

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“EFECTO DEL GUANO DE ISLAS EN EL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum goniocalyx*) EN CONDICIONES DEL CALLEJÓN DE
CONCHUCOS-HUARI”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**DR. DIONICIO BELISARIO LUIS OLIVAS
ASESOR**

ROBELITO WILI PAUCAR DAMIAN

HUACHO – PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“EFECTO DEL GUANO DE ISLAS EN EL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum goniocalyx*) EN CONDICIONES DEL CALLEJÓN DE
CONCHUCOS-HUARI”**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado



**Mg. Teodosio Celso Quispe Ojeda
Presidente**



**Dr. Marco Tulio Sánchez Calle
Secretario**



**Mg. Cristina Andrade Alvarado
Vocal**



**Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Asesor**

**HUACHO – PERÚ
2022**

DEDICATORIA

*A nuestro Creador,
por iluminarme en este largo caminar.*

*A mis padres, hermanos y sobrinos,
por ser ellos mi fuente de inspiración y superación.*

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por la oportunidad de mi superación personal.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, conformado por toda la plana docente, que impartieron sus conocimientos, las que contribuyeron en mi desarrollo personal, ético y profesional.
- A mi asesor de tesis, Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas por su experiencia, su tiempo y aportes en todo el proceso de esta investigación.
- Al jurado evaluador por sus valiosos aportes, sugerencias y recomendaciones
- A todas las personas que formaron parte de mi formación profesional, por los consejos, ánimos, apoyo, su grandiosa amistad y sobre todo su grata compañía en todas las circunstancias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del Problema	2
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problemas Específicos	2
1.3 Objetivos de la Investigación	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitación del estudio	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.2 Bases Teóricas	5
2.2.1 Origen de la papa	5
2.2.2 Taxonomía	5
2.2.3 Cultivo de la papa peruanita	5
2.2.4 Volumen comercializado en el mercado mayorista	6
2.2.5 El guano de islas	7
2.2.6 El guano y la producción de papa	8
2.3 Definiciones de términos básicos	8
2.4 Formulación de Hipótesis	9
2.4.1 Hipótesis General	9
2.4.2 Hipótesis Específicos	9
CAPITULO III. METODOLOGÍA	10
3.1 Diseño metodológico	10
3.1.1 Ubicación	10
3.1.2 Materiales e insumos	10
3.1.3 Diseño experimental	11
3.1.4 Tratamientos	11

3.1.5	Características del área experimental	12
3.1.6	Croquis del experimento	13
3.1.7	VARIABLES EVALUADAS	14
3.1.8	Conducción del experimento	15
3.2	Población y muestra	16
3.2.1	Población	16
3.2.2	Muestra	16
3.3	Técnica de recolección de datos	17
3.4	Técnica para el procesamiento de la información	17
CAPITULO IV. RESULTADOS		18
4.1	Altura de planta (cm)	18
4.2	Peso fresco de follaje (kg)	19
4.3	Número de tallos por planta	20
4.4	Número de tubérculos de primera por planta	21
4.5	Número de tubérculos de segunda por planta	22
4.6	Número de tubérculos total por planta	23
4.7	Número de tubérculos comerciales por planta	24
4.8	Peso de tubérculos primera por planta (kg)	25
4.9	Peso de tubérculos segunda por planta (kg)	26
4.10	Peso total de tubérculos por planta (kg)	27
4.11	Rendimiento comercial (t ha ⁻¹)	28
CAPITULO V. DISCUSIÓN.....		30
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		31
6.1	Conclusiones	31
6.2	Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		32
ANEXOS		36

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Volumen comercializado de papa peruanita en el Mercado Mayorista de Lima: 2012-2020</i>	7
Tabla 2 <i>Composición química de las fuentes de abono orgánico de origen animal</i>	8
Tabla 3 <i>Análisis de varianza</i>	11
Tabla 4 <i>Tratamientos</i>	12
Tabla 5 <i>Características y calibre de la papa peruanita</i>	15
Tabla 6 <i>Análisis de varianza para altura de planta (cm)</i>	19
Tabla 7 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm)</i>	19
Tabla 8 <i>Análisis de varianza para peso de follaje (kg)</i>	20
Tabla 9 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de follaje (kg)</i>	20
Tabla 10 <i>Análisis de varianza para número de tallos por planta</i>	21
Tabla 11 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tallos por planta</i>	21
Tabla 12 <i>Análisis de varianza para número de número de tubérculos primera por planta</i>	22
Tabla 13 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos primera por planta</i> .	22
Tabla 14 <i>Análisis de varianza para número de tubérculos segunda por planta</i>	23
Tabla 15 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos segunda por planta</i> ..	23
Tabla 16 <i>Análisis de varianza para número de tubérculos total por planta</i>	24
Tabla 17 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos total por planta</i>	24
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para número de tubérculos comerciales por planta</i>	25
Tabla 19 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos comerciales por planta</i>	25
Tabla 20 <i>Análisis de varianza para peso de tubérculos primera por planta</i>	26
Tabla 21 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de tubérculos primera por planta</i>	26
Tabla 22 <i>Análisis de varianza para peso de tubérculos segunda por planta</i>	27
Tabla 23 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de tubérculos segunda por planta</i>	27
Tabla 24 <i>Análisis de varianza para peso total de tubérculos por planta</i>	28
Tabla 25 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para peso total de tubérculos por planta</i>	28
Tabla 26 <i>Análisis de varianza para rendimiento ($t\ ha^{-1}$)</i>	29
Tabla 27 <i>Prueba de Scott-Knott al 5% para rendimiento ($t\ ha^{-1}$)</i>	29
Tabla 28 <i>Datos recolectados en campo</i>	37

Tabla 29 <i>Datos recolectados en campo</i>	38
Tabla 30 <i>Análisis de suelo</i>	39

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación del guano de islas</i>	16
Figura 2 <i>Instalación del experimento</i>	40
Figura 3 <i>Vista de campo experimental</i>	41
Figura 4 <i>Etapa vegetativa del cultivo</i>	42
Figura 5 <i>Cosecha de papa</i>	43

Resumen

Objetivos: evaluar el efecto del guano de islas en la producción de papa bajo condiciones del Callejón de Conchucos. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en el distrito de San Marcos, Huari, Ancash, durante los meses de abril a diciembre del 2021. Se implementó el diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos, a base de guano de islas, fueron: T1: 1,0 t ha⁻¹ a la siembra; T2: 1,0 t ha⁻¹ a la siembra + 0,50 t ha⁻¹ al aporque; T3: 1,5 t ha⁻¹ a la siembra; T4: 1,5 t ha⁻¹ a la siembra + 0,75 t ha⁻¹ al aporque; T5: 2,0 t ha⁻¹ a la siembra; y T6: 2,0 t ha⁻¹ a la siembra + 1,00 t ha⁻¹ al aporque. Se evaluaron altura de planta, peso de follaje, número de tallos por planta, número de tubérculos total y comercial por planta, peso de tubérculos y rendimiento. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Scott-Knott al 5%. **Resultados:** Para el conjunto de variables evaluadas se observa que los tratamientos T5 y T6 superaron significativamente a los demás tratamientos. Le sigue en importancia el tratamiento T4 y T2. **Conclusiones:** se concluye que a dosis mayores de guano de islas mejoran las respuestas de las plantas, en sus características evaluadas.

Palabras clave: *Solanum goniocalyx*, rendimiento.

Abstract

Objectives: to evaluate the effect of guano from the islands on potato production under the conditions of the Callejón de Conchucos. **Methodology:** The research was carried out in the district of San Marcos, Huari, Ancash, during the months of April to December 2021. The experimental design of randomized complete blocks with six treatments and three repetitions was implemented. The treatments, based on guano from the islands, were: T1: 1.0 t ha⁻¹ at sowing; T2: 1.0 t ha⁻¹ at planting + 0.50 t ha⁻¹ at hilling; T3: 1.5 t ha⁻¹ at sowing; T4: 1.5 t ha⁻¹ at sowing + 0.75 t ha⁻¹ at hilling; T5: 2.0 t ha⁻¹ at sowing; and T6: 2.0 t ha⁻¹ at planting + 1.00 t ha⁻¹ at hilling. Plant height, foliage weight, number of stems per plant, total and commercial number of tubers per plant, tuber weight and yield were evaluated. For the comparison of means, the Scott-Knott test at 5% was used. **Results:** For the set of variables evaluated, it is observed that treatments T5 and T6 significantly outperformed the other treatments. Next in importance is treatment T4 and T2. **Conclusions:** it is concluded that higher doses of guano from islands improve the responses of the plants, in their evaluated characteristics.

Keywords: *Solanum goniocalyx*, yield.

INTRODUCCIÓN

La papa es un cultivo alimenticio de importancia económica, que ocupa actualmente el segundo lugar en superficie sembrada, después del arroz; y su consumo se remonta a la época pre-incaica. Su cultivo está concentrado principalmente en la región andina y se conduce bajo condiciones de secano (Otiniano, 2018). Este cultivo es una de las principales actividades económicas a la que se dedican los pequeños productores agrícolas; es su fuente de alimentación e ingresos económicos, y dependen básicamente de este cultivo.

El éxito en esta actividad depende de la decisión correcta a tomar. Por ello, resulta relevante la elección adecuada del material genético, correcta fertilización orgánica e inorgánica, oportuno control de las plagas agrícolas, entre otros.

Considerando las actuales circunstancias, en la que los fertilizantes sintéticos se han encarecido, resultando en muchos casos inalcanzable para el pequeño productor, se hace necesario encontrar alternativas que permitan reducir el uso de estos compuestos sintéticos sin afectar la producción agrícola (Contexto ganadero, 2022).

En ese sentido, el uso de fertilizantes orgánicas como es el caso del guano de islas, es la mejor opción por las diferentes ventajas que éstas ofrecen como es la de mejorar la vida de microorganismos en el suelo y la de aportar nutrientes para los cultivos.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La papa es un cultivo ancestral, de gran importancia socioeconómica y cultural en la zona alto andina y se constituye en el principal producto generador de ingresos económicos, así como de ser el sustento de su alimentación (USIL, 2018).

Para el año 2020, en el Perú se cosecharon 283 mil hectáreas de papa con una media de rendimiento de 15,65 t ha⁻¹ y una producción de 4,28 millones de toneladas (Minagri, 2020). En ese mismo periodo, en la región de Ancash se cosechó 8,4 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 11,72 t ha⁻¹, valor que está por debajo de la media nacional (Minagri, 2020). Ese rendimiento menor puede ser explicado por una serie de factores que intervienen en la explotación del cultivo, mencionándose entre ellas el material genético, el uso constante de los suelos sin la reposición oportuna de los nutrientes extraídos, la falta de incorporación de fuentes orgánicas que mejoren la calidad física, química y biológica de los suelos, entre otros.

Por lo mencionado, resulta de interés la aplicación del guano de islas, como fuente orgánica, y su efecto en la producción del cultivo de papa.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cuál es el efecto del guano de islas en el cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de callejón de Conchucos?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el efecto del guano de islas en las características morfológicas del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos?
- b) ¿Cuál es el efecto del guano de islas en las características productivas del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos?

- c) ¿Cuál es el efecto del guano de islas en las características de rendimiento del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del guano de islas en el cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del Callejón de Conchucos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar el efecto del guano de islas en las características morfológicas del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos.
- b) Evaluar el efecto del guano de islas en las características productivas del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos
- c) Evaluar el efecto del guano de islas en las características de rendimiento del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación en la región andina es muy beneficioso, ya que el cultivo de papa es la principal actividad que genera ingresos económicos a pequeños y grandes productores, además de ser una fuente de alimentación aportando altos porcentajes de carbohidratos.

De lograrse resultados positivos, se convierte en una alternativa conducente a reducir el consumo de fertilizantes químicos y disminuir la contaminación ambiental.

1.5 Delimitación del estudio

Esta investigación se realizó en la propiedad de un agricultor familiar, localizado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, Callejón de Conchucos-Huari, durante los meses de abril a diciembre del 2021.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Arquínigo (2014) evaluando diferentes niveles de aplicación de guano de islas en dos densidades de siembra en el cultivo de papa *Solanum phureja* L. en condiciones de Campanayoc, Ayacucho, encontró que el mayor rendimiento fue obtenido con la aplicación de 3,0 t ha⁻¹, superando significativamente a 4,5 t ha⁻¹ y a las dosis menores.

Ríos et al. (2014) evaluando tres niveles de aplicación de guano de islas (1,0; 1,5 y 2,0 t ha⁻¹) en el cultivo de papa Huayro, en condiciones de Santiago de Chuco (3750 msnm), encontraron que las mejores características de planta y rendimiento fueron observadas con el máximo nivel de aplicación.

Ríos et al (2015) evidenciaron que la adición de guano de islas como fuente orgánica, en el cultivo de la papa nativa Huevo de indio en condiciones de Santiago de Chuco (3750 msnm), produjo incrementos espectaculares de rendimiento de papa en comparación al testigo. Así, la aplicación de 1,5 y 2,0 t ha⁻¹ de guano de islas produjeron rendimientos de 53,53 y 55,9 t ha⁻¹, respectivamente; en tanto que el testigo produjo 24,9 t ha⁻¹. Mencionan, asimismo, que esos niveles de aplicación promovieron mayor producción de tallos por planta y pesos de los tubérculos.

Zamora (2017) estudiando el efecto de diferentes mezclas entre de guano de islas y fertilizantes sintéticos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* var. UNICA), bajo condiciones del Valle de Pativilca, halló que la mezcla de 10,0 t ha⁻¹ de Guano de islas más 135 - 90 - 55 (N-P-K) obtuvo la mayor respuesta para altura de planta y rendimiento.

Viera (2018) evaluando tres niveles de aplicación de guano de islas (1,6; 2,50; y 3,0 t ha⁻¹) en la variedad Canchán, bajo condiciones de Marañón, Huánuco, encontró que las mejores características de rendimiento y rendimiento fueron observadas con la dosis máxima.

Javier (2019) en su trabajo de investigación evaluó tres niveles de aplicación de guano de islas (1,0; 2,0 y 3,0 t ha⁻¹) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad "Canchan - INIAA" en condiciones edafoclimáticas de Chaglla - Pachitea, encontrando que las mejores características productivas fueron observadas con el nivel máximo de

aplicación.

Trujillo (2020) evaluando el efecto de diferentes fuentes orgánicas con diferentes niveles de aplicación en el cultivo de papa, variedad Yungay, bajo condiciones del Callejón de Conchucos-Huari, observó que el guano de islas en cantidades mayores a 5,0 t ha⁻¹ afectaba las características morfológicas, productivas y de rendimiento, por lo que sugiere aplicar niveles menores a dicho valor.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Origen de la papa

Rodríguez (2010) refieren que la papa es originaria de la América del Sur y que la mayor diversidad genética de papa cultivada y silvestre se encuentra en las tierras altas de los andes, y que su centro de domesticación se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, próximo a la frontera entre Perú y Bolivia.

2.2.2 Taxonomía

Trujillo (2004) e INIA (2009) presentan la siguiente taxonomía para la papa peruanita:

Reino	: Vegetal
División	: Fanérogama
Clase	: Dicotiledonea
Sub clase	: Simpétala
Orden	: Tubifloríneas
Familia	: Solanáceae
Género	: Solanum
Especie	: <i>Solanum goniocalyx</i>

2.2.3 Cultivo de la papa peruanita

El Perú es el país con mayor diversidad genética de papas en el mundo, destacando dentro de ellas las variedades nativas pertenecientes a la especie cultivada *Solanum goniocalyx*, como es el caso de las comerciales Amarilla Tumbay y Peruanita, cuyas características resaltantes son el color amarillo intenso de la pulpa, el alto contenido de carotenoides

totales, el alto valor biológico de su proteína, y su bien equilibrada concentración de aminoácidos (Quispe-Mendoza et al., 2018). Estas variedades nativas se hallan muy difundidas a nivel regional y nacional, siendo las regiones de Junín, Pasco, Huancavelica, Apurímac y Ayacucho, las principales productoras (INIA, 2009).

Esta variedad es cultivada sobre los 3300 msnm y se caracteriza por presentar numerosos tallos, lo que trae como consecuencia una producción numerosa de tubérculos (promedio de 25 por planta) con tamaños de mediano a chico (1 a 2 kg/planta), obteniendo rendimientos entre 18 y 30 t ha⁻¹ (Egúsqüiza, 2000). Por otra parte, el CIP (2006) señala que esta variedad nativa puede producir entre 15 a 20 tubérculos por planta con pesos que oscilan entre 0,40 y 0,90 kg.

Es necesario indicar que, de acuerdo a lo mencionado por Sulca (2016), las papas nativas destacan no solo por su alto valor culinario, sino por su alto contenido de materia seca, que varía entre 26 y 28%. Además, indica el mismo autor, que las papas nativas son el sustento económico y alimenticio del poblador andino.

2.2.4 Volumen comercializado en el mercado mayorista

En la Tabla 1 se puede observar que el volumen comercializado en el Mercado Mayorista de la Capital, ha presentado una tendencia creciente, con excepción del 2020 por la pandemia, siendo los principales lugares de producción: Andahuaylas, Huamanga, Huancayo y Huánuco; que en conjunto son responsables de más del 80% del volumen comercializado (Minagri, 2021).

Tabla 1

Volumen comercializado de papa peruana en el Mercado Mayorista de Lima: 2012-2020.

Año	Volumen (t) procedente de:				
	Total	Huánuco	Huancayo	Huamanga	Andahuaylas
2012	693	129	53	44	383
2013	493	109	53	56	155
2014	1235	163	192	329	469
2015	1304	166	94	547	442
2016	4542	628	373	1378	1821
2017	4619	339	605	1321	2177
2018	4253	424	599	1506	1498
2019	3666	260	1078	1148	895
2020	1057	83	314	195	262

Fuente: Minagri (2020)

2.2.5 El guano de islas

Esta importante fuente orgánica es el resultado de la acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que viven en islas y puntas de litoral peruano. Las principales especies de aves marinas que aportan este excelente guano son: el Guanay (*Phalacrocorax bouganinivillii* Lesson), Piquero (*Sula variegata* tshudi) y el Pelicano (*Pelecanus thagus*) (Minagri, 2018). Su uso en la agricultura data desde los inicios de la cultura Nazca entre los siglos III y IV antes de Cristo y se siguió utilizando durante el incanato, por lo que su extracción siguió los ritos religiosos, siendo penado la entrada a los lugares de producción durante la reproducción de las aves marinas (Schnug et al., 2018). Con el descubrimiento de los fertilizantes sintéticos, por el año 1930, a un costo muy por debajo del guano de islas, ésta fue quedando de lado (Cerony, 2012)

El guano de islas se caracteriza por presentar alto contenido de nutrientes, en comparación a otras fuentes orgánicas, tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2*Composición química de las fuentes de abono orgánico de origen animal*

Estiércol (Guanos)	Riqueza (%)		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Vaca	1,67	1,08	0,56
Caballo	2,31	1,15	1,3
Oveja	3,81	1,63	1,25
Llama	3,93	1,32	1,34
Alpaca	3,6	1,12	1,29
Gallinaza	3,0	1,82	1,27
Guano de isla			
<i>Enriquecido</i>	12,0	11,0	2,0
<i>Normal</i>	9,0	11,0	2,0

Fuente: Egúsqiza (2000).

2.2.6 El guano y la producción de papa

Los beneficios de la aplicación del guano de islas en la producción de papa son relatados por Calzada (1956), quien aplicó diferentes cantidades (desde 405 hasta 1608 kg.ha⁻¹) consiguiendo aumentar satisfactoriamente el rendimiento. El mismo autor menciona que la aparición de los fertilizantes sintéticos a costos menores desplazó al uso del guano de islas en la agricultura en general.

Asimismo, trabajos desarrollados por diferentes autores en los últimos tiempos (Trujillo, 2020; Javier, 2019; Rios et al., 2015) reflejan el efecto favorable del uso del guano de islas en el incremento de la producción de papa, sobretodo en las regiones andinas.

2.3 Definiciones de términos básicos

Varianza: La palabra varianza es un constructo que cuantifica la naturaleza variable de la medición.

Análisis de varianza: El análisis de varianza (ANOVA o ANDEVA), es un procedimiento que se utiliza para descomponer la varianza en sus diversas fuentes. El cálculo del ANOVA produce una razón F, la cual, junto con los grados de libertad y un valor alfa

predeterminado o también llamado nivel de significación, contribuyen a tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) de una investigación.

Coefficiente de variación: El coeficiente de variación es una medida estadística que ofrece información respecto de la dispersión relativa de un conjunto de datos. Esta medida es muy utilizada en la investigación, relacionando la media aritmética y la desviación estándar de un conjunto de datos.

Experimento: Estudio en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes para analizar las consecuencias de esa manipulación en las variables dependientes, dentro de las condiciones controladas por el investigador.

Diseño de experimentos: Aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente.

Variedad: Conjunto de plantas cuyas características son muy semejantes entre sí.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

El guano de islas no tiene efecto significativo en el cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones del callejón de Conchucos-Huari

2.4.2 Hipótesis Específicos

- a) El guano de islas no tiene efecto significativo en las características morfológicas del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de callejón de Conchucos.
- b) El guano de islas no tiene efecto significativo en las características productivas del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de callejón de Conchucos.
- c) El guano de islas no tiene efecto significativo en las características de rendimiento del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) en condiciones de callejón de Conchucos.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación experimental se realizó en el centro poblado de Challhuayaco, distrito de San Marcos, provincia de Huari, geográficamente ubicado a 2977 msnm. y con coordenadas: 18 L 263200 y UTM 8946437, 9°37'22.0"S 77°10'57.5"W en la margen derecha del río MOSNA, durante los meses de abril a diciembre del 2021.

El suelo se caracteriza por ser de textura franco con pH 5,93; materia orgánica de 2,346%; nitrógeno de 0,117%; fósforo de 8 ppm; potasio de 136 ppm; y CE de 0,189 dS/m.

3.1.2 Materiales e insumos

Se utilizaron los siguientes materiales e insumos:

a) Materiales:

- Cinta métrica
- Lampa
- Rafia
- Cuadernillo de campo
- Lápiz
- Calculadora
- Laptop
- Balanza de precisión

b) Insumos:

- Semilla comercial de papa var. peruanita.
- Guano de islas
- Fertilizantes (urea, fosfato diamonico, cloruro de potássio)

3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con seis (6) tratamientos y tres (3) bloques. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Scott-Knott al 5 %. El análisis de varianza se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3

Análisis de varianza

Fuentes de variabilidad	Grados de	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calc.
Bloques	2	SCB	CMB	CMB/CME
Tratamientos	5	SCTr	CMTr	CMTr/CME
Error	10	SCE	CME	
Total	17			

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tabla 4

Tratamientos

Clave	Guano de islas
T1	1,0 t ha ⁻¹ a la siembra
T2	1,0 t ha ⁻¹ a la siembra + 0,50 t ha ⁻¹ al aporque
T3	1,5 t ha ⁻¹ a la siembra
T4	1,5 t ha ⁻¹ a la siembra + 0,75 t ha ⁻¹ al aporque
T5	2,0 t ha ⁻¹ a la siembra
T6	2,0 t ha ⁻¹ a la siembra + 1,00 t ha ⁻¹ al aporque

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental

Ancho	: 5,40 m
Largo	: 3,60 m
Numero de surcos	: 06
Distancia entre surcos	: 0,90 m
Distancia entre semilla	: 0,30 m
Área	: 19,44 m ²

- Características del Bloque

Largo	: 32,40 m
Ancho	: 3,60 m
Área del bloque	: 116,64 m ²
Numero de bloques	: 3
Área neta del experimento	: 349,92 m²

3.1.6 Croquis del experimento

I	T5	T1	T6	T2	T3	T4
----------	----	----	----	----	----	----

II	T6	T2	T4	T1	T5	T3
-----------	----	----	----	----	----	----

III	T2	T5	T1	T3	T4	T6
------------	----	----	----	----	----	----

Leyenda:

Guano de islas

T1:	1 t ha^{-1}
T2:	$1 \text{ t ha}^{-1} + 0,50 \text{ t ha}^{-1}$
T3:	$1,5 \text{ t ha}^{-1}$
T4:	$1,5 \text{ t ha}^{-1} + 0,75 \text{ t ha}^{-1}$
T5:	2 t ha^{-1}
T6:	$2 \text{ t ha}^{-1} + 1 \text{ t ha}^{-1}$

3.1.7 Variables evaluadas

En 16 plantas elegidas al azar de los cuatro surcos centrales, en el momento de la cosecha se evaluaron las siguientes variables:

- a) Altura de planta: Se midió desde la base de la planta hasta el ápice con el uso de la cinta métrica. Se expresó en cm.
- b) Peso fresco de follaje: El follaje producido por la planta fue pesado con una balanza digital con aproximación de 0,10 g. Se expresó en Kg.
- c) Numero de tallos por planta: En cada planta se contó el número de tallos producidos. Se expresó en unidades.
- d) Número de tubérculos de primera, segunda y total por planta: De acuerdo a la Tabla 5, se contabilizaron y separaron los tubérculos producidos por la planta. Se expresó en unidades.
- e) Número de tubérculos comerciales por planta: Se contabilizó el total de tubérculos con calidad comercial. Se expresó en unidades.
- f) Peso de tubérculos de primera, segunda y total por planta: Se pesó los tubérculos producidos por la planta. Se expresó en kg.
- g) Rendimiento comercial: Se cosechó la unidad experimental eliminando los bordes. El resultado se expresó en $t\ ha^{-1}$.

Tabla 5
Características y calibre de la papa peruanita

Características	Calibre		
	Extra	Primera	Segunda
Diámetro menor (mm)	130-88	87-62	61-50
Diámetro mayor (mm)	98-63	62-54	53-45
Peso (g)	509-265	264-104	103-25

Fuente: Norma técnica peruana NTP 011.119-2010

3.1.8 Conducción del experimento

Muestreo y análisis de suelo

Antes del inicio del experimento, se realizó el análisis de suelo. Para ello, en forma aleatoria y en zigzag, se tomaron 15 muestras, las que luego se juntaron y homogenizaron. Posteriormente se extrajo una muestra de 1 kg, la que fue enviada al Laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mávalo-Huaraz.

Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó empleando la yunta, 15 días antes de la siembra, a una profundidad de 0,30 m y posteriormente el surcado a cada 0,90 m.

Siembra

La siembra se realizó de forma manual, colocando 1 semilla cada 0,30 m. Se empleó herramientas como el kayshi. Luego se procedió a colocar el guano de islas con las cantidades establecidas para cada tratamiento en la mitad de la distancia entre las semillas, tal como se aprecia en la Figura 1. Inmediatamente se procedió al tapado colocando una capa de tierra.



Figura 1. Ubicación del guano de islas

Aplicación del guano de islas

La aplicación de guano de islas, de acuerdo a los tratamientos establecidos, se realizó en dos etapas: a la siembra y al primer aporque.

Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual.

Riegos

Los riegos se realizaron por aspersión según las fases y los requerimientos hídricos.

Control de plagas y enfermedades

Se aplicaron productos a base de azufre para la prevención y control de la ranca. Asimismo, se hizo aplicaciones preventivas para el gusano de la papa.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por las 972 plantas.

3.2.2 Muestra

Para la estimación del tamaño de muestral para poblaciones finitas, se utilizó la fórmula propuesta por Bernal (2010):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N = Total de la población
Z_α = 1.96 (95% de confianza)
p = proporción esperada (en este caso 0,50) q = 1-p
d = grado de precisión (usar 5%)

Aplicando la fórmula, el tamaño de la muestra fue de 16 plantas, las que se tomaron de forma aleatoria por cada unidad experimental.

3.3 Técnica de recolección de datos

Se utilizó plantillas que permitió el fácil recojo de información.

3.4 Técnica para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico Infostat versión estudiantil.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta (cm)

En la Tabla 6 se presenta el análisis de varianza para altura de planta, donde se puede observar que para la fuente de variación de bloques no hubo diferencias significativas; en tanto que entre tratamientos sí se mostró diferencias significativas.

El promedio general de altura de planta fue de 71,12 cm con un coeficiente de variación de 1,03%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 6
Análisis de varianza para altura de planta (cm).

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	3,85	2	1,93	3,56 ns	0,068
Tratamiento	524,20	5	104,84	193,60 **	<0,0001
Error	5,42	10	0,54		
Total	533,47	17			

ns: no significativo; **: significativo al 0,01

Promedio	71,12
CV	1,03%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 7, los tratamientos T6 y T5 obtuvieron mayor altura de planta; le siguieron los tratamientos T2 y T4. Las menores alturas les correspondieron a los tratamientos T3 y T1.

Tabla 7
Prueba de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm).

Tratamiento	Medias (cm)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	77,53	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	76,70	A
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	72,87	B
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	71,33	B
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	65,07	C
T1 (1 t ha ⁻¹)	63,20	C

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

4.2 Peso fresco de follaje (kg)

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza para peso de follaje. Se puede observar que para la fuente de variación de bloques y tratamientos se ha presentado diferencias significativas.

El promedio general para peso de follaje fue de 0,97 kg con un coeficiente de variación de 14,58%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 8
Análisis de varianza para peso de follaje (kg).

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	0,18	2	0,09	5,30 *	0,0269
Tratamiento	1,35	5	0,27	15,82 **	0,0002
Error	0,17	10	0,02		
Total	1,7	17			

*: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01

Promedio	0,97
CV	14,58%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 9, los tratamientos T6, T4, T5 y T3 obtuvieron los mayores pesos de follaje, siendo similares entre sí y superiores a los tratamientos T2 y T1, que presentaron los menores pesos y fueron similares entre sí.

Tabla 9
Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de follaje fresco (kg).

Tratamiento	Medias (kg)
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	1,33 A
T4(1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	1,17 A
T5 (2 t ha ⁻¹)	1,10 A
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	1,00 A
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	0,70 B
T1 (1 t ha ⁻¹)	0,53 B

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

4.3 Número de tallos por planta

En la Tabla 10 se presenta el análisis de varianza para número de tallos por planta. Se puede observar que para la fuente de variación de bloques y tratamientos se ha presentado diferencias significativas.

El promedio general para número de tallos por planta fue de 4,38 con un coeficiente de variación de 5,11%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 10
Análisis de varianza para número de tallos por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	0,48	2	0,24	4,82 *	0,0342
Tratamiento	1,96	5	0,39	7,82 **	0,0031
Error	0,50	10	0,05		
Total	2,95	17			

*: significativo al 0,05; **: significativo al 0,01

Promedio	4,38
CV	5,11%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 11, los tratamientos T4, T6, T3 y T2 obtuvieron los mayores valores para número de tallos por planta, siendo similares entre sí y superiores a los tratamientos T5 y T1, que presentaron los menores valores y fueron similares entre sí.

Tabla 11
Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tallos por planta.

Tratamiento	Medias (unidades)	
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	4,73	A
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	4,67	A
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	4,60	A
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	4,33	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	4,13	B
T1 (1 t ha ⁻¹)	3,80	B

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

4.4 Número de tubérculos de primera por planta

En la Tabla 12 se presenta el análisis de varianza para número de tubérculos de primera por planta. Se puede observar que para las fuentes de variación de bloques y tratamientos no se han presentado diferencias significativas.

El promedio general para número de tubérculos de primera por planta fue de 12,19 con un coeficiente de variación de 7,38%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 12
Análisis de varianza para número de tubérculos de primera por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Bloque	1,49	2	0,74	0,92 ns	0,4314
Tratamiento	12,24	5	2,45	3,01 ns	0,0648
Error	8,13	10	0,81		
Total	21,86	17			

ns: no significativo

Promedio	12,19
CV	7,38%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 13, los tratamientos T6 y T5 obtuvieron los mayores valores para número de tubérculos de primera por planta, siendo similares entre sí y superiores a los tratamientos a los demás tratamientos. Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 presentaron los menores valores y fueron similares entre sí.

Tabla 13
Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos de primera por planta.

Tratamiento	Medias (unidades)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	13,80	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	12,73	A
T1 (1 t ha ⁻¹)	11,77	B
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	11,67	B
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	11,63	B
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	11,53	B

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

4.5 Número de tubérculos de segunda por planta

En la Tabla 14 se presenta el análisis de varianza para número de tubérculos de segunda por planta. Se puede observar que para las fuentes de variación de bloques y tratamientos no se han presentado diferencias significativas.

El promedio general para número de tubérculos de segunda por planta fue de 8,82 con un coeficiente de variación de 9,88%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 14

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

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	1,95	2	0,98	1,28 ns	0,32
Tratamiento	4,82	5	0,96	1,26 ns	0,35
Error	7,62	10	0,76		
Total	14,39	17			

ns: no significativo

Promedio	8,82
CV	9,88%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se observa en la Tabla 15.

Tabla 15

Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos de segunda por planta.

Tratamiento	Medias (unidades)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	9,53	A
T1 (1 t ha ⁻¹)	9,20	A
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	8,93	A
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	8,73	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	8,67	A
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	7,87	A

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

4.6 Número de tubérculos total por planta

En la Tabla 16 se presenta el análisis de varianza para número de tubérculos total por planta. Se puede observar que para las fuentes de variación de bloques no se ha presentado diferencias significativas; en tanto que para tratamientos sí.

El promedio general para número de tubérculos total por planta fue de 25,46 con un coeficiente de variación de 3,81%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 16

Análisis de varianza para número de tubérculos total por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Bloque	2,1	2	1,05	1,11 ns	0,3661
Tratamiento	24,96	5	4,99	5,29 *	0,0124
Error	9,44	10	0,94		
Total	36,5	17			

ns: no significativo; *: significativo al 0,05

Promedio	25,46
CV	3,81%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 17, el tratamiento T6 produjo mayor número de tubérculos por planta, superando significativamente a los demás tratamientos. En tanto que entre los tratamientos T1, T5, T2, T4 y T3 no hubo diferencias significativas.

Tabla 17

Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos total por planta.

Tratamiento	Medias (unidades)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	27,60	A
T1 (1 t ha ⁻¹)	25,70	B
T5 (2 t ha ⁻¹)	25,67	B
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	25,33	B
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	24,73	B
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	23,70	B

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

4.7 Número de tubérculos comerciales por planta

En la Tabla 18 se presenta el análisis de varianza para número de tubérculos comerciales por planta. Se puede observar que para las fuentes de variación de bloques no se ha presentado diferencias significativas; en tanto que para tratamientos sí.

El promedio general para número de tubérculos comerciales por planta fue de 20,73 con un coeficiente de variación de 2,32%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 18

Análisis de varianza para número de tubérculos comerciales por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	0,17	2	0,09	0,25 ns	0,7828
Tratamiento	24,93	5	4,99	14,44 **	0,0003
Error	3,45	10	0,35		
Total	28,56	17			

ns: no significativo; **: significativo al 0,01

Promedio	20,73
CV	2,32%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 19, los tratamientos T6 y T5 produjeron mayor número de tubérculos comerciales por planta, superando significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T1, T2 y T4 no hubo diferencias significativas. El tratamiento T3 produjo la menor cantidad, siendo inferior significativamente a los otros tratamientos.

Tabla 19

Prueba de Scott-Knott al 5% para número de tubérculos comerciales por planta.

Tratamiento	Medias (unidades)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	22,73	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	21,40	A
T1 (1 t ha ⁻¹)	20,67	B
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	20,60	B
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	20,13	B
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	18,87	C

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

4.8 Peso de tubérculos primera por planta (kg)

En la Tabla 20 se presenta el análisis de varianza para peso de tubérculos primera por planta. Se puede observar que para las fuentes de variación de bloques no se ha presentado diferencias significativas; en tanto que para tratamientos sí.

El promedio general para peso de tubérculos primera por planta fue de 1,17 kg con un coeficiente de variación de 8,55%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 20

Análisis de varianza para peso de tubérculos primera por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	0,01	2	3,40E-03	0,58 ns	0,5803
Tratamiento	0,26	5	0,05	8,95 **	0,0019
Error	0,06	10	0,01		
Total	0,33	17			

ns: no significativo; **: significativo al 0,01

Promedio	1,17
CV	8,55%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 21, los tratamientos T6 y T5 produjeron mayor peso de tubérculos primera por planta, superando significativamente a los demás tratamientos. Entre los tratamientos T4, T3, T2 y T1 no hubo diferencias significativas.

Tabla 21

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de tubérculos primera por planta.

Tratamiento	Medias (kg)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	1,39	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	1,24	A
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	1,13	B
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	1,13	B
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	1,08	B
T1 (1 t ha ⁻¹)	1,03	B

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

4.9 Peso de tubérculos segunda por planta (kg)

En la Tabla 22 se presenta el análisis de varianza para peso de tubérculos primera por planta. Se puede observar que para las fuentes de variación de bloques y tratamientos no se han presentado diferencias significativas.

El promedio general para peso de tubérculos segunda por planta fue de 0,72 kg con un coeficiente de variación de 7,61%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 22

Análisis de varianza para peso de tubérculos segunda por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	4,70E-03	2	2,40E-03	0,78 ns	0,4841
Tratamiento	0,04	5	0,01	2,64 ns	0,0896
Error	0,03	10	3,00E-03		
Total	0,08	17			

ns: no significativo

Promedio	0,72
CV	7,61%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se observa en la Tabla 23.

Tabla 23

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso de tubérculos de segunda por planta.

Tratamiento	Medias (kg)	
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	0,79	A
T5 (2 t ha ⁻¹)	0,76	A
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	0,74	A
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	0,70	A
T1 (1 t ha ⁻¹)	0,68	A
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	0,65	A

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

4.10 Peso total de tubérculos por planta (kg)

En la Tabla 24 se presenta el análisis de varianza para peso total de tubérculos por planta. Se puede observar que para la fuente de variación de bloques no se ha presentado diferencias significativas. Para el caso de los tratamientos, existen diferencias altamente significativas.

El promedio general para peso total de tubérculos por planta fue de 1,88 kg con un coeficiente de variación de 3,32%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 24

Análisis de varianza para peso total de tubérculos por planta.

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcalc.	p-valor
Bloque	1,90E-03	2	9,50E-04	0,24 ns	0,79
Tratamiento	0,47	5	0,09	23,71 **	<0,0001
Error	0,04	10	3,90E-03		
Total	0,51	17			

ns: no significativo; **: significativo al 0,01

Promedio	1,88
CV	3,32%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 25, el tratamiento T6 superó significativamente a los demás tratamientos al obtener el mayor peso de tubérculos por planta. Le sigue en importancia el tratamiento T5, ocupando el segundo lugar. Los tratamientos T4, T2, T3 y T1 presentaron los menores valores y fueron similares entre sí.

Tabla 25

Prueba de Scott-Knott al 5% para peso total de tubérculos por planta.

Tratamiento	Medias (kg)
T6 (2 t ha ⁻¹ + 1 t ha ⁻¹)	2,18 A
T5 (2 t ha ⁻¹)	2,00 B
T4 (1,5 t ha ⁻¹ + 0,75 t ha ⁻¹)	1,86 C
T2 (1 t ha ⁻¹ + 0,50 t ha ⁻¹)	1,78 C
T3 (1,5 t ha ⁻¹)	1,78 C
T1 (1 t ha ⁻¹)	1,71 C

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

4.11 Rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$)

En la Tabla 26 se presenta el análisis de varianza para rendimiento comercial. Se puede observar que para la fuente de variación de bloques no se ha presentado diferencias significativas. Para el caso de los tratamientos, existen diferencias altamente significativas.

El promedio general para rendimiento fue de $50,90\ t\ ha^{-1}$ con un coeficiente de variación de 5,82%, considerado como aceptable según Calzada (1990).

Tabla 26
Análisis de varianza para rendimiento comercial ($kg\ ha^{-1}$).

Fuentes de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F _{calc.}	p-valor
Bloque	31,87	2	15,94	1,82 ns	0,2122
Tratamiento	637,78	5	127,56	14,55 **	0,0003
Error	87,69	10	8,77		
Total	757,34	17			

ns: no significativo; **: significativo al 0,01

Promedio 50,90

CV 5,82%

Según la prueba de Scott-Knott al 5%, Tabla 27, los tratamientos T6 y T5 fueron similares entre sí y superaron significativamente a los demás tratamientos al obtener los mayores rendimientos. Los tratamientos T4, T2, T3 y T1 presentaron rendimientos similares entre sí.

Tabla 27
Prueba de Scott-Knott al 5% para rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$).

Tratamiento	Medias	
T6 ($2\ t\ ha^{-1} + 1\ t\ ha^{-1}$)	61,47	A
T5 ($2\ t\ ha^{-1}$)	55,19	A
T4 ($1,5\ t\ ha^{-1} + 0,75\ t\ ha^{-1}$)	51,47	B
T2 ($1\ t\ ha^{-1} + 0,50\ t\ ha^{-1}$)	47,00	B
T3 ($1,5\ t\ ha^{-1}$)	45,55	B
T1 ($1\ t\ ha^{-1}$)	44,71	B

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

CAPITULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede apreciar claramente que los tratamientos T5 (2 t ha^{-1}) y T6 (2 t ha^{-1} aplicados a la siembra + 1 t ha^{-1} aplicado al aporque) influyeron en la obtención de mejores resultados en las características de rendimiento y rendimiento propiamente. Similares resultados han sido reportados por Ríos et al. (2014) y Ríos et al. (2015), quienes observaron que las aplicaciones de $1,5$ y $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ a la siembra, produjeron incremento en el número de tallos por planta, peso de tubérculos y rendimiento. De la misma forma, Javier (2019) reporta que la aplicación de $3,0 \text{ t ha}^{-1}$ produjo el máximo rendimiento. Por otra parte, Trujillo (2020) señala que aplicaciones superiores a las 5 t ha^{-1} afectan el crecimiento de las plantas y reducen el rendimiento.

La respuesta positiva a las dosis crecientes del guano de islas es explicada por la disponibilidad inmediata de los nutrientes para el cultivo, tal como lo refiere el Minagri (2018) señalando que el 40% del nitrógeno (38% en forma amoniacal y 2% nítrica), 60% del fósforo y demás nutrientes es aprovechada de forma inmediata por el cultivo instalado; en tanto que la diferencia se va haciendo disponible a lo largo del desarrollo del cultivo, por lo que recomiendan como dosis máxima $1,70 \text{ t ha}^{-1}$. El alto contenido de nutrientes, principalmente de nitrógeno, promueve crecimiento y expansión foliar, los que van a incidir directamente en una mayor actividad fotosintética y como consecuencia de ello, un mayor traslado de fotosintatos hacia los órganos de almacenamiento.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) Los tratamientos T5 (2 t ha^{-1}) y T6 (2 t ha^{-1} aplicados a la siembra + 1 t ha^{-1} aplicado al aporque) han producido plantas de mayor altura, mayor número de tubérculos de primera, mayor peso de tubérculo comercial por planta y rendimiento.
- b) Los tratamientos T1 (1 t ha^{-1}), T2 (1 t ha^{-1} aplicados a la siembra + $0,50 \text{ t ha}^{-1}$ aplicado al aporque), T3 ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$) y T4 ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$ aplicados a la siembra + $0,75 \text{ t ha}^{-1}$ aplicado al aporque) produjeron respuestas similares para el conjunto de variables evaluadas.

6.2 Recomendaciones

- a) Repetir el experimento en otras localidades y con otras texturas de suelo.
- b) Incrementar los niveles de aplicación del guano de islas.
- c) Experimentar con diferentes formas de aplicación.
- d) Incluir densidades de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arquínigo, Y. M. (2014). *Niveles de guano de islas y densidades de siembra en el rendimiento de papa variedad Mama Lucha (Solanum phureja L.) Campanayoc 3400 msnm, Ayacucho* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2050>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- 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. Recuperado de <http://bibliomarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/2860/1/CAG%2032%282%29-3.pdf>
- Calzada, J. (1990). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima, Perú: Ed. Jurídica.
- Centro Internacional de la papa-CIP (2006). *Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú*. Recuperado de <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/003524.pdf>
- Cerony, M. (2012). Perú, el país de las oportunidades perdidas en ciencia: el caso de los fertilizantes. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 78(2), 144-152. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2012000200009
- Contexto ganadero. (2022). *Biofertilizantes, alternativa frente al alto precio de los insumos*. Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/agricultura/biofertilizantes-alternativa-frente-al-alto-precio-de-los-insumos>
- Egúsquiza, R. (2000). *La Papa: producción, transformación y comercialización*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura
- Instituto Nacional de Investigación Agraria-Inia. (2009). *Caracterización morfológica y agronómica de 61 variedades nativas de papa*. Santa Ana. Recuperado de [de](#)

[http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/86/3/INIA-Caracterizaci%
c3%b3n_morfol%
c3%b3gica_agron%
c3%b3mica.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/86/3/INIA-Caracterizaci%c3%b3n_morfol%c3%b3gica_agron%c3%b3mica.pdf)

Javier, E. 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). Recuperado de <http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/5577/TAG00829J27.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Agricultura y Riego-Minagri (2018). *Manual de abonamiento con guano de las islas*. Recuperado de <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego-Minagri (2020). *Estadísticas Agrarias*. Recuperado de: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOWU5NDRkYzUtNzRjZi00NzM5LWEzMDItYzExZjg4Njg2ZWQ0IiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>

Ministerio de Agricultura y Riego-Minagri. (2021). *Información de Mercado Mayorista*. Recuperado de <http://sistemas.minagri.gob.pe/sisap/portal2/mayorista/#>

Norma Técnica Peruana. (2010). *Papa. Definiciones y requisitos*. Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/publication%20files/books/005713.pdf>

Otiniano, R. (2018). *Manual del cultivo de la papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*. Recuperado de <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>

Quispe-Mendoza, L., Betalleluz-Pallardel, I., Vargas -Delgado, L., y Velezmoro-Sánchez, C. (2018). Estabilidad de papa amarilla (*Solanum goniocalyx*) cocida/prensada durante el almacenamiento en congelación. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.12>

Ríos, N., Luján, A., Benites, C., y Ríos, C. (2014). Efecto de tres dosis de guano de las

- islas en el rendimiento de *Solanum tuberosum* L. var Huayro en el Zuro, Santiago de Chuco. *Revista Sciendo*, 17(1), 81-88. Recuperado de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1028>
- Ríos, N., Luján, A., Benites, C., y Ríos, C. (2015). Efecto de tres niveles de guano de las islas en el rendimiento de *Solanum tuberosum* L. var Huevo de indio. *Revista Sciendo*, 18(1), 52-61. Recuperado de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1329/1296>
- Rodríguez, L. E. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 9-17. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v28n1/v28n1a02.pdf>
- Schnug, E., Jacobs, F. y Stoven, K. (2018). *Guano: The white Gold of the seabirds*. Recuperado de <https://www.intechopen.com/books/seabirds/guano-the-white-gold-of-the-seabirds>
- Sulca, F. (2016). *El aporte en cultivares nativos de papa (Solanum tuberosum ssp. Andigena) en Andahuaylas* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2216/F01-S84-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trujillo, Y. L. (2020). *Fuentes y dosis de materia orgánica en el rendimiento de papa en Pontó-Huari* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4225/YORDI%20LENNIN%20TRUJILLO%20MEZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trujillo, G. (2004). *Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa* (tesis de pregrado). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3298/Trujillo_lg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Universidad San Ignacio de Loyola-USIL (2018). *La papa orgullo del Perú*. Recuperado de: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8835/1/2018_de-la-Fuente_La-papa-orgullo-del-Peru.pdf

Viera, M. I. (2018). *Efecto del abonamiento con guano de isla en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad canchan iniaa, en condiciones edafoclimáticas de nuevo Chavin – Huacrachuco - Marañon – 2017* (tesis de pregrado). Recuperado de https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4379/TAG00768_V63.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zamora, B. (2017). *Aplicación de guano de isla y abono sintético en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum var. Única) en el distrito y provincia de Barranca-Lima* (tesis de pregrado). Recuperado de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2085/T033_44946911_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Tabla 28

Datos recolectados en campo

Tratamiento	Bloque	Altura de planta	Peso foliar	Numero de tallo	Numero de tubérculos de primera	Número de tubérculos de segunda
1	1	63,00	0,60	4,00	12,80	8,60
1	2	63,40	0,45	4,00	12,20	9,20
1	3	63,20	0,55	3,40	10,30	9,80
2	1	73,60	0,89	4,60	10,80	9,00
2	2	73,00	0,56	4,20	12,60	8,60
2	3	72,00	0,66	4,20	11,60	9,20
3	1	65,00	1,08	4,60	12,30	7,00
3	2	64,60	1,06	4,60	11,60	8,00
3	3	65,60	0,86	4,60	11,00	8,60
4	1	71,80	1,20	4,80	11,20	9,00
4	2	71,40	1,10	4,60	12,60	8,20
4	3	70,80	1,20	4,80	10,80	9,00
5	1	77,50	1,30	4,40	13,00	8,60
5	2	77,00	1,00	4,40	11,80	9,40
5	3	75,60	1,00	3,60	13,40	8,00
6	1	78,66	1,60	5,00	14,40	8,00
6	2	78,20	1,40	4,60	13,40	11,40
6	3	75,74	1,00	4,40	13,60	9,20
	Promedio	71,12	0,97	4,38	12,19	8,82

Leyenda:

Guano de islas

- T1: 1 t ha⁻¹
- T2: 1 t ha⁻¹ + 0,50 t ha⁻¹
- T3: 1,5 t ha⁻¹
- T4: 1,5 t ha⁻¹ + 0,75 t ha⁻¹
- T5: 2 t ha⁻¹
- T6: 2 t ha⁻¹ + 1 t ha⁻¹

Tabla 29

Datos recolectados en campo

Tratamiento	Bloque	Numero de tubérculos totales	Numero de tubérculos comerciales	Peso de tubérculos de primera	Peso de tubérculos de segunda	Peso total de tubérculos	Rendimiento
1	1	25,80	21,40	1,12	0,65	1,77	42,280
1	2	26,40	20,40	1,10	0,69	1,79	48,320
1	3	24,90	20,20	0,86	0,71	1,57	43,530
2	1	23,60	19,80	1,08	0,70	1,78	44,120
2	2	25,60	21,20	1,10	0,68	1,78	47,590
2	3	26,80	20,80	1,06	0,71	1,77	49,280
3	1	23,50	18,60	1,16	0,60	1,76	45,230
3	2	23,40	18,40	1,12	0,62	1,74	42,060
3	3	24,20	19,60	1,10	0,73	1,83	49,350
4	1	25,00	19,80	1,12	0,77	1,89	50,860
4	2	24,80	20,80	1,16	0,70	1,86	54,560
4	3	24,40	19,80	1,10	0,74	1,84	48,990
5	1	25,80	21,60	1,20	0,76	1,96	54,800
5	2	25,60	21,20	1,18	0,83	2,01	58,520
5	3	25,60	21,40	1,34	0,70	2,04	52,250
6	1	26,40	22,40	1,44	0,70	2,14	60,230
6	2	29,30	23,00	1,36	0,85	2,21	65,280
6	3	27,10	22,80	1,38	0,81	2,19	58,890
	Promedio	25,46	20,73	1,17	0,72	1,88	50,90

Leyenda:

Guano de islas

- T1: 1 t ha⁻¹
- T2: 1 t ha⁻¹ + 0,50 t ha⁻¹
- T3: 1,5 t ha⁻¹
- T4: 1,5 t ha⁻¹ + 0,75 t ha⁻¹
- T5: 2 t ha⁻¹
- T6: 2 t ha⁻¹ + 1 t ha⁻¹

Tabla 30

Análisis de suelo

Textura (%)			Clase textural	pH	M.O. (%)	Nt. (%)	P (ppm)	K (ppm)	C.E. (dS/m)
Arena	Limo	Arcilla							
53	25	22	Franco	5,93	2,346	0,117	8	136	0,189

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelo y agua-UNASAM-2021

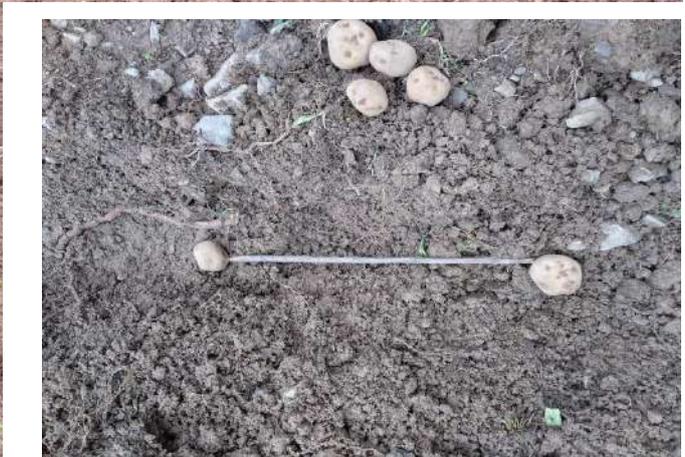


Figura 2. Instalación del experimento



Figura 3. Vista de campo experimental

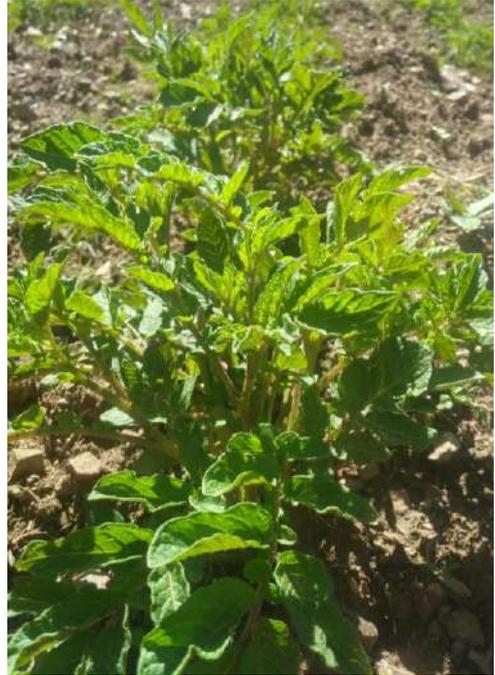


Figura 4. Etapa vegetativa del cultivo

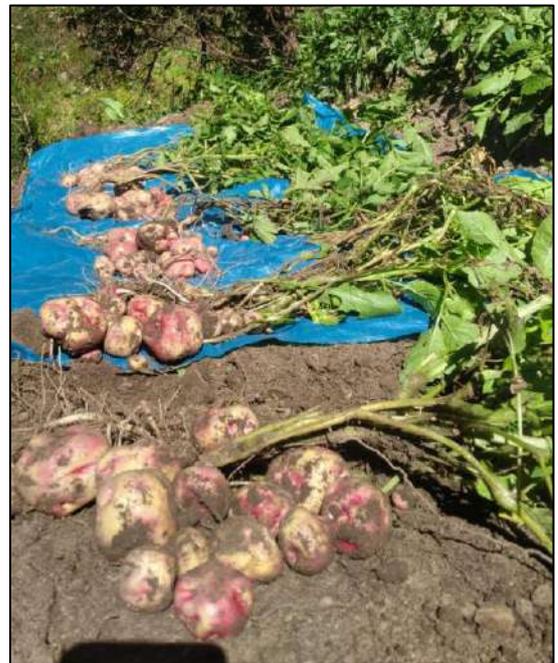


Figura 5. Cosecha de papa