que se tomó la medida de 10 plantas al azar de cada tratamiento, la medida se realizó desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más grande, para obtener el promedio, cuyos resultados se expresaron en centímetros (cm).

Ancho y largo de hojas. Para medir el ancho y largo de hoja se utilizó de una cinta métrica, con el cual se procedió a medir la primera hoja externa de 10 repollos al azar de cada tratamiento, el promedio se expresó en centímetros (cm).

Diámetro ecuatorial del repollo. Para obtener la información de diámetro ecuatorial se utilizó un flexómetro con el que se tomó la medida de 10 repollos cosechados al azar de cada tratamiento, la medida se realizó de la parte central del repollo, para obtener el promedio y los promedios se expresaron en centímetros (cm).

Rendimiento de repollos. Para obtener información del rendimiento de repollos se cosechó y pesó todas las plantas del surco central de cada tratamiento, luego se obtuvo el rendimiento promedio de repollos por hectárea, cuyos resultados se expresaron en kilos por hectárea (kg/ha)

Instalación y conducción del experimento

Actividades preliminares

Se procedió a reconocer el terreno, a continuación, se realizó la limpieza. Esta labor se realizó el 22 de febrero de 2023.

Siembra de almácigo

La siembra se realizó en bandejas, se utilizó un sustrato preparado a base de tierra negra, compost y musgo en una proporción de 3:1:1 respectivamente, la siembra se realizó a una profundidad de 0.5 cm para lograr la emergencia y crecimiento de las plántulas hasta que alcancen 10 cm de altura con 3-4 hojas verdaderas. Esta labor se realizó el 15 de enero de 2023.

Delimitación de parcelas experimentales

La demarcación del campo experimental se realizó utilizando wincha, cordel, estacas, yeso, de acuerdo al diseño del experimento, delimitando los surcos, parcelas, bloques. Esta labor se realizó el 09 de marzo de 2023.

Aplicación de abono

Las dosis de guano de islas se aplicaron al terreno, antes del trasplante, según las dosis y de acuerdo a los tratamientos en propuestas. Esta labor se realizó el 18 de marzo de 2023.

Trasplante del repollo

El trasplante se realizó cuando las plántulas tuvieron de 3-4 hojas. Esta labor se realizó el 11 de marzo de 2023.

Labores culturales

Se realizaron las siguientes labores culturales según a fin de favorecer el crecimiento adecuado de las plántulas de col:

Deshierbo

Se realizó en forma manual utilizando azadones, de acuerdo a la presencia de las malezas, con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo. Esta labor se realizó el 09 de abril de 2023.

Riego

Se aplicó el riego por goteo, se realizó periódicamente cada 5 días, según que el cultivo lo requiera.

Aporque

Se realizó manualmente utilizando azadones para arrimar el suelo al pie de la planta, para estabilizar la planta de col y controlar las malezas. Esta labor se realizó el 21 de abril de 2023.

Control fitosanitario

El control se realizó una vez evaluada la incidencia de plagas en la planta. Esta labor consistió en la aplicación con fumigadora manual del insecticida comercial Tifon para el control de los pulgones y masticadores (*Diabrotica* sp). Esta labor se realizó el 12 de abril de 2023.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron su tamaño, consistencia, compactas y presentaron una condición óptima para el mercado. Esta labor se inició el 12 de julio hasta el 20 de julio de 2023.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de variables de respuesta

Altura de la planta (cm)

Tabla 2

Análisis de varianza en altura promedio de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	10.790	5.395	1.590	0.2344 ns
Densidad (D)	2	59.050	29.525	8.701	0.0028 **
Guano de islas (G)	2	13.230	6.615	1.950	0.1747 ns
Interacción (D*G)	4	23.390	5.848	1.723	0.1940 ns
Error	16	54.290	3.393		
Total	26	160.750			

C. V (%): 6.78

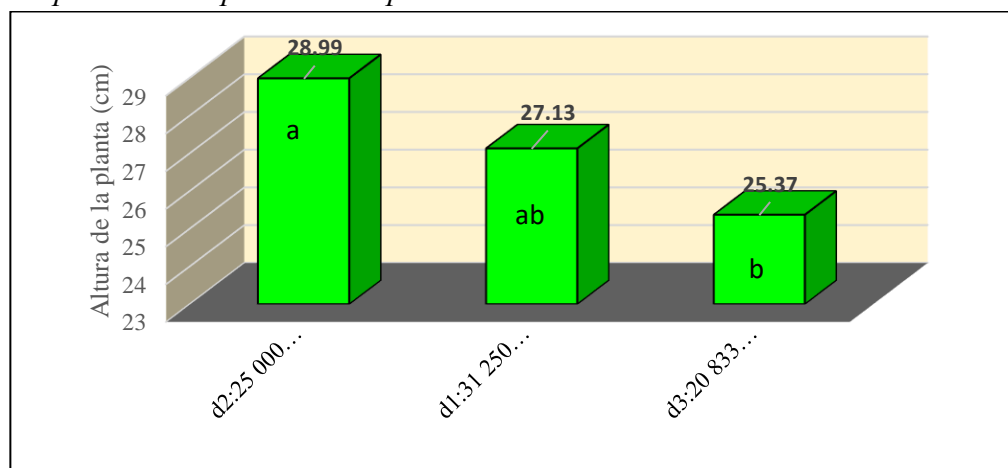
En la Tabla 2 se muestra análisis de varianza (ANVA) en altura promedio de la planta; donde, resultó altamente significativa para densidad de plantas, excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada de la

planta en su altura a la utilización de distintas densidades de plantas por unidad de superficie. Mientras, los niveles de guano de islas no influyeron de manera diferenciada ($p < 0.05$); asimismo, no hay interacción significativa. Se encontró coeficiente de variación 6.78%, que representa alta precisión y confiabilidad de los resultados. Dado que no hay interacción, se realizó el análisis de comparación de medias en función de los efectos principales.

En la Figura 1 se muestra comparación de medias en altura promedio de la planta de repollo morado, donde se encontró mayor altura (28.99 cm) con densidad de 25,000 plantas por hectárea (0.50 x 0.80 m); sin embargo, no hay diferencia estadística respecto a la densidad de 31,250 plantas (0.40 x 0.80 m), 27.13 cm. Aquí se muestra claramente que con menor densidad de 20 833 plantas (0.6 x 0.80 m) se encontró altura promedio inferior del resto, 25.37 cm.

Figura 1

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad de siembra en altura promedio de plantas de repollo morado.



Días (2022) evaluó repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) cultivado con fertilizantes orgánicos (gallinaza, gallinaza y cuy) en condiciones de Lamas – San Martín. Se registró una altura máxima de 31.52 cm utilizando una combinación de 10 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico. Además, no hubo diferencia estadísticamente perceptible entre este resultado y los otros niveles. Ponce (2018) investigó en condiciones del Huallaga, el impacto de cuatro niveles de fertilizante orgánico, como la gallinaza (0, 10, 20 y 40 t ha⁻¹), sobre la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey, encontró la altura de la planta a 25.03 cm, y este resultado se obtuvo con 40 t ha⁻¹ de gallinaza con diferencia estadística.

Ancho de la hoja

En la Tabla 3 se muestra análisis de varianza (ANVA) en ancho promedio de la hoja; donde, resultó altamente significativa para densidad de plantas, excepto en el resto de las fuentes de variación. Es decir, existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en anchura de hoja a la utilización de distintas densidades de plantas por unidad de superficie. Como no hay interacción, significativa que el ancho de la hoja principalmente depende del efecto independiente del factor densidad. Se encontró coeficiente de variación 5.40%, esto representa alta precisión y confiabilidad de los resultados. Dado que no hay interacción, se realizó análisis de comparación de medias en función de los efectos principales de la densidad.

Tabla 3

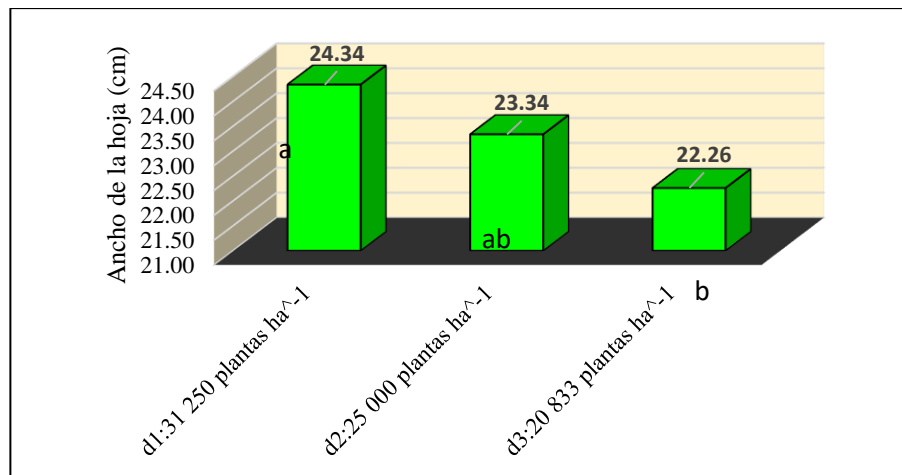
Análisis de varianza en ancho promedio de hojas de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.110	0.055	0.035	0.9653 ns
Densidad (D)	2	19.650	9.825	6.211	0.0101 *
Guano de islas (G)	2	9.250	4.625	2.924	0.0829 ns
Interacción (D*G)	4	14.370	3.593	2.271	0.1067 ns
Error	16	25.310	1.582		
Total	26	68.690			

C. V (%): 5.40

Figura 2

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) de la densidad en ancho promedio de las hojas de repollo morado.



En la Figura 2 se muestra comparación de medias en ancho promedio de la hoja del repollo morado, donde se encontró mayor anchura de 24.34 cm con densidad de 31 250 plantas por hectárea (0.40 x 0.80m); sin embargo, no hay diferencia estadística respecto a la densidad de 25 000 plantas (0.50 x 0.80m), 23.34 cm. Aquí se muestra claramente a mayor densidad se incrementa el ancho de hoja.

Largo de la hoja (cm)

En la Tabla 4 se muestra análisis de varianza en largo promedio de las hojas de col morado; donde, resultó significativa para densidad de plantas, excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en longitud de su hoja a la utilización de distintas densidades de siembra. Mientras, los niveles de guano de islas no influyeron de manera diferenciada; asimismo, no hay interacción significativa, es decir, el largo de la hoja principalmente depende de la densidad y muy poco del otro factor. Se encontró coeficiente de variación 6.97%, esto representa alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 4

Análisis de varianza en largo promedio de hojas de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra), Canaán con densidad de plantas y niveles de guano de islas, 2750 msnm, Ayacucho.

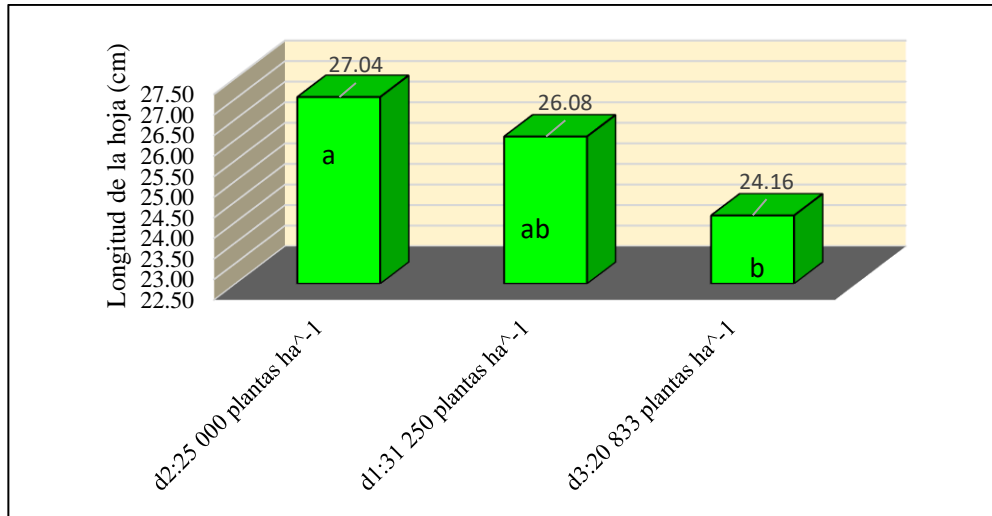
F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	6.050	3.025	0.939	0.4115 ns
Densidad (D)	2	38.930	19.465	6.044	0.0111 *
Guano de islas (G)	2	4.850	2.425	0.753	0.4867 ns
Interacción (D*G)	4	22.890	5.723	1.777	0.1829 ns
Error	16	51.530	3.221		
Total	26	124.250			

C. V (%): 6.97

En la Figura 3 se compara la longitud media de las hojas de repollo morado. A una densidad de 25.000 plantas por hectárea (0.50 x 0.80 m), se encontró que el tamaño más grande era de 27.04 cm; sin embargo, no hay una diferencia estadísticamente significativa cuando se compara con una densidad de 31,250 plantas (0.40 x 0.80 m), que es de 26.07 cm. Es evidente que la longitud de hoja es estadísticamente más corta que las otras, a una densidad de 20,833 plantas (0.6 x 0.80 m).

Figura 3

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en longitud promedio de hojas de repollo morado.



Diámetro ecuatorial (cm)

En la Tabla 5 se muestra análisis de varianza de diámetro ecuatorial de repollo; donde, resultó altamente significativa para guano de islas, excepto del resto de las fuentes de variación. Esto significa que existe respuesta positiva o diferenciada de la planta en su diámetro ecuatorial a la utilización de niveles de guano de islas. Mientras, las densidades de plantas no influyeron de manera diferenciada (ns); inclusive, no existe interacción. Se encontró coeficiente de variación 3.05%, del cual deducimos que existe alta precisión y confiabilidad de los resultados.

Tabla 5

Análisis de varianza de diámetro ecuatorial promedio de repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. *rubra*) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	0.510	0.255	0.938	0.4122 ns
Densidad (D)	2	0.240	0.120	0.441	0.6499 ns
Guano de islas (G)	2	5.210	2.605	9.582	0.0018 **
Interacción (D*G)	4	1.890	0.473	1.738	0.1909 ns
Error	16	4.350	0.272		
Total	26	12.200			

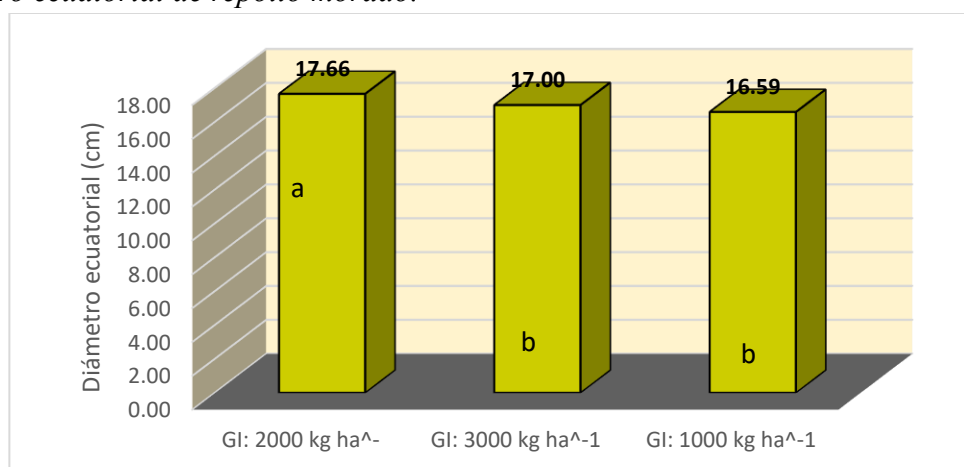
C. V (%): 3.05

En la Figura 4 se muestra comparación de medias en diámetro ecuatorial de repollo morado, donde se encontró mayor tamaño (17.66 cm) con 2000 kg ha⁻¹ de guano de islas.

Sin embargo, no hay diferencia entre el efecto de los niveles 3000 y 1000 kg ha⁻¹ del guano, cuyos valores fueron respectivamente, 17.0 y 16.59 cm. Días (2022) evaluó repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) cultivado con fertilizantes orgánicos (gallinaza, gallinaza y cuy) en condiciones de Lamas – San Martín donde registró un diámetro máximo de 22.47 cm cuando se aplicaron 20 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico.

Figura 4

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de guano de islas en diámetro ecuatorial de repollo morado.



Vásquez- Cantalicio y Jacobo - Salinas (2020), en condiciones de Panao-Huallaga, realizó una investigación sobre la variedad de repollo morado (Capitata f. rubra) de *Brassica oleracea* L., el objetivo fue evaluar el impacto del guano de isla en dos densidades de siembra y descubrió que 5 t ha⁻¹ de guano de isla aumentaron el diámetro ecuatorial (23,73 cm). De La Cruz (2023) evaluó densidad de plantas y guano de isla en la productividad de col (*Brassica oleracea* L.), en condiciones de Canaán, 2750 msnm – Ayacucho donde reportó 20.37 cm con 41,666 plantas/ha; mientras bajo el efecto de guano de islas (3 t/ha) obtuvo 20.65 cm de diámetro. Ponce (2018) investigó en condiciones del Huallaga el impacto de cuatro niveles de fertilizante orgánico, como la gallinaza (0, 10, 20 y 40 t/ha), sobre la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey. Reportó diámetro de repollo de 14.5 cm, resultado que obtuvo utilizando 40 t ha⁻¹ de gallinaza con una diferencia estadísticamente significativa. Delgado (2009) examinó los efectos del guano de isla y los métodos de control de malezas en el rendimiento de repollo (*Brassica oleracea* L.) en C. E. Canaán, Ayacucho y reportó 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla y 19.69 cm de diámetro de repollo ecuatorial.

Rendimiento de repollo(kg/ha)

En la Tabla 6 se muestra análisis de varianza en rendimiento de repollo por hectárea; donde, resultó altamente significativa en la densidad de plantas ($p < 0.01$), excepto en el resto de las fuentes de variación. Esto significa que una de las densidades influye en el rendimiento de manera diferenciada. Mientras, los niveles de guano de islas no influyeron; asimismo, no hubo interacción significativa. Se encontró coeficiente de variación 16.21%, esto demuestra que existe confiabilidad de los resultados.

Tabla 6

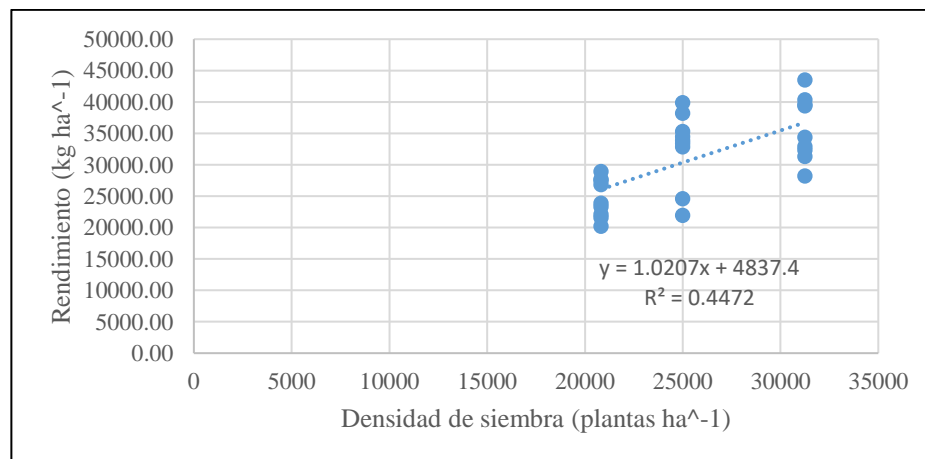
Análisis de varianza en rendimiento en kg/ha de repollo morado (Brassica oleracea L. var. rubra) con densidad de plantas y niveles de guano de islas, Canaán, 2750 msnm, Ayacucho.

F. V	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloque	2	13609327.570	6804663.785	0.268	0.7680 ns
Guano de islas (G)	2	13167673.250	6583836.625	0.260	0.7745 ns
Interacción (D*G)	4	127354170.170	31838542.543	1.256	0.3277 ns
Error	16	405681088.030	25355068.002		
Total	26	1152999478.140			

C. V (%): 16.21

Figura 5

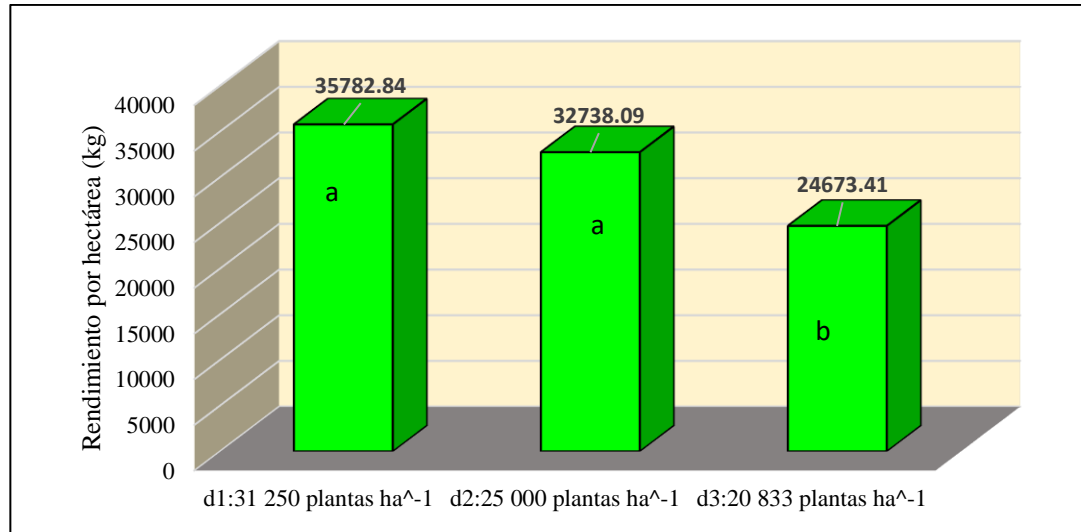
Regresión del rendimiento de repollo morado en función del efecto de densidad de siembra.



En la figura 5 se muestra regresión de rendimiento de repollo morado en función del efecto de las densidades de siembra. Donde se puede ver que la ecuación es lineal y con término independiente de 4837.4, esto indica que, por cada incremento de la densidad de siembra, el rendimiento sube en 1.0207 veces.

Figura 6

Comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) del efecto principal de densidad en rendimiento de repollo morado por hectárea.



En la Figura 6 se muestra comparación de medias de rendimiento de repollo morado en función de kilogramos por hectáreas. Donde se encontró rendimiento mayor (35782.84 kg/ha) con densidad más alto (31,250 plantas), aunque no muestra diferencia estadística respecto a la densidad de 25,000 plantas (32738.09 kg/ha). En conclusión, el rendimiento se incrementa a mayor densidad de plantas en este trabajo. Días (2022) examinó los efectos principales de tres fertilizantes orgánicos diferentes (estiércol de gallina, gallina y cuy) sobre el repollo morado (*Brassica oleracea* Var. Capitata) en Lamas, San Martín. Los resultados fueron altamente significativos; cuando se combinaron 20 t ha⁻¹ de cada fertilizante orgánico, el peso reportado del repollo fue de 851.67 g, además, no hubo una diferencia estadística discernible entre este resultado y los otros niveles. El peso del repollo que se evidenció fue de 42583.33 kg/ha. Vásquez- Cantalicio y Jacobo - Salinas (2020), en las condiciones de Panao-Huallaga, realizaron una investigación en repollo morado (Capitata f. rubra) de *Brassica oleracea* L., el objetivo fue evaluar el impacto del guano de isla en dos densidades de siembra. Descubrió que 5 t/ha de guano de isla produjo el mayor rendimiento (70,550.00 kg/ha). Ponce (2018) estudió el efecto de abono orgánico gallinaza en 4 niveles (0, 10, 20, y 40 t/ha) en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) var. Corazón de buey, en condiciones de Huallaga. Encontró 1030.8 g en peso de repollo y con diferencia estadística, cuando utilizó 40 t/ha de gallinaza, con rendimiento de 51,937,5 kg/ha de repollo, lo cual es el peso máximo. Delgado (2009) examinó los efectos de las técnicas de control de malezas y del guano de isla sobre el rendimiento de repollo (*Brassica oleracea* L.) en el C. E. Canaán, Ayacucho. Con 3.0

t/ha de guano de isla, el rendimiento por cabeza que reportó fue 33,323.0 kg/ha, con espaciamiento de 0.40 x 0.70 m o 35,714 plantas por hectárea, fue estadísticamente diferente. Chen et al. (2023) manifiesta que la práctica de utilizar fertilizantes orgánicos en lugar de químicos en los cultivos ha ganado popularidad con el desarrollo de la agricultura sostenible. No se sabe bien qué impacto tiene esta práctica en los mecanismos microbianos subyacentes del suelo, el porcentaje de fertilizantes orgánicos que deben reemplazar a los fertilizantes químicos y la dosis adecuada para los distintos cultivos.

Correlación de las variables

En la Tabla 7 se muestra los coeficientes de correlación de los variables evaluados, en la que se puede destacar, las variables: longitud de la hoja, rendimiento y peso por repollo morado se correlacionan significativamente, 0.797, 0.748, respectivamente; es decir, estos tienen una relación directamente proporcional. Los coeficientes positivos pueden variar de 0-1.0, donde a medida que el coeficiente se aproxima a la unidad, el grado de asociación entre dos variables es muy alta.

Tabla 7

Correlación de los variables evaluados en repollo morado con densidad de plantas y niveles de guano de islas.

	Rdt.por.hectárea	Peso.por.repollo	Diám.de.pedúnculo	Diám.ecuatorial	Diám.polar	Longitud.de.hoja	Altura.de.la.planta	Ancho.de.hoja
Rdt.por.hectárea	1							
Peso.por.repollo	0.565	1						
Diám.de.pedúnculo	0.527	0.166	1					
Diám.ecuatorial	0.041	0.23	0.319	1				
Diám.polar	0.52	0.486	0.466	0.434	1			
Longitud.de.hoja	0.797	0.748	0.414	0.181	0.636	1		
Altura.de.la.planta	0.62	0.633	0.168	0.231	0.328	0.753	1	
Ancho.de.hoja	0.566	0.215	0.508	0.386	0.476	0.544	0.216	1

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La densidad de plantas influyó en la altura de planta, ancho de hoja, largo de hoja, diámetro de tallo y rendimiento de repollo morado, donde con 25,000 plantas/ha (d2) se alcanzó 28.99 cm, 24.34 cm y 27.04 cm, respetivamente. También influyó en el

diámetro de tallo y rendimiento de pellas, donde 31,250 (d1) alcanzó 3.21 cm y 35,782 kg/ha, respectivamente, superando a d3.

2. La aplicación de guano de islas no tuvo influencia en el rendimiento y otras características de la planta de repollo morado, a excepción de diámetro ecuatorial de pella, donde 2000 kg/ha alcanzó 17.66 cm superior a g3 y g1.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela Profesional de Agronomía, por haberme brindado su apoyo y las facilidades para mi formación y obtención de la tesis.

Al personal del Centro Experimental Canaán de la Escuela Profesional de Agronomía por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen, W., Zhang, X., Hu, Y., & Zhao, Y. (2023). Effects of Different Proportions of Organic Fertilizer in Place of Chemical Fertilizer on Microbial Diversity and Community Structure of Pineapple Rhizosphere Soil. *Agronomy*, *14*(1), 59–59. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010059>
- Días, A. L. (2022). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos con dos diferentes dosis en el rendimiento del cultivo de col morada (Brassica oleracea Var. Capitata) en el distrito de Lamas* [Universidad Nacional de San Martín]. [https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5160/1/FCA-Alfonso Teodoro.pdf](https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5160/1/FCA-Alfonso%20Teodoro.pdf)
- 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* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6029>
- Delgado. (2009). *Niveles de guano de isla y formas de control de malezas en el rendimiento de la col (Brassica oleracea L) Canaán 2750 msnm Ayacucho.* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3891/1/TESIS AG828_Del.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3891/1/TESIS%20AG828_Del.pdf)

- Ponce, F. (2018). *Estudiando efecto de cuatro dosis de gallinaza en la producción de repollo (Brassica oleracea L.) var. Corazón de buey en el Alto Huallaga-Tocache*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela profesional de agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto, Perú. 132 p.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_a8132a1a97d654661ebf279ab18a29d9
- Vásquez- Cantalicio, N., & Jacobo - Salinas, S. (2020). El guano de isla y su efecto en el rendimiento de la col (*Brassica oleracea* L.) variedad lombarda (*Capitata f. rubra*) En Colicocha, Huánuco. *Revista Investigación Agraria*, 1–6.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47840/ReInA20204>