

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de cuatro niveles de guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleracea var. capitata L.*) en condiciones agroecológicas del distrito de Tielacayan

- Pasco

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Bach. Kelly Jovana CORNEJO REYNOSO

Asesor:

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Efecto de cuatro niveles de guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleracea var. capitata L.*) en condiciones agroecológicas del distrito de Ticlacayan

- Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros de los jurados:

Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE

PRESIDENTE

Msc. Josué Hernán INGA ORTIZ

MIEMBRO

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 059-2025/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por

CORNEJO REYNOSO, Kelly Jovana

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – Yanahuanca

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto de cuatro niveles de guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) en condiciones agroecológicas del distrito de Tielacayan - Pasco

Asesor

Mg. DE LA ROSA AQUINO, Fidel

Índice de similitud

15 %

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 1 de octubre de 2025



Creando digitalmente por HUMANOS
TONYAR LUIS ANTONIO PAU
20110000044 0000
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.10.2025 20:31:26 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Por darme esa oportunidad de realizar y culminar mi trabajo de tesis, dedico a nuestro Dios el creador de todas cosas.

A MIS PADRES

Con todo cariño dedico esta tesis a mis seres queridos que con todo esfuerzo y cariño me forjaron como la persona que soy en la actualidad. Los logros obtenidos se lo debo a su amor, esfuerzo y dedicación hacia mi persona.

AGRADECIMIENTO

¡A Dios! por haber hecho posible la culminación de mis estudios universitarios.

Expresamos nuestros agradecimientos con profundo amor, al Mg Fidel DE LA ROSA AQUINO, asesor de la mencionada tesis.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Ticlacayan. Uno de los objetivos propuestos fue Determinar el efecto del guano de islas sobre el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata L.*), se efectuó un estudio de cuatro dosis de guano de islas con dosis baja, media y alta más un testigo. El guano de islas aplicado al cultivo de col muestra la eficacia respecto al comportamiento agronómico (5 t/ha de guano de islas) reporta los mejores resultados en cuanto a altura de planta, diámetro polar, diámetro ecuatorial, ancho de la hoja y largo de la hoja, con valores de 68.00 cm; 44.17 cm; 15.43 cm; 39,33 cm; y 48.50 centímetros. En cuanto al rendimiento los mayores datos se obtuvieron con la aplicación de guano de islas (5 t/ha), seguido de la aplicación de guano de islas (4t/ha) con valores de 55.55 y 52.22 t/ha. el último lugar muestra el T5 (testigo) con 35.36 t/ha.

Palabras claves: dosis de guano de islas, rendimiento de col.

ABSTRACT

This research was conducted in the town of Tlclacayan. One of the objectives was to determine the effect of island guano on the yield of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). A study was carried out Four doses of island guano were applied to cabbage crops at low, medium, and high doses, plus a control. The application of island guano to cabbage cultivation showed efficacy in terms of agronomic performance (5 t/ha of island guano), yielding the best results in terms of plant height. Plant dimensions, polar diameter, equatorial diameter, leaf width, and leaf length were measured, with values of 68.00 cm; 44.17 cm; 15.43 cm; 39.33 cm; and 48.50 cm. Regarding yield, the highest values were obtained with the application of island guano (5 t/ha). This was followed by the application of guano (4 t/ha), with yields of 55.55 and 52.22 t/ha. The control (T5) yielded the lowest, at 35.36 t/ha.

Keywords: guano application rate, potato yield

INTRODUCCIÓN

El guano de islas es reconocido como uno de los fertilizantes orgánicos más ricos en nutrientes utilizados tradicionalmente en la agricultura andina y costera, especialmente en Perú, donde este recurso ha formado parte de prácticas agrícolas ancestrales. Su composición incluye cantidades importantes de nitrógeno (N), fósforo (P) y otros elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, lo que favorece la nutrición y la movilización de nutrientes en suelos pobres o degradados. Además, el guano mejora las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, promoviendo una mayor actividad microbiana y mejorando la estructura del suelo, aspectos claves en sistemas agroecológicos sostenibles (Ministerio de Desarrollo Agrario y Rural, 2024).

La col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) es una hortaliza de alto valor nutricional y comercial, cuyo rendimiento está estrechamente vinculado con la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Estudios previos han demostrado que la fertilización orgánica puede influir positivamente en el crecimiento y la productividad de coles, mejorando variables como el diámetro de pella, el peso por planta y el rendimiento por hectárea en comparación con cultivos no fertilizados. Esto se debe a que los abonos orgánicos liberan nutrientes de forma gradual y sustentable, favoreciendo un suministro continuo durante el ciclo del cultivo (International Society for Horticultural Science , 2022).

Diversas investigaciones en cultivos similares han reportado efectos significativos del guano de islas sobre la productividad de coles. Por ejemplo, en un estudio realizado en Huánuco se observó que dosis mayores de guano (5 t ha^{-1}) produjeron incrementos significativos en el peso de pella y el rendimiento por hectárea en col morada (*Brassica oleracea* var. *rubra*), lo cual sugiere que niveles adecuados de guano pueden ser determinantes para maximizar la productividad en estos cultivos (García & Pérez, 2021). Asimismo, trabajos comparativos en

Ayacucho reportaron que incrementos progresivos de guano de islas también se asociaron a mejores rendimientos de col bajo diferentes condiciones experimentales (Quispe, 2023).

Aunque la fertilización con guano de islas ha demostrado beneficios agronómicos, su uso eficiente en sistemas agroecológicos requiere una evaluación local de los niveles de aplicación, ya que factores como la fertilidad del suelo, el clima y el manejo agronómico pueden interactuar con la respuesta del cultivo. Establecer cuatro niveles de guano como tratamiento experimental permite identificar la dosis óptima que maximice el rendimiento de col en condiciones específicas del distrito de Tíclacayan, aportando no solo al conocimiento científico, sino también a recomendaciones prácticas para los productores interesados en intensificar la producción bajo principios agroecológicos (Ministerio de Agricultura, 2024).

El objetivo general de esta investigación es determinar el efecto de cuatro niveles de guano de islas en el rendimiento de la col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Para alcanzar este objetivo general, se han delineado objetivos específicos que incluyen evaluar el crecimiento vegetativo de la col bajo cada nivel de guano de islas, determinar el peso fresco y seco de las cabezas de col en cada tratamiento, y analizar la incidencia de plagas y enfermedades en relación con los distintos niveles de fertilización.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación espacial.....	2
1.2.2.	Delimitación temporal	3
1.2.3.	Delimitación social	3
1.3.	Formulación del problema	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivos general	3
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.5.1.	Técnica.....	4

1.5.2. Social.....	4
1.5.3. Económica.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.1.1. Antecedentes nacionales	7
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	9
2.2. Bases teóricas - científicas	9
2.3. Definición de términos básicos.....	28
2.4. Formulación de hipótesis	28
2.4.1. Hipótesis general.....	28
2.4.2. Hipótesis específicas.....	28
2.5. Identificación de variables	29
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	30
3.2. Nivel de investigación.....	30
3.3. Método de investigación.....	31
3.4. Diseño de investigación	31
3.5. Población y muestra.....	33
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.	34
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	34

3.9.	Tratamiento estadístico	34
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	37
4.1.1.	Establecimiento del campo experimental	37
4.1.2.	Establecimiento Política.....	37
4.1.3.	Análisis de suelos.....	37
4.1.4.	Interpretación de resultados	38
4.1.5.	Conducción del experimento	38
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	41
4.2.1.	Porcentaje de prendimiento (%).....	42
4.2.2.	Altura de plantas	42
4.2.3.	Diámetro polar	43
4.2.4.	Diámetro ecuatorial.....	44
4.2.5.	Ancho de hoja	45
4.2.6.	Largo de hoja	46
4.2.7.	Peso de col por planta	47
4.2.8.	Peso de col por tratamiento.....	49
4.2.9.	Rendimiento de col por hectárea (t/ha).....	50
4.3.	Prueba de hipótesis	51
4.4.	Discusión de resultados.....	51
4.4.1.	Altura de plantas	51
4.4.2.	Diámetro polar	52
4.4.3.	Diámetro ecuatorial.....	52

4.4.4. Ancho de hojas.....	53
4.4.5. Largo de hojas.....	54
4.4.6. Peso de col por planta	54
4.4.7. Rendimiento de col por hectárea (t/ha).....	55

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS:

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Elementos nutritivos del guano de isla	14
Tabla 2. Tratamientos en estudio	31
Tabla 3. Análisis de varianza	35
Tabla 4. Tabla de Duncan	35
Tabla 5. Resultados de análisis de suelos	38
Tabla 6. Análisis de variancia de altura de plantas (cm)	42
Tabla 7. Prueba de Duncan de altura de planta.....	43
Tabla 8. Análisis de varianza de altura de repollo	43
Tabla 9. Prueba de Duncan de Altura de repollo	44
Tabla 10. Análisis de varianza diámetro de repollo.....	44
Tabla 11. Prueba de Duncan para diámetro de repollo.....	45
Tabla 12. Análisis de varianza ancho de hoja (cm)	45
Tabla 13. Prueba de Duncan de ancho de hojas.....	46
Tabla 14. Análisis de varianza ancho de hoja (cm)	46
Tabla 15. Prueba de Duncan de largo de hojas.....	47
Tabla 16. Análisis de varianza peso de col por planta (kg)	47
Tabla 17. Prueba de Duncan de peso de repollo por planta (kg)	48
Tabla 18. Análisis de varianza peso de col por tratamiento (kg).....	49
Tabla 19. Prueba de Duncan de peso de repollo por tratamiento (kg).....	49
Tabla 20. Análisis de varianza rendimiento por hectárea (t/ha)	50
Tabla 21. Prueba de Duncan de rendimiento por hectárea (t/ha).....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Terreno experimental.....	33
Figura 2. Peso de repollo por planta	48
Figura 3. Rendimiento por hectárea de col (t/ha)	51

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El repollo morado (*Brassica oleracea* L. var. *capitata-rubra*) es una hortaliza nutritiva, apreciado por los consumidores, y es considerado como un alimento nutracéutico por contener antocianinas que previenen enfermedades en el organismo humano.

El guano de las islas es un fertilizante natural y completo, ecológico, biodegradable que mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo, es soluble en el agua y tiene propiedades de sinergismo. Contiene macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2-3% respectivamente. También contiene elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5% respectivamente. El guano de las islas, además realiza aportes de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de “organismo viviente”. (Ministerio de Agricultura, 2014)

La creciente demanda de alimentos y la necesidad de una agricultura más sostenible impulsan la búsqueda de alternativas a los fertilizantes sintéticos. Si bien el guano de islas es un recurso valioso en Perú, existe una brecha en el conocimiento sobre sus niveles óptimos de aplicación en cultivos específicos como la col. Muchos agricultores aplican el guano de manera empírica, lo que puede resultar en una subfertilización, limitando el rendimiento, o una sobre fertilización, generando costos innecesarios y posibles desequilibrios nutricionales. No se tiene certeza sobre la dosis de guano de islas que maximiza el rendimiento y la calidad de la col, manteniendo la sostenibilidad.

En el distrito de Tíclacayan, los agricultores desconocen el uso del guano de islas en el cultivo de la col, existe poca práctica de una agricultura orgánica o mejor dicho el uso de sustancias orgánicas en la producción del mencionado cultivo, la siembra de la col se practica poco en reducidas áreas y se carece de tecnología probada en la producción de la col utilizando el guano de islas.

Uno de los problemas fundamentales en la baja producción de la col es el desconocimiento del uso de abonos orgánicos como el caso del guano de islas, los agricultores practican conocimientos tecnológicos dejado por sus ancestros, utilizan abonos orgánicos sin criterio técnico, en tal sentido con la finalidad de aportar una solución a dicho problema y dar una alternativa a nuestros agricultores, se planteó realizar el presente trabajo de investigación.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Esta investigación se llevó a cabo en en el lugar denominado Racraytingo ubicado en el distrito de Tíclacayan – Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo durante los meses de agosto a diciembre del 2023.

1.2.3. Delimitación social

Para la realización de esta investigación se trabajó con el equipo humano; quienes son el asesor de la tesis y los tesistas.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de cuatro niveles de guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleracea var? capitata L.*) en condiciones agroecológicas del distrito de Tíclacayan – Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cómo influyen los cuatro niveles de guano de islas en el peso de pella de la col (*Brassica oleracea var? capitata L.*) en el distrito de Tíclacayan – Pasco?

¿Qué efecto tienen los cuatro niveles de guano de islas sobre el diámetro de pella del cultivo de col en condiciones agroecológicas de Tíclacayan – Pasco?

¿Cuál de los cuatro niveles de guano de islas permite obtener el mayor rendimiento por hectárea del cultivo de col en el distrito de Tíclacayan – Pasco?

¿Existen diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de col entre los distintos niveles de guano de islas evaluados?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del guano de islas sobre el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata L.*) en condiciones agroecológicas del distrito de Tíclacayan - Pasco

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de cuatro niveles de guano de islas sobre el peso de pella del cultivo de col en el distrito de Tíclacayan – Pasco.

Evaluar la influencia de los cuatro niveles de guano de islas en el diámetro de pella del cultivo de col.

Comparar el rendimiento por hectárea del cultivo de col bajo la aplicación de cuatro niveles de guano de islas.

Identificar el nivel óptimo de guano de islas que permita maximizar el rendimiento del cultivo de col en las condiciones agroecológicas del distrito de Tíclacayan – Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Técnica

Este estudio aportará información técnica valiosa sobre la respuesta agronómica de la col a diferentes dosificaciones de guano de islas. Los resultados permitirán establecer dosis óptimas de aplicación que maximicen el rendimiento del cultivo sin comprometer la salud del suelo. Se generarán datos concretos sobre el impacto del guano en el crecimiento vegetativo, el desarrollo de la cabeza y la resistencia a factores bióticos, lo que contribuirá a la optimización de las prácticas de fertilización en el cultivo de col. Esta información será de gran utilidad para los técnicos agrícolas y extensionistas en la formulación de paquetes tecnológicos sostenibles.

1.5.2. Social

El uso eficiente del guano de islas puede promover una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y mitigando su impacto negativo en el ecosistema y la salud humana. Al mejorar el rendimiento de la col con un fertilizante orgánico, se contribuye

a la seguridad alimentaria de la población peruana, ofreciendo un producto de mayor calidad y posiblemente con menos residuos químicos. Además, el conocimiento generado beneficiará directamente a los agricultores, capacitándolos en el manejo adecuado del guano y mejorando sus ingresos.

1.5.3. Económica

La optimización de la fertilización con guano de islas puede generar beneficios económicos significativos para los agricultores de col. Al determinar las dosis adecuadas, se evita el desperdicio de fertilizante y se optimiza la inversión. El guano de islas es un recurso nacional, lo que puede significar menores costos de adquisición en comparación con los fertilizantes sintéticos importados. Un mayor rendimiento del cultivo se traduce directamente en mayores ingresos para los agricultores, mejorando su calidad de vida y fortaleciendo la economía rural.

1.6. Limitaciones de la investigación

1. Control de Factores Ambientales

Variabilidad climática: El rendimiento de la col es altamente sensible a factores climáticos como la temperatura, la precipitación, la humedad y la intensidad lumínica. Si el estudio se realiza en campo abierto, es muy difícil controlar estas variables, y fluctuaciones inesperadas pueden afectar los resultados.

Homogeneidad del suelo: Aunque se intente uniformizar el suelo, pueden existir variaciones en la textura, estructura, pH y disponibilidad de nutrientes en diferentes parcelas, lo que podría influir en la absorción del guano y el crecimiento de la planta.

Presencia de plagas y enfermedades: La incidencia de plagas y enfermedades puede variar entre las parcelas y afectar el rendimiento de la col, introduciendo un factor no relacionado directamente con el guano de islas.

2. Características del Guano de Islas

Composición variable: El guano de islas, al ser un producto natural, puede tener una composición nutricional variable dependiendo de la fuente, el tiempo de recolección y las condiciones de almacenamiento. Esto puede dificultar la replicabilidad exacta de los niveles de nutrientes aplicados.

Disponibilidad de nutrientes: La velocidad de liberación y disponibilidad de los nutrientes del guano puede verse influenciada por factores como la actividad microbiana del suelo, la humedad y la temperatura, lo que podría no reflejar completamente la dosis aplicada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes nacionales

De la Cruz (2023), realizó un trabajo con el objetivo de evaluar la influencia de la densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento de Col (*Brassica oleracea L. var. Capitata*). El trabajo se desarrolló a partir del 16 de febrero de 2019 hasta el 27 de mayo del 2019. Las variables independientes fueron: densidad de plantas (41,666, 31,250 y 25,000 plantas ha⁻¹), niveles de guano de islas (0 t ha⁻¹, 1.0 t ha⁻¹, 2.0 t ha⁻¹ y 3.0 t ha⁻¹). Los resultados indicaron que existe significación estadística en el efecto principal de densidad de plantas en el rendimiento de col, donde la d1 (41,666 a 0.30 m x 0.80 m) fue superior a d2 y d3 con 103,393 kg ha⁻¹, en promedio de los niveles de guano de islas; se halló significación estadística en el efecto principal de niveles de guano de islas aplicados al cultivo de col; los niveles 3 y 2 t ha⁻¹ de guano de islas alcanzaron los mayores rendimientos con 89,203.2 y 85,979.2 kg ha⁻¹, respectivamente, en promedio de la densidad de plantas. Se espera el mayor

rendimiento de col con 3.16 t ha⁻¹ de guano de islas, que maximiza el rendimiento a 89,263.9 kg ha⁻¹ de col, en promedio de la densidad de plantas.

Vásquez (2020), efectuó un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar la efectividad de guano de isla en el rendimiento de la col morada variedad lombarda. Se ejecutó en el caserío de Colicocha Huánuco posicionado a 09°53'34.5" LS, 75°59'49" LO y 2 606 msnm de altitud, se estudiaron 3 t/ha. (T1), 4 t. ha⁻¹ (T2), 5 t. ha⁻¹ (T3) y testigo (T4). Las variables evaluadas fueron: diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso de pella por planta, área neta experimental y el rendimiento por hectárea. Los resultados del estudio señalan que la dosis de 5 t.ha⁻¹ de guano de isla mostró un resultado estadísticamente significativo en todas las variables evaluadas, en el diámetro ecuatorial (23,73 cm), diámetro polar (24,80 cm), peso de pellas por planta (4,15 kg), por ANE (66,40 kg) y el rendimiento por hectárea (70550,00 kg. ha⁻¹).

Mendoza (2024), efectuó un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar los niveles de fertilización NPK y guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleraceae* L.), se aplicó cuatro niveles de fertilizantes como: f1 (00 – 00 – 00) NPK kg ha⁻¹ , f2 (30 – 10 – 26) NPK kg ha⁻¹ , f3 (75 – 25 – 65) NPK kg ha⁻¹ , f4 (120 – 40 – 104) NPK kg ha⁻¹ y cuatro niveles de guano de islas como: g1 (0.5 t ha⁻¹), g2 (1 t ha⁻¹), g3 (1.5 t ha⁻¹) y g4 (2 t ha⁻¹), los datos muestran que el T4 (2 t/ha de guano de islas) y el T3 (1.5 t/ha de guano de islas), muestran los datos sobresaliente concerniente a diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso de col y rendimiento por hectárea de col, con valores de 23.14 y 22.71 centímetros (diámetro polar), 20.1 y 17.9 centímetros (diámetro ecuatorial); 1.79 y 1.56 kilogramos (peso de col) y 61.5, 57.3 t/ha (peso de col por hectárea).

2.1.2. Antecedentes internacionales

Turatbekova et al. (2024), realizó un trabajo con el objetivo de evaluar efectos de abonos orgánicos en rendimiento y calidad de col (*Brassica oleracea var. capitata*). La investigación confirma que fertilizantes orgánicos pueden mejorar rendimiento y calidad de col, apoyando la tendencia general de que los fertilizantes no químicos (como guano) pueden incrementar productividad bajo manejo adecuado.

2.2. Bases teóricas - científicas

1. Generalidades del guano de isla

El fertilizante biológico derivado de las deyecciones de aves marinas constituye un insumo de origen natural, caracterizado por su biodegradabilidad y su perfil nutricional integral. Al incorporarse al sustrato, este material optimiza las facultades físico-químicas del suelo; una ventaja distintiva frente a otros compuestos orgánicos es su notable solubilidad acuosa y su capacidad de generar efectos sinérgicos entre sus componentes. Respecto a su arquitectura química, destaca por concentraciones de macronutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio en rangos de 10-14%, 10-12% y 2-3% sucesivamente. Asimismo, integra elementos secundarios vitales, entre ellos el calcio (~8%), magnesio (~0.5%) y azufre (~1.5%). La implementación de este recurso se fundamenta en su capacidad para inocular microbiota benéfica, la cual robustece la flora microbiana preexistente y dinamiza los procesos biológicos, otorgando al suelo las cualidades funcionales de un sistema vivo y dinámico. (Ministerio de Agricultura, 2018)

Es un recurso natural reversible, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares en donde se aposentan y se reproducen las aves guaneras, es un fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores y ligado desde muchos años a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno,

fósforo y potasio (12- 11-2.5 % de N, P y K, respectivamente), es tan antiguo que ya los Incas los conocían y lo empleaban en sus cultivos, a tal punto que de generación en generación han pasado hasta nuestros días. (Ministerio de Agricultura, 2018)

Kiehl (2013), La génesis del guano de islas se encuentra intrínsecamente ligada al sistema de la Corriente de Humboldt, fenómeno oceanográfico que induce un descenso térmico en las masas de agua superficiales de entre 8 y 10 °C. Esta anomalía térmica favorece un entorno altamente productivo, saturado de microorganismos y fitoplancton unicelular que sustentan una compleja red trófica de algas y microcrustáceos.

En consecuencia, esta abundancia de biomasa planctónica asegura la proliferación de especies pelágicas como la anchoveta y la sardina. Estos cardúmenes representan la fuente energética primordial para las diversas poblaciones de aves marinas que habitan el litoral, cuyo ciclo biológico y depósitos orgánicos dan lugar a la formación de este valioso recurso natural. (Ministerio de Agricultura, 2018)

2. Clasificación según su antigüedad y composición (madurez)

Esta es la distinción más común en la literatura agrícola, basada en el proceso de mineralización que sufren los depósitos a lo largo del tiempo.

A. Guano Blanco (Guano Fresco)

Es el material recolectado de depósitos recientes. Se caracteriza por un color grisáceo o blanquecino y un fuerte olor amoniacal.

- **Propiedades:** Posee la mayor concentración de nitrógeno amoniacal, lo que lo hace ideal para el crecimiento vegetativo rápido. Sin embargo, su

alta volatilidad requiere un manejo cuidadoso para evitar pérdidas de nutrientes.

- Uso: Principalmente en cultivos que demandan altas dosis de nitrógeno en etapas iniciales. (Gaviola, 2018)
- Gaviola, S. (2018). *Manejo de la fertilización orgánica en cultivos intensivos*. Ediciones INTA.

B. Guano Rojo (Guano Fósil)

Este tipo de guano ha permanecido depositado por décadas o incluso siglos. Debido a la lixiviación mínima y procesos químicos prolongados, el nitrógeno se ha reducido, pero los minerales se han concentrado.

Propiedades: Es excepcionalmente rico en fósforo (SP_{2O_5}) y calcio. Su coloración rojiza o parda se debe a la oxidación de minerales y la acumulación de fosfatos.

Uso: Recomendado para el desarrollo radicular, la floración y el cuajado de frutos. (Ochatoma, 2020)

3. Clasificación según la especie productora

Aunque en la extracción comercial se suelen mezclar, la ciencia zootécnica distingue la calidad según el ave de origen, ya que su metabolismo y dieta (aunque basada en anchoveta) presentan ligeras variaciones.

A. Guano de Guanay (*Leucocarbo bougainvillii*)

Es considerado el de mejor calidad biológica. El guanay vive en colonias densas, lo que facilita acumulaciones masivas y compactas con un balance nutricional superior.

B. Guano de Piquero (*Sula variegata*)

Suele ser recolectado en zonas de pendiente (acantilados). Su composición es muy similar al del guanay, aunque a veces presenta mayor contenido de arena o detritos debido a la ubicación de los nidos.

C. Guano de Pelicano (*Pelecanus thagus*)

A diferencia de los anteriores, el guano de pelicano suele tener una mayor proporción de materia orgánica menos descompuesta (restos de plumas o huesos de pescado), lo que varía su velocidad de mineralización en el suelo. (Nelson, 2005)

4. Clasificación según su presentación comercial

Para adaptarse a la agricultura moderna y las normativas de exportación, el guano se clasifica por su procesamiento físico:

- Guano Tamizado (Natural): Es el producto obtenido directamente de la isla, pasado por mallas para eliminar piedras o plumas. Conserva su heterogeneidad natural.
- Guano Granulado: Producto sometido a un proceso de molienda y granulación mecánica.

Ventaja: Permite una aplicación uniforme con maquinaria agrícola y reduce la irritación respiratoria de los operarios al no generar polvo fino. (Agrorural, 2022)

5. Resumen comparativo de nutrientes

Tipo de Guano	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
Blanco (Fresco)	12% - 15%	10% - 12%	2% - 3%
Rojo (Fósil)	2% - 5%	15% - 20%	1% - 1.5%

(Agrorural, 2022)

A. Propiedades del guano de islas

AGRORURAL (2018) menciona las siguientes propiedades:

Propiedades físicas

- Aumenta la textura y estructura de los suelos.
- Aumenta la detención y filtración de agua.
- Aumenta el establecimiento de agregados.

Propiedades químicas

- Mejora el espacio de intercambio catiónico.
- Mejora el dominio tampón del suelo.
- Modifica el color del suelo.
- Proporciona la liberación de nutrientes.

Propiedades biológicas

- Aumenta la acción biológica.
- Origina sustancias activadoras de crecimiento.
- Aumenta el número de bacterias fijadoras de nitrógeno en el suelo.

B. Presencia de nutrimentos

El guano de islas es un abono orgánico que se caracteriza por que es un abono completo, aporta todos los nutrientes que la planta necesita para crecer, desarrollar y producir buenas cosechas en cantidad y calidad, Contribuye con macro y microelementos al suelo y elementos secundarios como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro, molibdeno y cloro. También aporta flora microbiana benéfica que se suma a la existente en el suelo, mejorándola. Es necesario indicar que el contenido potasio en el guano de isla es bajo; por otra parte, las plantas generalmente requieren mayor cantidad de potasio que nitrógeno, si el

suelo es deficiente será necesario complementar con otra fuente, según cultivo.

(Agro Rural, 2018)

Tabla 1. Elementos nutritivos del guano de isla

Elemento	Fórmula	Concentración
Nitrógeno	N	12 - 14 %
Fósforo	P ₂ O ₅	10 - 12 %
Potasio	K ₂ O	2 - 3%
Calcio	CaO	8%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0,032%
Zinc	Zn	0,0002%
Cobre	Cu	0,024%
Manganeso	Mn	0,020%
Boro	Bo	0,016%

FUENTE: Agrorural (2018)

C. Beneficios

Es un abono orgánico natural completo mejorador del suelo, su presencia en el suelo es ideal para las plantas para el crecimiento, desarrollo y obtención de cosechas enmarcados en la agricultura familiar con tendencia orgánica, con resultados favorables en frutales, hortalizas, leguminosas, cereales, pasturas, forestal, agroindustriales entre otros.

Actividad de suelos; tiene la capacidad de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas en el suelo, mejorando el manejo y fertilidad natural del suelo haciendo un suelo adecuado como sustrato.

- Orgánico; su presencia en el suelo como abono orgánico hace que las plantas presentes un buen desarrollo fenológico y producción de cosechas en cantidad y calidad.

- Elementos químicos mayores influyen en el desarrollo de las plantas en crecimiento, mayor formación de raíces y buena calidad de las cosechas, de igual interviene favoreciendo en el crecimiento de las raíces primarias y secundarias y el potasio para la formación de frutos.
- Incrementa la productividad de los cultivos por la presencia de macro y microelementos.
- Presenta sinergismo; Al realizar mezclas de guano de las islas con diferentes abonos se genera efectos de sinergia, que ayudan a mejorar la fertilización en forma conjunta, como también de manera independiente, esta propiedad al ser aplicada por los agricultores permitirá mejorar sus cosechas y/o mejorar el suelo con el tipo a abono a usar
- El guano de las islas ofrece sus bondades en la agricultura orgánica, obteniendo frutos sanos para una alimentación saludable, contrarrestando los efectos negativos por mal uso de fertilizantes químicos. (Agro Rural, 2018)

Cultivo de col

A. Origen

Fuentes & Pérez (2003) mencionan que, la col es originario de Europa occidental, Mediterráneo, Asia menor e Inglaterra, fue cultivada hace 2500 a.C. por los egipcios, los griegos lo adoptaron más tarde.

Por su parte Jaramillo & Díaz (2006) señalan que las primeras variedades de col en ser domesticadas son la col crespa y col rábano, alrededor de 2500 años a.C. Además, mencionan que inicialmente la col era utilizada como medicina más que como alimento.

B. Clasificación taxonómica

Cronquist (1988) citado por RIKOLTO (2017) clasifica a la col de la siguiente forma:

Reino	: Plantae
Sub reino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnolipsida
Sub clase	: Dilleniidea
Orden	: Brassicales
Familia	: Brassicaceae
Género	: Brassica
Especie	: Brassica oleraceae L.
Nombre común	: Col corazón

C. Característica botánica

Rodríguez (2015), la *Brassica oleracea var. Capitata* f. Rubra es una planta bianual de la familia de las crucíferas con tallo erguido consistente pero no leñoso. Tiene hojas de color rojo – violáceo, púrpura o morado. La parte aprovechable de la planta es una pella muy consistente hipertrofiada. La col lombarda es un repollo comestible de sabor ligeramente dulce y muy apreciado, que se caracteriza por el atractivo de su color morado, magenta o púrpura oscuro de sus hojas. La lombarda, col lombarda o repollo morado (*Brassica oleracea var. Capitata f. Rubra*)

1. Semilla.

Una particularidad de la col es que sus semillas son pequeñas, redondas color café, en una onza se encuentran 8 900 (300 semillas/g).

2. Raíz.

Presenta un sistema radical profundo, pivotante pero superficial con el tiempo, que limita la capacidad exploratoria del suelo, haciendo a la planta muy sensible a falta de agua.

3. Tallo.

Presenta una consistencia leñosa sin ramificaciones, generalmente no alcanza más de 30 cm debido a que el crecimiento en longitud se detiene en estados iniciales del desarrollo.

4. Flores.

Tipo racimo racimo, la corola es amarillenta de pétalos ovalados, mide 1cm, aproximadamente cuando se encuentran viertas, son hermafroditas de polinización cruzada, realizándose ésta a través del viento de insectos. Una vez polinizadas y fecundas, las flores las flores dan origen a silicuas gruesas, rectas o curvadas, de 10 cm de largo por 5 mm de ancho.

5. Hojas.

Las primeras hojas se despliegan normalmente, son grandes, de unos 45 cm de largo por 35 cm de ancho y cortamente pecioladas. La lámina es gruesa, oblonga-aovada o casi circular y de borde ondulado. La superficie es lisa o arrugada, de color verde o violáceo (el carácter hojas moradas es dominante sobre el color verde). Después de un tiempo se producen hojas que se despliegan sólo parcialmente formando una especie de caparazón rodeando a las hojas más nuevas, las que no se expanden.

6. Fruto.

Son silicuas gruesas, rectas o curvas, de 10 cm de largo por 5 mm de ancho, las que contienen varias semillas redondas, de color pardo rojizo a negro y de tamaño pequeño (300 semillas/g)

D. Condiciones agroecológicas

1. Atmosfera

Rios (2012), indica que, la col de repollo se adapta muy bien en climas templados – húmedos, resiste bien a temperaturas bajas, aunque pueden producir una floración prematura, prefiere climas templados y húmedos resiste bien a las heladas y es muy sensible al calor excesivo y a las sequías.

2. Temperatura

Bueno (2013), indica que la temperatura mínima para su germinación es de 4,4 °C y la máxima de 35 °C siendo la óptima de 29,4 °C, de la variedad que se desea sembrar se siembra en climas: cálido, templado y frío, a alturas comprendidas entre los 450 a 3 000 msnm y con rango de temperatura de 15 a 25 °C., se desarrolla preferentemente en lugares frescos y húmedos, por lo regular arriba de los 1 500 msnm y temperaturas de 20 °C.

3. Suelo

Cumba (2014), reporta que la mayoría de las pellas de col son moderadamente tolerantes a la salinidad, siendo pellas de col rojas más sensibles que las blancas. Presentan un rango de pH de 6,8 – 5,5 teniendo como óptimo 6,5 – 6,2. Se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, desde arenosos hasta orgánicos, prefiriendo aquéllos con buen contenido de materia orgánica y drenaje adecuado.

Valdez (2014), la col se adapta bien a terrenos ricos de textura media y arcillosa que retenga bien la humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento. No tolera suelos ácidos, sobre todo porque en ellos son más frecuentes los ataques de la hernia de la col. Es una hortaliza considerada como medianamente resistente a la alcalinidad.

E. Fisiología del crecimiento y desarrollo del cultivo de la col

Bailey (1963) citado por Maroto (2002) menciona que existe tres fases del ciclo fisiológico del cultivo de la col:

1. Crecimiento

Cuando la planta empieza su crecimiento en los primeros días de la siembra se observa una formación excesiva de las hojas, la planta almacena los nutrientes producidos para que se forme el cogollo (pág. 208).

2. Floración

Es la fase donde se forman los primordios florales y alargamiento de los talamos florales que finaliza con la formación de las semillas y flores.

Por su parte Jaramillo & Díaz (2006) mencionan que las etapas para la formación de la cabeza son las siguientes:

- Etapa de semillero

Es la etapa que comprende desde la siembra de la semilla en las bandejas de almácigo, hasta la formación de cuatro a cinco hojas verdaderas (pág.25).

- Desarrollo de la cabeza

Esta etapa empieza cuando las hojas tapan o cubren la base del tallo, se pueden observar que los peciolo son cortos y las hojas que crecen del centro de la planta lo hacen de forma recta sobreponiéndose una de otra.

El inicio de la formación de la cabeza se inicia cuando la planta tenga entre veinte y veintiséis hojas, las hojas profundas ya están tapadas por las hojas adyacentes (pág.26).

- Formación de la cabeza

Es la etapa final del desarrollo, en esta etapa las hojas internas que ya están ocultas crecen de forma acelerada formando una especie de bola de hojas sobrepuestas, la cabeza es aún blanda, ya que las hojas más viejas que protegen la cabeza aún no ejercen una presión. El endurecimiento de la cabeza de la col es realizado por la presión que ejercen las hojas internas. El estado de madurez de cosecha se da cuando el repollo de col tiene un diámetro de 12 a 18 cm y la cabeza tenga una consistencia ideal para ser cosechado no cediendo al tacto (pág.26).

F. Conducción agrícola

1. Preparación del almácigo

Maroto (2002) menciona que la preparación del almácigo se elabora tradicionalmente en tabones o semilleros, el uso de bandejas de almácigo o semilleros en una buena alternativa para la producción de plantines de col, ya que esta se adapta bien al trasplante, el uso de bandejas de almácigo trae grandes beneficios como: un mejor desarrollo de sus raíces, facilita el trasplante, un mejor control de las plagas, enfermedades y malezas, el ahorro de mano de obra (Fuentes & Pérez, 2003).

Debe reunir ciertas condiciones necesarias para el buen desarrollo de la plántula, buen drenaje, buena absorción de la humedad, buena textura, buena nutrición. Los más utilizados son: la turba, fibra de coco, humus, compost (Jaramillo & Díaz, 2006).

2. Trasplante

El trasplante es una actividad que se realiza cuando los plantines estén con las características adecuadas para esta labor, se empieza cavando un hoyo en el suelo con un plantador a unos ocho a diez centímetros de profundidad, luego se introduce los plantines en el hoyo fijándola con los dedos, finalizando con un riego a la base de cada planta (Hessayon, 2002). El tamaño ideal para el trasplante a campo definitivo consta de una altura de 10 a 12 cm con 4 a 5 hojas verdaderas. Un día antes del trasplante se debe regar ligeramente las bandejas o semilleros para que sea fácil de sacarlos y mantener el terrón de tierra y sus raíces (Jaramillo & Díaz, 2006).

El trasplante se efectúa cuando la planta tiene entre cuatro y seis hojas verdaderas. Según las condiciones de la zona, esto puede ocurrir entre treinta y cuarenta días después de la siembra. Se realiza el trasplante en eras de aproximadamente 1 m de ancho o en surcos separados a 40 cm. (INATEC, 2018)

3. Siembra

Maroto (2002) menciona que para la siembra del cultivo de la col hay que tener en cuenta la distancia de siembra, porque a una densidad menor hay más competencia por el espacio, los nutrientes y la luz, por lo que la calidad de la col disminuiría y además el trabajo agronómico se dificultaría. También menciona que la distancia ideal de siembra es de unos 40 cm entre plantas y a unos 40 a 80 cm entre surcos, según la variedad a sembrar.

La época adecuada de siembra, en términos generales, podría establecer en el ciclo de otoño en octubre y noviembre y, aunque se pueden sembrarse todo al año, también se pueden sembrarse la col en forma directa, luego realizar

el deshije dejando una planta. En cuanto al distanciamiento este va influir en el tamaño de la cabeza de la col y el peso. La siembra puede distanciarse a 0.7 m entre surcos y a 0.4 a 0.6 m entre plantas, según la variedad (Francis, 1985).

G. Labores culturales

1. Regadío

El riego se debe realizar en horas de la mañana o la tarde cuando los rayos solares no sean muy fuertes o intensos, para así, evitar la evaporación rápida del agua y la aparición de enfermedades (Jaramillo & Díaz, 2006).

Segura & Lardizábal (2008) y Casseres (1980) explican que el riego es importante para el cultivo de la col durante todo su desarrollo fisiológico, donde el momento más crítico es cuando empieza la formación de la cabeza, en este periodo no debemos excedernos de la cantidad de agua, porque estaríamos induciendo a que las cabezas de col se rajen, perdiendo su calidad del producto comercial. Esta práctica depende del tipo de suelo y las condiciones del medio ambiente.

Se debe de efectuar un riego Se efectúa un riego pesado, pero sin llegar al encharcamiento para lograr humedecer bien la cama y obtener una buena firmeza de las plantas trasplantadas depende de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y del estado de desarrollo vegetativo del cultivo. Para tener un riego uniforme se debe revisar las presiones uniformes del sistema de riego, revisar las descargas de los goteros entre otros (INATEC, 2018 p. 53).

2. Control de malezas

El control de malezas es una actividad que consiste en la eliminación de plantas no deseadas, porque estas compiten por el espacio, el agua, luz y los nutrientes, llegando a interferir en el normal crecimiento y desarrollo de las

plantas, e incluso pueden actuar como hospederos de plagas y enfermedades, como los pulgones y el mildiu (Valencia, 1995).

Para el control de las malezas, hay diferentes técnicas y métodos que van desde la eliminación física de la maleza hasta productos químicos selectivos. El control físico o mecánico de las malezas es uno de los métodos más recomendables debido a su bajo impacto ambiental, ya que no involucra el uso de productos químicos que puedan contaminar el suelo y agua. Este trabajo se realiza removiendo la tierra de forma manual con el uso de herramientas generalmente con un azadón, antes de la siembra, después del trasplante y durante el aporque (Marcelo, 2017).

Maroto (1983) menciona que el control químico de las malezas es recomendando si su uso es de forma responsable y cuidando la dosis recomendada, ya que se podría ocasionar el riesgo de fitotoxicidad. Puede ser utilizada antes del trasplante y después, como trifluralina aplicando una dosis de 0.8 -1 kg ha⁻¹ ; dinitroanilinas a una dosis de 1 - 1.2 L ha⁻¹ .

H. Fertilización

Domínguez (1982), recomienda una dosis de fertilización para el cultivo de la col teniendo en cuenta los siguientes aspectos como: de 150 a 270 kg de N ha⁻¹, dependiendo del nivel de materia orgánica presente en el suelo, de 80 a 120 kg P₂O₅ ha⁻¹, dependiendo de la riqueza del suelo y de 160 a 300 kg de K₂O ha⁻¹, dependiendo de la fertilidad del suelo; por lo tanto, para un rendimiento de 40 t ha⁻¹, se aplica una dosis de 270 – 80 – 300 kg de NPK ha⁻¹.

Portillo (2015), recomienda las siguientes cantidades de macronutrientes primarios en un plan de nutrición del cultivo de repollo (p. 4).

1. Nitrógeno.

Cuando se aplica este fertilizante químico no debe aplicarse en exceso, se recomienda una dosis de 100-225 kg/ha, se puede aplicar hasta tres aplicaciones en bandas o ambos lados del surco antes del inicio de la formación de las cabezas. En el terreno donde se ha realizado la siembra en el cultivo anterior se ha practicado una fertilización alta, se debe aplicar una dosis baja.

2. Fósforo.

El fertilizante químico a base de fósforo debe aplicarse al momento del trasplante, se dispone en el campo al voleo, por golpes o línea corrida a una dosis de 225-280 kg/ha. Para los suelos con buen contenido de fósforo (+ 30 ppm) se pueden utilizar fertilizaciones no mayores de 90 kg/ha.

3. Potasio.

El potasio se aplica al momento del trasplante en el campo definitivo a una dosis de 110-220 kg/ha. y la aplicación se realiza al voleo para incorporarlo al suelo antes del rayado de camas.

I. Plagas y enfermedades

1. Plagas

Casseres (1980) menciona que, los áfidos o pulgones son una de las plagas principales que afecta al cultivo de la col, el daño que realiza es cuando las plantas empiezan a formar las hojas verdaderas y los cogollos empiezan a formarse, esta plaga succiona la savia de la planta debilitándolo y es puerta de entrada para otras enfermedades como los virus. En esta familia están los *Aphis brassicae*, *Brevicoryne brassicae*, para su prevención se debe eliminar las plantas hospederas, eliminar los residuos de las cosechas.

Fuentes & Pérez (2003) menciona que, *Plutella xylostella* que es otra plaga de importancia económica, en su forma de larva daña la cabeza de la col haciendo orificios y canales que luego son rellenados con excremento, ocasionando una reducción de la calidad del producto. El método de control es rotando el cultivo, eliminar planta hospederas, el control químico se aplica solo cuando la población es alta, se puede usar productos como indoxacarb (37.5 g/200 L H₂O), cipermetrina (1.0 a 1.5 l ha⁻¹), para el control biológico se usa *Bacillus thuringiensis*.

2. Enfermedades

Bazán (1975) indica que, las principales enfermedades de la col de importancia económica a nivel de la agricultura peruana son La chupadera fungosa es causada por el hongo (*Rhizoctonia solani*), que ataca a plantas jóvenes, que produce el estrangulamiento del cuello y ocasiona la muerte de ellos, cuando la enfermedad se hace presente en plantas mayores produce manchas brunas que pueden retardar su crecimiento, su control se hace con fungicidas de formalina y pentacloro nitrobenzeno al 75 %. Hernia de la Col que (*Plasmodiophora brassicae*), los síntomas se inician en el sistema radicular, pasa al cuello de las plantas causando engrosamiento que al cortar causan mal olor y los hongos al caer pueden estar vivos varios años.

Podredumbre negra, (*Xanthomonas campestris*), ataca la planta en cualquier época de su desarrollo desde la germinación hasta la cosecha, los síntomas aparecen en las hojas que se vuelven amarillas progresando una clorosis que dé luego se va secando en forma apergaminada. El control eficaz de esta enfermedad es realizando la cuarentena, desinfección de las semillas antes de la siembra.

Otra enfermedad es la producida por el hongo (*Sclerotinia sclerotium*), que causa una pudrición húmeda suave, que inicia del cuello de la planta hacia arriba forma de micelio blanco y algodonoso razón por la cual las hojas mueren violentamente; donde su control es muy difícil pero una serie de prácticas culturales ayudan solamente la disminución de sus efectos. Otra enfermedad es el “mildiu Velloso” causada por un hongo (*Peronospora parasítica*), a nivel de las plántulas, ocasiona jaspeados con manchas amarillas que pueden llegar a destruir; el tratamiento consiste en realizar una adecuada ventilación de plántulas; no estar muy amontonados, luego aplicación de fungicidas a base de cobre, zinc y utilización de algunas variedades resistentes.

J. Recolección y Rendimiento

En primer lugar, debe de realizarse una evaluación para observar la formación completa de las cabezas de col, esta práctica consiste en presionar las cabezas y si éstas son de aspecto consistente, esta labor se realiza con un cuchillo u objeto cortante cerca de la base de la cabeza y dejar al menos una capa de hojas externas para protegerlas del manipuleo y almacenaje (Fuentes & Pérez, 2003).

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 la col 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)

Por su parte, Casseres (1980) menciona que, un repollo de calidad es cuando las cabezas estén firmen al contacto, estén libres de daño alguno por parte de algunas enfermedades e insectos, que no presenten rajaduras y que estén a un peso

que oscila entre los 1 a 2 kg. Mientras que, Maroto (2002) menciona que el rendimiento promedio del cultivo de la col suele estar entre los 25 a 50 t ha⁻¹

K. 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 (sabor aroma y textura de las cabezas) y características externas (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 & Ugas, 2006).

L. Valor nutritivo

(Pamplona, 2012) manifiesta que los repollos son hortalizas compuestas mayormente por agua, y muy nutritivas por su riqueza en vitaminas y minerales, este alto contenido acuoso hace que sean alimentos de bajo aporte calórico, los componentes más abundantes son los hidratos de carbono y la fibra seguidos de una menor proporción de proteínas y grasas.

Esta hortaliza es rica en potasio, calcio y magnesio, el potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de colaborar en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos. Además, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. En cuanto a las vitaminas, las coles se pueden considerar una buena fuente de provitamina A (sobre todo en la col rizada), folatos y vitamina C (Morales, 2012).

La vitamina E, al igual que la C, tiene acción antioxidante, mientras que la vitamina B3 o niacina actúa en el funcionamiento de los sistemas digestivo y

nervioso, el buen estado de la piel y en la conversión de los alimentos en energía metabolizable (Pamplona, 2012).

2.3. Definición de términos básicos

Abono de islas

FAO (2010) indica que, es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas rentables.

Col

Planta herbácea anual o bienal, perteneciente a la familia de las Brassicaceae (anteriormente Cruciferae). Se caracteriza por formar una pella o cabeza compacta de hojas superpuestas, que es la parte comestible. Es una de las variedades más comunes de *Brassica oleracea*. (Hurtado, 2006).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación del guano de isla al suelo, produce efecto significativo en el rendimiento de col variedad lombarda en condiciones agroecológicas del distrito de Ticlacayan - Pasco, donde alguno de los tratamientos supera al testigo.

2.4.2. Hipótesis específicas

La aplicación de guano de islas a un nivel óptimo incrementará significativamente el rendimiento de la col en condiciones agroecológicas del distrito de Ticlacayan – Pasco

Existe una relación dosis-respuesta entre los niveles de aplicación de guano de islas y las características de rendimiento de la col, como el peso de la cabeza, el diámetro de la cabeza y el número de hojas.

2.5. Identificación de variables

Variables Dependientes: Rendimiento

Rendimiento de col: Se medirá a través de indicadores como:

Peso fresco de la cabeza (kg/cabeza)

Diámetro de la cabeza (cm)

Altura de plantas (cm)

Peso seco de la materia vegetal (si se considera un análisis más profundo de biomasa).

Número de cabezas cosechables por unidad de área.

Variables Independientes: Niveles de guano de islas

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición operacional	Dimensión o factor para medir	Indicador	Valores Escalares	Instrumentos
Independiente Guano de islas	Es un recurso natural que se encuentra en la superficie de las islas y punto literal peruano (Minagri, 2019)	Abono orgánico	Guano de Islas	Unidades	Observacional
Dependiente	Comportamiento Agronómico		Altura de plantas Diámetro Ecuatorial Diámetro polar Largo de hojas Ancho de hojas	cm cm cm cm cm	Flexómetro Regla graduada Regla graduada Regla graduada Regla graduada
	Es una medida de la cantidad de un cultivo por unidad de superficie de las tierra. (RAE, 2024)	Rendimiento	Peso de pella por planta Peso de pella por tratamiento Rendimiento por hectárea	kg kg t/ha	Balanza Balanza Balanza

FUENTE: Preparación propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo Cuantitativa, porque se enfoca en la medición numérica de las variables, el uso de estadísticas y la generalización de los resultados. El rendimiento y sus componentes serán medidos y analizados numéricamente, de igual manera es, Aplicada porque busca resolver un problema práctico o mejorar una situación específica, en este caso, optimizar el rendimiento de la col mediante el uso de un fertilizante orgánico.

3.2. Nivel de investigación

Explicativo: Intenta establecer relaciones de causa y efecto entre las variables. El objetivo es determinar cómo los diferentes niveles de guano de islas causan variaciones en el rendimiento de la col. Para lograr esto, se busca explicar el porqué de los fenómenos, identificando las causas que los generan.

3.3. Método de investigación

Experimental, porque implica la manipulación de una o más variables independientes (niveles de guano) y la medición de su efecto sobre una o más variables dependientes (rendimiento de la col).

3.4. Diseño de investigación

El diseño de estudio utilizado en el presente estudio es el Diseño de Bloques Completamente al azar Randomizado con tres bloques. Porque este diseño permite controlar la variabilidad y asegurar que las diferencias observadas sean atribuibles a los tratamientos.

Tratamientos en estudio

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Nº	Tratamiento	Dosis
1	T1	2 t/ha
2	T2	3 t/ha
3	T3	4 t/ha
4	T4	5 t/ha
5	T5	Testigo

Factores en estudio

Dosis de aplicación	Claves
• 2 t/ha	A 1
• 3 t/ha	A 2
• 4 t/ha	A 3
• 5 t/ha	A 4
• Testigo	A 5

Descripción del campo experimental

1. Ámbito de prueba

Largo :	18.00 m
Ancho:	11.00 m
Total:	198.00 m ²
Terreno experimental	174.00 m ²
Terreno neto experimental	24.000 m ²
Terreno de caminos	24.00 m ²

2. Parcela

Largo:	3.20 m
Ancho:	3.00 m
Área neta:	9.60 m ²
Área neta experimental	1.60 m ²

3. Unidades

Largo:	16.00 m
Ancho:	3.00 m
Total:	48.00 m ²
Nº de parcelas por bloque:	5
Nº total de parcelas del experimento:	15

4. Surco

Nº.de surcos /parcela neta:	04
Nº de surcos / experimento:	60
Nº de surcos /bloque:	20
Distancia entre surcos:	0.80 m
Distancia entre planta:	0.50 m

Plantas a evaluarse por parcela: 04

Figura 1. Terreno experimental

I	T1	T2	T3	T4	T5
II	T2	T3	T4	T5	T1
III	T3	T4	T5	T1	T2

- Área total : 198.00 m²
- Área experimental : 174.00 m²
- Área neta experimental : 24.00 m²
- Área de caminos : 24.00 m²

3.5. Población y muestra

Se obtiene la muestra de una población de 360 plantas

$$n = Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N$$

$$E^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q$$

Donde:

Z = Por lo general se utiliza un nivel de confianza del 95%, según la tabla el 95%, es

$$z = 1.96$$

P y Q = Cuando no se tiene antecedentes se usa el 50%, usando 0.5 en la fórmula

N = En este caso la población es 360

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.50 \times 0.50 \times 360}{(0.05)^2 \times (360-1) + (1.96)^2 \times 0.50 \times 0.50}$$

$$n = 3,84 \text{ es la muestra de la población en estudio.}$$

n = 3,84 es la muestra de la población en estudio.

La población en estudio estuvo conformada de la siguiente manera:

- Población: 360 plantas de col
- Muestra: 60 plantas, tomadas en forma aleatorio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se efectuó mediante mediciones directas en campo (peso, diámetro, altura, etc.) en diferentes etapas del ciclo del cultivo, y al final de la cosecha.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

Se utilizaron instrumentos como balanzas, flexómetro, vernier y para las fichas de evaluación fueron recopilados de trabajos anteriores y se citó en la bibliografía, para la confiabilidad se utilizó el coeficiente de variabilidad C.V. expresado en % los valores menores a 40% son aceptables para este tipo de investigaciones y para la comparación de los tratamientos se usó la prueba de Duncan (Calzada, 1 970).

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de los datos de la investigación se utilizaron el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de rangos múltiples de Duncan a un nivel de 0.05, esto con la finalidad de comparar las medias o promedios de los tratamientos y se realizó con el paquete estadístico Info Stat.

3.9. Tratamiento estadístico

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Es la expresión del medio ambiente

M = Es la media de la población.

Modelo aditivo lineal

A_i = Efectos de los tratamientos variedades

β_j = Representa el efecto del bloque.

e_{ij} = Es el efecto del erro

Varianza

Tabla 3. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	CM	F cal	F tabular		Nivel de significancia	
					5%	1%	5%	1%
Tratamiento	4	SC tratamientos	$\frac{SC \text{ trat}}{gl}$	$\frac{CM \text{ trat.}}{CM \text{ error}}$				
Bloque	2	SC bloques	$\frac{SC \text{ bloq.}}{gl}$	$\frac{CM \text{ bloq.}}{CM \text{ error}}$				
Error	8	SC error	$\frac{SC \text{ Error}}{gl}$					
Total	14							

Experimento estadístico

El experimento estadístico que se realizó en el presente trabajo es la prueba de Duncan, en la que se realizaron las comparaciones de la distribución del rango estandarizado.

Desviación estándar:

$$S_x = \sqrt{\frac{CME}{REPT}}$$

Amplitud de límite de significancia “ALS”

Tabla 4. Tabla de Duncan

VALOR	2	3	4	5	6
AES	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla	Tabla
ALS	Tab. * Sx	Tab. * Sx	Tab. * Sx	Tab. * Sx	Tab. * Sx

$$(ALS) (D) = AES (D) * S_x$$

Donde:

ALS = Amplitud de límite de significación

AES = Valor de tabla de Duncan

S_x = Desviación de la media

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Autoría

Este estudio fue realizado bajo las normas de ética del estatuto de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y las reglas que rigen las buenas prácticas de la investigación.

Beneficio mutuo: La investigación tuvo un beneficio mutuo, es decir, no solo beneficia a los investigadores, sino también a la comunidad local y a la agricultura en general.

Equidad y justicia: La investigación fue justa y equitativa, se evitó la explotación de la comunidad local.

Originalidad: Se citaron a todos los autores según correspondía sin modificar los créditos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Establecimiento del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Ticlacayan el lugar denominado Racraytingo, distrito de Ticlacayan, Provincia y Región Pasco.

4.1.2. Establecimiento Política

Región	: Pasco
Provincia	: Pasco
Distrito	: Ticlacayan
Lugar	: Racraytingo
Temperatura	: 10 – 18°C.

4.1.3. Análisis de suelos

Para realizar el conocimiento de la cantidad de fertilizantes químicos y orgánicos aplicarse al suelo, era necesario realizar el análisis de suelo (Anexo 1).

Tabla 5. Resultados de análisis de suelos

ANÁLISIS MECÁNICO	RESULTADO	NIVELES
Arena	52%	
Limo	25%	Franco Arcilloso Arenoso
Arcilla	23%	
Estudio Químico		
Materia Orgánica	4,30%	Alto
Reacción del suelo (pH)	7%	Neutro
Elementos disponibles		
Nitrógeno	0,22%	Medio
Fósforo	20,1 mg/k	Alto
Potasio	204,5 mg/kg	Medio

4.1.4. Interpretación de resultados

La tabla muestra los datos de registro que tiene el suelo en donde se hace mención que la textura es franco arcilloso arenoso, elementos mayores como el nitrógeno y potasio medio, mientras que el fósforo es alto, la materia orgánica es alto y la reacción del suelo es neutro.

4.1.5. Conducción del experimento

a. Labranza

El terreno elegido fue plano para evitar efectos en la conducción del cultivo. Posteriormente se tomaron muestras del suelo para el análisis de fertilidad. El método de muestreo fue en forma de zig – zag, obteniendo una muestra representativa de toda el área del campo experimental. Luego se preparó el terreno, el cual consistió en el volteado, mullido y surcado del terreno en donde se realizó las labores profundas para asegurar una buena permeabilidad y aireación del suelo, para realizar el croquis del experimento. Se utilizarán: cal, estacas, flexómetro, jalón y cordel para ubicar los tratamientos, bloques y caminos

b. Aplicación del guano de islas

La aplicación del abono orgánico tipo guano de islas, se efectuó al momento del trasplante, la cantidad exacta de aplicar el abono se efectuó pesando la cantidad necesario en una balanza de precisión de acuerdo al estudio en mención, se incorporó en el fondo del surco.

c. Cultivo en almácigo

La siembra se realizó en bandejas germinadoras en el invernadero, 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, logrando su emergencia y crecimiento de las plántulas hasta un tamaño de 10 cm de altura, de 4 a 6 hojas verdaderas.

d. Demarcación de las parcelas experimentales

Mediante el croquis elaborado, se demarcó las parcelas experimentales con sus respectivas calles o pasadizos, luego se marcó con yeso cada parcela para destinar a los tratamientos en estudio.

e. Traslado a campo definitivo

Cuando las plantas en almácigo tuvieron una altura de 10 – 15 centímetros se procedió su traslado al campo definitivo en horas de la tarde, previamente se efectuó un riego para facilitar su arranque y no se dañe las raíces, se realizó transcurrido treinta días a la siembra en el almácigo, las plantitas tuvieron cuatro hojas y se colocaron en el suelo a una profundidad de 5 cm, finalmente se presionó muy bien para facilitar el prendimiento.

f. Distanciamiento

- Entre plantas : 0,30 m
- Entre surcos : 1,00 m

- Peso de semillas : 30 – 40 gramos

g. Abonamiento

El abono orgánico a base de aves guaneras se incorporó de acuerdo a la dosis establecidos (0, 2,3,4 y 5 t/ha) a la dosis de 8, 12, 16 y 20 gramos por planta, se aplicó en tres oportunidades, la primera a la siembra, el segundo al cultivo y la tercera al segundo cultivo. De igual manera al momento de la preparación del terreno se aplicó trtes sacos de estiércol descompuesto.

h. Labores culturales

1. Deshierbo y aporque

Las malezas fueron controladas manualmente utilizando herramientas de la zona como lampa y picota, el primer deshierbo coincidió con el cultivo y el segundo deshierbo se realizó al aporque, el aporque se realizó al nivel del cuello de la planta de la col para favorecer la formación del cogollo.

i. Presencia de plagas y enfermedades

Durante la permanencia del cultivo en el suelo hubo poca presencia de plagas, se notó la presencia de pulgones y babosas, para su control no se utilizaron productos químicos, ambas plagas fueron controladas utilizando el control cultural.

j. Cosecha

Antes de realizar esta labor se procedió a realizar un muestreo para observar el estado ideal de los cabezas de la col, deben mostrar una consistencia dura, esta labor se realizó cortando el cogollo desde el cuello de la planta con ayuda de un cuchillo desinfectado.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para determinar las diferencias estadísticas se utilizó el análisis de variancia.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software Infostat

Se evaluaron los siguientes indicadores:

Porcentaje de prendimiento

Se contabilizó cuantas plantas prendieron después de 7 días del trasplante.

a. Altura de plantas

Previa a la cosecha, con un flexómetro se tomaron la medida de altura de plantas,

b. Diámetro ecuatorial

Con la ayuda de un vernier se midió la circunferencia de la parte media de la pella.

c. Altura del repollo

Con la ayuda de una cinta métrica se medirá la altura de la pella.

d. Ancho de la hoja

A la cosecha de la planta se procedió a medir con ayuda de un flexómetro el ancho de la hoja de cada tratamiento en estudio.

e. Largo de la hoja

A la cosecha de la planta se procedió a medir con ayuda de un flexómetro el largo de la hoja de cada tratamiento en estudio.

f. Peso de la cabeza de col

Se pesaron las cabezas al momento de la cosecha, para lo cual se usó una balanza electrónica

g. Rendimiento por hectárea (t/ha)

Se calculó el rendimiento de una hectárea (10000 m²) usando los valores por cada tratamiento.

4.2.1. Porcentaje de prendimiento (%)

Se observó que todos los tratamientos presentaron 100% de prendimiento después del trasplante esto se debe a que se usó almacigo en bandejas y los plantines tuvieron raíces bien desarrolladas.

4.2.2. Altura de plantas

En la tabla 6 se muestra el análisis de varianza de altura de planta, la prueba muestra que no existe significancia en bloques, sin embargo, existe diferencia significativa en tratamientos. El coeficiente de varianza es de 2,81%, lo que indica que los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de altura de planta se muestra en la tabla 7, observándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos, los datos muestran que el T2 (3 t/ha de guano de islas) muestra el mayor dato con 68,00 cm, por su parte los tratamientos T3 (4 t/ha de guano de islas), T2 (3 t/ha de guano de islas) y el T1 (1 t/ha de guano de islas) sus promedios son similares con valores de 62,87; 61,83 y 59,83 cm, mientras que el T5 (testigo) muestra el menor dato con 51.50 cm.

Tabla 6. Análisis de variancia de altura de plantas (cm)

VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Tratamientos	4	431,43	107,86	37,09	4.46	*
Bloques	2	1,23	0,62	0,21	3.84	N.S.
Error	8	23,27	2,91			
Total	14	455,93				

C.V. = 2,81 %

Tabla 7. Prueba de Duncan de altura de planta

OM	Tratamiento	Prom (cm)	N.S.
1	T4	68,00	A
2	T3	62,67	B
3	T2	61,83	B
4	T1	59,83	B
5	T5	51,50	C

4.2.3. Diámetro polar

La tabla 8 muestra el análisis de varianza de diámetro polar de coll donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 2.86 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

En la prueba de Duncan los datos muestran que el T4 (5 t/ha de guano de islas), muestra diferencia significativa entre su promedio en comparación con el resto de los tratamientos con 44,17 cm, por su parte los tratamientos T2 (3 t/ha de guano de islas), T3 (4 t/ha de guano de islas) sus promedios son similares con valores de 35,33 y 35,17 cm. finalmente se tiene al tratamiento T5 con 30,15 cm.

Tabla 8. Análisis de varianza de altura de repollo

VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	0.33	0.32	0.31	4.46	N.S.
Tratamientos	4	341.10	85.28	83.20	3.84	*
Error	8	8.20	1.02			
Total	14	349.93				

C.V. = 2.86%

Tabla 9. Prueba de Duncan de Altura de repollo

0.M.	Tratamiento	Promedio (cm)	N.S.
1	T4	44.17	A
2	T2	35.33	B
3	T3	35.17	B
4	T1	32.33	C
5	T5	30.17	D

4.2.4. Diámetro ecuatorial

La tabla 10 muestra el análisis de varianza de diámetro de repollo en col donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 4.39 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de diámetro de repollo en col se muestra en la tabla 11, observándose que los tratamientos T4 (5 t/ha de guano de islas) y T3 (4 t/ha de guano de islas) no muestran significación entre sus tratamientos, siendo sus valores de 15.43 y 14.43 cm, estos datos nos indican que los promedios de ambos tratamientos son similares, mientras que el T5 (testigo) muestra el menor dato con 11,62 cm.

Tabla 10. Análisis de varianza diámetro de repollo

VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	0.33	0.32	0.31	4.46	N.S.
Tratamientos	4	341.10	85.28	83.20	3.84	*
Error	8	8.20	1.02			
Total	14	349.93				

C.V. = 2.86%

Tabla 11. Prueba de Duncan para diámetro de repollo

O.M.	Tratamiento	Promedio (cm)	N.S.
1	T4	15,43	A
2	T3	14,43	A B
3	T2	13,40	B
4	T1	12,83	C
5	T5	11,62	D

4.2.5. Ancho de hoja

La tabla 12 muestra el análisis de varianza de ancho de hojas de col donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 4.96 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de ancho de hoja en col muestra en la tabla 11, observándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos, los datos muestran que el T4 (5 t/ha de guano de islas) muestra el mayor dato con 39,57 cm, por su parte los tratamientos T1 (2t/ha de guano de islas), T5 (Testigo) T2 (3 t/ha de guano de islas) y T3 (4 t/ha de guano de islas) sus promedios son similares con valores de 31,83; 31,67 y 31,33 y 30,00 cm.

Tabla 12. Análisis de varianza ancho de hoja (cm)

VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	20,77	10,39	3,91	4.46	N.S.
Tratamientos	4	173,90	43,47	16,36	3.84	*
Error	8	21,25	2,66			
Total	14	215,92				

C.V. = 4.96%

Tabla 13. Prueba de Duncan de ancho de hojas

0.M.	Tratamiento	Promedio (cm)	N.S.
1	T4	39,57	A
2	T1	31,83	B
3	T5	31,67	B
4	T2	31,33	B
5	T3	30,00	B

4.2.6. Largo de hoja

La tabla 14 muestra el análisis de varianza de largo de hojas de col donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 4.53 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de largo de hoja en col muestra en la tabla 15, observándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos, los datos muestran que el T4 (5 t/ha de guano de islas) muestra el mayor dato con 48,50 cm, por su parte los tratamientos T1 (2t/ha de guano de islas), T1 (2 t/ha de guano de islas) y T3 (4 t/ha de guano de islas) sus promedios son similares con valores de 39,83; 38,33 y 38,17 cm por su parte el T5 (testigo) muestra el menor dato con 34,83 cm.

Tabla 14. Análisis de varianza ancho de hoja (cm)

VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	27,03	13,52	4,14	4.46	N.S.
Tratamientos	4	315,27	78,82	24,13	3.84	*
Error	8	26,13	3,27			
Total	14	368,43				

C.V. = 4.53%

Tabla 15. Prueba de Duncan de largo de hojas

0.M.	Tratamiento	Promedio (cm)	N.S.
1	T4	48,50	A
2	T2	39,83	B
3	T1	38,33	B C
4	T3	38,17	B C
5	T5	34,83	C

4.2.7. Peso de col por planta

La tabla 16 muestra el análisis de varianza de peso de hojas de col donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 11,68 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de peso por planta de col muestra en la tabla 17, observándose que los tratamientos que ocupan los tres primeros lugares según el orden de mérito, muestran significación entre sus datos con valores de 1,67; 1,57 y 1,63 kilogramos por planta, lo cual nos indica que sus datos fueron uniformes, a su turno el T5 (testigo) muestra el menor dato con 1.07 kilogramos.

Tabla 16. Análisis de varianza peso de col por planta (kg)

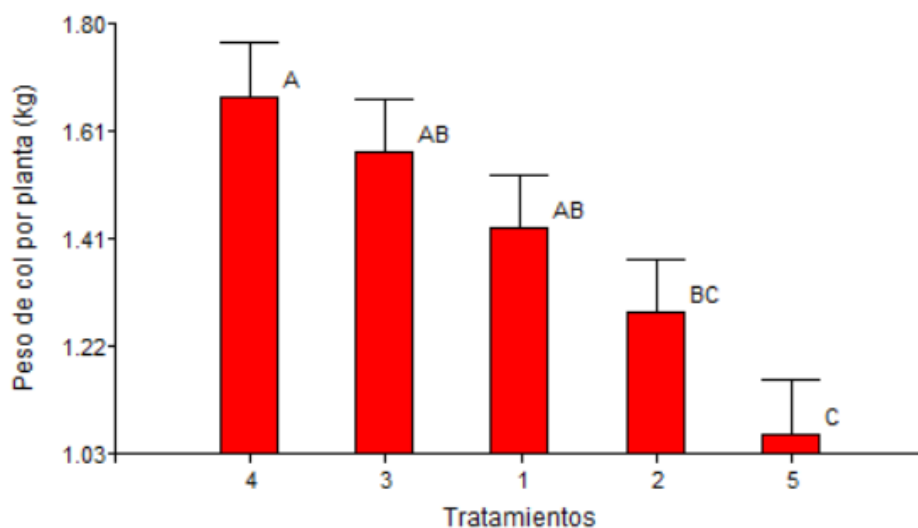
VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	0,01	0,005	0,17	4.46	N.S.
Tratamientos	4	0,67	0,17	5,67	3.84	*
Error	8	0,22	0,03			
Total	14	0,90				

C.V. = 11,68%

Tabla 17. Prueba de Duncan de peso de repollo por planta (kg)

0.M.	Tratamiento	Promedio (kg)	N.S.
1	T4	1,67	A
2	T3	1,57	A B
3	T1	1,43	A B
4	T2	1,28	B C
5	T5	1,07	C

Figura 2. Peso de repollo por planta



La presente figura sobre peso de repollo por planta muestra que, el T4 (5 t/ha de guano de islas) y el T3 (4 t/ha de guano de islas) muestran los mejores resultados en comparación con el resto de los tratamientos, ocupando el último lugar el tratamiento testigo.

4.2.8. Peso de col por tratamiento

La tabla 18 muestra el análisis de varianza de peso de col por tratamiento, donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 6,31 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de peso por tratamiento de col muestra en la tabla 18, observándose que los tratamientos que ocupan los dos primeros lugares según el orden de mérito, muestran significación entre sus datos con valores de 50,00 y 47,00 kilogramos por tratamiento, lo cual nos indica que sus datos fueron uniformes, a su turno el T5 (testigo) muestra el menor dato con 32 kilogramos.

Tabla 18. Análisis de varianza peso de col por tratamiento (kg)

VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	14,70	7,35	1,08	4.46	N.S.
Tratamientos	4	623,40	155,85	22,96	3.84	*
Error	8	54,30	6,79			
Total	14	692,40				

C.V. = 6,31%

Tabla 19. Prueba de Duncan de peso de repollo por tratamiento (kg)

0.M.	Tratamiento	Promedio (kg)	N.S.
1	T4	50,00	A
2	T3	47,00	A
3	T1	39,00	B
4	T2	38,50	B
5	T5	32,00	C

4.2.9. Rendimiento de col por hectárea (t/ha)

La tabla 20 muestra el análisis de varianza de rendimiento de col por hectárea de col donde encontramos que hay significación entre las variables independientes estudiados. La variación es de 6,31 % lo que se interpreta como buena y los datos fueron uniformes.

La prueba de Duncan de rendimiento por hectárea de col muestra en la tabla 21, observándose que los tratamientos que ocupan los dos primeros lugares según el orden de mérito, muestran significación entre sus datos con valores de 55,55 y 52,22 toneladas por hectárea, lo cual nos indica que sus datos fueron uniformes, a su turno el T5 (testigo) muestra el menor dato con 36,36 toneladas por hectárea.

Tabla 20. Análisis de varianza rendimiento por hectárea (t/ha)

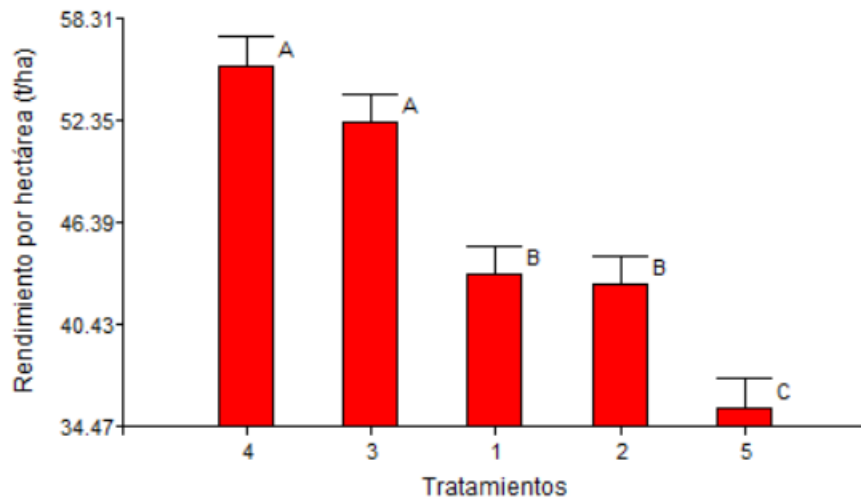
VARIACIÓN	Datos	SC	CM	FC	FT	
					0.05	Signif.
Bloques	2	18,14	9,07	1,08	4.46	N.S.
Tratamientos	4	769,37	192,34	22,92	3.84	*
Error	8	67.13	9,39			
Total	14	854,64				

C.V. = 6,31%

Tabla 21. Prueba de Duncan de rendimiento por hectárea (t/ha)

0.M.	Tratamiento	Promedio (t/ha)	N.S.
1	T4	55,55	A
2	T3	52,22	A
3	T1	43,33	B
4	T2	42,78	B
5	T5	35,36	C

Figura 3. Rendimiento por hectárea de col (t/ha)



La presente figura sobre rendimiento por hectárea de col nos muestra que, el T4 (5 t/ha de guano de islas) y el T3 (4 t/ha de guano de islas) muestran los mejores resultados en comparación con el resto de los tratamientos, ocupando el último lugar el tratamiento testigo.

4.3. Prueba de hipótesis

Se cumple la hipótesis general planteada, porque la aplicación del guano de islas incrementa la producción de la col.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Altura de plantas

Referente a altura de plantas los datos de análisis de variancia muestran significación entre los diferentes tratamientos estudiados, la cual indica que la aplicación de las diferentes dosis de guano de islas influye en cuanto a esta variable estudiada, sin embargo, el T1 y T5 (aplicación de 4 y 5 t/ha de guano de islas) reportan los datos más altos con valores de 68.00 y 62.67 centímetros. Vásquez (2019) quien en su trabajo de investigación evaluó la altura del repollo aplicando cuatro dosis de guano de las islas (3 t ha⁻¹, 4 t ha⁻¹, 5 t ha⁻¹, 0 t ha⁻¹), donde se reporta que la mayor altura de repollo lo obtuvo el tratamiento con 3 t ha⁻¹ de guano de isla, con un promedio de

24.80 cm. Oliva, et al., (2017) aplicando 1.5. k/m² de guano de islas obtuvo una altura de plantas de 25.55 cm., por su parte Ramos (2019), aplicando 500 kilos por hectárea de guano de islas obtuvo una altura de 12.71 cm.

La altura media de la planta de repollo fue influenciada por los tipos de abonos fue, compost dio la altura más alta (10.40 cm), seguido por fertilizante (7.63cm), a lo largo del período de crecimiento, y mientras NPK tenía la menor (6,46 cm), en altura de la planta de repollo. (Olaniyi, y Ojetayo, 2015)

Ponce (2018), quien al aplicar 40 t/ha de gallinaza en el cultivo de repollo, obtuvo el mayor desarrollo de altura de planta con 25.03 cm y en el tratamiento testigo obtuvo 10.23 cm, de altura de planta en la variedad corazón de buey.

4.4.2. Diámetro polar

Referente a diámetro polar en col los datos de análisis de variancia muestran significación entre tratamientos, la cual indica que la aplicación del guano de islas en sus diferentes dosis influye en cuanto a esta variable estudiada, sin embargo, el T4 y T 2 (aplicación de 5 y 3 t/ha de guano de islas) reportan los datos más altos con valores de 44.17 y 35.33 centímetros, estos datos no coinciden con lo obtenido por Mendoza (2024), quien obtuvo valores de 23.14 y 22.71 con aplicación de 2 t/ha de guano de islas, Vásquez (2019) obtuvo un diámetro de 24.80 con aplicación de 5 t/ha de guano de islas.

El guano de las islas al contener en su composición cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, hacen que cuando se le aplica al cultivo de la col esta los absorba favoreciendo en su crecimiento polar (AGRORURAL, 2019)

4.4.3. Diámetro ecuatorial

En el experimento se observa que el T4 y T3 (aplicación de 5 y 4 t/ha de guano de islas) y T2 reportan los datos más altos con valores de 15.45 y 14.43 cm, la cual nos

indica que la aplicación de las diferentes dosis de guano de islas surte efecto concerniente a la variable estudiada, los datos coinciden con obtenido por Ramos (2024), quien obtuvo valores de 20.1 y 17.9 cm. con aplicación de 2 t/ha de guano de islas. Los resultados obtenidos son superiores al ser comparados con Vásquez (2019) obtuvo 23.73 cm concerniente a diámetro ecuatorial en col con aplicación de 3 t/ha de guano de islas. Huamán (2022) quien menciona también en su trabajo científico que el guano de las islas es un mejorador por excelencia de las características físicas químicas y biológicas del suelo.

4.4.4. Ancho de hojas

En el experimento concerniente a ancho de hojas el análisis de variancia indica que existe significación entre tratamientos, la cual muestra que la aplicación de diferentes dosis de guano de islas en col influye en la variable estudiada, sin embargo, el T4 y T1 (aplicación de 5 y 1 t/ha de guano de islas) reportan los datos más altos con valores de 39.57 y 31.83 centímetros, los cuales no coinciden por lo obtenido por Ramos (2019) quien obtuvo valores de 19.31 y 19.20, con aplicación de 1 y 0,5 t/ha. de guano de islas.

Reyes, et al., (2017), señala que esta variable mostró diferencias significativas entre tratamientos a los 60 y 90 días posteriores a la siembra. Las plantas fertilizadas con compost de camalote presentaron hojas más anchas, seguido de las plantas fertilizadas con la mezcla de 50% de vermicompost + 50% de compost de camalote, mientras que el testigo, presento hojas menos anchas. En valores porcentuales, las plantas fertilizadas con compost de camalote, a los 60 y 90 días, superaron a las plantas sin fertilización (testigo) en 43,2 y 33,6%, respectivamente, mientras que las plantas a las que se les aplicó la mezcla 50:50 de vermicompost y compost de camalote,

superaron a las plantas sin fertilización (testigo) en 25,0 y 20,2%, a los 60 y 90 días, respectivamente.

4.4.5. Largo de hojas

En el experimento concerniente a largo de hojas el análisis de variancia indica que existe significación entre tratamientos, la cual muestra que la aplicación de diferentes dosis de guano de islas en col influye en la variable estudiada, sin embargo, el T4 y T2 (aplicación de 5 y 3 t/ha de guano de islas) reportan los datos más altos con valores de 48.50 y 39.83 centímetros, los cuales no coinciden por lo obtenido por Ramos (2019) quien obtuvo valores de 20.83 y 20.62, con aplicación de 1y 0.5 t/ha de guano de islas.

Reyes (2016) menciona que para la variable largo de hoja presentó los mayores valores a los 60 y 90 días con 22.66 y 21.06 cm respectivamente en el tratamiento, registrándose diferencia estadística a los 60 días, tales como ácidos húmicos y hormonas en el caso particular de los abonos orgánicos que pueden contribuir al largo de hojas de plantas.

4.4.6. Peso de col por planta

En el experimento concerniente a peso de col por planta, el análisis de variancia indica que existe significación entre tratamientos, la cual muestra que la aplicación de diferentes dosis de guano de islas en col influye en la variable estudiada, sin embargo, el T4 y T3 (aplicación de 5 y 4 t/ha de guano de islas) reportan los datos más altos con valores de 1.67 y 1.57 kilogramos, los cuales coinciden por lo obtenido por Mendoza (2024) quien obtuvo valores de 1.79 y 1.76 kilogramos, con aplicación de 1y 0.5 t/ha de guano de islas. Vásquez (2018) obtuvo valores de 4.15 kilogramos con aplicación de 5 t/ha de guano de islas.

De la cruz (2023) explica que al aplicar dosis crecientes de guano de las islas al cultivo de la col, el peso de cada uno de la cabeza de repollo aumentaba en relación a la dosis aplicada. La aplicación de 3 t/ha obtuvo 2.93 kilogramos y el testigo obtuvo 2.12 kilogramos.

Oliva, et.al., (2017), en un trabajo de investigación abonos orgánicos en el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas, obtuvo 987 gramos de peso de col aplicando (repollo + 1.5 kg/m² de guano de isla)

4.4.7. Rendimiento de col por hectárea (t/ha)

En el experimento concerniente a rendimiento de col por hectárea, el análisis de variancia indica que existe significación entre tratamientos, la cual muestra que la aplicación de diferentes dosis de guano de islas en col influye en la variable estudiada, sin embargo, el T4 y T3 (aplicación de 5 y 4 t/ha de guano de islas) reportan los datos más altos con valores de 55.55 y 52.22 t/ha, los cuales coinciden por lo obtenido por Mendoza (2024) quien obtuvo 61.55 t/ha, con aplicación de 1.5 t/ha de guano de islas. Oliva et.al., (2017) con aplicación de 1.5 k/metro cuadrado de guano de islas reporta 44.95 t/ha. Vásquez (2019) obtuvo valores de 70.55 t/ha con aplicación de 5 t/ha de guano de islas.

Los resultados del presente trabajo de investigación, son superiores a los reportados por Caicedo (2015), quien al aplicar gallinaza obtuvo 11.3 t/ha por la dosis de 5000 kg/ha; y 11.17 t/ha por la dosis de 8000 kg/ha, mientras que con Bovinaza tuvo 12.83 t/ha con la dosis de 5000 kg/ha; y 12.67 t/ha con la dosis de 8000 kg/ha.

Ramos (2019), menciona que, El guano de islas, al ser un abono orgánico y natural, contiene microorganismos benéficos que permiten degradar los elementos

nutritivos en el suelo, facilitando la absorción de los nutrientes para las plantas, las cuales lo asimilan fisiológicamente y lo expresan en mejores rendimientos vegetativos.

CONCLUSIONES

1. El efecto del guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) fue significativo en condiciones de Tielacacyan - Pasco. En resumen, el manejo agronómico es clave para optimizar la producción de la col.
2. El guano de islas aplicado al cultivo de col muestra la eficacia respecto al comportamiento agronómico (5 t/ha de guano de islas) reporta los mejores resultados en cuanto a altura de planta, diámetro polar. Diámetro ecuatorial, ancho de la hoja y largo de la hoja, con valores de 68.00 cm; 44.17 cm; 15.43 cm; 39,33 cm; y 48.50 centímetros
3. En cuanto al rendimiento los mayores datos se obtuvieron con la aplicación de guano de islas (5 t/ha), seguido de la aplicación de guano de islas (4t/ha) con valores de 55.55 y 52.22 t/ha. el último lugar muestra el T5 (testigo) con 35.36 t/ha.
4. La aplicación de 5 t/ha de guano de islas en el cultivo de col, reporta los mejores resultados por los rendimientos obtenidos.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar 5 t. ha-1 de guano de isla en el cultivo de col variedad lombarda en el distrito de Ticolacayan.
2. Efectuar trabajos de investigación utilizando abonos orgánicos en otras dosis y pisos ecológicos diferentes, a fin de encontrar una mejor rentabilidad económica y poder ser utilizado con mayores ventajas
3. Verificar trabajos de investigación con la introducción de nuevas variedades de col, probando su comportamiento agronómico a las condiciones ambientales del distrito de Ticolacayan, de esa forma realizar las rotaciones de cultivos tendientes a solucionar problemas como: precocidad a la cosecha, resistencia a plagas y enfermedades.
4. Se recomienda a todos los productores de hortalizas como la col del distrito de Ticolacayan y en las comunidades aledañas, evitar el uso excesivo de los abonos químicos debido a que tienen un origen sintético y son producidos mediante la síntesis química, que en muchos de los casos afectan a los nutrientes presentes en el suelo y contaminan el agua del subsuelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRORURAL. (2018). Manual de abonamiento con guano de las islas (1ra ed.). Digital Print Service E.I.R.L.
- AGRO RURAL. (2022). *Ficha Técnica: Guano de las Islas granulado para exportación*.
- AGRORURAL. (2019). Guano de las islas. Ministerio de Agricultura y Riego. www.agrorural.gob.pe
- Bazán, C. (1975). Enfermedades de cultivos hortícolas y frutícolas. Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú.
- Bueno, P., Díaz, M. y Cabrera, F., 2013. Factores que afectan el proceso de compostaje. Universidad de Huelva. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. España. 14 p.
- Calzada, B. (1970). Métodos estadísticos para la investigación. 3era Edición. Editorial Jurídica. Lima - Perú.
- Cumba, A. 2014. Enmiendas de suelos. Minerales del Recreo S.A. Córdoba Argentina. 19 p.
- De La Cruz, K. (2023). Densidad de plantas y dosis de guano de islas en el rendimiento del cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.) Canaán. 2750 msnm – Ayacucho. [Tesis para optar el título de Ing° Agrónomo]. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. Ayacucho.
- Casseres, E. (1980). Producción de hortalizas. Editorial IICA. San José, Costa Rica
- Epiquien, N. (2021). Efecto de dos tipos de fertilizantes y abonos en el rendimiento del repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en María, Luya, Amazonas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2323>
- FAO. (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura, 1, 33.

- Fuentes, F. E., & Pérez, J. (2003). Cultivo de repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 16, 1–36.
- Francis, C. (1985). Todo sobre repollo. Editorial Aedos. Madrid España.
- García, J., & Pérez, L. (2021). *Efecto de distintas dosis de guano de islas sobre el rendimiento de col morada en Huánuco*. Revista Científica de Agronomía.
- Gaviola, S. (2018). *Manejo de la fertilización orgánica en cultivos intensivos*. Ediciones INTA.
- Gonzales, M. R. (2015). Efecto de cinco dosis de humus de lombriz en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea L.*) var. corazón de buey, en la zona del Alto Huallaga – Tocache [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional UNSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/686>
- Hessayon, D. G. (2002). The vegetable Expert (2nd ed.). Editorial Blume, S.A
- Huamán, F. D. (2022). Optimum dose of island guano in the agronomic behavior of the crop *Brassica oleracea L.* var. *Italic*. Revista de Investigación Científica UNTRM, 5(1), 42–48. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v5i1.888%0AArtículo>
- International Society for Horticultural Science. (2022). *Avances en nutrición de hortalizas*. https://www.ishs.org/ishs-article/936_29
- Jaramillo J. y Diaz, C. 2006. 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.
- Kiehl, E. (1985) Fertilizantes orgánicos. Editora agronómica Ceres Ltda. Sao Paulo, Brasil. 439 pp.
- Marcelo, V. (2017). El cultivo de las hortalizas (1ra ed.). Impresiones Master.
- Maroto, J. (2002). Horticultura herbácea especial. 5ta ed. Madrid. Editorial. MundiPrensa
- Mendoza, L. (2024). Niveles de fertilización NPK en el rendimiento de col (*Brassica oleraceae L.*) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho. [Tesis para optar el título de Ing° Agrónomo].

Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.

Ministerio de Agricultura y Riego (2018). Manual de Abonamiento con Guano de Islas. (1ra edición). Lima. Per+u. digital print service E.I.R.L.

Ministerio de agricultura (2014). Compendio Estadístico de Cultivos.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Rural. (2024). *Guano de las islas: El poderoso fertilizante natural que potencia la productividad de los cultivos.*

<https://www.gob.pe/institucion/agrorural/noticias/585985-guano-de-las-islas-el-poderoso-fertilizante-natural-administrado-por-agro-rural-que-potencia-la-productividad-de-los-cultivos>

Morales, I. (2012). Manejo agronómico de Cultivos. El Salvador. 32 p.

Nelson, J. B. (2005). *Pelicans, Cormorants, and Their Allies*. Oxford University Press.

Ochatoma, J. (2020). *Estudio de los depósitos fosfatados en el litoral peruano*. Universidad Nacional de Ingeniería.

Oliva, M. Neri, C. y Huamán, E. (2017). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas. DOI:10.25127/aps.20173.370. Chachapoyas.

Pamplona. 2012. Importancia de Cultivos Hortícolas. Editorial Ataneo. Colombia 32 p

Ponce, F. T. (2018). Efecto de cuatro dosis de gallinaza en la producción de repollo (*Brassica oleracea* L.) Var. Corazón de buey - En el Alto Huallaga - Tocache [Tesis de título, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto].
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3074>

Portillo, J. (2015). Efecto de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de repollo; Olopa, Chiquimula [tesis de grado, Universidad Rafael Landívar].
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/09/Portillo-Homero.pdf>

Quispe, M. (2023). *Respuesta de col (Brassica oleracea var. capitata L.) a niveles de guano*

- de islas en Ayacucho*. Tesis Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- PROABONOS (2007). Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de Aves Marinas. Consultado 18 de noviembre de 2018. [http:// www.Preabonos.gob.pe](http://www.Preabonos.gob.pe). el 18 de noviembre de 2018.
- Ramos, V. L. (2019). Efecto del abonamiento de guano de islas y humus de lombriz en el rendimiento del repollo morado (*Brassica Oleracea L.Var. Capitata - Rubra*) en el C.I.P. Camacani - Puno [Tesis de Título, Universidad Nacional del Altiplano - Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11464>
- Reyes J.; Luna R.; Murillo B.; Nieto, A.; Hernández L.; Rueda E. y Preciado P. (2017) uso de vermicompost y compost de camalote (*Eichhornia crassipes*) en el crecimiento de col morada (*Brassica oleracea L.*) Interciencia 42(9) 610-615 DOI: 0378-1844.
- Ríos, L. (2012). Alcolchado sintético y distanciamiento de siembra y su efecto sobre las características agronómicas y su rendimiento del cultivo de *Brassica campestris L.* Col china Var. Jade Crown en la zona de Nina Rumi – Distrito de san Juan. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero agrónomo.
- Rodríguez, R. (2015). Fisiología vegetal. Consultado 20 febrero 2017. <http://www.slideshare.net/fmedin1/fisiologiavegetal-5web>
- Segura, R., & Lardizábal, R. (2008). Producción de repollo. United States Agency International Development, 01, 34.
- Siura y Ugas, R. (2006). Programa de horticultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Edición Edit. Agraria. 36 p.
- Turatbekova et al. (2024). Study on the effect of organic fertilizers for enhancing the yield and quality of the white cabbage (*Brassica oleracea var. Capitata f. alba*). Universidad Internacional Kimyo en Tashkent, 100121 Tashkent, Uzbekistán
- Ugás, R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A.; Toledo, J. (2000) Hortalizas. Datos básicos.

Programa de Investigación en Hortalizas, UNALM. Lima – Perú.

Valdez, V. (2014). Cultivo del repollo (boletín técnico N° 18). Santo Domingo – República Dominicana. FDA. 22 p.

Vásquez, N. (2020). Efecto del abonamiento con guano de isla en el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea L*) variedad lombarda (Capitata f. rubra) en condiciones agroecológicas de Colicocha Huánuco. [Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán]

Vela K., (2010). Caracterización física, química y nutricional de la vainita (*Phaseolus vulgaris L.*), en diferentes suelos edafoclimaticos, cultivados a campo abierto e invernadero, como un aporte a la norma INEN. “Vainita Requisitos”. Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Ecuador, Quito. Pp. 186.

Villagarcía, S. y Aguirre, G. (1994) Manual de Fertilizantes. Facultad de Agronomía. Departamento de Suelos y Fertilizantes. UNALM. Lima, Perú. 89 pp

Virgilio, M. (2003). Guía Técnica del Cultivo del ejote. El Salvador: Centro Nacional Agropecuaria y Forestal.

ANEXOS:

Instrumentos de recolección de datos

- Cartillas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Cuaderno de evidencias
- Celular con cámara fotográfica, USB
- Balanzas electrónicas
- Wincha
- Programa Excel 2017 e Infostat 2019
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.
- Supuestos e ideas
- Métodos analíticos y cuantitativo.

Tabla 1
Porcentaje de emergencia

Tabla 1 Porcentaje de emergencia (%)							
TRATAMIENTO							
Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	T 6	Total
I	100	99	100	98	100	98	595
II	100	100	100	99	100	99	598
II	98	100	100	100	100	100	598
Total	298	299	300	297	300	297	1791,00
X	99,33	99,67	100	99	100,00	99,00	99,50

Altura de plantas

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	59.0	64.0	63.5	67.5	50.0	304.0
II	60.5	60.0	64.5	68.0	52.5	305.5
II	60.0	61.5	60.0	68.5	52.0	302.0
Total	179.5	185.5	188.0	204.0	154.5	911.5
X	59.83	61.83	62.67	68.0	51.50	60.77

Diámetro ecuatorial

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	13.50	14.00	14.65	14.80	11.45	68.40
II	12.20	13.50	14.80	15.50	11.90	67.90
II	12.80	12.70	13.85	16.00	11.50	66.85
Total	38.50	40.20	43.30	46.30	34.80	203.15
X	12.83	13.40	14.43	15.43	11.62	13.54

Diámetro polar

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	31.5	35.0	35.0	44.5	31.0	177.0
II	32.5	36.5	36.0	43.0	30.5	178.5
II	33.0	34.5	34.5	45.0	29.0	176.0
Total	97.0	106.0	105.5	132.5	90.5	531.5
X	32.33	35.33	35,17	44.17	30.17	35.43

Ancho de hojas

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	34.5	31.0	31.0	40.5	35.5	172.5
II	34.0	32.5	30.5	38.5	30.5	162.0
II	31.0	30.5	28.5	39.7	29.0	158.7
Total	95.5	94.0	90.0	118.7	95.0	493,2
X	31.83	31.33	30.0	39,57	31.67	32.88

Largo de Hojas

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	35.5	37,5	36.5	49.5	35.5	196.5
II	41.0	43.5	40.0	47.5	37.0	209.0
II	36.5	38.5	38.0	48.5	32.0	193.5
Total	115.0	119.5	114.5	145.5	104.5	599.0
X	38.33	39.83	38.17	48.5	34.83	39.93

Peso de col/planta (kilogramos)

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	1.75	1.15	1.50	1.60	1.10	7.10
II	1.25	1.40	1.60	1.60	1.00	6.85
II	1.30	1.30	1.60	1.80	1.10	7.10
Total	4.30	3.85	4.70	5.00	3.20	21.05
X	1.43	1.28	1.57	1.67	1.07	1.40

Peso de col/tratamiento

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	40.5	34.5	45.0	48.0	33.0	201.0
II	37.5	42.0	48.0	48.0	30.0	205.5
II	39.0	39.0	48.0	54.0	33.0	213.0
Total	117.0	115.5	141.0	150.0	96.0	619.5
X	39.0	38.5	47.0	50.0	32.0	41.3

Rendimiento por hectárea (t/ha)

Bloques	T 1	T 2	T3	T 4	T 5	Total
I	45.00	38.33	50.00	53.33	36.67	223.33
II	45.67	46.67	53.33	53.33	33.33	228.33
II	43.33	43.33	53.33	60.00	36.67	236.66
Total	130.00	128.33	156.66	166.66	106.67	688.32
X	43.33	42.78	52.22	55.55	35.56	45.89

Fotografías



Fig 1 y 2 Preparación y trazado de surcos de cama de almácigo



Fig 3 Siembra de cama de almácigo

Fgg 4 Vista de germinación de semillas



Fig 5 Riego de cama de almácigo Fig 6 Roturación de terreno para trasplante



Fig 7 y 8 Trasplante de plántulas de col



Fig 9 Vista de campo trasplantado



Fig 10 Riego de plantas de col Fig 11 Vista del guano de islas



Fig 12 y 13 Vista de pesaje del guano de islas



Fig 13 y 14 Vista de crecimiento de la col



Fig 15 y 16 Evaluación de la col



Fig 17 y 18 Visita del asesor del proyecto.



Fig 19 y 20 Evaluación de largo y ancho de las hojas de col



Fig 21 y 22 Vista de evaluación de la col



Fig 23 y 24 Cosecha de la col.