



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de guano de las islas en la producción de dos variedades de papa en el
ecosistema andino de Lima**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autora

Kenverly Lea Narvasta Matos

Asesora

Dra. Dori Udulia Felles Leandro


Dra. Dori Udulia Felles Leandro

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

METADOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACION
Narvasta Matos Kenverly Lea	76051512	01/06/26
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Dra. Felles Leandro, Dori Udulia	15729545	https://orcid.org/0000-0002-1210-5489
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO / POSGRADO – MAESTRIA - DOCTORADO		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Contreras Liza Sergio Eduardo	08787108	https://orcid.org/0000-0002-6895-4332
Dr. Tirado Malaver Roberto Hugo	44565193	https://orcid.org/0000-0002-4615-5310
Dr. Sánchez Calle Marco Tulio	02807986	https://orcid.org/0000-0001-9687-2476

040518Kenverly Lea Narvasta Matos

Evaluación de guano de las islas en la producción de dos variedades de papa en el ecosistema andino de Lima

UI-FIAIAY PREGRADO 2026
Unidad de Investigación FIAIAYA-2026
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3597768375

Fecha de entrega

19 jun 2026, 11:10 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

19 jun 2026, 11:16 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Tesis_NARVASTA_MATOS.pdf

Tamaño del archivo

5.1 MB

86 páginas

19.291 palabras

108.798 caracteres



Página 2 de 93 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3597768375

19% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 18% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

A Dios, infinita sabiduría y fuente inagotable, que oriento mi camino y me otorgo fortaleza para alcanzar este logro, por guiar mis pasos y brindarme perseverancia necesaria en este trayecto.

A mi madre Mercedes Matos por el apoyo incondicional, su motivación y enseñanzas han sido el pilar y el gran impulso que me brindo a lo largo de este viaje académico.

A mi padre Elio Narvasta Olivares por inculcarme la perseverancia y el valor del esfuerzo en cada paso y el compromiso para culminarlo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por su misericordia, inmenso amor y sabiduría para superar cada etapa de este proceso, por haber guiado mis pasos en los momentos difíciles.

A mi familia, fuente constante de inspiración, especialmente a mis padres Mercedes Matos y Elio Narvasta, por su apoyo absoluto e incondicional. Gracias por creer en mí, por acompañarme en cada logro y alentarme en cada dificultad. Su amor, paciencia y convicción han sido el pilar primordial en los pasos de mi formación personal y profesional.

A mi asesora, Dra. Dori Udulia Felles Leandro, por su dedicación, entrega y su arduo compromiso sostenida a lo largo de este estudio. Expreso mi más sincero reconocimiento por su tiempo dedicado, paciencia y la generosidad con la que compartió sus saberes. Su guía ha sido clave en la consolidación de esta investigación y en mi formación académico.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Delimitaciones del estudio.....	5
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	6
2.1.3 Antecedentes nacionales	7
2.2 Bases teóricas.....	9
2.2.1 Importancia socioeconómica del cultivo de papa en el Perú	9
2.2.2 Taxonomía del cultivo de papa	10
2.2.3 Descripción botánica del cultivo de papa	10
2.2.4 Fenología del cultivo de papa	12
2.2.5 Requerimiento clima y suelo	13
2.2.6 Requerimiento nutricional	16
2.2.7 Variedades en estudio	16
2.2.8 Guano de las Islas	18
2.2.9 Guano de las islas en la producción de papa.....	19
2.2.10. Dosis de guano de las Islas	19
2.3 Definición de términos básicos.....	20
2.4 Hipótesis de investigación	21
2.4.1 Hipótesis general.....	21
2.4.2 Hipótesis específicas.....	21

2.5 Operacionalización de variables	22
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	23
3.1 Diseño metodológico	23
3.1.1 Ubicación	23
3.1.2 Características del área de experimental	24
3.1.3 Tratamientos	26
3.1.4 Diseño experimental	28
3.1.5 Variables evaluadas	28
3.1.6 Conducción del experimento	29
3.2 Población y muestra.....	31
3.2.1. población.....	31
3.2.1. Muestra	31
3.3 Técnicas para la recolección de datos	32
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	32
CAPITULO IV. RESULTADOS	34
4.1 Características morfológicas	34
4.1.1 Altura de planta (cm)	34
4.1.2. Número de tallos/planta	38
4.2 Características de rendimiento	41
4.2.1Números de tubérculos/planta según categoría.....	41
4.2.3 Peso de tubérculos/planta según categoría.....	46
4.3 Rendimiento total t/ha	51
CAPITULO V. DISCUSIÓN	54
5.1 Altura de planta.....	54
5.2 Numero de tallos	54
5.3 Numero de tubérculos/planta de categoría extra.....	55
5.4 Numero de tubérculo/planta de categoría Primera.....	55
5.5 Numero de tubérculos/planta de categoría segunda.....	56
5.6 Peso de tubérculos/planta de categoría extra	56
5.7 Peso de tubérculos/planta de categoría primera	57
5.8 peso de tubérculos/planta de categoría segunda	57
5.9 Rendimiento total (t/ha)	58
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6.1 Conclusiones	59

6.2 Recomendaciones	59
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS.....	60
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento climático de la papa.....	15
Tabla 2. Fertilización del cultivo de papa	16
Tabla 3. Composición de carbohidratos de 100 gramos	18
Tabla 4. Composición promedio de 100 gramos de papa	18
Tabla 5. Dosis recomendada de guano de las islas	19
Tabla 6. Operacionalización de las variables.....	22
Tabla 7. Tratamientos de estudio	26
Tabla 8. Análisis de suelo	27
Tabla 9. Análisis de guano de las islas.....	27
Tabla 10. Características y calibre la papa Canchan.....	29
Tabla 11. Características y calibre de la papa Yungay	29
Tabla 12. Descripción de las actividades realizadas en campo.....	30
Tabla 13. Análisis de varianza para altura de planta a los 35 días después de la siembra (cm)	34
Tabla 14. Prueba de comparación de promedios de Tukey para altura de planta (cm) a los 35 días después de la siembra, según niveles de guano de islas en dos variedades de papa.	35
Tabla 15. Prueba de comparación de promedios de Tukey para altura de planta (cm) a los 35 días después de la siembra, según variedades de papa.	35
Tabla 16. Análisis de varianza para altura de planta a los 70 días después de la siembra (cm)	36
Tabla 17. Prueba de comparación de promedios de Tukey para altura de planta (cm) a los 70 días después de la siembra, según niveles de guano de las islas en dos variedades de papa...36	36
Tabla 18. Prueba de comparación de promedios para altura de planta (cm) a los 70 días después de la siembra, según variedades de papa.	37
Tabla 19. Análisis de Varianza para altura de planta a los 100 días después de la siembra (cm)	vi

.....	37
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 100 días después de la siembra (cm).....	38
Tabla 21. Análisis de varianza para número de tallos/planta a los 65 después de la siembra.	39
Tabla 22. Prueba de comparación de promedios de Tukey para el número de tallos a los 65 días después de la siembra, según niveles de guano de islas en dos variedades de papa.	39
Tabla 23. Prueba de comparación de promedios de Tukey para número de tallos a los 65 días después de la siembra, según variedades de papa.	40
Tabla 24. Análisis de varianza para número de tallos/planta a los 100 días después de la siembra.	40
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para número de tallo/planta a los 100 días después de la siembra.....	41
Tabla 26. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta de categoría extra	42
Tabla 27. Prueba de comparación de promedios Tukey para números de tubérculos/planta de la categoría extra, según niveles de guano de isla en dos variedades de papa.....	43
Tabla 28. Prueba de comparación de promedios Tukey para números de tubérculos/planta de la categoría extra, según variedad de papa.....	43
Tabla 29. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta de categoría primera..	44
Tabla 30. Prueba de comparación de promedios de Tukey para números de tubérculos/planta de la categoría primera, según niveles de guano de isla en variedades de papa.	44
Tabla 31. Prueba de comparación de promedios de Tukey para números de tubérculos/planta de la categoría primera, según variedad de papa	45
Tabla 32. Análisis de varianza para número de tubérculos por planta de segunda.....	45
Tabla 33. Prueba de comparación de promedios de Tukey para números de tubérculos/ planta de la categoría segunda, según niveles de guano de isla en dos variedades de papa.	46
Tabla 34. Prueba de comparación de promedios de Tukey para números de tubérculos/planta de la categoría segunda, según variedad de papa.....	46
Tabla 35. Análisis de variación para peso de tubérculos por planta de categoría extra.....	47
Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% para peso de tubérculos/planta de la categoría extra	48
Tabla 37. Análisis de varianza para peso de tubérculos/planta de categoría primera.....	48
Tabla 38. Prueba de Tukey al 5% para peso de tubérculos/planta de la categoría primera	49

Tabla 39. Análisis de varianza para peso de tubérculo por planta de categoría segunda.	50
Tabla 40. Prueba de comparación de promedios de Tukey para el peso de tubérculos/planta de la categoría segunda, según niveles de guano de isla en dos variedades de papa.....	50
Tabla 41. Prueba de comparación de promedios de Tukey para el peso de tubérculo/planta de la categoría segunda según variedad de papa.	51
Tabla 42. Análisis de varianza para Rendimiento total t/ha	52
Tabla 43. Análisis de Tukey al 5% para rendimiento total t/ha.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fenología del cultivo	14
Figura 2. Ubicación del campo experimental	23
Figura 3. Croquis del campo experimental.....	25
Figura 4. Medición de ampo	71
Figura 5. Limpieza de campo	71
Figura 6. Medición de la división de las parcelas divididas	71
Figura 7. Levantamiento de surcos	71
Figura 8. Aplicación de guano de las islas.....	71
Figura 9. Siembra del cultivo de papa	71
Figura 10. Etapa de floración.....	71
Figura 11. Crecimiento del cultivo	71
Figura 12. Etapas finales del cultivo.....	71
Figura 13. Medición de diámetro de los tubérculos.....	71
Figura 14. Conteo de numero de tubérculos variedad canchan	71
Figura 15. Pesado de tubérculos variedad Yungay.....	71

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Fotografías del trabajo experimental.....	69
Anexo 2. Analisis de guano de las islas.....	72
Anexo 3. Analisis de suelos.....	73
Anexo 4. Analisis economico del guano de las islas	74
Anexo 5. Condiciones meteorológicas	75

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de diferentes niveles del guano de las islas en la producción de dos variedades de papa cultivadas en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura. **Metodología:** El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con parcelas divididas, evaluando dos variedades de papa (Canchán y Yungay) y cuatro niveles de guano de las islas (0; 1,5; 3,0 y 4,5 t/ha), con ocho tratamientos. Se evaluaron altura de planta, número de tallos, número y peso de tubérculos por categoría, y rendimiento total. Tras verificar normalidad y homogeneidad de varianzas, se aplicó ANVA y prueba de Tukey al 5%. **Resultados:** Resultados: Se observaron diferencias significativas entre variedades de papa y niveles de guano de las islas en las variables de crecimiento y producción. La dosis de 4,5 t/ha favoreció la altura de planta, número de tallos, número y peso de tubérculos por planta, así como el rendimiento total. Además, se evidenció interacción significativa entre variedad y niveles de guano para el peso de tubérculos en las categorías extra y primera, y para el rendimiento total. La variedad Yungay destacó en la mayoría de variables, alcanzando el mayor rendimiento con 57,77 t/ha. **Conclusión:** La aplicación de 3,0 y 4,5 t/ha de guano de las islas mejoró significativamente el crecimiento y rendimiento de papa, destacando la variedad Yungay.

Palabras claves: Guano de las islas, variedades de papa, tubérculo, rendimiento agrícola.

Abstract

Objective: To determine the effect of different levels of guano on the production of two potato varieties cultivated in the town of Taule, Ambar district, Huaura province. **Methodology:** The experiment was conducted using a completely randomized block design (CRBD) with split plots, evaluating two potato varieties (Canchán and Yungay) and four levels of guano (0, 1.5, 3.0, and 4.5 t/ha), with eight treatments. Plant height, number of stems, number and weight of tubers per category, and total yield were evaluated. After verifying normality and homogeneity of variances, ANOVA and Tukey's test at the 5% significance level were applied. **Results:** Significant differences were observed between potato varieties and guano levels in the growth and production variables. The 4.5 t/ha dose favored plant height, number of stems, number and weight of tubers per plant, as well as total yield. Furthermore, a significant interaction was observed between variety and guano levels for tuber weight in the extra and first categories, and for total yield. The Yungay variety stood out in most variables, achieving the highest yield at 57.77 t/ha. **Conclusion:** The application of 3.0 and 4.5 t/ha of guano from the islands significantly improved potato growth and yield, with the Yungay variety showing the most significant improvement.

Keywords: Guano from the islands, potato varieties, tuber, agricultural yield

INTRODUCCION

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) es de gran relevancia socioeconómica a nivel mundial, ocupando un papel fundamental en el ámbito de la economía agrícola. Posicionándose como el segundo cultivo de mayor importancia a escala mundial, con una participación del 4.3 % en la producción agrícola mundial, siendo China el principal productor con una producción de valores superiores a los 96 millones de toneladas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2022). En 2023 se cultivaron 247 000 hectáreas con una producción cercana a los 4 millones de toneladas y registrándose un rendimiento promedio de 16,08 t/ha. La región Lima, con 122,000 hectáreas cosechadas y 1,3 millones de toneladas producidas, mostró un rendimiento menor (11,44 t/ha) comparado con el año anterior que fue de 26,38 t/ha (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2023).

En la zona andina de Lima, los suelos generalmente suelen tener una baja cantidad de materia orgánica, lo que restringe las aportaciones de nitrógeno y otros nutrientes, provocando impactos negativos en la fertilidad del suelo e impidiendo la retención hídrica (Red Andina de Agricultura Alternativa [RAAA], 2015), esto hace que el uso de abonos orgánicos sea como una opción viable que aumente la fertilidad del suelo y favorece prácticas agrícolas sostenibles (Flores, 2022). No solo aportan nutrientes esenciales, sino que contribuyen a mantener la estructura del suelo y la biodiversidad de microorganismos, disminuyendo el efecto negativo de los fertilizantes químicos utilizados. (López et al., 2023).

En el Perú existen diversas fuentes de abonos orgánicos y una de estas alternativas es el Guano de las Islas, que se distingue por sus altos niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, ha sido reconocido en calidad de un fertilizante natural muy efectivo en diferentes tipos de cultivos, como la papa (Villanueva y Martínez, 2021). El uso no solo favorece de manera notable el crecimiento y rendimiento de la planta, sino que también a proteger, conservar los recursos naturales y reducir los gastos de producción para los medianos y pequeños agricultores (Sánchez et al., 2022). Esta investigación evaluó diferentes niveles del guano de las islas en la producción de dos variedades de papa en el ecosistema andino de Lima, a fin de determinar el efecto sobre la producción.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la región andina, la producción de papa presenta una marcada variabilidad en el rendimiento, problemática asociada principalmente a las condiciones edáficas, al manejo agronómico y a las estrategias de fertilización utilizadas por los productores (FAO, 2015). En muchos sistemas productivos, se ha priorizado el uso intensivo de fertilizantes químicos como principal alternativa para incrementar la productividad, relegando el uso de fuentes orgánicas (Stephen, 2002). La fertilidad del suelo constituye un componente esencial para el desarrollo y rendimiento de los cultivos, ya que la disponibilidad adecuada de nutrientes influye directamente en el rendimiento del cultivo (Brady y Weil, 2016; Sánchez y Logan, 1992). Sin embargo, en diversas zonas andinas, los suelos presentan limitaciones asociadas con el bajo contenido de materia orgánica y procesos de mineralización lenta debido a las bajas temperaturas, condiciones que restringen la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio (Havlin et al., 2014).

Si bien los fertilizantes químicos pueden generar respuestas inmediatas en la producción, su uso continuo puede ocasionar desequilibrios nutricionales, degradación de las propiedades del suelo y mayores costos de producción (Lal, 2004). Frente a ello, los abonos orgánicos representan una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y fortalecer la productividad agrícola (Arancon et al., 2006). Entre estas fuentes, el guano de las islas destaca por su elevado contenido de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes esenciales (Huamán, 2018; Otero et al., 2018; Lucassen et al., 2017). Sin embargo, pese a sus ventajas agronómicas, su uso en el ecosistema andino de la región Lima sigue siendo limitado debido a la escasa difusión de información técnica, la reducida transferencia de conocimientos sobre su manejo y la creciente dependencia de fertilizantes químicos convencionales (Foley et al., 2011; Pretty y Bharucha, 2014; Pretty et al., 2018).

Diversos estudios en sistemas agrícolas andinos han demostrado que el guano de las islas puede incrementar significativamente el rendimiento de diversos cultivos mediante la mejora de la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes (Zhao et al., 2009; Eyzaguirre, 2017; Mendoza, 2013); sin embargo, en la región andina de Lima aún existe escasa información científica sobre los niveles óptimos de aplicación de este fertilizante orgánico en variedades comerciales de papa, lo que restringe su adopción por parte de los agricultores. En este contexto, la presente investigación tiene como propósito determinar el efecto de diferentes niveles de guano de las islas sobre la producción de dos variedades de papa cultivadas en el ecosistema andino de la región Lima.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el nivel de guano de las islas que influye en la producción de dos variedades de papa cultivadas en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura?

1.2.2 Problemas específicos

— ¿Cómo afecta la aplicación de distintos niveles de guano de las islas en las características de crecimiento y de rendimiento de dos variedades de papa en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura?

— ¿Cuál es la respuesta diferencial de las dos variedades de papa ante la aplicación de distintos niveles de guano de las islas en las características de crecimiento y de rendimiento en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura?

— ¿Existe interacción entre las variedades de papa y los distintos niveles de guano de las islas sobre las características de crecimiento y el rendimiento en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de diferentes niveles del guano de las islas sobre la producción de dos variedades de papa cultivadas en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el efecto de la aplicación de distintos niveles de guano de las islas sobre características de crecimiento y el rendimiento de dos variedades de papa cultivadas en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura.
- Comparar el comportamiento de dos variedades de papa frente a la aplicación de diferentes niveles de guano de las islas, en relación con su desarrollo de crecimiento y rendimiento en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura.
- Evaluar la interacción entre las variedades de papa y los niveles de guano de las islas, determinando su influencia sobre las características de crecimiento y el rendimiento en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura.

1.4 Justificación de la investigación

Dentro de las comunidades andinas y altoandinas de la región, la papa constituye un alimento básico y de gran importancia en la dieta de la población, al mismo tiempo representa un sustento clave de ingresos para los agricultores familiares. No obstante, la productividad de este cultivo se ve limitada por diversos factores, entre ellos la degradación del suelo y el uso insuficiente de fuentes orgánicas que optimicen su fertilidad. Ante esta situación, el guano de las islas emerge como una alternativa viable debido a su alto contenido de nutrientes y microorganismos beneficiosos, lo que podría mejorar el rendimiento del cultivo de manera sostenible (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural [AGRORURAL], 2022).

Esta investigación se justifica por la necesidad de generar conocimiento sobre la aplicación del nivel óptimo del guano de las islas en la producción de dos variedades de papa en el ecosistema andino de la Región Lima. Los resultados obtenidos aportarán información valiosa para optimizar las prácticas agrícolas y mejorar la productividad del cultivo. Asimismo, estos resultados serán compartidos con los productores de la comunidad de Taule y otras zonas agrícolas, así como con investigadores y consumidores a nivel nacional, contribuyendo al desarrollo del sector agropecuario.

1.5 Delimitaciones del estudio

Esta investigación se llevó a cabo en un predio localizado en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura y región Lima. La fase de campo se desarrolló durante el año 2024.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.2 Antecedentes internacionales

Parco et al. (2022) investigaron el efecto de distintas dosis de guano de las islas en el cultivo del cacao, con la finalidad de identificar la cantidad óptima para su aplicación. Los tratamientos evaluados fueron: T1 con 300g/planta, T2 con 400g/planta, T3 con 600g/planta, T4 con 800g/planta, T5 con 1000g/planta, y T6 como el control sin fertilización. El guano se aplicó en dos fases críticas del cultivo: durante la floración y el crecimiento del fruto, distribuyendo el 50% de la dosis en cada una. Los resultados más notables se observaron con aplicaciones de 800g y 1000g por planta, demostrando un incremento significativo en la producción. La investigación concluyó que, para suelos de fertilidad media, las dosis superiores a 800g por planta son las más efectivas.

Diez et al. (2023) evaluaron el efecto del guano de aves marinas sobre las comunidades microbianas y las interacciones fitoplancton-bacterias en un sistema costero de la Ria de Vigo, España. establecieron dos concentraciones: fracción soluble en agua de guano de gaviota a muestras de agua superficial, y se evaluó el crecimiento del fitoplancton y de las bacterias y las interacciones entre ambos. Los resultados evidenciaron que grupos como Alteromonadales, Sphingobacteriales, Verrucomicrobia y diatomeas fueron estimulados por la adición de guano de las aves, aumentando significativamente la concentración de clorofila y promovió interacciones positivo. Concluyeron que los aportes de guano de las aves pueden alterar la dinámica microbiana y las relaciones ecológicas en ecosistemas costeros.

Santana et al. (2021) investigaron un estudio en el desierto de atacama desde 1000 d.C. en la fertilización del guano, el objetivo fue evaluar la aplicación de las aves marinas a composición isotópica de carbono y nitrógeno. Evaluaron 246 muestras de cultivos arqueológicas de diferentes periodos culturales. Los resultados evidenciaron un aumento significativo de valores de nitrógeno de ($\delta^{15}\text{N}$) a partir de 1000 d.C. en el cultivo de maíz alcanzando valores superiores del 30% y los valores de carbono ($\delta^{13}\text{C}$). Concluyeron que el guano de las aves marinas es rico en nitrógeno, permitiendo incrementar la productividad en suelos áridos.

Calixto (2019) llevó a cabo un estudio sobre el pasto Maralfalfa, el objetivo fue evaluar características morfológicas y rendimiento del forraje de cinco dosis de guano de aves marinas; 0, 5, 10, 15 y 20 t/ha. Los resultados indicaron que al aplicar 20 t/ha de guano de aves marinas se logra un tamaño de planta superior a los demás con (1,96 m) y un rendimiento de forraje verde (86 500 kg/ha). Concluyó que la producción del cultivo influye de manera progresiva con los niveles crecientes.

Sánchez (2016) determinó un estudio sobre caracterización química del guano de aves marinas de la isla San Jerónimo-México, el objetivo fue determinar su potencial en el cultivo de lechuga. estableció tres tipos de guano según su edad: fresco, joven y fósil, y los extractos obtenidos fueron 2,4 % de nitrógeno y 9,75 % de P_2O_5 como fertilizante. Los resultados mostraron que, a pesar de tener menores concentraciones de N y P bajo, el guano de la Isla San Jerónimo promovió un crecimiento del cultivo de lechuga, demostrando su viabilidad como fertilizante agrícola.

2.1.3 Antecedentes nacionales

Duran (2022). Realizó un estudio en el cultivo de papa variedad Canchan en Rumichaca-Huánuco, con el propósito de examinar el desempeño de distintas fuentes de abonos orgánicos: Compost, Humus, Guano de las Islas y un grupo de control. Evaluó tamaño, número y características de rendimiento, encontró que el Guano de las Islas destacó en todas las categorías evaluadas, evidenciando un rendimiento promedio 54,687 kg/ha. Concluyó que el Guano de las islas son superiores a las otras fuentes de abonos orgánicos.

Valderrama (2022) realizó un estudio en el distrito de Cachicadán, con el propósito de evaluar el impacto de distintas dosis de guano de las islas en rendimiento de la papa INIA 325- Poderosa. Estableció dosis (0; 1,5 y 2 t/ha) y un testigo (sin aplicación) y evaluó características de crecimiento y de rendimiento. Los resultados mostraron mejoras significativas en altura de la planta un promedio (70,5 cm), número de tallos (2,5), peso de tubérculo (80,94 gr), y un rendimiento de 28 035 kg/ha. Concluyó que con la mayor dosis de Guano de las Islas permitió resultados productivos mejores a comparación de los demás tratamientos.

Paucar (2022) desarrollo un estudio sobre el efecto de diferentes dosis de guano de las islas en la producción del cultivo de papa en condiciones de Callejón de Conchucos-Huari, encontró mejores resultados con 2,0 t/ha a la siembra y 2,0 t/ha a la siembra + 1,00 t/ha al aporque, en características de crecimiento y rendimiento. Concluyó que a niveles elevados de guano de islas mejoraron la productividad del cultivo.

Viera (2018), realizo un estudio sobre el cultivo de papa canchan en Chavin – Huacrachuco - Marañón, el objetivo fue determinar el rendimiento con diferentes niveles de guano de las Islas: (3,0; 2,5 y 1.6 t/ha) y un testigo sin aplicación. La metodología fue el diseño de (DBCA) incluyendo 4 tratamientos y 4 repeticiones, analizo datos mediante la prueba de Duncan al 5%. El autor encontró con la dosis de 3,0 t /ha obtuvo mejores resultados en número de tubérculos, peso de tubérculo y rendimiento con 30,79 t/ha, en comparación a los demás tratamientos. Concluyó que el nivel de 3,0 t/ha se logra obtener mejores rendimientos de papa.

Javier (2019) determinó un estudio sobre el cultivo de la papa "Canchan - INIAA" bajo condiciones climáticas de Chaglla – Pachitea. El objetivo principal fue evaluar el rendimiento bajo diferentes niveles de GI: 3,0; 2,0 y 1,0 t/ha, en comparación con un testigo que solo recibió nutrientes del suelo. La metodología utilizada fue un diseño de DBCA con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, analizando estos datos mediante la prueba Duncan al 5% y 1%. Los resultados indicaron que el nivel de 3,0 t/ha produjo significativamente más tubérculos de primera, segunda y tercera, con pesos de 1,09; 0,318 y 0,325 kg/planta respectivamente, en la unidad experimental neta. Se concluyó que el nivel de 3,0 t/ha superó a los otros niveles en términos de rendimiento para las variables estudiadas.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Importancia socioeconómica del cultivo de papa en el Perú

El cultivo de papa representa un pilar fundamental en la agricultura familiar del Perú, siendo una fuente de ingresos crucial para más de 711 mil familias, en su mayoría ubicadas en las regiones andinas y altoandinas. Su relevancia en la economía agrícola del país se evidencia en la extensa superficie cultivada, que alcanza las 367,692 hectáreas, y en su significativa contribución al sector agropecuario, representando aproximadamente el 25 % del Producto Bruto Interno (PBI) agropecuario (MIDAGRI, 2023).

Además de su impacto económico, la papa aporta de forma relevante en la seguridad alimentaria y en la diversificación de la dieta de la población. Su composición rica en carbohidratos se considera base primordial de energía, mientras que su aporte de proteínas incluyendo minerales, destacando K, Mg y Fe, la hacen un alimento esencial para mejorar la nutrición en comunidades rurales y urbanas (MIDAGRI, 2020).

Asimismo, este cultivo no solo fortalece la soberanía alimentaria del país, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de la agricultura. Su producción involucra a pequeños y medianos productores, generando empleo y promoviendo prácticas agroecológicas que garantizan el mantenimiento, cuidado del suelo y además la biodiversidad de especies. En este sentido, el cultivo de papa no solo es un elemento central en la dieta de los peruanos, sino que también impulsa la economía local y fomenta fortalezas y adaptación de los agricultores de las comunidades frente a desafíos ambientales y económicos (FAO, 2025).

2.2.2 Taxonomía del cultivo de papa

Según Cosío et al. (1993), el agrupamiento de la categorización taxonómica de (*Solanum tuberosum* L.) bajo el sistema de clasificación botánica propuesto por Arthur Cronquist, se organiza en un conjunto jerárquico de categorías taxonómicas que describen su posición biológica.

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Eudicotyledoneae

Sub clase: Asteridae

Sub clase: Asteridae

Superorden: Lamiales

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

2.2.3 Descripción botánica del cultivo de papa

La planta

Pertenece a una planta herbácea, presenta variaciones en su patrón de crecimiento entre distintas especies y el interior de ellas. Se considera que la planta adopta un patrón de desarrollo arrosado parcialmente semiarrosado al momento de tener mayor parte de masa foliar se ubican en la base o cerca de tallos cortos, y se sitúan en proximidad al suelo. (Instituto Nacional de Investigación Agraria [INIA], 2002).

Raíz

Superficial, tienen la capacidad de originarse de dos maneras una en forma semillas y tubérculos. La que germinan a través de semillas, producen una raíz de tipo axial sensible con bifurcación laterales. En el caso de los tubérculos, las plantas desarrollan en cada tallo, raíces adventistas estos emergen en la base de los brotes, y seguidamente establece los nudos situados en la sección bajo tierra, con la posibilidad ocasional de formar raíces en los estolones, pueden alcanzar hasta 1 m de profundidad (Faiguenbaum y Mouat, 1998).

Tallos

La papa comprende de talleos aéreos y subterráneos; así como estolones y tubérculos. Las plantas que germinan de semillas verdaderas desarrollan un tallo único esencial, pueden alcanzar una altura de 40 a 80 centímetros. En tanto aquellas que brotan de tubérculos-semilla pueden generar múltiples tallos. (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2018)

Hojas

Se distinguen por ser compuestas y de un verde intenso. Son abiertas y ligeramente divididas, con presencia de tricomas tanto en el haz como en el envés, que exhiben una amplia diversidad en cuanto a formas y dimensiones, por lo general tienen una longitud que oscila entre 10 y 20 cm. Tanto los folíolos como otras estructuras de la planta suelen estar cubiertos de vellosidades (Faiguenbaum y Mouat 1998).

Inflorescencia y flor

El patrón de ramificación de la inflorescencia presenta un pedúnculo y suele bifurcarse en dos ramas principales y estas se ramificada nuevamente. Este patrón de ramificación resulta en la formación de una cimosa; presenta entre 5 y 15 flores. (INIA, 2002).

Como un órgano aéreo, la flor cumple como función la reproducción autógama y conteniendo 4 elementos fundamentales; cáliz, corola, estambres (androceo) y el pistilo (gineceo), que representan los órganos masculinos (Otiniano, 2017).

Semilla y Fruto

Cuando la papa es fecundada, su ovario se transforma dentro un fruto carnoso que con tiene numerosas semillas. El fruto tiene estructura redonda, aunque en ciertas variedades puede ser ovoide o cónico: el diámetro oscila entre 1 y 3 centímetros y se posee un matiz verdoso.

Las semillas son pequeñas, ovaladas y planas, con un promedio de 1,000 a 1,500 semillas por gramo. Dependiendo de las variedades el fruto puede contener más de 200 semillas (Inostroza et al., 2009).

Tubérculo

Son órganos principales de almacenamiento, cada uno de los tubérculos constituyen tallos modificados, estos presentan un extremo basal, llamado talón y conectado a un estolón y el opuesto extremo como apical y distal. Y son comestible donde se almacenan los almidones (Araujo et al., 2021).

2.2.4 Fenología del cultivo de papa

Abarca las diferentes etapas de desarrollo que experimenta la planta desde su emergencia hasta la maduración de los tubérculos.

De manera grafica se observa en la figura 1 principales fenologías de la papa, de acuerdo con la clasificación propuesta por SENAMHI (2021).

Emergencia:

En esta fase inicial, se observa las hojas iniciales que comienzan a aparecer sobre el nivel del suelo, lo que indica el establecimiento del cultivo y el inicio de su desarrollo vegetativo.

Brotación lateral:

Las yemas axilares comienzan a activarse generando brotes laterales tanto aéreos como subterráneos. Estos últimos son esenciales, ya que permitirán la formación de los estolones que más adelante originarán los tubérculos. Esta etapa es determinante para el rendimiento, dado que influye en la arquitectura de la planta y su capacidad de almacenamiento.

Botón floral:

Se inicia el proceso reproductivo con la formación de los primeros botones florales, lo cual indica una progresión del desarrollo vegetal y el inicio de la etapa de reproducción planta.

Floración:

Se produce apertura de las flores, lo que además de representar el pico del desarrollo reproductivo, también coincide con una mayor actividad fisiológica en la planta, incluyendo la fotosíntesis y el transporte de asimilados hacia los tubérculos en formación.

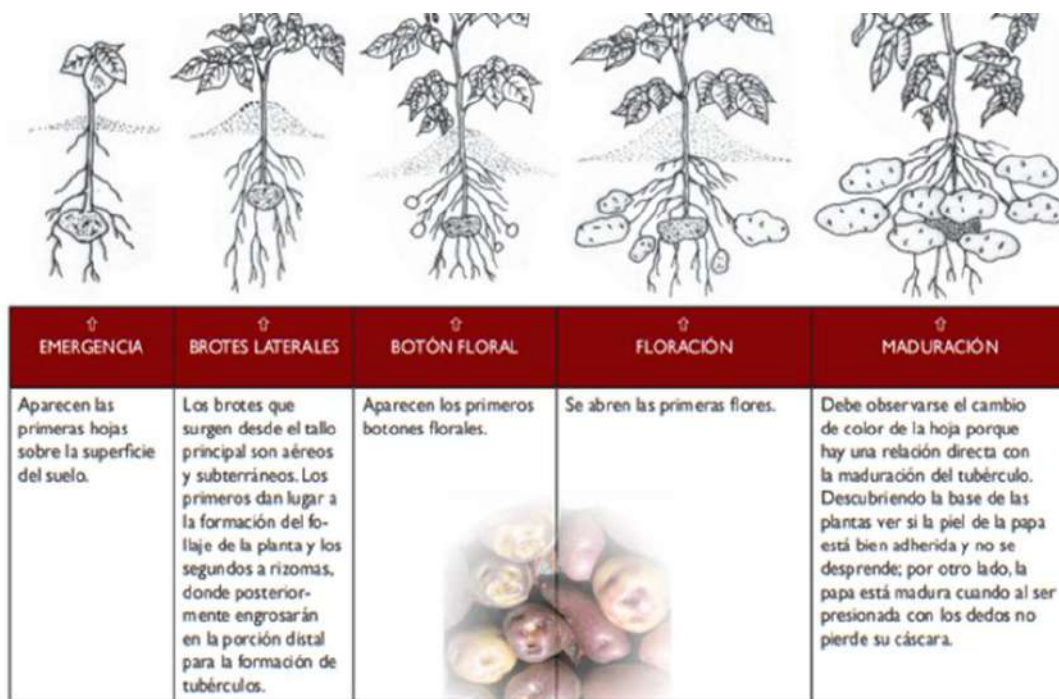
Maduración:

Finalmente, se presenta el cambio de color en el follaje, que se torna amarillento y comienza a secarse, indicando la madurez fisiológica de los tubérculos. La papa está lista para la cosecha cuando la epidermis no se separa y se mantiene intacta al frotarlo, esto asegura una mayor resistencia durante la manipulación y almacenamiento.

2.2.5 Requerimiento clima y suelo**Clima**

En la etapa inicial requieren una temperatura que oscila de 17°C a 25°C, en desarrollo vegetativo, prefieren de 15°C a 25°C. Para el proceso de tuberización que, ligado a la translocación y acumulación de nutrientes en los tubérculos, las condiciones óptimas se sitúan de 14°C a 20°C. Además, la planta prefiere días cortos y necesitan alrededor de 10 a 12 horas de luz solar diaria. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2019)

Figura 1. Fenología del cultivo



Fuente: SENAMHI (2011)

Tabla 1.
Requerimiento climático de la papa

Periodo fenológico	Crecimiento vegetativo			Crecimiento reproductivo		Maduración	
	Brotamiento	Emergencia (1)	Brotes laterales (2)	Botón Floral (3)	Floración (4)	Maduración de bayas	Senescencia
Parte radicular	Formación de raíces y tallos	Desarrollo y crecimiento de raíces		Emisión y crecimiento de estolones	Crecimiento y llenado de estolones	Maduración de tubérculos	
Ocurrencia de la fase (dds)							
❖ Variedad precoz		15 – 20	25 – 35	60 – 70	80 – 95	100 – 120	
❖ Variedad semitardía		20 – 25	35 – 45	75 – 90	100 – 120	130 – 160	
❖ Variedad tardía		25 – 30	45 – 55	95 – 105	135 – 150	180 – 200	
Temperatura optima	17°C a 25°C	17°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	14°C a 20°C	
Temperatura critica	5°C a 30°C	5°C a 30°C	6°C a 30°C	6°C a 30°C	6°C a 30°C	6°C a 30°C	
Humedad Optima	60 % - 80 %	60 % - 80 %	60 % - 80 %	60 % - 80 %	60 % - 80 %	60 % - 80 %	
Déficit Hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante	

Fuente: Elaboración propia, basado en la información de MIDAGRI (2019).

Suelo

La papa requiere suelos arenosos y arcillosos con un pH que oscila entre (5,5 a 7,0) con niveles bajas de sales. Sin embargo, en la práctica agrícola se cultivan exitosamente incluso de 4,5 hasta 8,5 de pH, con deficiencia para la aprovechar algunos elementos nutricionales (La Torre, 2012).

2.2.6 Requerimiento nutricional

Se presentan los macronutrientes primarios de N, P₂O₅ y K₂O en kg/ha, para cubrir las necesidades nutricionales, según se detallan en la tabla 2.

Tabla 2.
Fertilización del cultivo de papa

Interpretación del análisis de suelo	Nutrientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha que se deben aplicar		
Bajo	150 a 200	300 a 400	100 a 150
Medio	100 a 150	200 a 300	60 a 100
Alto	50 a 100	60 a 200	30 a 60

Fuente: Elaboración propia, basado en la información de Valverde 1998.

2.2.7 Variedades en estudio

2.2.7.1 Descripción de la variedad Canchan

Según MIDAGRI (2016), la variedad Canchan tiene las siguientes características:

Adaptación

Se adapta a una altitud de 2000 a 3500 msnm.

Agronomía

Vigor de la planta	: Bueno
Altura medio	: 90 cm
Número de tallos/planta	: 4-6

Tamaño foliar	: mediano
Color de flor	: Lila; baja floración
Periodo vegetativo	: 120 días

Tubérculo

Forma	: redondeada
Número de tubérculo/planta	: 14-25
Color de piel	: Rojo
Color de pulpa	: Blanco
Tamaño	: mediano a grande

Rendimiento

Produce	:10 a 30 t/ha
---------	---------------

2.2.7.2 Características de la variedad Yungay

Servicio Agrícola Ganadero (2019) menciona la descripción de la papa:

Descripción agronómica

Habito de crecimiento	: Alto
Altura de planta	: 1 a 1,20 metro
Número de tallos/planta	: 4 a 10
Tamaño de hoja	: Mediano
Color floral	: Rosado u blanco
Periodo vegetativo	: 180 días

Tubérculo

Forma del tubérculo	: ovalado u uniformes
Color de cascara	: Rosada amarilla
Color de pulpa	: Amarilla
Tamaño	: Grande
Número de tubérculo	: 15 a 30

Rendimiento

Fluctúa entre 25 a 40 t/ha

2.2.7.3 Valor nutricional de la papa

Representa un recurso de energía por ser rica en carbohidratos, proteína de alta calidad, vitaminas y minerales esenciales. En las tablas 3 y 4, se muestra las composiciones promedias de carbohidratos en 100 gramos de papa (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2010).

Tabla 3

Composición de carbohidratos de 100 gramos

Proporción: 100 gramos		
Calorías	Carbohidratos	Proteína
95	21,6	1,9

Fuente: Elaboración propia, basado en la información de la FAO (2010)

Tabla 4

Composición promedio de 100 gramos de papa

Minerales		Vitaminas	
Potasio	560,00 mg	B1 (Tiamina)	0,10 mg
Fosforo	50,00 mg	B2 (Riboflavina)	0,04 mg
Calcio	9,00 mg	B6 (Piridoxina)	0,25 mg
Sodio	7,00 mg	Vitamina C	20,00 mg
Fierro	0,80 mg	Niacina	1,50 mg

Fuente: Elaboración propia, basado en la información de la FAO (2010).

2.2.8 Guano de las Islas

2.2.8.1 Propiedades físicas

- Tiene una presentación de un aspecto polvo con partículas homogéneas
- Posee un color gris amarillo verdoso
- Emite olores a vapor tipo amoniacal
- Abarca un contenido de agua o humedad entre 16 % y 18 %

(Programa de Desarrollo Productivo Agrario [AGRORURAL], 2009)

2.2.8.2 Propiedades químicas

De acuerdo a indicaciones del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2009) se establecen:

- Macroelementos: nitrógeno, Fosforo Y potasio.
- Elementos secundarios: calcio magnesio y Azufre

2.2.8.3 Propiedades biológicas

Tiene una potencial flora microbiana benéfica que son hongos y las bacterias. Contribuye en nutrientes y materia orgánica, aplicado a la suma en el suelo y regenerando la actividad microbiológica AGROECOLÓGICA (2019).

2.2.9 Guano de las islas en la producción de papa

Diversos autores han abordado la incorporación del guano de las islas al *Solanum tuberosum* observando un aumento satisfactorio en el rendimiento al emplear diferentes cantidades. Además de potenciar los cultivos en su desarrollo de crecimiento, este método posee la capacidad de fertilizar el suelo agrícola y reponer los micronutrientes absorbidos por las plantas durante su crecimiento (Calzada, 1956).

2.2.10. Dosis de guano de las Islas

En la tabla 5 muestra la dosis recomendada para la aplicación en el cultivo de papa.

Tabla 5
Dosis recomendada de guano de las islas

Escenario	Dosis de guano de las islas	Uso
Baja	700 – 850 kg/ha	Estimula parcialmente las necesidades de nutrientes.
Media	1,400 – 1,700 kg/ha	Cubre la mayoría de requerimientos de N, P y parte de K.
Alta	2,000 kg/ha	Maximiza rendimiento en variedades nativas y suelos pobres.

Fuente: MIDAGRI (2023)

2.3 Definición de términos básicos

Abonos orgánicos: Compuesta por un proceso de descomposición proveniente de seres vivo como animal y vegetal, constituyendo materia orgánica que es utilizado para aplicar en los suelos agrícolas (Álvarez, 2021).

Guano de las Islas: Es producido por las excreciones de las aves marinas que habitan en el litoral de las costas destacando por ser uno de los mejores abonos natural orgánico del mundo que aporta todos los nutrientes a la planta (MIDAGRI, 2019).

Rendimiento Agrícola: Es una cantidad de producción cultivado, que es producida por una unidad de superficie de tierra (FAO, 2021).

Variedad: Es una división dentro de la especie; obtenida a partir del material procedente de un mismo individuo o cruces entre ella. (Red mesoamericanos de recursos fitogenéticos, 2002).

Ecosistema Andino: Se refiere a regiones que está comprendido entre las franjas de 1000 m.s.n.m hasta 3.300 m.s.n.m (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2018).

Tubérculo: son órganos de almacenamiento subterráneos que permiten a la planta en cuyas células acumular una gran cantidad de sustancias de reserva, para la reproducción vegetativa (Real academia española, 2025)

Categorías de tubérculos: Se determinan según los criterios de calidad evaluados en el terreno, los cuales establecen pautas para la calificación de la semilla correspondiente a cada tipo de cultivo (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2016).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Los niveles del guano de las islas mejora sobre la producción de dos variedades de papa cultivadas en el centro poblado de Taule, distrito de Ambar, provincia de Huaura.

2.4.2 Hipótesis específicas

La aplicación de distintos niveles de guano de las islas influye sobre características de crecimiento y el rendimiento de dos variedades de papa cultivadas en el centro poblado de Taule, distrito de Ambar, provincia de Huaura.

Las dos variedades de papa influyen frente a la aplicación de diferentes niveles de guano de las islas, en relación con su desarrollo de crecimiento y rendimiento en el centro poblado de Taule, distrito de Ambar, provincia de Huaura.

Hay interacción entre las variedades de papa y los niveles de guano de las islas, lo que influye en las características de crecimiento y el rendimiento del cultivo en el centro poblado e Taule, distrito de Ambar, provincia de Huaura.

2.5 Operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de las variables

VARIABLES	FUNCIÓN	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN O ÍNDICE
X:	Independiente			
X1: Niveles de Guano de las islas		Continua	0; 1,5; 3,0; 4,5	t/ha
X2: Variedades		Discreta	Canchan; Yungay	Unidad
Y:	Dependiente			
Y1: Características de crecimiento				
Y11: Altura de planta		Continua	Promedio de altura de planta	cm
Y12: Número de tallos		Discreta	Número de tallos por planta	unidad
Y2: Características productivas y de rendimiento				
Y21: Numero de tubérculos		Discreta	Número total de tubérculo por planta	unidad
Y22: Peso de tubérculos		Continua	Peso total de tubérculos por planta	kg/planta
Y23: Rendimiento total		Continua	Rendimiento total	t/ha
Y3: Rendimiento por categoría				
Y31: Extra		Continua	Peso de tuberculos por planta extras	kg/planta
Y32: Primera		Continua	Peso de tuberculos por planta primeras	kg/planta
Y33: Segunda		Continua	Peso de tuberculos por planta segundas	kg/planta

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia Huaura, departamento Lima, con las coordenadas de UTM a una longitud 10.87114665000;77.200064900 y altitud de 3000 m.s.n.m.

Figura 2. Ubicación del campo experimental



3.1.2 Características del área de experimental

– Características de la subparcela

Ancho	:2,70m
Largo	:4,50 m
Número de surcos	:03
Distancia entre surcos	:0.90 m
Distancia entre golpes	:0,30 m
Área de la unidad experimental	:12,15 m ²

– Características de la parcela

Largo	:21,60 m
Ancho	:2,70 m
Número de surcos	:24
Número de repeticiones	:4
Área de la parcela	:58,32 m ²

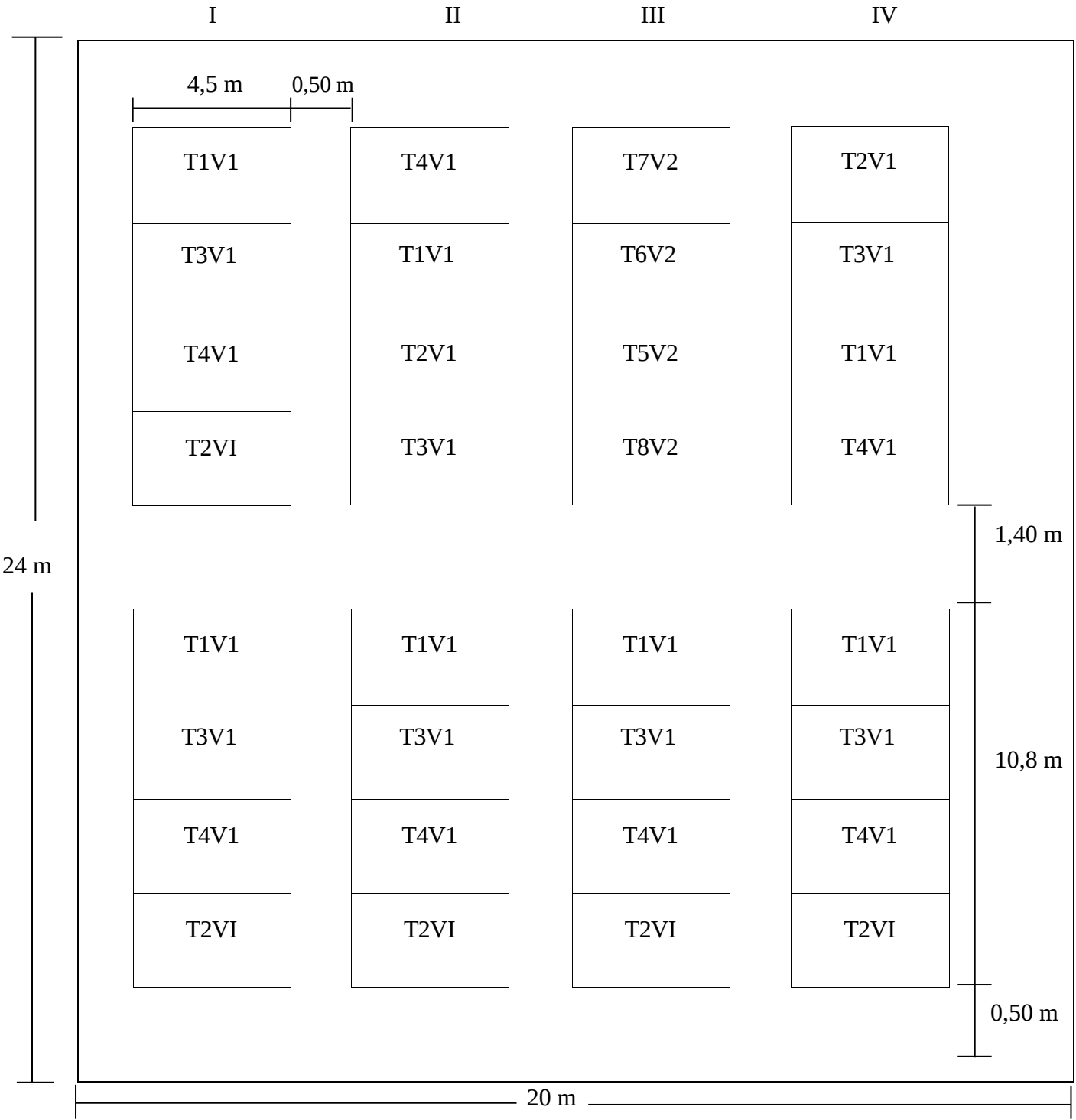
– Dimensiones de bloque

Largo	:24
Ancho	:2,70 m
Número de repeticiones	:4
Área de bloque	:64,8 m ²

– Dimensión del área total

Ancho	:20 m
Largo	:24 m
Área total	:480 m ²

Figura 3. *Croquis del campo experimental*



3.1.3 Tratamientos

Para determinar las cantidades obtenidos de cada aplicación de Guano de las Islas se realizó teniendo en cuenta las necesidades nutricionales que requiere la papa, análisis de suelo y del guano de las Islas.

Los tratamientos asignados fueron los siguientes:

Tabla 7
Tratamientos de estudio

Tratamientos	Variedades	Niveles de guano de las islas
T1	Yungay	0 t/ha
T2	Yungay	1,5 t/ha
T3	Yungay	3,0 t/ha
T4	Yungay	4,5 t/ha
T5	Canchan	0 t/ha
T6	Canchan	1,5 t/ha
T7	Canchan	3,0 t/ha
T8	Canchan	4,5 t/ha

Previo a la Instalación se realizó el muestro del suelo del campo experimental y enviada para su análisis. Los resultados se encuentran en la Tabla 8. El suelo presentó una clase textural Franco arenoso, un pH de (6,72) que es considerado neutro, una CE baja (0,36 dS/m) indica un suelo no salino y no tiene presencia de carbonatos, lo que favorece la disponibilidad de nutrientes. En relación a la materia orgánica (1,22 %) es baja, al igual que el nivel de potasio. Además, presenta una baja capacidad de intercambio catiónico, que significa una limitada retención de nutrientes. Sin embargo, muestra un buen nivel de calcio y magnesio.

De igual manera se envió una muestra de Guano de las Islas, los datos obtenidos del análisis se exponen en la Tabla 9. Presento un contenido medio - alto de M.O (14,18 %), así como altas concentraciones de nitrógeno (9,6 %) y Fosforo (14,35 %). En tanto, el contenido de potasio (2,11 %) fue bajo.

Tabla 8*Análisis de caracterización del suelo*

	Unidad	Resultados
pH	1:1	6,72
C.E.	dS/m	0,36
CaCO ₃	%	0,00
M.O	%	1,22
P	ppm	18,3
K	ppm	105
Arena	%	60
Limo	%	23
Arcilla	%	17
Clase textural	-	Franco arenoso
CIC	-	1,60
Ca ⁺²	meq/100g	10,76
Mg ⁺²	meq/100g	2,14
Na ⁺	meq/100g	0,01
Al ⁺³ + H ⁺	meq/100g	0,00

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM)

Tabla 9.*Análisis de guano de las islas*

	Unidad	Resultados
pH	-	6.54
C.E	dS/m	65,56
M.O	%	14,18
N	%	9,61
P ₂ O ₅	%	14,35
K ₂ O	%	2,11
CaO	%	9,18
MgO	%	0,81
Hd	%	20,83
Na	%	1,19

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes UNALM.

3.1.4 Diseño experimental

Se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) aplicado con un arreglo en parcelas divididas. En relación a este esquema, las variedades correspondieron a las parcelas principales, mientras que los niveles de Guano de las Islas se asignaron a las subparcelas. Se evaluaron ocho tratamientos en total, distribuidos en cuatro bloques, conformando así 32 unidades experimentales.

3.1.5 Variables evaluadas

Características de crecimiento:

- **Altura de Planta (cm):** A los 35, 70, y 100 días después de la siembra se realizó las evaluaciones, se midió 5 unidades de plantas de las líneas centrales de cada subparcela con el uso de la cinta métrica, del inicio del tallo hasta el base extremo apical.
- **Número de tallos:** Las mediciones se ejecutó a los 70 y 100 días después de la siembra, se registró la cantidad de tallos por planta sobre la superficie del suelo.

Características de rendimiento según categoría:

- **Número de tubérculos:** Se contabilizo los tubérculos de los surcos centrales de acuerdo a las categorías; Extra, primera, segunda: De acuerdo a la tabla 4.
- **Peso de tubérculo (kg/planta):** Se peso los tubérculos de las líneas centrales de cada tratamiento de acuerdo a las categorías; Extra, primera, segunda: De acuerdo a la tabla 4.
- **Rendimiento total (t/ha):** Luego de la cosecha, se pesó el total de cada unidad experimental.

En la tabla 8 y 9, se detallan las características y el calibre de las dos variedades de papa evaluadas, utilizadas para determinar las categorías y estimar el rendimiento, según la norma técnica peruana NTP 011.119-2010 (INDECOPI, 2010).

Tabla 10
Características y calibre la papa Canchan

Características	Calibre		
	Extra	Primera	Segunda
Diámetro mayor (mm)	134-102	101-75	74-49
Diámetro menor(mm)	107-72	71-51	50-38
Peso (g)	639-320	319-155	154-29

Fuente: Norma técnica peruana NTP 011.119-2010

Tabla 11
Características y calibre de la papa Yungay

Características	Calibre		
	Extra	Primera	Segunda
Diámetro mayor (mm)	151-104	103-73	72-45
Diámetro menor (mm)	101-61	60-45	44-32
Peso (g)	710-321	320-162	131-20

Fuente: Norma técnica peruana NTP 011.119-2010

3.1.6 Conducción del experimento

Tuvo lugar siguiendo un orden de actividades de campo y laboratorio, enfocadas en asegurar condiciones homogéneas para la evaluación de los tratamientos.

En la Tabla 12 se describe de manera ordenada y detallada las actividades que se realizaron durante el desarrollo del experimento.

Tabla 12.*Descripción de las actividades realizadas en campo*

Labores	Descripción
Muestreo de suelo y análisis de suelo	: Para el muestreo del suelo se utilizó el método de la cuadrícula, las submuestras se obtuvieron a un nivel de 30 cm, fue mezclados y homogenizado de ello se obtuvo una muestra cerca de 1 kg de suelo que fue remito al laboratorio para su respectivo análisis en la Universidad Nacional Agraria la Molina para su análisis.
Muestreo de guano de las Islas	: Se homogenizó los sacos de abonos comprados luego se sacó un 1kg de muestra que se fue derivada para su respectivo análisis al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina.
Remojo del campo	: Se aplico el agua todo el terreno para poder suavizar el suelo que se dejó 3 días para que este en capacidad de campo.
Preparación del suelo	: Se extrajo todas las malas hierbas que hay en el campo, seguida se realizó la tracción animal varias veces para remover el suelo. Asimismo, se eliminó los rastrojos que haya quedado: de ahí se utilizó el azadón para demoler y mullir los terrones que quedaron y dejar listo para la siguiente labor
Surcado	: Se realizó el surcado con la mula, teniendo en cuenta el distanciamiento cada 0.90 m entre surcos un total de 24.
Aplicación de los tratamientos:	: Se realizó la incorporación de guano de las Islas en dos etapas, en la emergencia y en el aporque de la papa, según cálculos realizados.
Siembra	: La operación se desarrolló manualmente seguida de surcado para después tapar con animal para obtener un tapado profundo y no perjudicar la semilla.

Aplicación de guano de las islas	: Se aplicó después de la emergencia de acuerdo a los niveles calculados.
Riego	: Se regó cada 12 días, según el turno programado de la comunidad.
Control de malezas	: Se realizó de forma manual y también utilizó la palana para combatir las malas hierbas
Aporque	: Se realizó antes de la etapa de tuberización
Control de plagas y enfermedades	: Se evaluó cada dos semanas para no perjudicar el cultivo
Cosecha	: Se cosechó el cultivo de papa cuando alcanzó su fase de madurez.

3.2 Población y muestra

3.2.1. población

Se estableció una población total de 1630 individuos de papa, en función de las dimensiones del campo experimental.

3.2.1. Muestra

Se estableció mediante un modelo de cálculo estadística de proporciones, aplicando un margen de error del 0.05% (Scheaffer, et al., 2007). El tamaño total de la muestra fue de 10 plantas por unidad experimental.

$$n = \frac{\frac{4 P Q}{d^2}}{\frac{\frac{4 P Q}{d^2} - 1}{N} + 1}$$

$$n = \frac{\frac{4 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2}}{\frac{\frac{4 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2} - 1}{1630} + 1}$$

$$n = 321/32$$

$$n = 10$$

DONDE:

n:	tamaño de muestra
N:	Población Objetivo (Universo)
P:	Probabilidad de acierto 0,5 (generalmente se asume este valor)
Q:	Probabilidad de error 0,5
d:	% de error (0,05)

3.3 Técnicas para la recolección de datos

Para la recolección de datos durante el desarrollo del experimento se emplearon técnicas de observación, medición directa y evaluación agronómica en campo, las cuales permitieron registrar las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de papa.

La técnica de observación directa se utilizó durante las evaluaciones de campo para registrar las características de crecimiento de las plantas, así como el comportamiento agronómico de cada tratamiento. Asimismo, se realizaron mediciones directas para determinar variables biométricas como altura de planta y diámetro de tubérculos.

Como instrumentos de recolección de datos se emplearon cuadernos y fichas de campo para el registro de las evaluaciones realizadas en cada unidad experimental. La altura de planta fue medida utilizando una wincha métrica; el peso de los tubérculos se determinó mediante una balanza durante la cosecha; y el diámetro de los tubérculos fue evaluado con un vernier, con la finalidad de clasificar las categorías comerciales de papa. Además, se utilizaron costales para la recolección y almacenamiento de los tubérculos cosechados por tratamiento.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos obtenidos durante las evaluaciones de campo fueron organizados y procesados en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2021. Posteriormente, el análisis estadístico se realizó utilizando el software InfoStat V.2020, mediante el cual se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos experimentales.

Una vez validados los supuestos estadísticos, se efectuó el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al diseño experimental empleado, con la finalidad de determinar el efecto de los factores en estudio y su interacción sobre las variables evaluadas. Asimismo, para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5 % de significancia ($p < 0,05$).

Cuando la interacción entre los factores no presentó diferencias estadísticas significativas, se procedió al análisis de los efectos principales de manera independiente, considerando el comportamiento de cada factor sobre las variables estudiadas. Los resultados obtenidos se presentan mediante tablas y figuras debidamente estructuradas, facilitando una interpretación clara de los resultados.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Características morfológicas

4.1.1 Altura de planta (cm)

A los 35 días después de la siembra (DDS)

De acuerdo con los resultados de análisis de varianza (Tabla 13) mostró que la variedad ni en la interacción variedad por niveles de Guano de Isla generaron efectos significativos en la altura de planta de papa a los 35 días después de la siembra (DDS). Sin embargo, detectaron variaciones altamente significativas ($p < 0,0001$) en relación con los niveles de guano de isla, lo que indica el efecto de este factor en el crecimiento inicial de la planta.

Debido a la ausencia de interacción significativa, se procedió al análisis del efecto principal de ambos factores por separado. El coeficiente de variación (7,43 %) refleja buena precisión experimental (Miranda et al., 2011). Dicha medida, es considerado apropiado para estudios de campo (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 13

Análisis de varianza para altura de planta a los 35 días después de la siembra

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	43,75	3	14,58	7,79	0,0015 *
Variedad	9,14	1	9,14	0,99	0,3923 ns
Error (a)	27,58	3	9,19		
Niveles GI	95,89	3	31,96	17,08	<0,0001***
Variedad*niveles GI	0,49	3	0,16	0,09	0,966 ns
Error (b)	33,68	18	1,87		
Total	210,53	31			
C.V. (%)= 7,43					

* = significativo, *** = muy altamente significativo, ns = no significativo

La evaluación del efecto principal en relación de niveles de guano de las islas (Tabla 14) mostró diferencias significativas en la altura registrada de la planta a los 35 días después de la siembra. El nivel aplicado con 4,5 y 3,0 t/ha promovieron un mayor crecimiento vegetativo, alcanzando alturas promedio de 20,56 cm y 19,59 cm, respectivamente, diferenciándose significativamente de las dosis más bajas (1,5 y 0 t/ha), que mostraron menor altura (17,14 y 16,33 cm).

Respecto al factor variedad (Tabla 15), en las comparaciones no se evidencian cambios estadísticos significativos entre Canchan y Yungay en función a altura de planta registrada a los 35 días posteriores de la siembra ($p > 0,05$). Las medias obtenidas fueron 18,94 cm para la variedad Canchan y 17,87 cm para Yungay.

Tabla 14

Comparación de medias de Tukey para altura de planta a los 35 (DDS) según niveles de guano de islas

Niveles de GI (t/ha)	Altura de planta (cm)
4,5	20,56 a
3,0	19,59 a
1,5	17,14 b
0	16,33 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 15.

Comparación de medias de Tukey para altura de planta a los 35 (DDS) según variedad de papa

Variedad de papa	Altura de planta (cm)
Canchan	18,94 a
Yungay	17,87 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

A los 70 días después de la siembra (DDS)

Según el análisis de varianza en la Tabla 16, para la altura de las plantas a los 70 días después de la siembra. Los resultados indican diferencias muy altamente significativas entre los distintos niveles de tratamiento. Por el contrario, no se detectaron efectos significativos para las demás fuentes de variación evaluadas, lo que sugiere que otros factores no impactaron de manera sustancial en la altura de las plantas.

El promedio general de la altura de las plantas es de 40,41 cm, con un coeficiente de variación (10,11 %). La ejecución del experimento resultó apropiada (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 16

Análisis de varianza para altura de planta a los 70 días después de la siembra

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	124,22	3	41,41	2,73	0,2154 ns
Variedad	3,71	1	3,71	0,25	0,6546 ns
Error (a)	45,45	3	15,15		
Niveles GI	958,24	3	319,41	19,14	<0,0001 ***
Variedad*niveles GI	3	3	1	0,06	0,9802 ns
Error (b)	300,35	18	16,69		
Total	1434,97	31			
C.V. (%): 10,11					

ns = no significativo *** = muy altamente significativo

En relación al efecto principal de niveles de guano de islas (Tabla 17) mostró diferencias significativas para altura de planta a los 70 días después de la siembra. Las dosis de 4,5 t/ha presento el mayor crecimiento vegetativo, alcanzando una altura promedio de 47,04 cm, diferenciándose significativamente del tratamiento sin aplicación.

Respecto al factor variedad (Tabla 18), no se observaron variaciones con significancias estadísticas entre Canchan y Yungay en la altura de planta a los 70 días después de la siembra ($p > 0,05$). Las medias obtenidas fueron 40,75 cm para la variedad Canchan y 40,07 cm para Yungay, sin diferencias estadísticas entre ellas según la prueba de Tukey.

Tabla 17

Comparación de medias de Tukey para altura de planta a los 70 (DDS) según niveles de guano de las islas

Niveles de GI (t/ha)	Altura de planta (cm)
4,5	47,04 a
3,0	43,25 ab
1,5	39,06 b
0	32,29 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 18

Comparación de medias de Tukey para altura de planta a los 70 (DDS) según variedades de papa.

Variedad de papa	Altura de planta (cm)
Canchan	40,75 a
Yungay	40,07 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

A los 100 días después de la siembra (DDS)

El análisis de varianza (Tabla 19) para la altura de planta a los 100 días mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) en todas las fuentes de variación evaluadas, incluyendo la interacción variedad por niveles de guano de islas. Ambos factores desempeñaron una influencia relevante en el crecimiento del cultivo.

El coeficiente de variación de 2,65 % refleja elevada precisión experimental (Miranda et al., 2011), lo que valida la idoneidad del diseño y la adecuada conducción del ensayo (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 19

Análisis de Varianza para altura de planta a los 100 días después de la siembra

F.V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	183,1	3	61,03	0,96	0,5143 ns
Variedad	1161,62	1	1161,62	18,2	0,0236 *
Error (a)	191,51	3	63,84		
Niveles GI	1311,52	3	437,17	91,16	<0,0001 ***
Variedad*niveles GI	102,55	3	34,18	7,13	0,0024 **
Error (b)	86,32	18	4,80		
Total	3036,62	31			

C.V. (%): 2,65

ns = no significativo * = significativo, ** = altamente significativo *** = muy altamente significativo

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) aplicada mostró diferencias significativas en función al crecimiento de la planta a los 100 DDS. Yungay con 4,5 y 3,0 t/ha de guano de islas alcanzó las mayores alturas (97,38 y 94,85 cm), estadísticamente superior al tratamiento T5: Canchan con 0 t/ha GI que registró la menor altura (69,20 cm). Estos resultados muestran una interacción significativa entre variedad y nivel de GI.

Tabla 20

Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 100 días después de la siembra

Tratamiento	Variedad de papa	Nivel de GI (t/ha)	Altura de planta (cm)
T4	Yungay	4,5	97,38 a
T3	Yungay	3,0	94,85 a
T2	Yungay	1,5	85,38 b
T7	Canchan	3,0	81,18 bc
T8	Canchan	4,5	80,35 bcd
T1	Yungay	0	76,93 cd
T6	Canchan	1,5	75,6 d
T5	Canchan	0	69,2 e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.1.2. Número de tallos/planta

A los 70 días después de la siembra (DDS)

En la Tabla 21, se presenta un análisis de varianza para número de tallos a los 70 DDS. No se halló diferencias en la interacción. No obstante, si existe una significancia notable entre los distintos niveles de guano de las islas.

En relación a la falta de interacción se evaluó los factores de manera independiente. Se obtuvo un valor promedio de número de tallos 4,1 unidades, evidenciando un coeficiente de variación (5,63 %). La conducción del experimento es adecuada (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 21*Análisis de varianza para número de tallos por planta a los 70 días después de la siembra*

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	7,18	3	2,39	8,74	0,0541 ns
Variedad	0,34	1	0,34	1,24	0,3461 ns
Error (a)	0,82	3	0,27		
Niveles GI	4,97	3	1,66	30,94	<0,0001 ***
Variedad*Niveles GI	0,28	3	0,09	1,73	0,1958 ns
Error	0,96	18	0,05		
Total	14,55	31			

C.V. (%): 5,63

ns = no significativo, *** = muy altamente significativo

En el efecto de los niveles de guano de islas (Tabla 22) mostró diferencias muy altamente significativas en el número de tallos por planta. El tratamiento con 4,5 t/ha obtuvo el valor promedio más alto de 4,59 tallos/planta, siendo estadísticamente superior al testigo que registro un promedio de 3,53 unidades.

En la Tabla 23, el análisis no evidencio diferencias significativas en el número de tallos entre las variedades. La variedad Yungay obtuvo un promedio mayor estadísticamente de 4,21 tallos/planta, mientras que la variedad Canchan registró una media de 4,01 unidades.

Tabla 22*Comparación de medias de Tukey para el número de tallos a los 70 (DDS) según niveles de guano de islas*

Niveles de GI	Numero de tallos (unidad)
4,5	4,59 a
3,0	4,31 ab
1,5	4,01 b
0	3,53 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 23

Comparación de medias de Tukey para número de tallos a los 70 días (DDS) según variedades de papa

Variedad de papa	Numero tallos (unidad)
Yungay	4,21 a
Canchan	4,01 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

A los 100 días después de la siembra (DDS)

El análisis de varianza (Tabla 24), para número de tallos a los 100 días después de la siembra, se encontró diferencias significativas en interacción variedad $\times$ niveles de guano de las Islas ($p < 0,05$). Asimismo, los resultados evidenciaron efectos muy altamente significativos en cuanto a los factores principales niveles de GI y Variedad ($p < 0,001$). Se evidenció diferencias significativas para el efecto de bloques, lo que indica la presencia de heterogeneidad en las condiciones del campo experimental.

El coeficiente de variación 6,52 %, evidencia una buena precisión y experimental y confiabilidad de los resultados. (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 24

Análisis de varianza para número de tallos por planta a los 100 días después de la siembra.

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	7,39	3	2,46	17,7	0,0206 *
Variedad	6,13	1	6,13	44,01	0,007 **
Error (a)	0,42	3	0,14		
Niveles GI	23,8	3	7,93	52,86	<0,0001 ***
Variedad*Niveles GI	2,19	3	0,73	4,86	0,0120 *
Error (b)	2,7	18	0,15		
Total	42,62	31			
C.V. (%): 6,52					

* = significativo, ** = altamente significativo, *** = altamente significativo

Según el comparativo de medias de Tukey al 5 % en la Tabla 25, evidencia que la variedad Yungay bajo el tratamiento T4 (4,5 t/ha de guano de las islas) obtuvo el mayor número de tallos por planta, con un promedio de 7,88 unidades, superando al resto de los tratamientos. En cambio, los otros tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos. En contraste, el menor valor obtuvo la variedad Canchan si aplicación de GI con un promedio de 4,12 unidades. En general la variedad Yungay presento mayores medias.

Tabla 25

Prueba de Tukey al 5% para número de tallo por planta a los 100 días después de la siembra

Tratamiento	Niveles de GI (t/ha)	Variedad de papa	Numero de tallos (unidad)
T4	4,5	Yungay	7,88 a
T3	3,0	Yungay	6,95 ab
T8	4,5	Canchan	6,35 bc
T2	1,5	Yungay	5,78 cd
T7	3,0	Canchan	5,75 cd
T6	1,5	Canchan	5,18 de
T1	0	Yungay	4,93 de
T5	0	Canchan	4,12 e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.2 Características de rendimiento

4.2.1 Números de tubérculos/planta según categoría

Número de tubérculos/planta de categoría extra

En base al análisis de varianza en la Tabla 26, mostró que la variedad y en la interacción variedad por niveles de guano de isla no presentaron una influencia significativa en número de tubérculos por planta en la categoría extra. Por el contrario, los diferentes niveles de guano de isla si presentaron diferencias muy altamente significativas ($p < 0,0001$).

Debido a la ausencia de interacción significativa, se procedió al análisis del efecto principal de ambos factores por separado, con un coeficiente de variación 20,98 %. Dicha medida, es considerado para estudios de campo, indica que la selección del diseño y la ejecución del experimento resultaron apropiadas. (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 26

Análisis de varianza para número de tubérculos por planta de categoría extra

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	3,09	3	1,03	5,21	0,1042 ns
Variedad	1,53	1	1,53	7,74	0,0689 ns
Error (a)	0,59	3	0,20		
Niveles GI	12,34	3	4,11	20,79	<0,0001 ***
Variedad*niveles GI	0,34	3	0,11	0,58	0,6363 ns
Error (b)	3,56	18	0,20		
Total	21,47	31			
C.V. (%): 20,98					

ns = no significativo, *** = muy altamente significativo

El efecto principal correspondientes a niveles de guano de islas (Tabla 27) evidenció diferencias significativas en el número de tubérculos/planta de categoría extra. Las aplicaciones de 4,5 y 3,0 t/ha generaron los valores más altos, con promedios de 2,63 y 2,13 unidades, respectivamente, superando de manera significativa a las dosis menores (1,5 y 0 t/ha), que presentaron los valores más bajos.

En cuanto al factor variedad (Tabla 28), no se detectaron diferencias estadísticas entre Canchan y Yungay en la producción de tubérculos extra ($p > 0,05$). Los promedios registrados fueron de 2 unidades para Yungay y 1,56 unidades para Canchan.

Tabla 27

Comparación de medias de Tukey para números de tubérculos por planta (categoría extra) según niveles de guano de isla

Niveles de GI (t/ha)	Numero de tubérculos (unidad)
4,5	2.63 a
3,0	2.13 a
1,5	1.25 b
0	1.13 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 28

Comparación de medias Tukey para números de tubérculos por planta (categoría extra) según variedad de papa

Variedad de papa	Numero de tubérculos (unidad)
Yungay	2.00 a
Canchan	1.56 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Número de tubérculos/planta de categoría primera

Según el análisis de varianza mostrado en la Tabla 29, la interacción entre variedades $\times$ niveles de guano de islas no presentó diferencias significativas. No obstante, sí se identificaron diferencias relevantes respecto al efecto de cada factor tanto para los niveles de guano de islas como entre las variedades.

Ante la ausencia de interacción significativa, se realizó el análisis de las influencias principales de manera independiente. Un (C.V) registrado de 25,41% (Miranda et al., 2011). Este valor, considerado aceptable en estudios de campo, refleja que la elección del diseño experimental y la conducción del ensayo fueron adecuadas (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 29.*Análisis de varianza para número de tubérculos por planta de categoría primera*

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	1,09	3	0,36	3,18	0,1836 ns
Variedad	7,03	1	7,03	61,36	0,0043 **
Error (a)	0,34	3	0,11		
Niveles GI	13,59	3	4,53	8,31	0,0011 **
Variedad*niveles GI	2,84	3	0,95	1,74	0,1949 ns
Error (b)	9,81	18	0,55		
Total	34,72	31			

C.V. (%): 25,41

ns = no significativo, ** = altamente significativo

El análisis del efecto de los niveles de guano de las islas (Tabla 30) mostró diferencias estadísticamente significativas en el número de tubérculos de primera categoría por planta ($p \leq 0,05$). La dosis de 4,5 t/ha presentó el mayor promedio (3,88 tubérculos/planta), ubicándose en el grupo estadístico superior, mientras que los niveles de 1,5 t/ha y el tratamiento sin aplicación (0 t/ha) registraron los valores más bajos, las cifras promedio de tubérculos/planta fue de 2,38 y 2,25, sin diferencias significativas entre ambos.

Respecto al factor variedad (Tabla 31), se observaron diferencias significativas entre las variedades evaluadas ($p \leq 0,05$), destacando la variedad Yungay con un promedio de 3,38 tubérculos de primera categoría por planta, valor significativamente superior al obtenido por la variedad Canchán (2,44 tubérculos/planta).

Tabla 30*Comparación de medias de Tukey para número de tubérculos por planta (categoría primera) según niveles de guano de isla*

Niveles de GI (t/ha)	Numero de tubérculos (unidad)
4,5	3,88 a
3,0	3,13 ab
1,5	2,38 b
0	2,25 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 31

Comparación de medias de Tukey para números de tubérculos por planta (categoría primera) según variedad de papa

Variedad de papa	Numero de tubérculos (unidad)
Yungay	3,38 a
Canchan	2,44 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Número tubérculos/planta de categoría segunda

De acuerdo a la tabla 32, el análisis de varianza mostró que en la interacción variedad y niveles GI en números de tubérculos/plantas de categoría segunda no evidencio cambios significativos. En cambio, los niveles de guano de las islas si mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$).

Debido a la ausencia de interacción significativa, se procedió al análisis del efecto principal de ambos factores por separado. El coeficiente de variación (13,3%) refleja buena precisión experimental (Miranda et al., 2011). Dicha medida, es considerado para estudios de campo, indica que la selección del diseño y la ejecución del experimento resultaron apropiadas. (López y Gonzáles, 2016)

Tabla 32

Análisis de varianza para número de tubérculos por planta de categoría segunda

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	0,63	3	0,21	0,12	0,9430 ns
Variedad	0,00	1	0,00	0,00	0,9999 ns
Error (a)	5,25	3	1,75		
Niveles GI	26,13	3	8,71	33,89	<0,0001***
Variedad*niveles GI	0,25	3	0,08	0,32	0,8077 ns
Error (b)	4,63	18	0,26		
Total	36,88	31			

C.V. (%): 13,3

*** = muy altamente significativo, ns = no significativo

El análisis del efecto principal de niveles de guano de las islas (Tabla 33) mostró variaciones significativas en número de tubérculo segunda, con 4,5 t/ha promovieron un mayor número de tubérculos, alcanzando un promedio de 4,75 unidades, diferenciándose significativamente de la dosis más baja 0 t/ha con 2,38 unidades.

Respecto al factor variedad (Tabla 34), no se observaron diferencias significativas entre Canchan y Yungay, las medias obtenidas 3,81 unidades para ambas variedades.

Tabla 33.

Comparación de promedios de Tukey para números de tubérculos por planta (categoría segunda) según niveles de guano de isla

Niveles de GI (t/ha)	Numero de tubérculos (unidad)
4,5	4.75 a
3,0	4.38 ab
1,5	3.75 b
0	2.38 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 34

Comparación de promedios de Tukey para números de tubérculos por planta (categoría segunda) según variedad de papa

Variedad de papa	Numero de tubérculos (unidad)
Canchan	3.81 a
Yungay	3.81 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.2.3 Peso de tubérculos/planta según categoría

Peso de tubérculos/planta de categoría extra

Correspondiente al peso de tubérculos por planta de categoría extra en el análisis de varianza (Tabla 35) evidenció efectos altamente significativos ($p < 0,01$) asociado a la variedad, niveles de guano de las islas y para la interacción variedad $\times$ niveles de guano de las islas, lo que indica que la respuesta de esta variable estuvo fuertemente influenciada tanto por el genotipo como por la dosis de fertilización orgánica. En contraste, el efecto de bloque no mostró diferencias significativas, lo que sugiere una adecuada homogeneidad de las condiciones experimentales.

El coeficiente de variación fue de 10,19 %, valor que se encuentra dentro de rangos aceptables para ensayos de campo y que evidencia una adecuada precisión experimental. De acuerdo con Miranda et al. (2011), coeficientes de variación inferiores al 20 % reflejan una alta confiabilidad de los resultados obtenidos, confirmando la pertinencia del diseño estadístico y la correcta ejecución del experimento, tal como lo señalan López y Gonzáles (2016).

Tabla 35

Análisis de variación para peso de tubérculos por planta de categoría extra

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	0,02	3	0,01	1,36	0,404 ns
Variedad	0,19	1	0,19	37,36	0,0088 **
Error (a)	0,02	3	0,01		
Niveles GI	0,25	3	0,08	45,55	<0,0001 ***
Variedades*niveles GI	0,15	3	0,05	27,21	<0,0001 ***
Error (b)	0,03	18	0,0017		
Total	0,66	31			

C.V. (%): 10,19

ns = no significativo, ** = altamente significativo *** = muy altamente significativo

Los resultados del contraste de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) consignada en la Tabla 36, muestran el tratamiento correspondiente a la variedad Yungay con la aplicación de 4,5 t/ha de guano de las islas (T4) alcanzó el mayor peso de tubérculos por planta en la categoría extra, alcanzando un promedio de 0,75 kg/planta, ubicándose dentro del grupo estadístico superior y superando significativamente al resto de los tratamientos evaluados. En contraste, el menor valor se registró en la variedad Canchán con 1,5 t/ha de guano de las islas (T6), con un valor medio de 0,31 kg/planta. Estos resultados confirman que la variedad Yungay presentó una respuesta más favorable a la fertilización con guano de las islas, particularmente a dosis altas, se refleja en una mayor producción de tubérculos de clasificación extra.

Tabla 36*Prueba de Tukey al 5% para peso de tubérculos por planta de la categoría extra*

Tratamientos	Variedad de papa	Niveles de GI	Peso de tubérculo (kg/planta)
T4	Yungay	4,5	0,75 a
T3	Yungay	3,0	0,51 b
T8	Canchan	4,5	0,37 c
T1	Yungay	0	0,37 c
T2	Yungay	1,5	0,36 c
T7	Canchan	3,0	0,36 c
T5	Canchan	0	0,34 c
T6	Canchan	1,5	0,31 c

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Peso de tubérculos/planta de categoría primera**

Según los resultados de la Tabla 37, relacionado con el peso de tubérculos de categoría primera mostro incidencia altamente significativas ($p < 0,001$) Para los factores principales, así también para la interacción variedad x nivel de guano de las islas ($p < 0,01$). El coeficiente de variación (19,11%) refleja una precisión experimental satisfactoria (Miranda et al., 2011). Esta medida, utilizada en investigaciones de campo, indica que tanto la elección del diseño como la ejecución del experimento fueron adecuadas (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 37.*Análisis de varianza para peso de tubérculos/planta de categoría primera.*

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	0,07	3	0,02	46,91	0,1578 ns
Variedad	0,56	1	0,56	1122,54	0,0001 ***
Error (a)	1,50	3	0,50		
Niveles GI	0,60	3	0,20	16,78	<0,0001 ***
Variedad*Niveles GI	0,17	3	0,06	4,84	0,0122 *
Error (b)	0,22	18	0,01		
Total	1,63	31			

C.V. (%): 19,11

ns = no significativo, * = significativo, ** = altamente significativo, *** = altamente significativo

Con relación a la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % (Tabla 38) evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el peso de tubérculos/planta de categoría primera entre los tratamientos evaluados. Correspondientes a los tratamientos de la variedad Yungay con niveles de guano de la isla de 4,5 t/ha (T4) y 3,0 t/ha (T3) registraron los mayores valores promedio, con 0,93 y 0,88 kg/planta, respectivamente, ubicándose en el grupo estadístico superior, sin diferencias significativas entre ambos tratamientos.

En la segunda agrupación estadístico se ubicaron los tratamientos con menores niveles de guano de las islas y el tratamiento sin fertilización, tanto en la variedad Yungay como en la variedad Canchán. En este grupo se incluyeron los tratamientos T2 (Yungay, 1,5 t/ha), T8 (Canchán, 4,5 t/ha), T7 (Canchán, 3,0 t/ha), T1 (Yungay, 0 t/ha), T6 (Canchán, 1,5 t/ha) y T5 (Canchán, 0 t/ha), cuyos valores oscilaron entre 0,34 y 0,57 kg/planta, sin diferencias significativas entre ellos.

Tabla 38.

Prueba de Tukey al 5% para peso de tubérculos por planta de la categoría primera

Tratamientos	Variedad de papa	Niveles de GI	Peso de tubérculo (kg/planta)
T4	Yungay	4,5	0,93 a
T3	Yungay	3,0	0,88 a
T2	Yungay	1,5	0,57 b
T8	Canchan	4,5	0,53 b
T7	Canchan	3,0	0,46 b
T1	Yungay	0	0,43 b
T6	Canchan	1,5	0,43 b
T5	Canchan	0	0,34 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Peso de tubérculos/planta de categoría segunda

A partir del estudio de estadístico de varianza (Tabla 39) reveló que no hubo diferencias significativas para el factor variedad ni para la interacción variedad $\times$ niveles GI. No obstante, se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre distintos niveles de guano de isla.

Ante la ausencia de interacción significativa, se procedió a analizar de manera individual el efecto principal de cada factor, obteniendo un coeficiente de variación del 13,3 %.

Tabla 39.*Análisis de varianza para peso de tubérculo por planta de categoría segunda.*

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	0,03	3	0,0100	2,68	0,2200 ns
Variedad	0,0019	1	0,0019	0,52	0,5224 ns
Error (a)	0,01	3	0,0036		
Niveles GI	0,11	3	0,0367	7,63	0,0017 **
Variedad*niveles GI	0,01	3	0,0034	0,72	0,5509 ns
Error(b)	0,08	18	0,0047		
Total	0,24	31			

C.V. (%): 13,3

ns = no significativo, ** = altamente significativo

El efecto principal de los niveles de guano de isla (Tabla 40) evidenció diferencias estadísticas, donde las dosis de 4,5 y 3,0 t/ha lograron los valores más elevados (0,52 y 0,49 kg/planta, respectivamente), destacándose frente a las dosis más bajas, como la de 0 t/ha, que presentó el menor peso de tubérculo (0,37 kg/planta).

En cuanto al factor variedad consignados en la Tabla 41, no se evidenciaron efectos significativos para Canchan y Yungay respecto al peso de tubérculo en la categoría segunda. Los promedios reportados fueron 0,47 kg para Canchan y 0,45 kg para Yungay.

Tabla 40.*Comparación de promedios de Tukey para peso de tubérculos por planta (categoría segunda) según niveles de guano de isla*

Niveles de GI	Peso de tubérculos (kg/planta)
4,5	0,52 a
3,0	0,49 a
1,5	0,45 ab
0	0,37 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Tabla 41

Comparación de promedios de Tukey para peso de tubérculo por planta (categoría segunda) según variedad de papa

Variedad de papa	Peso de tubérculo (kg/planta)
Canchan	0.47 a
Yungay	0.45 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

4.3 Rendimiento total t/ha

El estudio de varianza sobre el rendimiento total del cultivo de papa según la Tabla 42, mostró diferencias estadísticamente significativas para los factores variedad y niveles de guano de las islas, así como para la interacción variedad $\times$ niveles de guano de las islas ($p \leq 0,05$). Estos resultados indican que el rendimiento estuvo influenciado tanto por el genotipo como por la dosis de guano de las islas aplicada.

En cuanto al factor variedad, evidenció un efecto altamente significativo ($p = 0,003$), esto demuestra la existencia de diferencias marcadas en el rendimiento entre las variedades evaluadas. De manera similar, los niveles de guano de las islas mostraron un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$), evidenciando que el incremento en la dosis de GI influyó directamente en el aumento del rendimiento. Asimismo, la interacción variedad $\times$ niveles GI fue altamente significativa ($p = 0,0008$), lo que sugiere que la respuesta del rendimiento a la fertilización con GI dependió del comportamiento particular de cada variedad.

El coeficiente de variación (9,68%) indica una precisión experimental adecuada (Miranda et al., 2011). Este indicador, utilizada en estudios de campo, sugiere que tanto la selección del diseño como la ejecución del experimento fueron apropiadas (López y Gonzáles, 2016).

Tabla 42
Análisis de varianza para Rendimiento total t/ha

F. V	SC	GL	CM	F-cal.	p-valor
Bloque	77,39	3	25,8	3,09	0,1893 ns
Variedad	662,48	1	662,48	79,42	0,003 ***
Error (a)	25,03	3	8,34		
Niveles GI	4007,25	3	1335,75	116,62	<0,0001 ***
Variedad*niveles GI	301,8	3	100,6	8,78	0,0008 ***
Error (b)	206,18	18	11,45		
Total	5280,13	31			
C.V. (%): 9,68					

ns = no significativo * = significativo, ** = altamente significativo, *** = muy altamente significativo

La comparación de medias de Tukey al 5 % para el rendimiento total del cultivo de papa (Tabla 43) identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p \leq 0,05$). El tratamiento correspondiente a la variedad Yungay mediante la aplicación 4,5 t/ha de guano de las islas (T4) registró el mayor rendimiento promedio, con 57,77 t/ha, ubicándose en el grupo estadístico superior, lo que demuestra una respuesta altamente favorable de esta variedad a la aplicación del GI en niveles elevados.

Los menores rendimientos se registraron en el T4 (1,5 t/ha) y sin aplicación de guano de las islas, tanto en la variedad Yungay como en la variedad Canchán. En particular, el tratamiento T5 (Canchán sin fertilización) presentó el rendimiento más bajo, con 17,90 t/ha. Estos resultados confirman que la ausencia de fertilización con GI limita significativamente el rendimiento del cultivo.

Tabla 43.*Análisis de Tukey al 5% para rendimiento total (t/ha)*

Tratamientos	Variedad de papa	Niveles de GI (t/ha)	Rendimiento total (t/ha)
T4	Yungay	4,5	57,77 a
T3	Yungay	3,0	47,49 b
T8	Canchan	4.5	40,27 bc
T7	Canchan	3,0	35,03 cd
T3	Yungay	1,5	31,8 d
T6	Canchan	1.5	28,48 de
T1	Yungay	0	21,02 ef
T5	Canchan	0	17,90 f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta

De los datos obtenidos, se aprecia que a los 35,70 y 100 posteriores a la siembra, para altura de planta, tras aplicar la dosis 4,5 y 3,0 toneladas por hectárea de guano de las islas incrementan la altura de planta para ambas variedades, en relación a los 100 días la variedad Yungay fue superior con promedio de 82,62 cm. Los resultados de este estudio concuerdan con lo señalado por Valderrama (2022) que obtuvo valores notables con 2,0 toneladas con un promedio de 70,5 cm. En tanto Ríos et al., (2015), evidenciaron un resultado similar a este estudio, la dosis utilizada fue 2,0 toneladas por hectárea que tuvo un mayor crecimiento de planta. Este resultado resalta la importancia de realizar un análisis y un cálculo para el empleo correcto de la dosis a aplicar. Asimismo, Duran (2022), en su investigación evaluó diversas fuentes de abonos orgánicos destacando el guano de las islas en todas sus características evaluadas. En este sentido, AGRORURAL (2020) resalta el impacto beneficioso del guano de las islas para altura de la planta debido a su alto contenido de nitrógeno y fósforo, nutrientes claves que estimula la división celular y el aumento en el tamaño de las raíces, impulsando el desarrollo de la planta. Se destaca la importancia de la aplicación de guano de las islas para el crecimiento vegetativo de la papa, las dosis comprendidas 2,0 y 4,5 t/ha se optimiza según las condiciones de cada estudio.

5.2 Numero de tallos

Según los resultados a los 65 y 100 días después de la siembra se evidenció un aumento de número de tallos con 4,5 t/ha de guano de las islas, sin embargo, a los 100 días la variedad Yungay fue altamente superior a la variedad Canchan con 7,88 unidades de tallos por planta. Esto se le puede atribuir al contenido de nutrientes del GI, tal es el caso del N y P que favorecen la activación de brotes y la aparición de nuevas ramas. De acuerdo con Haverkort y Struik (2015), el nitrógeno que se encuentra disponible favorece directamente la producción de tallos en las plantas de papa al inicio del desarrollo inicial. Estos resultados se contrastan con la el estudio de Valderrama (2022) y Paucar (2022), quienes registraron un mayor número de tallos cuando aplicaron con la dosis más alta de guano. Además, Verastegui et al. (2004) destacan que los abonos orgánicos ricos en nutrientes aceleran el proceso de brotación, mientras el CIP (2019) señala que una correcta disponibilidad de nutrientes mejora el establecimiento y la producción de tallos.

5.3 Numero de tubérculos/planta de categoría extra

Los niveles de 4,5 y 3,0 t/ha generaron un promedio de 2,6 unidades incrementando de manera significativa en ambas variedades, las cuales indican una respuesta similar independientemente del genotipo. Estos valores se comparan con lo reportado por Viera (2018), la aplicación de 3,0 t/ha de guano de islas en la variedad Canchan favoreció un aumento en número de tubérculos extra, con un promedio de 1,81 unidades. De igual forma, Javier (2019) registró un incremento en la cantidad de tubérculos extra tras la aplicación de 3,0 t/ha de guano de las islas. Este efecto positivo se debe a que el guano de las islas mejora y favorece la estimulación de nutrientes con 3,0 toneladas para el crecimiento de la tuberización.

5.4 Numero de tubérculo/planta de categoría Primera

La aplicación de 4,5 t/ha de guano fue más eficiente en la variedad Yungay, alcanzando un promedio de 3,9 tubérculos. Esto evidencia que el guano de isla influyó de manera favorable en la producción al mejorar la calidad edáfica, lo que favoreció un incremento en el transporte y aprovechamiento de nutrientes, tal es el caso del fósforo, un nutriente clave para la formación temprana y el desarrollo inicial de los tubérculos (Sierra et al., 2002).

Así también, Viera (2018) encontró diferencias significativas al aplicar 3,0 t/ha de guano, obteniendo un promedio de 7,1 de tubérculos de primera por planta, lo que refuerza los valores obtenidos. Además, las características edáficas donde se desarrolló la investigación y según el análisis realizado presento baja presencia de materia orgánica, esto hicieron indispensable la aplicación de guano de las islas para mejorar la fertilidad del suelo. No solo enriquece las propiedades del suelo, sino que también mejora las características físico y biológico del suelo MINAGRI (2018).

Los resultados obtenidos de este estudio en número de tubérculos primera superaron a lo reportado por de Ríos et al. (2015), no obtuvieron diferencias significativas, este hallazgo debe estar relacionado con diferencias en las condiciones del suelo o manejo experimental.

5.5 Numero de tubérculos/planta de categoría segunda

En relación para el número de tubérculos segunda la dosis 4,5 t/ha de guano de las islas presento el mayor valor promedio (4,75 tubérculos/planta), mostrando superioridad a los demás niveles. Esto a que una mayor disponibilidad de nutrientes logra estimular una mejor formación de tubérculos. Una distribución de nutrientes optima esencialmente en nitrógeno y fosforo es vinculada con los procesos fisiológicos que intervienen en el desarrollo de órganos de reserva (Struik y Wiersema, 1999; Sierra et al., 2002). Asimismo, Javier (2019) con 3,0 t/ha de GI logró diferencias en la categoría segunda, reportando un peso de 0,318 kg/planta, valor que superó significativamente a los niveles menores. Estos hallazgos apoyan la tendencia registrada en la investigación, donde cantidades elevadas fomentaron un incremento en la producción de tubérculos de categoría segunda. De igual manera Durán (2022) reportó incrementos significativos en número de tubérculos con la aplicación del guano de las islas. Finalmente, Ahmad, et al. (2025) menciona que, es necesario recalcar que en algunas condiciones donde la disponibilidad es baja, como los tratamientos de menor dosis, la competencia intraespecífica puede limitar la formación de los tubérculos, reduciendo la producción.

5.6 Peso de tubérculos/planta de categoría extra

En cuanto a peso de tubérculo se detectó interacción significativa entre la variedad y los niveles en la categoría extra, existiendo diferencias significativas con la aplicación de 4,5 toneladas por hectárea en la variedad Yungay lo cual reflejó un aumento mayor al 100% respecto al testigo sin fertilización orgánica. Asimismo, 4,5 t/ha superó en 47,1 % al tratamiento con 3,0 t/ha, siendo superiores a la variedad Canchan. El comportamiento productivo frente al guano de las islas está condicionado por el material genético. Los incrementos observados pueden atribuirse a la rápida mineralización del guano de las islas, que favorece la accesibilidad y asimilación de nutrientes esenciales durante las etapas críticas de formación y llenado de tubérculos, tal como lo describen Gaskell y Smith (2007). Al respecto, dichos valores registrado en la presente investigación son superiores a los descrito por Viera (2018), quien registró un peso promedio de 385,16 g por planta con la aplicación de 3,0 t/ha de guano de las islas, lo que sugiere que dosis mayores pueden potenciar el rendimiento de tubérculos de categoría extra en determinadas variedades.

Si bien la dosis de 4,5 t/ha resultó más eficiente en la investigación, debe considerarse que aplicaciones excesivas de guano de las islas podrían generar efectos negativos en el rendimiento, debido a posibles desequilibrios nutricionales o efectos osmóticos en el suelo. En este contexto, Trujillo (2020) advierte que dosis superiores a 5,0 t/ha pueden resultar contraproducentes para el cultivo de papa, por lo que es fundamental definir niveles óptimos de fertilización en función de la variedad y las condiciones edafoclimáticas.

5.7 Peso de tubérculos/planta de categoría primera

El T4 (Yungay, 4,5 t/ha) y T3 (Yungay, 3,0 t/ha) alcanzaron los mayores valores promedio, con 0,93 y 0,88 kg/planta, superando al testigo T1 (Yungay, 0 t/ha) en más del 100 % evidenciando el efecto positivo del GI. En el segundo grupo estadístico muestra incrementos moderados. El tratamiento T2 (Yungay, 1,5 t/ha) presentó un aumento aproximado del 33 % respecto al testigo de la misma variedad, mientras que los tratamientos de la variedad Canchán con 4,5 y 3,0 t/ha (T8 y T7) superaron a su testigo en aproximadamente 56 % y 35 %. Esto se evidencia que existe una interacción significativa entre variedad y nivel de guano de las islas, indicando la una respuesta positiva del cultivo que dependió de la combinación entre genotipo y los nutrientes. La FAO (2006) señala que la aplicación orgánica rica en estos nutrientes incrementa la mayor absorción de las plantas para poder generar una mejor optimización de los procesos fisiológicos. En tanto, Valderrama (2022) confirmó estos resultados en su investigación sobre el peso de tubérculos, donde obtuvo un mayor peso de tubérculos con la dosis más alta (2,0 t/ha de guano de islas)

5.8 peso de tubérculos/planta de categoría segunda

Los resultados indican en los niveles de guano de isla influyeron significativamente en el peso promedio de tubérculos de segunda categoría por planta. Las dosis de 4,5 y 3,0 t/ha presentaron los valores más altos, superando a los demás niveles aplicados. Esto ocurre por la concentración de azúcares en los tubérculos, lo que resulta en un aumento del tamaño de los tubérculos, ya que las plantas que tienen más asimilaciones transportan una mayor cantidad de materia seca Zewide et al. (2023). En contraste, no se evidencio diferencias significativas entre variedades, esto se ve influenciado solo por la disponibilidad de los nutrientes y no por el factor genético. Refleja patrones similares a los encontrados por Ríos et al. (2015), que constataron con

aplicaciones de 2,0 t/ha de guano de islas no generó diferencias significativas en el peso de los tubérculos. Este efecto puede estar relacionado a la competencia entre plantas por la absorción de nutrientes. Según (Gómez et al., 2017), en el desarrollo de la planta y tamaño de tubérculos la alta densidad provoca una desigualdad de nutrientes en la absorción, la competencia entre nutrientes produce variabilidad en el tamaño final de los tubérculos.

5.9 Rendimiento total (t/ha)

El empleo del guano de las islas evidencia resultados altamente significativos en el rendimiento del cultivo, existiendo interacción entre variedades y niveles de guano de las islas particularmente al nivel de 4,5 toneladas en la variedad Yungay, este tratamiento alcanzó el mayor rendimiento promedio (57,8 t/ha). Estos resultados confirman la eficacia del guano de las islas como una fuente orgánica eficiente de nutrientes, siendo más evidente en suelos con deficiencias de materia orgánica, característicos de los ecosistemas andinos.

Los resultados de estos estudios fueron superiores a los reportados por Viera (2018), quien aplicando 3,0 t/ha de guano de las Islas registro rendimientos de 30,79 t/h, superando al testigo de manera similar Duran (2022) destacó la superioridad del guano de las islas frente a otros abonos orgánicos, obteniendo un rendimiento estimado de 54,7 t/ha, lo que refuerza la respuesta positiva de la fuente orgánica.

El incremento en el rendimiento es asociado al empleo del GI puede atribuirse a su elevada concentración de N, P y otros elementos nutritivos, además como su aporte de carbono orgánico, que favorece el enriquecimiento de los aspectos físicos, la dinámica química y la actividad microbiana del suelo (Struik y Wiersema 1999). En este sentido, mediante este fertilizante orgánico promueve la renovación de la actividad microbiológica del suelo, optimizando el acceso de nutrientes para las (Cerón y Aristizábal 2012).

Asimismo, Valderrama (2022) reportó incrementos significativos en la producción del cultivo al aplicar 2,0 t/ha de guano de las islas, con rendimientos promedio que oscilan entre 28,04 y 9,1 t/ha, evidenciando que incluso dosis moderadas pueden generar respuestas productivas favorables. Sin embargo, los resultados del presente estudio indican que dosis superiores, como 4,5 t/ha, pueden maximizar el rendimiento, particularmente en la variedad Yungay, lo que resalta la importancia de ajustar la dosificación del guano de las islas en función a la variedad y factores edafoclimáticos en la zona.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La aplicación de diferentes niveles de guano de las islas incremento de manera significativa la producción del cultivo de papa en el centro poblado de Taule, distrito de Ambar, evidenciando una respuesta positiva ambas variedades evaluadas.

A mayor nivel de guano de las islas hubo una mejor respuesta tanto en características morfológicas y en el rendimiento, destacando los niveles de 3.0 y 4.5 t/ha, lo que nos indica que la fertilización orgánica favorece al cultivo.

La variedad Yungay destacó significativamente, tanto en número de tubérculos y rendimiento total, principalmente cuando se aplicó 4,5 t/ha de guano de las islas en comparación con el tratamiento control, asimismo, la variedad Canchan también demostró rendimientos favorables a mayores niveles de guano de las islas.

La interacción entre las variedades y los niveles de guano de las islas evidenció combinaciones favorables en el crecimiento vegetativo y el rendimiento del cultivo de papa en el centro poblado de Taule.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda la aplicación de guano de las islas en el cultivo de papa en el centro poblado de Taule, distrito de Ambar, debido al efecto positivo demostrado en esta investigación.

Replicar investigaciones en otras variedades comerciales de papa para validar la eficacia del guano de las islas en diferentes genotipos y condiciones agroecológicas.

La incorporación del guano de las islas debe ir acompañada de un análisis previo del suelo y de la misma fuente para optimizar la dosificación y maximizar los resultados.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Álvarez, L. (2021). *Glosario de términos agronómicos*. Recuperado de <https://uiimseminario.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/03/glosario-inglc3a9s-espac3b1ol-de-agronomc3ada.pdf>
- Araujo, M., Cartagena, E., Castillo, I., Cuesta, X., Monteros, C., Paula, R., Racines, M., Rivadeneira, J., Velásquez, S., Panchi, N. y Piedra, L. (2021). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Manual No. 78, 3ra. Edición. INIAP. Mejía-Ecuador. 120 p. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672>
- Agromarketing CA. (s.f.). Interacción de nutrientes y su eficiencia en las plantas. Recuperado de <https://www.agromarketingca.com/interaccion-nutrientes>
- Ahmad, T., Jabran, K. (2025). Competencia interespecífica e intraespecífica de la papa con cuatro especies comunes de malezas y su impacto en el rendimiento del tubérculo. *Potato Res.* **68**, 3237–3251 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11540-025-09879-5>
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., Y Lee, S. (2006). *Influences of vermicomposts on field strawberries: Effects on soil chemical and biological properties*. *Bioresource Technology*, 97(6), 831–840. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.04.016>
- Altieri, M.A., Y Nicholls, C.I. (2017). *Agroecology: A guide for sustainable agriculture*. <https://www.agroeco.org/doc/agroecology-engl-PNUMA.pdf>
- Calzada, J. (1956). Efecto del guano de islas y del estiércol de corral en el cultivo de papas. *Boletín del guano*, 32 (2), 11-13. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2860>
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2019). *Guía técnica del cultivo de papa*. CIP. <https://cipotato.org>
- Haverkort, A. J., y Struik, P. C. (2015). *Potato crop physiology and modelling*. Wageningen Academic Publishers. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/490502>

- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson.
https://www.researchgate.net/profile/Praveen-Kumar-521/publication/366175716_Soil_Fertility_and_Fertilizers_by_John_L_Havlin_z-liborg/links/63948fbde42faa7e75af15db/Soil-Fertility-and-Fertilizers-by-John-L-Havlin-z-liborg.pdf
- Huamán, J.C. (2018). *Niveles de guano de las islas y dosis de microorganismos eficaces en el rendimiento de espinaca (Spinacia oleracea L.)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/>
- Duran, R. (2022). *Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de papa (solanum tuberosum l.) variedad Canchan en Rumichaca – Pano*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán] Repositorio de la universidad.
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7372/TAG00932D98.pdf?sequence=1&isAllowed=yf>
- Eyzaguirre Untiveros, O. (2017). *Niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa variedad “Mama Lucha” (Solanum phureja L.) Canaán 2750 m.s.n.m. - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.
- Faiguenbaum, H. y Mouat, P. (1998). *Biología de los cultivos anuales*.
https://www7.uc.cl/sw_educ/catalogo/html/culti.html
- Fertilab. (2018). *Importancia del fósforo en el cultivo de papa*.
<https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-LF09-Importancia-de-Fosforo-en-Papa.pdf>
- Gómez, A., Martínez, B., & Rodríguez, C. (2017). Factores que afectan la variabilidad en el peso de tubérculos. *Journal of Agricultural Science*, 25(3), 123-135
- Gaskell, M., y Smith, R. (2007). *Nitrogen sources for organic vegetable crops*. HortTechnology, 17(4), 431–441.
<https://journals.ashs.org/view/journals/horttech/17/4/article-p431.xml>

Haverkort, A. J., y Struik, P. C. (2015). *Potato crop physiology and modelling*. Wageningen Academic Publishers. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/490502>

Instituto nacional de estadística e informática [INEI] (2023). *Perú: panorámica económico departamental*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5047084/Per%C3%BA%3A%20Panorama%20Econ%C3%B3mico%20Departamental%20N%C2%B0%208%3A%20Agosto%202023.pdf?v=1693511768>

Inostroza F., Juan, Méndez L., Patricio y Sotomayor T., Lorena (2009). Botánica y morfología de la papa. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, (193). <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6>

Instituto Nacional de Investigación Agraria [INIA] (2002). Papa comprendido de innovación técnica. https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/669/1/INIA-Papa_compendio_informaci%C3%B3n_t%C3%A9cnica.pdf

Instituto Nacional Tecnológico [INATEC] (2018). Raíces y tubérculos. https://www.tecnacional.edu.ni/media/Raices_y_Tuberculos.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2024). <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/1116348-cuatro-departamentos-aporaron-el-70-5-de-la-produccion-de-papa-a-nivel-nacional-impulsada-por-buenas-condiciones-termicas>

Javier, E. (2019). El guano de Isla en el rendimiento de papa (*Solanum Tuberosum l.*) variedad “Canchan - Iniaa” en condiciones edafoclimáticas de Chaglla – Pachitea – 2019 [tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5577/TAG00829J27.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Justel-Díez, M., Delgadillo Nuño, E., Gutiérrez-Barral, A., García-Otero, P., Alonso-Barciela, I., Pereira-Villanueva, P., Álvarez-Salgado, X. A., Velando, A., Teira, E., & Fernández, E. (2023). Los aportes de guano de aves marinas alteran el crecimiento microbiano, la composición de la comunidad y las interacciones fitoplancton-bacterias en un sistema costero. *Environmental Microbiology*, 25(2), 1620–1635. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.16349>
- La Torre, M. (2012). Asistencia técnica dirigida en fertilización en el cultivo de papa. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/032-h-papa.pdf>
- Lucassen, F., Schmidt, M., Eitel, B., y otros. (2017). *The impact of seabird guano on soil formation and nutrient dynamics*. PLOS ONE, 12(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179440>
- Mendoza Dávalos, K., Sanabria Quispe, S., Pérez Porras, W. E., & Cosme de la Cruz, R. C. (2021). *Enmiendas orgánicas y su efecto en las propiedades de suelos alto andinos cultivados con papa nativa (Solanum goniocalyx Juz.et Buk.)*. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/INIA_177cd3923bd060cb359385b3eae09c9a
- Mendoza Torres, F. C. (2013). *Niveles de guano de islas y dosis de microorganismos eficaces - EM, en el cultivo de papa (Solanum sp.) var. Mama Lucha. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2019). *Requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/228>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2023). *Análisis estadísticos*. Recuperado. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzEzNTU2MmUtY2EzZC00YjQ2LTg5YzUtYzJjODRhZjg5NGY5IiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2023). *La papa te pone punche*.
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/campa%C3%B1as/29078-la-papa-te-pone-punche>

Ministerio del Ambiente – [MINAM] (2018). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/309735/Memoria_descriptiva_mapa_Nacional_de_Ecosistemas.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2018). *Minagri impulsa uso del guano de isla a pequeños productores de papa*. SENASA.
<https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/minagri-impulsa-uso-del-guano-de-isla-pequenos-productores-de-papa/>

Ministerio de Agricultura y Riego [MIDAGRI] (2020). *Análisis de mercado*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471847/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Papa%202020.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2023). *Siembra y perspectiva de la producción de papa*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6103503/4344772-observatorio-de-siembras-y-perspectivas-de-produccion-papa.pdf?v=1711378407>

Ministerio de Ambiente [MINAM] (2019). *Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad*.
https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/12/Linea_base_papa_bioseguridad_lowres.pdf

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2009). *Guano de las islas*.
<https://www.agrorural.gob.pe/informaciontecnica/#:~:text=%E2%80%93%20El%20Guano%20de%20las%20Islas,humedad%20de%2016%20%E2%80%93%2018%20%5>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2016). *Papa canchan*
<https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/557>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2023). *Ficha técnica: cultivo de papa*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Recuperado de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/314/1/ficha%20tecnica%20papa.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2025). <https://agraria.pe/noticias/midagri-mas-de-710-mil-familias-en-peru-se-dedican-al-cultiv-39614>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y alimentación [FAO] (2009). Nueva luz sobre un tesoro enterrado. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0544b706-9ce3-405f-a81c-9deb43abe5e4/content>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura Y alimentación [FAO] (2025, 30 de mayo). *Celebrando la papa: un tesoro mundial para la seguridad alimentaria y la biodiversidad*. FAO. <https://www.fao.org/cgrfa/news/news-detail/celebrating-the-potato--a-global-treasure-for-food-security-and-biodiversity/es>

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura – [FAO] (2021). Producción de cultivos. <https://www.fao.org/3/bp851s/bp851s.pdf>

Otiniano, V. (2017). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2010). La papa un alimento con tradición, nutrición y sabor. <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/6/12880327433890/recetariocorregidobajaresolucionfinal.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2024, 13 de marzo). *La FAO destaca la contribución del cultivo de papa a la seguridad alimentaria*. AgroPerú. <https://www.agroperu.pe/la-fao-destaca-la-contribucion-del-cultivo-de-papa-a-la-seguridad-alimentaria/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Status of the World's Soil Resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6ec24d75-19bd-4f1f-b1c5-5becf50d0871/content>
- Otero, X. L., De La Peña-Lastra, S., Pérez-Alberti, A., Ferreira, T. O., y Huerta-Díaz, M. A. (2018). *Seabird colonies as important global drivers in the nitrogen and phosphorus cycles*. Nature Communications, 9, 246. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02446-8>
- Flores, M. (2022). *Los abonos orgánicos en la agricultura y su efecto en la fertilidad de los suelos*. [Tesis de pregrado Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. <https://cathi.uacj.mx/20.500.11961/25337>
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., ... Zaks, D. P. M. (2011). *Solutions for a cultivated planet*. Nature, 478(7369), 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2006). *Improving plant nutrient management for better farmer livelihoods, food security and environmental sustainability*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/ag120e/ag120e20.htm>
- Red Andina de Agricultura Alternativa. (2015). *Manejo ecológico de suelos*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/manejo-ecol-suelo-raaa.pdf>
- Ríos Campos, N., Luján Salvatierra, A., Benites Castañeda, C., & Ríos Núñez, C. (2017). Efecto de tres niveles de guano de las islas en el rendimiento de *Solanum tuberosum* l.var. huevo de indio. *sciéndo*, 18(1). Recuperado a partir de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1329>
- Pretty, J., y Bharucha, Z. P. (2014). *Sustainable intensification in agricultural systems*. Annals of Botany, 114(8), 1571–1596. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu205>

Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Flora, C. B., Godfray, H. C. J., ... Wratten, S. (2018). *Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification*. Nature Sustainability, 1, 441–446. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>

Programa de Desarrollo Productivo Agrario [AGRORURAL] (2009). Importancia del guano de las Islas. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/oficina_apoyo_enlace/importancia-guano-islas.pdf

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural [AGRORURAL] (2022). Guano de las islas: el poderoso fertilizante natural administrado por Agro Rural 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>

Paucar, (2022). Efecto del guano de islas en el cultivo de papa (*solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos-Huari. [tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6234/ROBELITO%20WILI%20PAUCAR%20DAMIAN_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pinedo, R., Olivas, T., Rodríguez, G., & Castro, V. (2020). *Effect of nitrogen and phosphorus fertilization sources on potato crop yield (Solanum tuberosum L.)*. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 73(3), 9255–9261. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n3.82624>

Programa de Desarrollo Productivo Agrario [AGRORURAL] (2009). Importancia del guano de las Islas. https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/oficina_apoyo_enlace/importancia-guano-islas.pdf

Programa de Desarrollo Productivo Agrario [AGRORURAL], (2019). Guano de las islas. <https://www.agrorural.gob.pe/wpcontent/uploads/transparencia/dab/material/DIPTICO.pdf>

Santana Sagredo, F., Schulting, R. J., Méndez-Quiros, P., Vidal-Elgueta, A., Uribe, M., Loyola, R., Maturana-Fernández, A., Díaz, F. P., Latorre, C., McRostie, V. B., Santoro, C. M., Mandakovic, V., Harrod, C., & Lee-Thorp, J. (2023). *'White gold' guano fertilizer drove agricultural intensification in the Atacama Desert from ad 1000*. https://baikalproject.artsrn.ualberta.ca/wp-content/uploads/2021/01/Santana-Sagredo-et-al.-2021-white-gold.pdf?utm_source=chatgpt.com10.1111/1462-2920.16349

Sánchez García, Y., Re Araujo, A. D., & Hernández Garibay, E. (2016). *Caracterización química del guano de aves marinas de la Isla San Jerónimo, Baja California, México y su viabilidad como fertilizante agrícola*. CICESE. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1319>

Servicio Agrícola Ganadero [SAG] (2019). Registro de variedad aptas para certificación de papa. https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/semillas_reg_var_papas.pdf

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS] (2016). Categorías de semillas y etiquetas de certificación. <https://www.gob.mx/snics/articulos/categorias-de-semillas-y-etiquetas-de-certificacion?idiom=es#:~:text=Las%20categor%C3%ADas%20de%20semillas%20se,semillas%20correspondientes%20a%20cada%20cultivo>.

Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2023). <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/Monitoreo%20de%20Diversidad%20Gen%C3%A9tica%20de%20la%20papa%20en%20la%20sierra%20de%20Ayacucho%202023.pdf>

Sierra, J., Restrepo, L., & Sánchez, M. (2002). *Nutrición mineral en el cultivo de papa y su efecto en el rendimiento*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7696816.pdf>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (s.f.). *Datos meteorológicos de la estación Picoy*. SENAMHI. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe>

- Universidad Agrícola. (s.f.). Sinergismos y antagonismos entre nutrientes.
<https://universidadagricola.com/sinergismos-y-antagonismos-entre-nutrientes/>
- Valverde, F., Córdova, J. y Parra, R. (1998). Fertilización del cultivo de papa. INIAP.
https://cipotato.org/wpcontent/uploads/Documentacion%20PDF/Manual_fertilizacion_bajo.pdf
- Valderrama, Q. (2022). *Niveles de guano de las islas en el rendimiento de Solanum tuberosum L., var. INIA 325-Poderosa, en Cachicadán*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio Latinoamericanos.
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5d846247-8fbf-4744-8b17-2179938085b4/content>
- Verastegui-Espín, G. P., Artieda-Rojas, J. R., Mera-Andrade, R. I., López-Villacís, I. C., Pazmiño-Miranda, N. del P., & Espinoza-Vaca, J. S. (2018). Inhibición de la brotación del tubérculo de papa: una revisión de los métodos empleados. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 6(2), 55–64.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6747968>
- Zewide, I., Singh, S., y Kassa, H. (2022). *Tuber yield and economics of potato as affected by application of vermicompost, mineral nitrogen and phosphorus in southwestern Ethiopia*. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 44(1), 65–73.
https://agrivita.ub.ac.id/index.php/agrivita/article/view/2994?utm_source=chatgpt.com
- Zhao, Y., Wang, P., Li, J., Chen, Y., Ying, X., & Liu, S. (2009). *The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat–maize cropping system*. *European Journal of Agronomy*, 31(1), 36–42.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.03.001>

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del trabajo experimental

Figura 5. Limpieza de campo



Figura 4. Medición de ampo



Figura 7. Levantamiento de surcos



Figura 6. Medición de la división de las parcelas divididas



Figura 9. Siembra del cultivo de papa



Figura 8. Aplicación de guano de las islas



Figura 11. Crecimiento del cultivo



Figura 10. Etapa de floración



Figura 12. Etapas finales del cultivo



Figura 13. Medición de diámetro de los tubérculos



Figura 14. Conteo de numero de tubérculos variedad canchan



Figura 15. Pesado de tubérculos variedad Yungay



Anexo 2. Análisis de guano de las islas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KENVERLY LEA NARVASTA MATOS
PROCEDENCIA : LIMA/ HUAURA/ CARQUIN/ PUERTO HUACHO
MUESTRA DE : GUANO DE ISLA
REFERENCIA : H.R. 80872
BOLETA : 6063
FECHA : 18/10/2023

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
696		6.54	65.56	14.18	9.61	14.35	2.11

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
696		9.18	0.81	20.83	1.19

M.O. por oxidación.



Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio

Anexo 3. Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : KENVERLY LEA NARVASTA MATOS

Departamento : LIMA
Distrito : AMBAR
Referencia : H.R. 80871-182C-23

Bolt.: 6063

Provincia : HUAURA
Predio :
Fecha : 11/10/2023

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
													meq/100g							
11475		6.72	0.36	0.00	1.22	18.3	105	60	23	17	Fr.A.	13.60	10.76	2.14	0.25	0.01	0.00	13.16	13.16	97

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio

Anexo 4. Análisis económico de los diferentes tratamientos con guano de las islas en el cultivo de papa en el centro poblado de Taule, distrito de Ámbar, provincia de Huaura, Lima.

Trat.	Variedad	GI (t/ha)	Rendimiento (t/ha)	Ingreso bruto (S/ha)	Costo GI (S/ha)	Utilidad neta (S/ha)	B/C
T1	Yungay	0.0	21.02	19,548.60	0	19,548.60	—
T2	Yungay	1.5	31.80	29,574.00	1,800	27,774.00	16.43
T3	Yungay	3.0	47.49	44,165.70	3,600	40,565.70	12.27
T4	Yungay	4.5	57.77	53,726.10	5,400	48,326.10	9.95
T5	Canchan	0.0	17.90	15,931.00	0	15,931.00	—
T6	Canchan	1.5	28.48	25,347.20	1,800	23,547.20	14.08
T7	Canchan	3.0	35.03	31,176.70	3,600	27,576.70	8.66
T8	Canchan	4.5	40.27	35,840.30	5,400	30,440.30	6.64

Nota: Para el cálculo se consideró un precio referencial de venta de papa en chacra de S/0.93 kg para Yungay y S/0.89 kg para Canchan. El costo del fertilizante se estimó considerando un valor referencial de S/1,200 t/ha de Guano de las Islas (equivalente a S/60 por saco de 50 kg). La relación beneficio/costo (B/C) se calculó como $B/C = IB \div \text{costo del fertilizante}$.

Anexo 5. Datos meteorológicos

Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Horas de Sol (h)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media	HR (%)	H. Sol	Precip.
Enero	17.2	6.7	12.0	78	7.4	88.8
Febrero	16.9	6.4	11.6	80	7.5	105.6
Marzo	16.9	6.4	11.7	80	7.6	107.1
Abril	17.9	7.4	12.7	76	6.6	45.9
Mayo	18.9	8.4	13.6	72	5.0	9.0
Junio	19.2	8.7	13.9	68	4.1	0.9
Julio	19.4	8.9	14.1	66	3.8	0.7
Agosto	19.6	9.1	14.3	67	4.5	1.5
Setiembre	19.6	9.1	14.4	70	5.5	8.6
Octubre	18.9	8.4	13.6	73	6.2	30.1
Noviembre	18.3	7.8	13.1	75	6.4	44.0
Diciembre	17.7	7.2	12.4	77	6.9	72.5
Promedio/Total	18.4	7.9	13.1	74	6.0	514.7

Fuente: Estación Meteorológica (SENAMHI); Altitud: 3,104 m.s.n.m., distrito de Santa Leonor, provincia de Huaura, Lima.