

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de guano de isla y fórmulas de Fertilización NPK en el
rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes.
Canaán 2750 msnm, Ayacucho.**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Cesar MENESES QUISPE

ASESOR:
M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

A Dios porque siempre está conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome la fortaleza para salir adelante.

A mi madrecita Cristina que desde el cielo me ilumina el camino recto de la vida.

De forma muy especial para mi esposa Isabel Palomino y mi hijo Sebastián Meneses, que ellos fueron mi apoyo y la fuerza durante mi vida estudiantil brindándome su apoyo incondicional para la conclusión de este proyecto de tesis.

A todos mis hermanos que con su entera confianza depositaron su confianza en cada reto que se me presenta.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mí formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía, gestora de mis estudios superiores, por la excelente formación personal y profesional que me brindó durante mi carrera universitaria.

Al M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, asesor del presente trabajo por sus invaluable orientaciones, por su apoyo profesional durante la realización del trabajo.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez, presidente de la comisión de evaluación de la presente investigación por sus innumerables orientaciones y su apoyo incondicional profesional durante el proceso de conducción, ejecución de mi tesis.

Al Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, jurado de la comisión de evaluación de la presente investigación por sus innumerables orientaciones y su apoyo incondicional profesional durante el proceso de elaboración de mi tesis.

Al apoyo del Centro Experimental de Canaán de la UNSCH por la acogida y apoyo recibido durante el trabajo de investigación.

A todos mis amigos y compañeros que de una u otra manera contribuyeron en la culminación del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
1.1. Origen de la lechuga.....	12
1.2. Clasificación taxonómica.....	12
1.3. Composición y valor nutritivo.....	13
1.4. Variedades y cultivares.....	13
1.5. Morfología de la lechuga.....	14
1.5.1.Sistema radicular.....	14
1.5.2. Hojas.....	15
1.5.3.Tallo.....	15
1.5.4.Flor.....	15
1.5.5.Inflorescencia.....	15
1.5.6.Semillas.....	15
1.6.Requerimientos climáticos.....	15
1.6.1.Temperatura.....	15
1.6.2.Precipitación.....	16
1.6.3.Humedad relativa.....	16
1.6.4.Altitud.....	16
1.6.5.Clima.....	16
1.7.Requerimientos edáficos.....	17
1.7.1.Suelo.....	17
1.8.Manejo agronómico.....	17
1.8.1.Preparación del terreno definitivo.....	17
1.8.2. Siembra.....	18
1.8.3.Trasplante.....	19
1.8.4.Densidad de siembra.....	19

1.8.5.Riego	20
1.8.6.Deshierbo y control de malezas	20
1.8.7.Abonamiento	21
1.8.8.Plagas y enfermedades	21
1.8.9.Cosecha, rendimiento y comercialización	22
1.9.Abonamiento orgánico	23
1.10.Guano de isla	25
1.11.Tipos de guano de isla	27
1.12 Fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica	29
CAPÍTULO II.....	33
MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
2.1. Características del terreno	33
2.1.1. Ubicación Política	33
2.1.2. Ubicación geográfica	33
2.2. Antecedentes del campo experimental	34
2.3. Características del suelo	34
2.4. Características del guano de islas	35
2.5. Condiciones climáticas	36
2.6. Material experimental.....	39
2.7. Factores en estudio	39
2.7.1. Variables independientes e indicadores	39
2.8. Descripción de los tratamientos.....	40
2.9. Diseño experimental y análisis estadístico	41
2.10. Descripción del campo experimental	41
2.11. Instalación y conducción del cultivo	42
2.11.1. Adquisición de plantines de lechuga.....	42
2.11.2. Preparación del terreno	43
2.11.3. Delimitación del experimento	43
2.11.4. Abonamiento	43
2.11.5. Trasplante al terreno definitivo	43
2.11.6. Recalce	43
2.11.7. Riegos.....	43
2.11.8. Control de malezas	44

2.11.9. Cosecha.....	44
2.12. Variables dependientes evaluadas	44
2.12.1. Caracteres de precocidad	44
2.12.2. Parámetros de productividad.....	45
CAPÍTULO III	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
3.1. Características de productividad.....	46
3.1.1. Peso de pella o cabeza en lechuga.....	46
3.2.2. Altura de pella en lechuga.....	48
3.2.3. Diámetro de pella.....	50
3.2.4. Rendimiento de lechuga ($t\ ha^{-1}$)	52
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1. Conclusiones.....	55
4.2. Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	61
ANEXO N° 01.....	64
ANEXO N° 02.....	65
ANEXO N° 03.....	66

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Composición química de lechuga.</i>	13
Tabla 1.2. <i>Fórmula y concentración de los macros y micro elementos</i>	26
Tabla 2.1. <i>Características físicas y químicas del suelo experimental. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.</i>	34
Tabla 2.2. <i>Análisis de la Composición químico del guano de islas, Ayacucho.</i>	35
Tabla 2.3. <i>T° Máxima, Media y Mínima, Precipitación y Balance hídrico de julio 2022 a junio 2023. Estación Meteorológica de INIA-CANAÁN.</i>	37
Tabla 2.4. <i>Variabes independientes.</i>	39
Tabla 2.5. <i>Variabes dependientes.</i>	39
Tabla 2.6. <i>Tratamientos y combinaciones de los factores estudiados.</i>	40
Tabla 2.7 <i>Aleatorización/Randomización de los tratamientos por cada bloque.</i>	41
Tabla 3.1. <i>Análisis de Variancia del peso de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.</i>	46
Tabla 3.2- <i>Análisis de Variancia de la altura de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.</i>	48
Tabla 3.3. <i>Análisis de Variancia del diámetro de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.</i>	50
Tabla 3.5. <i>Análisis de Variancia del rendimiento de lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.</i>	52

Indice de figuras

	Pág.
Figura 2.1. <i>Mapa de Ubicación</i>	345
Figura 2.2. <i>Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2022-2023 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho.</i>	38
Figura 2.3. <i>Croquis y Randomización del campo experimental.</i>	42
Figura 3.1., <i>Prueba de Tukey del peso de pella (kg) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.</i>	47
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de pella en lechuga (cm) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.</i>	49
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de pella en lechuga (cm) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.</i>	51
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey del rendimiento ($t\ ha^{-1}$) en los diferentes niveles de guano de isla y en cada fórmula de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.</i>	53

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Canaán, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, con el objetivo de determinar la influencia de niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización NPK en el rendimiento de lechuga variedad Great Lakes. Se usó el diseño bloque completo randomizado, con arreglo factorial de tres niveles de guano de islas (1.0, 2.0, 3.0 t ha⁻¹) y tres fórmulas de fertilización NPK (40-20-40, 80-40-60 y 120-60-80 kg ha⁻¹), 9 tratamientos con 3 repeticiones. Se evaluaron las siguientes características: altura, peso, diámetro ecuatorial de cabeza y rendimiento de cabezas de lechuga. Se encontró que los niveles de guano de isla 3.0 y 2.0 t ha⁻¹, en promedio de la fórmula de fertilización de NPK, reportaron mayor altura y diámetro de pella. El nivel de guano de isla de 3.0 t ha⁻¹ junto a 120-60-80, 80-40-60 y 40-20-40 de NPK reportaron los mayores rendimientos de pellas. Las fórmulas de fertilización 120-60-80 y 80-40-60 de NPK junto a 3.0 y 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla registraron mayores pesos de pellas, y 120-60-80 NPK con 2.0 t ha⁻¹ de guano de islas produjo el mayor rendimiento de pellas con 86,010 kg/ha.

Palabras claves: *Lactuca sativa* L., niveles de guano de isla, fórmulas de fertilización NPK.

ABSTRACT

The study was conducted at the Canaan Experimental Center, located in the Andrés Avelino Cáceres Dorregaray district, Huamanga province, Ayacucho department, with the objective of determining the influence of island guano levels and NPK fertilization formulas on the yield of Great Lakes lettuce variety. A randomized complete block design was used, with a factorial arrangement of three island guano levels (1.0, 2.0, and 3.0 t ha⁻¹) and three NPK fertilization formulas (40-20-40, 80-40-60, and 120-60-80 kg ha⁻¹), for a total of nine treatments with three replications. The following characteristics were evaluated: height, weight, equatorial head diameter, and lettuce head yield. Island guano levels of 3.0 and 2.0 t ha⁻¹, on average in the NPK fertilization formula, resulted in greater pellet height and diameter. The 3.0 t ha⁻¹ island guano level combined with 120-60-80, 80-40-60, and 40-20-40 NPK fertilizers yielded the highest pellet production. The 120-60-80 and 80-40-60 NPK fertilizer formulas combined with 3.0 and 2.0 t ha⁻¹ island guano resulted in greater pellet weights, and the 120-60-80 NPK with 2.0 t ha⁻¹ island guano produced the highest pellet yield at 86,010 kg/ha.

Keywords: *Lactuca sativa* L., guano levels, NPK fertilizer formulas.

INTRODUCCIÓN

La lechuga es un alimento que contiene muy pocas calorías, una alta proporción de agua (90-95%), folatos, beta-caroteno y cantidades significativas de vitamina C y minerales como el magnesio y el potasio. También tiene un buen contenido de fibra, lo que proporciona un efecto antioxidante, relacionado con la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso ciertos tipos de cáncer. Además, este alimento tiene propiedades diuréticas, ya que estimula la expulsión de orina, elimina las flatulencias incómodas del organismo, previene la arteriosclerosis y reduce el colesterol. Asimismo, controla las afecciones respiratorias y ayuda a combatir los ataques asmáticos y espasmos bronquiales (La Rosa, 2015).

De acuerdo con la información de FAOSTAT (2025), el organismo estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, en 2023 China fue el mayor productor del mundo de lechuga, con una producción total de 14.90 millones de toneladas, lo que equivale al 53.07 % del total. Estados Unidos e India fueron los siguientes mayores productores, con 4.71 y 1.17 millones de toneladas respectivamente. En cuanto a América del Sur, los principales productores fueron Chile y Colombia, con 120.47 y 103.63 mil toneladas respectivamente; Perú logró un total de 68.65 mil toneladas.

En cuanto a la producción de lechuga en el Perú durante 2024, alcanzó las 66,790 toneladas en una superficie cosechada de 5,471 hectáreas, lo que da un rendimiento nacional promedio de 11.48 t ha⁻¹. Lima fue la región con mayor producción (31,626 toneladas en 3,279 hectáreas y un rendimiento medio de 9.65 t ha⁻¹), seguida por Junín (12,907 toneladas en 495.3 hectáreas y un rendimiento medio de 26.06 t ha⁻¹). Por su parte, Ayacucho tuvo una producción de 455 toneladas en una superficie cosechada de 49 hectáreas y un rendimiento medio de 9.3 t ha⁻¹ (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MIDAGRI, (2025).

Durante los últimos años, el consumo de lechuga se incrementó considerablemente, debido a que acompaña el consumo de pollos a la brasa y en ensaladas, lo que denota un incremento de la demanda en lo que va el año, induciendo a una producción en mayores proporciones para su abastecimiento en los mercados locales y regionales.

Cuando el suelo tiene una buena cantidad de nutrientes, es probable que los cultivos crezcan mejor y generen rendimientos más altos. No obstante, si alguno de los nutrientes requeridos es insuficiente, el crecimiento vegetal se encuentra limitado y la producción de las cosechas es baja. Por lo tanto, para lograr altas tasas de rendimiento, los fertilizantes son imprescindibles para suministrar a las cosechas con los nutrientes que faltan en el suelo. El uso de fertilizantes puede multiplicar por dos o incluso por tres las cosechas (FAO, 2002).

En estos últimos años la incorporación de los abonos orgánicos se ha incrementado, siendo una alternativa de fertilización, especialmente el guano de islas que es buen aportante de nutrientes disponibles y es accesible para el agricultor; tiene la capacidad de mejorar la parte edafológica (física, química y biológica), los mismos determinan una sostenible productividad.

Por los antecedentes señalados, se planteó la presente investigación en Canaán, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Variedad Great Lakes en Canaán 2750 msnm, Ayacucho.
2. Determinar el efecto de las fórmulas de fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Variedad Great Lakes en Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Origen de la lechuga

Originaria de las costas meridionales y sudeste del Mar Mediterráneo, la lechuga (*Lactuca Sativa* L.) se extiende desde Asia Menor hasta Egipto. Se cree que los egipcios empezaron a cultivarla 2400 años antes de esta era, y se supone que la empleaban para obtener aceite de las semillas y para forraje. En pinturas halladas en tumbas egipcias, se pueden observar plantas similares a las lechugas romanas o tipo Cos, con hojas alargadas y laminadas en puntas (Mallar, 1978).

Valadez (1994) señala que, “la lechuga tiene un origen muy antiguo; de hecho, hay pinturas de esta hortaliza en una tumba egipcia que corresponde al año 4500 a.C. También menciona que probablemente es originaria de Asia”. La lechuga de tipo cabeza surgió alrededor del año 1500 d.C. La lechuga es originaria de *Lactuca Scariola* L., una especie silvestre que se considera maleza y que está muy extendida en el sur y el centro de Europa, además de en la región meridional rusa.

García O. (2013) sostiene que, dado que la lechuga tiene una baja eficiencia en el uso del nitrógeno, es indispensable ofrecerle un aporte significativo de este elemento para cultivar coles de calidad superior. Casaca (2005), por su parte, señala que la lechuga necesita grandes cantidades de fertilizante potásico; por lo tanto, es crucial prestar atención a las dosis de dicho elemento, sobre todo en clima frío.

1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo con la base de datos de plantas del Departamento de Agricultura estadounidense (USDA, 2025), la lechuga se clasifica taxonómicamente de esta manera:

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
Supervisión	: Spermatophyta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida

SubClase	: Asteridae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Género	: Lactuca
Especie	: <i>Lactuca Sativa</i> L.
Nombre común	: Lechuga. (USDA, 2025)

1.3. Composición y valor nutritivo

Según Valencia (1995), la composición de 100 gramos de materia comestible es como sigue:

Tabla 1.1

Composición química de lechuga.

Calorías	Unidad	Valor por 100 g
Agua	g	96,60 g
Proteínas	g	0,60
Carbohidratos	g	2,40
Fibra	g	0,70
Calcio	mg	52,00
Fósforo	mg	20,00
Hierro	mg	0,10
Vit. A	mg	0,67
Vit.B1	mg	0,02
Vit. B2	mg	0,13
Niacina	mg	0,40
Vit. C	mg	1,50

Nota. Tomado de, Valencia (1995)

1.4. Variedades y cultivares

De acuerdo con Ayala (1989), hay más de cien tipos de lechuga, entre los que se destacan las arropolladas, las romanas y las de cortar. Las arropolladas son de hojas redondas, las romanas tienen hojas alargadas y sueltas que se agrupan en una especie de cabeza hacia atrás y las de corte son comunes con hojas largas y lisas que se utilizan como alimento para aves y animales jóvenes.

1.4.1 Great Lakes.

La variedad Great Lakes es una lechuga con hojas encrespadas de un verde intenso y buen sabor, que es resistente a la floración prematura y al Mildiu. Tiene una cabeza firme y su maduración se da entre 80 y 90 días. Es menos resistente a la lluvia intensa y al granizo. “Un peso medio en estado fresco de 350 g es lo que se estima” (Vademécum Agrícola, 2011).

1.4.2. Iceberg

De cogollos compactos y densos, parecidos a los de la col; tiene muy poco sabor, pero su textura crujiente y su facilidad para ser cortada en trozos finos la hacen muy utilizada. Es la variedad más común en las zonas donde la lechuga no crece de manera natural, ya que tiene la capacidad de adaptarse y cultivarse en tanques hidropónicos.

1.4.3. Batata

Esta variedad se asemeja a la francesa, con cogollo suelto, hojas rizadas y una textura similar a la mantequilla.

1.4.4. De hojas sueltas

Waldemans Strain, de Grand Rapids, es una planta de gran porte que no produce cogollos con hojas sueltas y tiene un tipo de planta reclinada y arrugada. Las hojas son de color verde claro y tienen una forma crespa. La cosecha tiene lugar entre 70 y 80 días (Angulo, 2008):

1.5. Morfología de la lechuga

“La lechuga es una planta herbácea anual que tiene un jugo lechoso denominado látex en su tejido cuando la planta es joven y no ha llegado a su plena madurez fisiológica. La cantidad de este látex disminuye conforme la planta envejece”, afirma Valadez (1994).

1.5.1. Sistema radicular

Parson (1987) señala que, “la raíz no llega a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones”.

Según Valadez (1994), “las raíces principales que realizan la absorción de nutrientes y agua están a una profundidad de 5 a 30 cm, son raíces laterales; sin embargo, la raíz principal

crece rápidamente y puede alcanzar los 1.80 m de profundidad en el suelo, rasgo que explica su resistencia relativa a la sequía”.

1.5.2. Hojas

Las hojas se disponen en roseta, extendidas al principio; en algunas variedades romanas continúan así a lo largo de su desarrollo, mientras que en otras se acogen más tarde. Los limbos pueden tener el borde liso, aserrado u ondulado (Rubio, 2002).

1.5.3. Tallo

Es ramificado y cilíndrico (Rubio, 2002).

1.5.4. Flor

Las flores individuales cuentan con cinco estambres y un ovario, y suelen ser auto polinizadas. Las flores son amarillas y pequeñas, se agrupan en grandes cimas corimbosas con muchas bractéolas. El fuste floral es erecto y de color lechoso; puede alcanzar una altura de hasta 1 metro (Tiscornia, 1989)

1.5.5. Inflorescencia

Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos (Parsons, 1987).

1.5.6. Semillas

Las semillas son de 4 a 5 mm de longitud y suelen ser de color blanco crema, aunque también hay pardas y castañas. Es importante señalar que las semillas recién cosechadas no germinan normalmente porque son impermeables al oxígeno. Por eso, para inducir una germinación rápida, se han empleado temperaturas un poco más altas (Valadez, 1994).

1.6. Requerimientos climáticos

1.6.1. Temperatura

Según Vigliola (1991), las temperaturas ideales para alcanzar un adecuado crecimiento y calidad son:

- Promedio mensual máximo : 21-24 °C
- Promedio mensual óptimo : 15-18°C
- Promedio mensual mínimo : 7°C

Agrega que es necesario tener temperaturas no demasiado altas en el día y noches frescas (14-18 °C durante el día y 5-8 °C por la noche).

Según Valencia (1995), la temperatura adecuada para el crecimiento de la lechuga es de aproximadamente 20 °C y entre 15 y 20 °C para su germinación. Sin embargo, debido a los esfuerzos de mejora genética llevados a cabo en los Institutos de Investigación Genética, hoy disponemos de variedades de lechugas que se adaptan adecuadamente a diversos climas. Por lo tanto, es posible cultivarlas y cosecharlas durante todas las estaciones.

1.6.2. Precipitación

El cultivo necesita precipitaciones anuales de entre 1200 y 1500 mm, y requiere entre 250 y 350 mm durante su periodo vegetativo. Para este tipo de cultivo, un exceso de humedad en el campo es dañino ya que propicia que se multipliquen las enfermedades bacterianas y fúngicas.

1.6.3. Humedad relativa

El sistema radicular de la lechuga es bastante pequeño en relación con la parte aérea, lo que lo hace muy susceptible a la carencia de humedad y no tolera ser expuesto a sequías, incluso por cortos periodos. La lechuga requiere una humedad relativa del 60 al 80%; si la humedad es alta, se presentan problemas debido a que propicia el asalto de enfermedades como la causada por el hongo *Bremia lactucae* (mildiu vellosa), la que genera *Botrytis cinerea* (moho gris) y la que produce *Sclerotinia sclerotiorum* (moho blanco) (Alzate y Loaiza, 2008).

“Para un desarrollo apropiado, se requiere del 60 al 80 %, aunque en ciertos momentos necesita menos del 60 %; además, precisa más de 134 mm de agua por ciclo” (Cajo, 2016).

1.6.4. Altitud

Angulo (2008) menciona que, “crece desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. No cultivar en zonas con problemas de heladas”.

1.6.5. Clima

La lechuga es un cultivo que se desarrolla en clima fresco (Infoagro, 2010). Se tiene que sembrar a comienzos de la primavera o al final del verano. Las hojas pueden volverse amargas, el tallo en el que aparecen las flores se extiende rápidamente y el crecimiento queda inhibido cuando las temperaturas son elevadas. Fenómeno no deseado conocido como “espigado”. En el

verano, las lechugas espigan con mucha rapidez.

1.7. Requerimientos edáficos

1.7.1. Suelo

Infoagro.com (2013) sostiene que los cultivos de lechuga prefieren suelos ligeros, areno-limosos y con un drenaje adecuado, y que el Ph ideal se ubica entre 6.7 y 7.4. Este cultivo no tolera en ninguna circunstancia la sequedad, aunque es preferible que el terreno esté seco para evitar al máximo que aparezca la podredumbre del cuello.

Según Valencia (1995), la lechuga no es muy exigente en cuanto a suelos, ya que se trata de una especie tolerante a la acidez. Su Ph ideal es 6.8, pero puede desarrollarse con éxito en suelos cuyo Ph oscile entre 5.0 y 8.0. En lo que respecta a la conductividad eléctrica del suelo (salinidad), este se considera vulnerable. Si el riesgo no se gestiona de manera eficaz, puede verse afectado su desarrollo cuando los valores son superiores a 1.2 mmhos/cm.

Finalmente (Cásseres, 1980) señala:

La lechuga se desarrolla mejor en suelos que contienen una alta cantidad de materia orgánica. Debido a que el sistema de raíces de esta hortaliza no es muy amplio, los suelos capaces de mantener la humedad y al mismo tiempo drenar bien son ideales. La lechuga no crece bien en suelos excesivamente ácidos, aunque los Ph más adecuados son de 5,2 a 5,8 para suelos orgánicos y de 5,5 a 6,7 para los suelos minerales. Las lechugas no se repollen adecuadamente en los suelos oscuros que contienen sustancias de fósforo y potasio, lo que provoca una cabeza inestable y débil, con el resultado de que las hojas se abren.

1.8. Manejo agronómico

1.8.1. Preparación del terreno definitivo

Valencia (1995) refiere que para cultivar la lechuga:

- Se requiere un terreno bien mullido, cuyos objetivos se sintetizan de la siguiente manera:
 - Incrementar la cantidad de aire en la capa cultivable del suelo.
 - Incrementar el poder de captación y de conservación del agua.
 - Promover el crecimiento de raíces en la plantación.
 - Controlar el surgimiento de malas hierbas.
 - Obstaculizar la difusión de determinados patógenos y plagas.

- Introducir materia orgánica en la tierra (estiércol, rastrojos, abono verde).

Una de las tareas más cruciales es la preparación del suelo, pues una gran parte del éxito en el cultivo de lechuga depende de ella. Para preparar adecuadamente el terreno, se sugiere que sigas los pasos que se indican a continuación:

- a. Hacer un riego profundo, al menos tres días antes del trasplante para evitar que la tierra se vuelva lodosa.
- b. Para evitar que el suelo se vuelva lodoso, se debe llevar a cabo un riego profundo al menos tres días antes del trasplante.
- c. Limpiar la zona, intentando quitar las malas hierbas que están en la superficie del terreno.
- d. Arar la tierra a una profundidad de 30 cm, empleando arado de yunta o tractor, o herramientas manuales.
- e. Exponer el suelo rotulado a la acción de los rayos del sol, las aves, los mamíferos, el frío, los batracios, los agentes microbiológicos y otros controladores naturales durante al menos ocho días.
- f. Ejecutar una cruzar del suelo con arado de yunta a 20 cm de profundidad para eliminar los terrones del terreno.
- g. Rastrillar el terreno con el objetivo de ablandar y nivelar la superficie.
- h. Para que el agua esté más uniformemente distribuida, se debe nivelar la superficie del terreno, mejorar el drenaje superficial y prevenir el encharcamiento.
- i. Diseñar los drenes para hacer más sencilla la evacuación del agua en exceso.

1.8.2. Siembra

Según Fundagro (1991), la lechuga:

Se cultiva durante todo el año; además, por sus condiciones térmicas, las regiones tropicales y subtropicales tienden más a producir lechuga de cabeza (Var. Capitata). La lechuga es una hortaliza que generalmente se planta por trasplante, pero también puede ser sembrada directamente. Cuando se lleva a cabo la siembra directa, es necesario realizar aclareos y las plantas extraídas pueden ser trasplantadas. Se aconseja usar entre 2 y 3 kg de semilla por hectárea cuando se realiza la siembra directa. Sin embargo, ya hay en el mercado semillas peletizadas que rinden a razón de 1 kg/ha.

Casseres (1980), indica:

Se pueden obtener 10,000 plántulas a partir de 150 g de semillas y, con un kilogramo, se generan suficientes plántulas para cubrir una hectárea. Cuando se siembra directamente en el suelo, se necesitan de 2 a 3 kg por hectárea.

Con el fin de impedir la existencia de agentes patógenos que causan el damping off o mal de semilleros, es necesario desinfectar el sustrato de los almácigos a través del uso de cualquier tipo de tratamiento. Entre los materiales, contamos con la ceniza vegetal a razón de 4 onzas por metro cuadrado, que además tiene propiedades fertilizantes; pulverizaciones en el suelo con caldo bordalés de 4 litros por metro cuadrado y también con suspensiones conidiales antagónicas (*Trichoderma viride*, *Gliocladium virens*) a una concentración de $4 \times 10^{7.5}$ g/lt.

1.8.3. *Trasplante*

Casseres (1980) apunta que:

Cuando se realiza el trasplante, no es necesario podar las raíces ni las hojas; además, la tierra debe estar húmeda antes de poner las plántulas o en el momento de hacerlo. Esta operación es adecuada para una tarde fresca o para un día nublado, y cuando estas tengan entre 4 y 6 hojas. En el grupo Great Lakes, las lechugas de cabeza necesitan distanciamientos de 0.25-0.30 m entre sí, hasta 0.45 m entre plantas y 0.75 m entre surcos.

Maroto, J.V. (1983) indica que:

El trasplante se lleva a cabo con raíz desnuda, aunque también puede hacerse siembra en botes de turba prensada, bandejas de macetas, entre otros; por lo tanto, el trasplante es posible con cepellón. El trasplante de las plantitas a un terreno definitivo, surcado en caballones separados entre sí 0.50 m., se realiza después de que hayan llegado a tener entre cinco y siete hojas (lo cual sucede normalmente entre los 30 y los 40 días después de la siembra), una vez que se han llevado a cabo las tareas preparatorias y se ha añadido el abonamiento inicial. Las plantitas se ubican en cada surco con una distancia entre ellas de 0.25-0.30 metros.

1.8.4. *Densidad de siembra*

La densidad de siembra está condicionada por la época del año y el tipo de siembra, refiere Vigliola (1991).

Casseres (1980), por su parte, indica que los cultivares de lechuga de cabeza o arrepollados, como el grupo Great Lakes, necesitan una separación de entre 25 y 45 cm entre cada planta.

Según Infoagro (2010), “la siembra indirecta o de trasplante es la más comúnmente empleada a nivel comercial; si se ejecuta al aire libre, se aconseja que las plantas estén distribuidas entre sí con una separación de 20 a 30 cm”.

Valadez (1994) señala que en la lechuga comercial se pueden conseguir poblaciones de 66,000 a 72,000 plantas por hectárea, empleando surcos de entre 0.90 y 1.00 metro, y distancias de 30 a 35 centímetros entre cada planta y de 25 centímetros entre las hileras.

1.8.5. Riego

Según Valencia (1995), la lechuga requiere de humedad adecuada para crecer y mantenerse turgente. Preferiblemente, los riegos deben ser frecuentes y ligeros. Es muy vulnerable al exceso de humedad, que puede provocar pudriciones, cuando se acerca la cosecha. El riego por surcos es el más común.

Según Valadez (1994), no existen informes concretos en campo, pero, en la práctica, se ha notado que los periodos más críticos son cuando comienza a germinar y cuando empieza a formar cabeza (Var. Capitata). Por ello, para conseguir lechugas de buen peso y aptas para la venta, se aconseja mantener el suelo húmedo durante todo su desarrollo.

Casseres (1980) indica que, incluso en sitios donde llueve, es imprescindible aportar agua para garantizar un desarrollo estable y homogéneo de la lechuga. Cuando se cultiva bajo riego, la regularidad cambia dependiendo del tipo de suelo, el clima y las dimensiones de la planta; el riego por surcos es el más frecuente, mientras que en terrenos reducidos se realiza con regaderas manuales. Las hojas más bajas de las plantas se pudren con facilidad cuando hay demasiada humedad.

1.8.6. Deshierbo y control de malezas

Según Valadez (1994):

La lechuga es un tipo de hortaliza que no puede competir con las malas hierbas por nutrientes y espacio porque sus raíces son muy pequeñas y superficiales. Por lo tanto, la escarda permite eliminar parcialmente las malas hierbas y también ayuda a

aflojar el terreno, particularmente en suelos arcillosos. Se aconseja hacerla tres semanas después del trasplante. (pág. 157)

En el cultivo de lechuga, la fase crucial de competencia con maleza es más alta en las primeras semanas, sobre todo en lo que se refiere a la luz, que es menos intensa cuando las plantas comienzan a cubrir la línea de siembra. Por lo general, el control de las malas hierbas se realiza manualmente. (Valencia, 1995, p. 44)

El desyerbo que se realiza con herramientas manuales (guadañas, escardillos, pala y azadón) son opciones factibles en los primeros días tras el trasplante. Si se presentan infestaciones después de ese momento, tienen que hacerse a mano para no dañar las hojas (Vallejo & Estrada, 2004, p. 340).

1.8.7. Abonamiento

Para cultivar lechuga, es necesario fertilizar la tierra añadiendo 120 kg/ha de nitrógeno, 50 kg/ha de fósforo y 150 kg/ha de potasio. El nitrógeno en fracciones: la mitad de la dosis se emplea con el fósforo y el potasio, y la otra mitad de la dosis, al mes después del trasplante. En tanto que, antes del trasplante, se lleva a cabo la aplicación de materia orgánica a razón de 20 t/ha. La cantidad de nutrientes que la lechuga absorbe también está condicionada por la biomasa generada en los diferentes órganos de la planta. Por lo tanto, éstas fluctúan significativamente dependiendo de la variedad, el momento de plantar y el sistema de riego, entre otros elementos (Salinas, 2013).

Para que la planta pueda beneficiarse de ella, la materia orgánica debe ser añadida con antelación para permitirle el tiempo necesario para descomponerse. La introducción próxima a la siembra aumenta la temperatura del suelo y genera dificultades. Incorporar en el cultivo previo una cantidad significativa de materia orgánica es otra opción. Se aconseja usar al menos 10 t.ha⁻¹ de estiércol, originado de cualquier fuente, como vacas, ovejas o aves. Además, es importante considerar que el sistema de raíces de la lechuga no está muy desarrollado; por ello, se debe aplicar los fertilizantes lo más cerca posible de las plantas; se aconseja hacerlo a una profundidad de entre 8 y 10 centímetros (Valencia, 1995).

1.8.8. Plagas y enfermedades

Descomposición blanda. La pudrición blanda es una de las enfermedades más devastadoras y se manifiesta en muchas plantas suculentas, tanto en el cultivo como en el almacenamiento. Según Sánchez (1996), produce “dumping-off” en los semilleros y pudrición en las plantas adultas. Más

de 360 especies vegetales se ven afectadas, incluyendo al tomate, la lechuga, las crucíferas, el apio, la zanahoria, el pepino y la alcachofa.

Moho grisáceo. El moho gris se infiltra en el huésped a través del micelio, generando esclerocios, o por medio de las esporas. Estas últimas pueden ser distribuidas a través de los animales, las herramientas, el agua de riego, las partes vegetales o el viento. Una vez que el hongo penetra en la planta, invade el tejido y le causa necrosis. Después de esto, puede producirse una capa grisácea y peluda compuesta por las fructificaciones del hongo o también se pueden generar los esclerocios en la superficie afectada.

Mildiu vellosa. El mildiu tiene la capacidad de atacar a la lechuga durante toda su evolución, de forma que los primeros síntomas pueden aparecer incluso en los cotiledones. Una vez infectados, estos se tornan amarillos, son eliminados y mueren antes de tiempo. Las plantas que sufren ataques se debilitan y, por lo tanto, son más propensas a cualquier otro parásito (Maroto, 1990).

Antracnosis. La antracnosis, según Sánchez (1996), se distingue por la aparición de pequeñas lesiones, del tamaño de la cabeza de un alfiler, que crecen rápidamente hasta convertirse en manchas angulares o circulares color cereza con un diámetro de alrededor de cuatro milímetros. En las manchas más viejas, los centros se caen, lo que da la impresión de que hay un agujero.

Botrytis. Los ataques pueden ocurrir en plantas pequeñas en la etapa de semillero, causando inmediatamente la muerte de estas o incluso evitando que emerjan. En las plantas jóvenes, lo más común es que el ataque comience en la base de las hojas. Una vez que estas se ven afectadas, caen al suelo y esto propicia el crecimiento del parásito.

1.8.9. Cosecha, rendimiento y comercialización

Maroto (1990) señala que las ganancias posibles oscilan entre 20 y 40 kg por cada 10 metros cuadrados.

Según Delgado de la Flor (1987), el rendimiento es de 4,000 docenas en el caso de la lechuga de hoja, que es cuando las hojas han llegado a su desarrollo óptimo, o bien en el caso de la lechuga de cabeza, que se refiere al momento en que las hojas son consistentes y ceden a la presión del dedo. Ha-1.

El intervalo de tiempo entre la siembra y la cosecha de los cultivares y variedades comerciales de lechuga es, en términos generales, entre 90 y 100 días. Para la variedad Capitata, la recolección se realiza cuando más del 50% del cultivo ha alcanzado el tamaño óptimo (debe estar lo más firme posible al tacto con los dedos) (Valadez, 1994).

Según Maroto (1986), la producción es de 20-30 t.ha⁻¹, y para las lechugas arrepolladas, se sugiere que también se arranquen las raíces y que se recojan antes de que florezcan demasiado pronto.

El sistema de comercialización convencional se está tardando en adaptarse a los cambios, aunque la oferta y demanda de alimentos han aumentado significativamente en Perú en las últimas décadas. La mayoría de los productos hortícolas frescos que entran a Lima son repartidos por medio de los canales tradicionales (Scott y Shimizu, 2014).

1.9. Abonamiento orgánico

Arca (1970) afirma que:

La materia orgánica tiene un impacto significativo en la nutrición de las cosechas, la estructura del terreno y las tareas agrícolas. Esta materia se divide en tres categorías principales: los organismos vivos, la materia orgánica muerta y el humus. El estiércol se utiliza para preservar la fertilidad del suelo y está compuesto por cualquier residuo más las excreciones líquidas y sólidas de los animales. El valor exacto de sus componentes depende del grado de descomposición y del método de conservación, que debe evaluarse según su capacidad. Cuando las condiciones son propicias para una descomposición continua, se debe proporcionar materia orgánica y humus mediante la mezcla de estiércol con el suelo.

Fassbender (1987) señala que es necesario:

Para aumentar la productividad del suelo, es necesario incorporar materia orgánica mediante procesos químicos que aportan nutrientes a través de la mineralización, estabilizan el Ph del suelo por su capacidad amortiguadora, permiten el intercambio catiónico y aniónico (donde se acumulan sulfatos, fosfatos y nitratos), volatilizan el azufre y los nitrógenos del terreno, optimizan el uso de agua gracias a una serie de fenómenos relacionados con la presencia de materia orgánica y afectan el color del suelo, lo cual influye en la termorregulación de la energía solar.

a. Propiedades físicas

- ✓ Aumento de la estructura de los suelos compactos y pesados, además de que se une con facilidad a los arenosos y mejora el aspecto poroso.
- ✓ Permite una adecuada circulación del agua y aireación, lo que mejora la permeabilidad y la aireación del suelo y favorece el correcto mantenimiento de las

raíces.

- ✓ La materia orgánica es como una esponja real en el suelo que conserva la humedad de este.
- ✓ Las pérdidas de material fino a causa de la erosión disminuyen, ya que se crean grandes estructuras granulares estables con una elevada capacidad para absorber agua y resulta muy difícil que sean arrastradas.
- ✓ Potencia la actividad química y biológica del suelo, ya que es una fuente de energía para el desarrollo de la actividad microbiana; esta última tiene un impacto en la simplificación de compuestos y en su asimilación.
- ✓ Proporciona componentes útiles para las plantas, en particular el nitrógeno, y además eleva la temperatura del suelo debido a su color marrón oscuro; por lo tanto, favorece la germinación apropiada y el crecimiento de los cultivos (Arca, 1970).

b) Propiedades químicas

- ✓ Mejora la capacidad del suelo para intercambiar cationes debido a que el humus, que contiene 300 Meq/100 gramos de tierra, interactúa con la arcilla y genera un sistema absorbente que regula la nutrición de las plantas.
- ✓ La materia orgánica es la fuente primordial y el reservorio de elementos mayores y menores necesarios para la vida de la planta, que se liberan lentamente a través de la mineralización.
- ✓ Debido a la formación de complejos fosfo-húmicos, el fósforo se mantiene en una forma que puede ser asimilada por las plantas.
- ✓ La materia orgánica es una fuente de dióxido de carbono, ya que la oxidación del humus libera el carbono en forma gaseosa. Esto puede causar que se solubilizan más elementos minerales.
- ✓ La materia orgánica, por su gran capacidad tampón, tiende a estabilizar la relación del suelo y evita los cambios bruscos en el pH (Fassbender, 1987)..

c) Propiedades biológicas

- La materia orgánica es un recurso para la subsistencia de los microorganismos del suelo, y estos intervienen en su transformación. En cuanto pueden, estos microorganismos se encuentran presentes para la etapa inicial de descomposición

de la materia orgánica.

- Es un origen de múltiples actividades de crecimiento, con hormonas y fitohormonas, lo que provoca un auténtico crecimiento en presencia de humus (Fassbender, 1987)..

1.10. Guano de isla

Camasca (1984) indica:

El guano de isla, por su producción y sus extraordinarias propiedades como fertilizante, sigue teniendo un lugar importante entre los fertilizantes orgánicos comerciales. Se compone de una combinación diversa de excrementos de aves marinas, plumas, aves muertas y cáscaras de huevos que se van acumulando a lo largo del tiempo en las islas cercanas al litoral central y en ciertas zonas del norte y sur del país. Agrega que el guano de isla es un compuesto orgánico heterogéneo, cuyo uso nos aporta beneficios en las enmiendas. Además, funciona como los fertilizantes sintéticos comerciales para proveer N, P y K, aumentando así el rendimiento y haciendo necesario seguir las pautas de uso de estos fertilizantes. Para evitar la pérdida de amoníaco en forma de carbonato, el guano de isla utilizado como fertilizante para cultivar verduras debe aplicarse pulverizado a una profundidad mínima de 10 cm. Aunque el guano de isla se nitrifica velozmente en los suelos, para comenzar la nutrición de las plantas con nitrógeno es conveniente aplicar, junto con el guano, un tercio del nitrógeno como nitrato (preferentemente salitre potásico) para mitigar parcialmente la escasez de potasio en el guano de isla.

Pro abonos (2017) sostiene:

El guano de islas, a nivel biológico, es fundamental para el metabolismo básico del crecimiento de las hojas, raíces y tallos vegetales. En él se encuentran todos los elementos fertilizantes necesarios para garantizar que las plantas estén bien alimentadas. Contiene un alto contenido de potasio, nitrógeno y fósforo, así como otros muchos componentes como el azufre, el cloro, el sodio, el silicio, el manganeso, el hierro, el magnesio y el flúor. Por eso se trata del fertilizante más completo del planeta.

El nitrógeno participa en la formación de proteínas que son necesarias para que las plantas generen frutos de calidad. Las plantas que crecen en suelos con un nivel adecuado de nitrógeno se desarrollan sanas, tienen hojas de color verde oscuro y

producen muchos frutos. Las plantas crecen débiles y las hojas tienen un color verde pálido cuando los suelos tienen poco nitrógeno y la producción baja.

El fósforo contribuye a la fecundación, formación de frutos, semillas y granos, así como al crecimiento acelerado de la planta y a la creación de raíces abundantes. La ausencia de fósforo en el suelo retrasa la floración, las hojas son rojas y los frutos tardan en madurar. El potasio contribuye a que las plantas sean de mejor calidad, los tallos más robustos y que estos tengan una mayor capacidad para resistir el ataque de enfermedades. Asimismo, posibilita que se aproveche de manera más efectiva la humedad, sobre todo en tiempos de sequía.

a) *Composición del guano de isla*

El guano de las islas es un fertilizante natural integral, perfecto para el crecimiento adecuado, la evolución y la producción de los cultivos. Contiene macroelementos como el potasio, nitrógeno y fósforo en proporciones de 2 a 3 %, 10-12 y 10-14 % respectivamente. Componentes secundarios como el azufre, el magnesio y el calcio, que tienen en promedio un 1.5, 0.5 y 8 %, respectivamente. Además, Agro Rural (2023) menciona que tiene microelementos como zinc, cobre, manganeso, molibdeno, boro y hierro en proporciones de 20 a 320 ppm.

Tabla 1.2

Fórmula y concentración de los macros y micro elementos

Elemento	Fórmula/Símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10-14 %
Fósforo	P ₂ O ₅	10-12 %
Potasio	K ₂ O	2-3 %
Elementos secundarios		
Calcio	CaO	10 %
Magnesio	MgO	0.8 %
Azufre	S	1.5 %
Microelementos		
Hierro	Fe	600 ppm
Zinc	Zn	170 ppm
Cobre	Cu	23 ppm
Manganeso	Mn	48 ppm
Boro	B	187 ppm
Molibdeno	Mo	76 ppm

Nota. tomado de, Agro Rural (2018)

1.11. Tipos de guano de isla

Según Camasca (1984):

El guano de isla mantiene una posición relevante entre los fertilizantes orgánicos comerciales, por la producción que genera y sus extraordinarias propiedades fertilizantes; sin embargo, hoy en día su utilización ha disminuido considerablemente porque no cumple con la demanda.

El guano de las aves marinas, que es la principal producción de Perú a nivel global, se compone de una combinación diversa de desperdicios avícolas de aves marinas, plumas, cuerpos muertos de aves y cáscara de huevos. Esta mezcla se va acumulando con el tiempo en las islas que rodean la franja costera del centro y en algunas zonas del norte y sur del país.

Agrega que el guano de isla es un compuesto orgánico heterogéneo, cuyo uso nos aporta beneficios en las enmiendas. Además, funciona como los fertilizantes sintéticos comerciales para proveer N, P y K, aumentando así el rendimiento y haciendo necesario seguir las pautas de uso de estos fertilizantes.

El mercado cuenta con tres variedades de guano de isla:

- Guano de la isla pobre. De formación antigua, a los que también se les conoce como fosfatados y cuya explotación es restringida. Hay dos tipos: el bruto y el molido. El siguiente es el contenido de sus elementos:
 - Nitrógeno : 1 a 2%
 - Ácido fosfórico : 16 a 20% de P_2O_5
 - Potasa : 1 a 2% de K_2O
 - CaO : 16 a 19%Existen dos clases de guano de isla pobre:
 - Guano pobre tipo A: Molido
 - Guano pobre tipo B: Bruto

- **Guano de isla balanceada.** se refiere al guano de isla pobre que ha sido mezclado con sulfato de amonio o urea (en ciertas ocasiones, incluso con guano de isla rico). La composición de elementos es:
 - Nitrógeno : 12%
 - Ácido fosfórico : 9 a 10% de P_2O_5
 - Potasa : 2% de K_2O

- **Guano de isla rico.**

- Nitrógeno 12% N (varia de 9 a 15%). Existen bajo las formas: orgánica (9-10%), amoniacal (4 – 4.5%), y nítrica
- Ácido fosfórico: 8 % P_2O_5 (del cual el 92 % es rápidamente asimilable dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasa: 10.2 % K_2O (soluble en su totalidad).

Arca (1970), al referirse a las consecuencias que la materia orgánica tiene en el estado del terreno, señala las ventajas siguientes:

Optimización de la estructura: La presencia de la materia coloidal, ya sea orgánica o arcilla, es necesaria para que la estructura granular se desarrolle y proporcione condiciones físicas óptimas a un suelo. Esta materia orgánica se expande al mojarse y se contrae al secarse; esto parece estar relacionado con la granulación, un proceso en el que los organismos también tienen un papel relevante.

La materia orgánica se utiliza para mantener unidas las partículas de arena en los suelos arenosos. Ciertamente, la materia orgánica descompuesta está muy extendida en la superficie de las partículas minerales.

Incremento de la habilidad del terreno para conservar la humedad: Los suelos con textura gruesa y un porcentaje reducido de material fino no son capaces de mantener la humedad adecuadamente; el agua pasa sin dificultad a través de los macro poros y se pierde sin ser utilizada en gran medida.

La materia orgánica que tiene una frescura moderada actúa como una esponja verdadera, capaz de absorber y almacenar volúmenes de humedad varias veces mayores a su propio peso.

Disminuye las pérdidas de materiales debido a la erosión: Este efecto tiene que ver con el desarrollo de la estructura granular. Los gránulos formados son considerablemente más grandes y estables que las partículas finas de limo y arcilla, lo que significa que el agua les resulta más difícil de arrastrar.

La actividad química y biológica del suelo se incrementa: La actividad de los microorganismos que habitan el suelo tiene su origen en la materia orgánica. El proceso de descomposición de la materia orgánica por los microorganismos en el suelo es lo contrario al proceso de crecimiento vegetal en el suelo.

Las plantas utilizan la energía del sol para crecer y sintetizar el carbono, el nitrógeno y todas las demás combinaciones complejas. Los microorganismos utilizan de forma variable la energía acumulada en estos compuestos, ya que su actividad dentro del suelo les proporciona el acceso a elementos asimilables para las nuevas generaciones de plantas. La materia orgánica es la que nutre al suelo.

Proporciona al suelo nitrógeno que las plantas utilizan: La materia orgánica que viene de diversas fuentes y en distintas fases de composición tiene volúmenes cambiantes de nitrógeno que las plantas pueden utilizar. Si no se aporta la materia orgánica de manera apropiada a un suelo que no recibe abono, el nivel de nitrógeno disminuirá gradualmente y la cosecha de los cultivos también se verá perjudicada.

La temperatura de la tierra se eleva: La parte orgánica de la materia, particularmente la que está muy descompuesta, tiene color negro, pardo oscuro u oscuro. Como está repartida sobre las partículas minerales, les confiere también una coloración oscura. Debido a que los colores oscuros capturan más calor que los colores claros en días soleados, su temperatura es más elevada.

En Canaán-Ayacucho, el guano de islas y la densidad de plantas en lechuga Great Lakes se abonó con guano de islas, y sucedió entre los 88 y 90 días. En cambio, con una densidad de 66,667 y 50,000 plantas por hectárea, ocurrió a los 88.5 y 90 días. Con una densidad de 66,667 plantas por hectárea se obtuvo un peso de lechuga de 0.70 kg, y con una densidad de 2.0 toneladas por hectárea (t.ha) se consiguió el peso más alto (0.71 kg). Se consiguió un diámetro de 9.60 cm en cabezas de lechuga con 3.0 t.ha de GI; las densidades de 66,667 y 50,000 plantas.ha⁻¹ generaron diámetros de 9.40 y 9.30 cm respectivamente. Con 2.0 y 3.0 t.ha⁻¹ de guano de islas, con cifras de 73,183.3 y 79,366.7 kg/ha respectivamente, se alcanzaron los mayores rendimientos en cabezas de lechuga; igualmente, con la densidad de 100,000 plantas.ha⁻¹ se obtuvo una producción de 75,783.3 kg/ha. Con 124,300 lechugas, la densidad de 100,000 plantas.ha⁻¹ generó el mayor número de cabezas comerciales (Palomino, 2014).

1.12. Fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica

Pro abonos (2017) señala que este componente brinda a la planta prótidos de defensa contra las plagas. Almacenas proteínas nutritivas que son útiles para la alimentación de los humanos y mejoras la calidad de los frutos. Si la planta recibe la cantidad correcta de nitrógeno, podrá desarrollarse de manera saludable

y producir en abundancia.

Donahue (1981) sostiene que "el nitrógeno es el componente principal de la clorofila, de las proteínas vegetales, de los ácidos nucleicos y otras sustancias".

Según Tisdale y Nelson (1985):

El nitrógeno es muy importante para el crecimiento de las plantas. Se relaciona con un crecimiento vegetativo vigoroso el uso adecuado de este elemento. El suministro de nitrógeno está vinculado con la utilización de carbohidratos. Los carbohidratos se acumulan en las células vegetativas cuando los niveles de nitrógeno son insuficientes, lo que provoca su adelgazamiento. No obstante, si están en cantidades apropiadas y en condiciones óptimas, los carbohidratos se convierten en proteínas. Asimismo, indica que cuando se utiliza con otros componentes y un plan de cultivo eficaz, mejora la productividad de la cosecha. No obstante, en condiciones específicas y cantidades excesivas, puede alargar la fase de crecimiento y posponer la madurez.

Según Valadez (1994), "la calidad y el rendimiento de la lechuga se ven afectados por un suministro insuficiente de nitrógeno, lo que provoca que las plantas sean pequeñas y amarillentas". En la variedad Capitata, las cabezas tardan más en formarse y son más sueltas y ligeras".

En la investigación de Morales (2001) en Canaán, "en el diseño San Cristóbal, la variedad Great Lakes alcanzó el rendimiento más alto utilizando niveles de 120 de N y 0 de P₂O₅; en cambio, el tratamiento 153.65 y 17.56 de N y P₂O₅ fue el que obtuvo un rendimiento superior en el diseño Compuesto Central Rotable".

De acuerdo con Cajamar (2023), la variedad, el tipo de lechuga, el ciclo de cultivo y otros factores determinan cuántos nutrientes absorbe. Para una cosecha de lechuga de 35 t/ha se requieren entre 80 y 100 kg/ha de N, entre 30 y 50 kg/ha de P₂O₅ y entre 160 y 210 kg/ha de K₂O₅. Agrega que la absorción de nitrógeno está estrechamente relacionada con el desarrollo del cogollo; no

obstante, un exceso de este puede demorar su formación. Además, en periodos de frío es necesario fertilizar más con nitrógeno. Con respecto al fósforo, que favorece la formación del repollo y el sistema radicular, su disponibilidad depende de la temperatura del terreno; en periodos de frío, el fósforo escasea.

González (2024) reporta que:

Para la variable "diámetro de la cabeza de lechuga", los resultados óptimos se lograron con fertilización mineral y enmienda. La aplicación de 36 toneladas por hectárea (t ha⁻¹) de estiércol, independientemente del tipo usado, permitiría que el diámetro alcanzara su máximo valor (36,4 cm). Todos los tratamientos mostraron un diámetro mayor al del testigo. El abono mineral fue el tratamiento más efectivo para la variable número de hojas, mientras que los fertilizantes orgánicos mostraron una respuesta cuadrática. Con la aplicación de 35,8 t ha⁻¹ de estiércol se logra el número máximo de hojas de lechuga (16,7), independientemente del tipo utilizado. En este caso, las dosis más altas de estiércol bovino (60 t ha⁻¹) y estiércol suino (60 t ha⁻¹) resultaron ser similares a las del testigo. La fertilización mineral superó a la orgánica. En cuanto a la variable de materia fresca, el estiércol de cerdo en dosis de 20 t ha⁻¹ fue estadísticamente comparable al químico. El estiércol de cerdo fue superior al bovino y los dos mostraron respuesta cuadrática, mientras que las dosis más altas de estiércol mostraron un peso de materia fresca comparable con el del grupo testigo. En las variables asociadas con el suelo, todas mostraron respuesta a los tratamientos, salvo la materia orgánica y los niveles de K. El estiércol de cerdo fue el más efectivo para elevar los niveles de pH; en cuanto al P, Ca y Mg, ambas enmiendas orgánicas mostraron respuestas parecidas. Se concluye, al final, que la producción de lechuga y la fertilidad del suelo pueden aumentar con las fertilizaciones orgánicas y las minerales.

Bravo et al. (2009) halló en la producción de lechuga que el diámetro de la cabeza y la productividad de la misma estaban influenciados por la dosis y fuente del fósforo, así como el peso de materia seca.

Cecilio y colaboradores (2018) examinaron distintas dosis de P en la

lechuga y reportan que:

La meta de esta investigación fue examinar cómo tres especies de lechuga —'Amanda' (grupo con hojas crespas y sueltas), 'Karla' (con hojas lisas y sueltas) y 'Lucy Brown' (con hojas crespas que forman cabeza)— reaccionan a cinco cantidades de fósforo (0, 50, 100, 200 y 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅), en un Oxisol con una elevada concentración de este nutriente (136 mg dm⁻³), utilizando un diseño experimental basado en bloques aleatorizados y un arreglo factorial 3 x 5 con cuatro repeticiones. Se halló una interacción importante entre los factores que afectan la concentración foliar de P. En 'Lucy Brown' se detectaron valores más altos de masa fresca y seca. Asimismo, en todos los cultivares se registró un aumento cuando el P aumentó, así como también en la concentración foliar de este elemento. La interacción no tuvo impacto en la cantidad de hojas (NH) ni en el área foliar (AF); sin embargo, sí tuvieron influencia las dosis, que se ajustaron a una ecuación cuadrática. Las dosis que generaron los niveles más altos de NH y AF fueron 161 y 203 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Hasta la dosis de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, la fertilización fosfatada favoreció aumentos importantes para todas las propiedades de la lechuga.

Pérez (2021) informa en lechuga que:

La producción de lechuga con distintas concentraciones de potasio mostró una tendencia cuadrática en promedio a partir de los niveles de guano isleño, logrando un valor máximo de 62.1 t.ha⁻¹. De la misma manera, los distintos niveles de guano de islas en términos del potasio muestran una tendencia cuadrática, llegando a su punto máximo de 60.8 t. ha⁻¹. Los tratamientos que incluyen guano de islas y K₂O a razón de 100 kg y 3 t.ha⁻¹, 100 kg y 2 t.ha⁻¹, 50 kg y 3 t.ha⁻¹, así como 100 kg y 1.0 t.ha⁻¹, muestran los más altos rendimientos en lechuga. La producción de lechuga más baja (28.970 t.ha⁻¹) se da cuando no se aplica fertilización potásica ni guano de islas..

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características del terreno

El ensayo experimental se instaló en un campo de cultivo en el Centro Experimental de Canaán de la UNSCH, cuyas características geográficas son:

2.1.1. Ubicación Política

Se encuentra ubicado en:

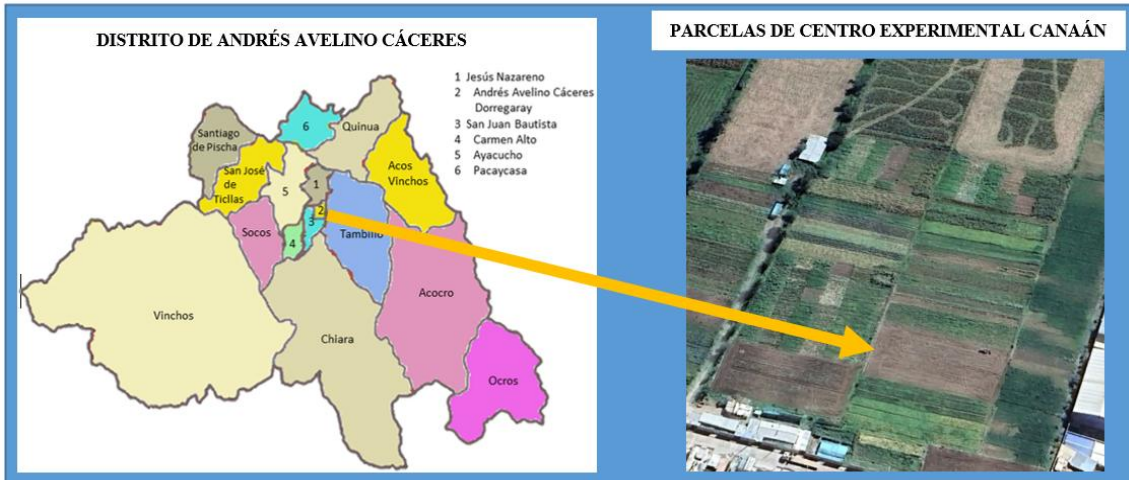
Departamento : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
Lugar : Centro Experimental Canaán

2.1.2. Ubicación geográfica

Longitud Oeste : 74° 32'00"
Latitud Sur : 13° 08'05"
Región Natural : Sierra
Zona de vida : Estepa espinosa Montano Bajo Sub tropical (ee-MBS)
Altitud : 2750 msnm

Figura 2.1

Mapa de Ubicación



En la campaña pasada, el terreno que se usó para el experimento que se presenta fue sembrado con culantro.

2.3. Características del suelo

El análisis que se realiza con la extracción de suelo a una profundidad de 20 cm fue llevado a cabo en el campo siguiendo líneas diagonales, las cuales fueron mezcladas de manera uniforme para obtener una muestra representativa de 1 kg. Luego, esta muestra fue enviada al Laboratorio de Suelos "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, que pertenece a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La tabla 2.1 muestra el resultado que se obtuvo.

Tabla 2.1

Características físicas y químicas del suelo experimental. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

Componente	Unidad	Contenido	Interpretación
pH		7.5	Lig. Alcalino
M.O	(%)	1.93	Pobre
N-total	(%)	0.1	Pobre
P disponible	(ppm)	25.4	Medio
K disponible	(ppm)	110	Medio
Arena	(%)	45.3	
Limo	(%)	23.7	Franco arcilloso
Arcilla	(%)	25	

Clase
textural (%)

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

a Tabla 2.1 presenta los resultados del análisis físico y químico realizado en el suelo Experimental Canaán. Se concluye que se trata de un suelo franco arcilloso (con 45,3 % de arena, 23,7 % de limo y 25 % de arcilla), ligeramente alcalino (con pH 7,5), con bajo contenido de nitrógeno total (0,10 %), medio contenido de fósforo disponible (25,4 ppm) y potasio disponible (110 ppm), y escaso contenido de materia orgánica (1,93 %).

2.4. Características del guano de islas

El análisis químico del guano de islas se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet", que pertenece al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicada en la Universidad San Cristóbal de Huamanga. Con este propósito, se tomó una muestra representativa de guano de islas de 1.0 kg, cuyos resultados se presentan en la tabla 2.2 siguiente.

Tabla 2.2

Análisis de la Composición químico del guano de islas, Ayacucho.

Componentes	Contenido
Humedad (%)	14.1
pH	8.17
C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	72.1
M.O total (%)	34.2
N (%)	4.90
P_2O_5 (%)	3.01
K_2O (%)	2.85
CaO (%)	6.50
MgO (%)	2.2
SO_4 (%)	0.41

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH

La Tabla 2.2 presenta los resultados de la investigación física y química del guano de islas. Con base en estos hallazgos, se determina: C.E. (Ms/cm): 72.1, CaO: 6.50 %, K₂O: 2.85 %, N: 4.9 %, MgO: 2.2 %, P₂O₅: 3.01 %, SO₄: 0.41 %, pH: 8.17 y humedad: 14.1 %.

2.5. Condiciones climáticas

Se trabajó con los datos proporcionados por la estación meteorológica del INIA, se encuentra en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga – Ayacucho.

La precipitación desde julio de 2022 hasta junio de 2023 fue de 695.00 mm, la temperatura (Promedio) mínima, media y máxima se registró en 13.2 °C, 20.8 °C y 28.5 °C respectivamente; y el balance hídrico muestra condiciones de escasez o exceso entre marzo y junio del año 2023.

La precipitación a lo largo del año desde julio de 2022 hasta junio de 2023 fue de 695.00 mm, la temperatura (Promedio) mínima, media y máxima se registró en 13.2 °C, 20.8 °C y 28.5 °C respectivamente; y el balance hídrico muestra condiciones de escasez o exceso entre marzo y junio del año 2023.

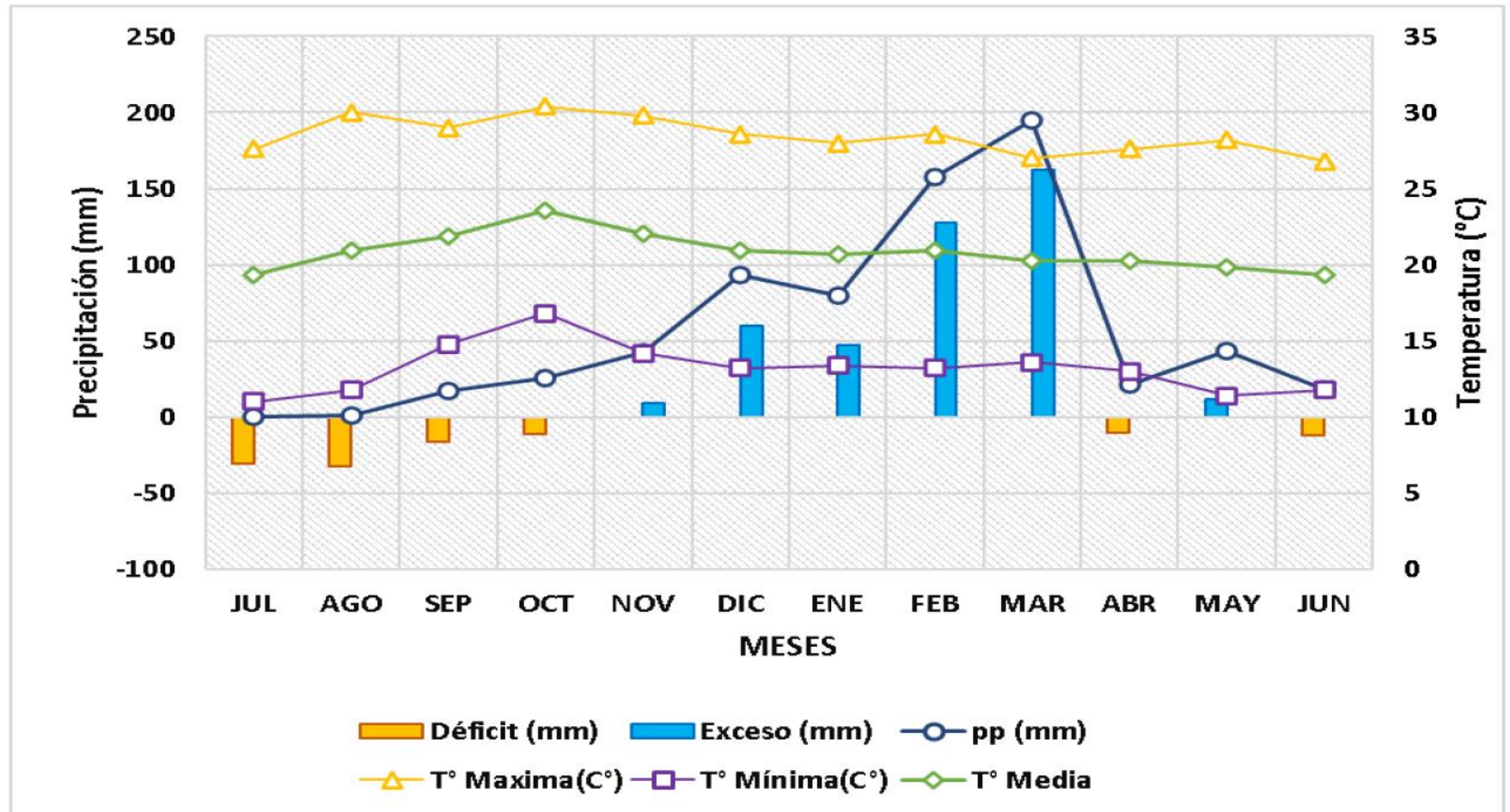
Tabla 2.3

T° Máxima, Media y Mínima, Precipitación y Balance hídrico de julio 2022 a junio 2023. Estación Meteorológica de INIA-CANAÁN.

DESCRIPCIÓN	BALANCE HÍDRICO DE DATOS DE LA ESTACIÓN METEROLÓGICA INIA- CANAÁN												ESTACIÓN	INI-CANAÁN
													PROVINCIA	HUAMANGA
AÑO														
MES	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23	Total	Promedio
T° Máxima (C°)	27.6	30	29	30.4	29.8	28.6	28	28.6	27.0	27.6	28.2	26.8		28.5
T° Mínima (C°)	11.0	11.8	14.8	16.8	14.2	13.2	13.4	13.2	13.6	13.0	11.4	11.8		13.2
T° Media	19.3	20.9	21.9	23.6	22.0	20.9	20.7	20.9	20.3	20.3	19.8	19.3		20.8
Humedad R.	80.5	81.1	86.5	86.4	97.0	92.0	95.8	93.5	96.3	90.4	86.8	90.1		89.7
Factor	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80		
ETP (8mm)	95.73	103.66	105.12	117.06	105.60	103.66	102.67	93.63	100.69	97.44	98.21	92.64	1216.108	
pp (mm)	0.0	1.2	17.4	26.0	42.8	93.0	80.1	157.8	194.6	21.0	43.3	17.8	695.00	
ETP Ajust. (mm)	30.633	33.172	33.638	37.458	33.792	33.172	32.855	29.962	32.220	31.181	31.427	29.645		
Déficit (mm)	-30.633	-31.172	-16.238	-11.458						-10.181		-11.845		
Exceso (mm)					9.010	59.830	47.240	127.840	162.380		11.873			

Figura 2.2.

Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2022-2023 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho.



2.6. Material experimental

En la presente investigación, el material biológico que se utilizó fue la hortaliza de lechuga de variedad Great Lakes, cuya forma de cabeza o repollo es grande, sólido y compacto, cubierta por hojas de color verde a oscuro y de excelente calidad, tolerante a las temperaturas de 27°C a 28°C y de excelente calidad para el consumo humano.

2.7. Factores en estudio

2.7.1. Variables independientes e indicadores

Tabla 2.4

Variables independientes.

Variables independientes	Indicadores
<i>Niveles de guano de islas (G)</i>	g ₁ : 1.0 t.ha ⁻¹ g ₂ : 2.0 t.ha ⁻¹ g ₃ : 3.0 t.ha ⁻¹
<i>Fórmulas de fertilización NPK (F)</i>	f ₁ : 40-20-40 de NPK f ₂ : 80-40-60 de NPK f ₃ : 120-60-80 de NPK

2.7.2. Variables dependientes e indicadores

Tabla 2.5

Variables dependientes.

Variables dependientes	Indicadores
Precocidad	Días a la formación de pella (ddt) Días a la cosecha (ddt)
Productividad	Altura polar de pella (cm) Diámetro ecuatorial de pella (cm) Peso de pella (kg) Rendimiento de pella (t.ha ⁻¹)

2.8. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos resultan de la dosis de cada uno de los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización NPK, con una sola densidad de planta, obteniéndose de esta combinación 9 tratamientos y 27 unidades experimentales.

Tabla 2.6

Tratamientos y combinaciones de los factores estudiados.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	$g_1 \times f_1$	1.0 t.ha ⁻¹ * (40-20-40)
T2	$g_1 \times f_2$	1.0 t.ha ⁻¹ * (80-40-60)
T3	$g_1 \times f_3$	1.0 t.ha ⁻¹ * (120-60-80)
T4	$g_2 \times f_1$	2.0 t.ha ⁻¹ * (40-20-40)
T5	$g_2 \times f_2$	2.0 t.ha ⁻¹ * (80-40-60)
T6	$g_2 \times f_3$	2.0 t.ha ⁻¹ * (120-60-80)
T7	$g_3 \times f_1$	3.0 t.ha ⁻¹ * (40-20-40)
T8	$g_3 \times f_2$	3.0 t.ha ⁻¹ * (80-40-60)
T9	$g_3 \times f_3$	3.0 t.ha ⁻¹ * (120-60-80)

Tabla 2.7

Aleatorización/Randomización de los tratamientos por cada bloque

Parcelas	Bloques		
	I	II	II
Parcelas 1	t6	t5	t8
Parcelas 2	t2	t1	t3
Parcelas 3	t9	t7	t6
Parcelas 4	t4	t9	t1
Parcelas 5	t8	t3	t5
Parcelas 6	t7	t2	t4
Parcelas 7	t3	t4	t7
Parcelas 8	t5	t6	t2
Parcelas 9	t1	t8	t9

2.9. Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento fue conducido utilizando el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3G * 3F, 9 tratamientos y 3 repeticiones y 27 unidades experimentales.

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

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

Dónde:

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

μ : Media general

β_i : Efecto del i-ésimo bloque

δ_j : Efecto de la j-ésima nivel de guano de islas

α_k : Efecto de k-ésima nivel de fertilización NPK

$(\delta_j \alpha_k)$: Efecto de la interacción niveles de guano de islas x fertilización NPK

ϵ_{ijk} : Error Experimental.

Con los datos tomados del campo y luego de ordenarlos se sometieron al análisis de diseño estadístico de Variancia y Prueba de Tukey (0,05) y estudio de las regresiones del rendimiento que resultaron significativos.

2.10. Descripción del campo experimental

El material biológico que se utilizó fue la lechuga de variedad Great Lakes, cuya forma de cabeza o repollo es grande, sólido y compacto, cubierta por hojas de color verde a oscuro y de excelente calidad, tolerante a las temperaturas de 27°C a 28°C y de excelente calidad para el consumo humano.

La distribución de cada tratamiento es al azar.

Parcelas

- ❖ Número de parcelas por bloque : 9 parcelas
- ❖ Largo de parcelas : 6.66 m
- ❖ Ancho de parcelas : 2.40 m
- ❖ Área total de parcela : 15.98 m²

- ❖ N° de surcos : 03 surcos
- ❖ Distancia entre plantas : 0.30 m

Bloques

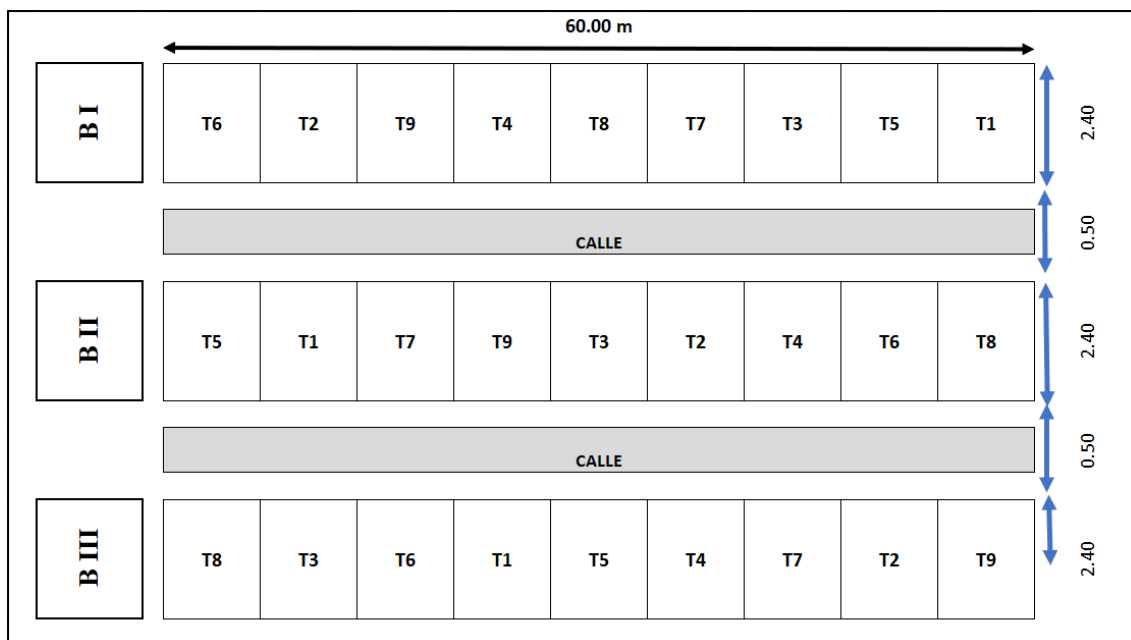
- ❖ Número de bloques : 03
- ❖ Largo de bloque : 60.00 m
- ❖ Ancho de bloque : 2.40 m
- ❖ Área de bloque : 144.00 m²

Campo experimental

- ❖ Largo : 60.00 m
- ❖ Ancho : 8.20 m
- ❖ Área : 492.00 m²

Figura 2.3

Croquis y Randomización del campo experimental.



2.11. Instalación y conducción del cultivo

2.11.1. Adquisición de plantines de lechuga

Los plantines fueron adquiridos en condiciones controladas (bandejas) libres de enfermedades, para maximizar las probabilidades de éxito en plantación posterior y obtener un

cultivo saludable y productivo, generalmente fueron lechugas vigorosas, jóvenes y sanas con 1 a 4 hojas, con sistema de raíces bien formados.

2.11.2. Preparación del terreno

Esta actividad se realizó el 05 de marzo del 2023, haciendo uso de un tractor agrícola que consistió en arado y rastra de disco con el propósito de romper y desterronar los terrones a una profundidad de 20 cm. a continuación, el terreno fue nivelado empleando picos, rastrillos y palas.

2.11.3. Delimitación del experimento

La delimitación del terreno consistió en el estacado de los extremos de las parcelas y se desarrolló el 06 de marzo del 2023, de acuerdo a los bloques establecidos fueron demarcadas con yeso, estacas de madera y posteriormente se fijaron con rafias para mejorar la visibilidad y la presentación.

2.11.4. Abonamiento

Se llevó a cabo el abonamiento con guano de islas en la misma fecha en la que se abrieron los surcos a chorro continuo y se cubrieron con cinco centímetros de tierra para el trasplante de los plantines, conforme a la dosis recomendada. (06 de marzo de 2023).

2.11.5. Trasplante al terreno definitivo

Esta tarea se llevó a cabo en una cama húmeda el 6 de marzo de 2023. Se colocaron los plantines en surcos, manteniendo entre ellos un espacio de 30 cm. Después del trasplante, para que el suelo entrara en contacto con las raíces y para prevenir bolsas o espacios que pudieran perjudicar su prendimiento, se realizó un riego por goteo.

2.11.6. Recalce

El 10 de marzo de 2023, cuatro días después del trasplante, se hizo el recalce de las plantas que no lograron sobrevivir en el campo definitivo con el objetivo de asegurar la obtención de resultados óptimos.

2.11.7. Riegos

El riego se llevó a cabo con un sistema tecnificado de riego por goteo. Se realizó al principio y después del trasplante (6 de marzo de 2023); posteriormente, los riegos se hicieron

cada dos días, y luego cada cuatro, dependiendo de las necesidades de la plantación y del factor climático hasta el momento de la cosecha.

2.11.8. Control de malezas

Esta labor se realizó en tres oportunidades (22 de marzo, 10 de abril y 15 de abril de 2023), según la aparición de los arvenses con el objetivo de evitar la proliferación de plagas y enfermedades y la competencia con este cultivo. Estas actividades se realizaron de forma manual empleando azadones.

2.11.9. Cosecha

La cosecha se realizó en dos oportunidades, extrayendo los cabezas bien conformados en un estado de madurez comercial, con un tamaño adecuado evaluando la consistencia dura y compacta con la presión de los dedos, para esta actividad se requirió materiales como cuchillo, balanza electrónica y canastas.

La primera cosecha se realizó el 29 de mayo del 2023, a los 86 días después del trasplante, mientras que la segunda cosecha se realizó el 5 de junio del 2023, los 93 días después del trasplante. En la cosecha se dejó de evaluar en los extremos de la parcela 0.50 m, para evitar el efecto de borde.

2.12. Variables dependientes evaluadas

2.12.1. Caracteres de precocidad

- **Periodo de inicio de la cosecha (N° de días).** El periodo de inicio de cosecha se determinó desde el momento del trasplante al terreno definitivo hasta que las plantas lograron su máximo desarrollo de cabezas bien conformados aptos para la cosecha y su comercialización al mercado.
- **Periodo de finalización de la cosecha (N° de días).** Se registró el periodo de finalización de cosecha, considerando el tiempo transcurrido desde el momento del trasplante en el terreno definitivo hasta que se realizó la última cosecha de repollos comerciales.

2.12.2. Parámetros de productividad

- **Peso de pella (kg).** Luego de la cosecha se procedió a pesar 5 unidades de cabeza de lechuga por cada tratamiento, empleando una balanza electrónica.
- **Longitud de pella (cm).** Inmediatamente luego de realizar el pesaje, se procedió a medir la altura de la cabeza de la lechuga con una cinta métrica a 5 cabezas cosechadas por cada tratamiento y por bloque.
- **Diámetro ecuatorial de pella (cm):** Luego de realizar la medida de la altura de la cabeza de la lechuga se procedió a realizar un corte ecuatorial de 5 cabezas con ayuda de un cuchillo y se procedió a medir con la cinta métrica, por tratamiento y por bloque.
- **Rendimiento de pella (kg/ha⁻¹):** Se cosechó todos los repollos en su estado de madurez comercial, luego se procedió a pesar el total de cabezas de lechuga expresados en kilogramos por hectárea, luego se extrapolaron los datos de cada tratamiento a una hectárea.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características de productividad

3.1.1. Peso de pella o cabeza en lechuga

Tabla 3.1

Análisis de Variancia del peso de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.03	0.02	16.28	0.0001 **
NPK (F)	2	0.07	0.04	35.88	<0.0001 **
G. ISLA (G)	2	0.41	0.20	201.29	<0.0001 **
Inter F x G	4	0.01	0.0032	3.15	0.0436 *
Error	16	0.02	0.001		
Total	26	0.54			

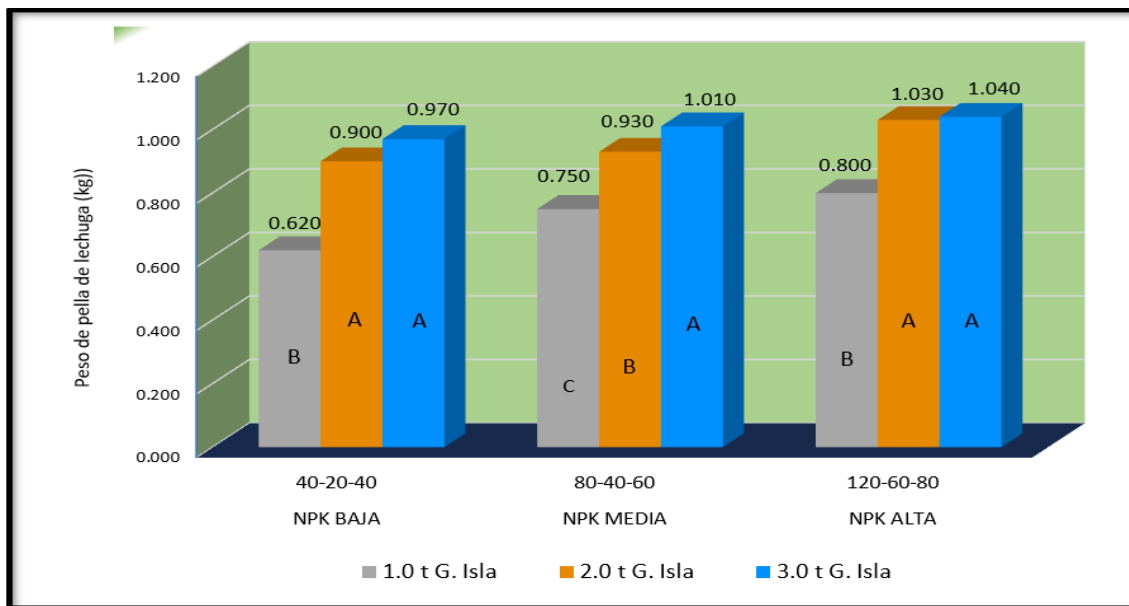
C.V. = 3.55 %

La tabla 3.1 del ANVA muestra significación estadística para el efecto de la interacción fórmula de fertilización (NPK) y los niveles de guano de islas. Existe alta significación en las otras fuentes. Este resultado permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio en el peso de pella en lechuga. El coeficiente de variación es 3.55 %, que esto indica que tiene un valor de buena precisión proporcionándonos buena confianza en los resultados.

La respuesta encontrada se puede atribuir a la menor cantidad de guano de isla aplicado acompañando a las fórmulas de fertilización, lo que conlleva a una aplicación de una menor dosis de nitrógeno al cultivo y por otra parte un menor efecto sinérgico del guano de isla a nivel de cultivo y en este caso específico del peso de pella de lechuga.

Figura 3.1

Prueba de Tukey del peso de pella (kg) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.



En la figura 3.1 se puede observar la prueba de Tukey de los efectos simples del peso de pella. En este caso, los pesos más altos corresponden a las fórmulas de fertilización NPK en niveles medio (80-40-60) y alto (120-60-80), con guano de isla 2.0 y 3.0 t ha⁻¹ respectivamente, sin que exista diferencia estadística entre estos tratamientos; por otro lado, el menor peso es el resultado de utilizar la fórmula baja de fertilización NPK (40-20-40) y guano de isla 1.0 t ha⁻¹.

Pérez (2021) en la localidad de Canaán - Ayacucho al estudiar la aplicación de guano de isla en las dosis de 0, 1, 2 y 3 t ha⁻¹, y de potasio: 50, 100 y 150 kg ha⁻¹ reporta los mayores pesos de pella con el mayor nivel de guano de islas y potasio, tomando valores de 0.820, 1.170 y 1.410 kg. Estos valores coinciden con los obtenidos en el presente experimento.

Según Jaramillo (2014), la variedad de Grandes Lagos, que se cultiva tradicionalmente en la zona, tiene un buen rendimiento en general durante las temporadas más cálidas. Sin

embargo, cuando las temperaturas son muy bajas y la nubosidad es alta, suele producir cabezas más flojas, que son las más solicitadas en el mercado regional. Período de cosecha: 55-60 días; peso medio de la cabeza: entre 600 y 700 gramos; resistencia o tolerancia a enfermedades: resistente a la quemadura en las puntas. El peso del repollo es inferior al que obtuvimos en nuestro experimento.

Huamantínco (2006), en su investigación acerca de niveles de guano de islas y con la misma separación entre plantas, observó que el aumento del guano de islas a 0.20 m de distancia entre las plantas tiene escaso impacto en el peso promedio del repollo o lechuga. Con un abono de guano de isla cada vez más alto y distancias de siembra entre plantas de 0.30 y 0.40 metros, el peso del repollo de lechuga se incrementa significativamente hasta alcanzar entre 700 y 800 gramos. Los resultados, son superiores debido al efecto de la fertilización NPK y adición de abono orgánico en forma creciente que influyó en los pesos de pella que superaron el kilo.

3.2.2. *Altura de pella en lechuga*

La tabla 3.2 del ANVA de los efectos primordiales de la altura de pella en la lechuga revela una alta significación estadística tanto en los niveles de guano de islas como en la fuente de fórmula para fertilizar con NPK, lo que posibilita el análisis separado de los factores indicados. El coeficiente de variación, que es de 1.69 %, se considera un valor con buena precisión.

Tabla 3.2

Análisis de Variancia de la altura de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

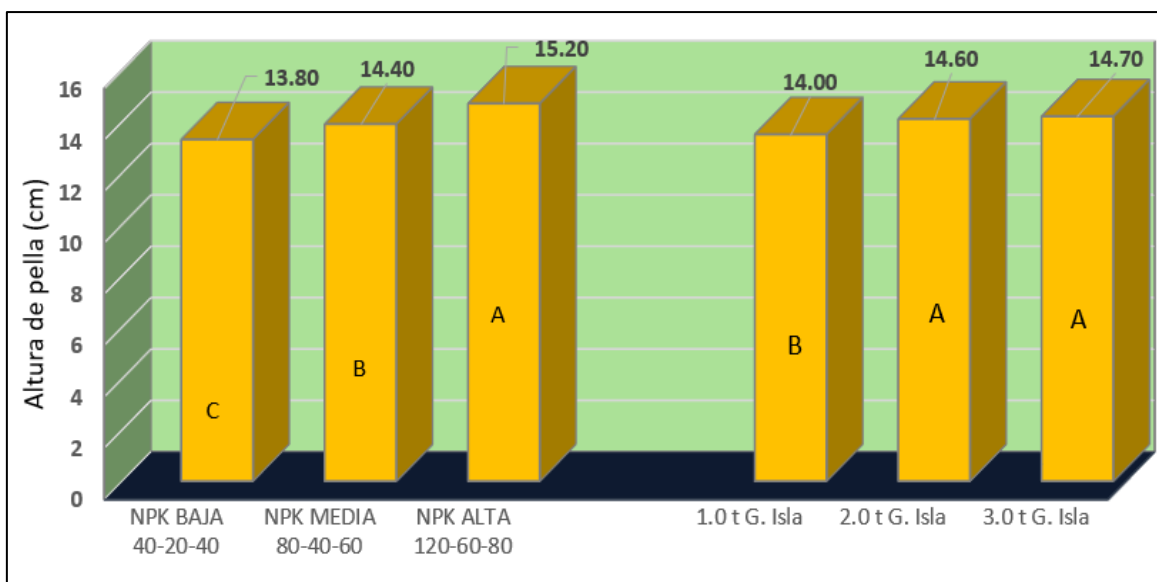
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	1.80	0.90	15.06	0.0002 **
NPK (F)	2	9.92	4.96	83.16	<0.0001 **
G. isla (G)	2	2.23	1.12	18.71	0.0001 **
Inter F x G	4	0.31	0.08	1.29	0.3153 ns
Error	16	0.95	0.06		
Total	26	15.21			

C.V. = 1.69 %

De acuerdo al análisis estadístico, existe diferencia significativa en la altura de la pella en los tratamientos con diferentes dosis NPK (120-60-80) y dosis distintas de guano de isla, mas no existe diferencia significativa entre los tratamientos en los que se usó NPK con los que se usó guano de isla. en promedio de los niveles de guano de islas es la que tiene el mayor valor con 15.2 cm. Por otra parte, los niveles de 3.0 y 2.0 t ha-1 en promedio de la fórmula de fertilización NPK.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de pella en lechuga (cm), en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.



Esta materia orgánica se expande al mojarse y se contrae al secarse; esto parece estar relacionado con la granulación, un proceso en el que los organismos también tienen un papel relevante. Se logró una altura de pella de lechuga de entre 13 y 14 cm.

Por otra parte, la densidad de las plantas controla la competencia por los nutrientes y otros elementos del crecimiento, lo que a su vez afecta la longitud de la cabeza de lechuga. Las plantas que tienen más espacio o menos densidad (62,500 y 83,350 plantas.ha-1), disponen de un mayor número de nutrientes, agua y luz. Esto afecta la productividad de las lechugas; por lo tanto, las plantas de lechuga con menor competencia por estos elementos crecen más en longitud que aquellas tratadas con densidades altas (125,000 plantas.ha-1), donde hay una mayor competencia por los nutrientes, el agua, la luz y también intraespecífica. La fertilización

NPK puede influir en la expresión fenotípica de la lechuga en todos sus aspectos. Este experimento logró una mayor altura, alcanzando el nivel alto de NPK de 15.2 cm.

Arca (1970) señala que la materia coloidal, ya sea en forma de arcilla o principalmente como materia orgánica, está condicionada a la mejora de la estructura granular. Esto es importante para el desarrollo de una mayor altura de cabeza, ya que proporciona condiciones físicas óptimas al suelo.

3.2.3. *Diámetro de pella en lechuga*

Tabla 3.3

Análisis de Variancia del diámetro de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

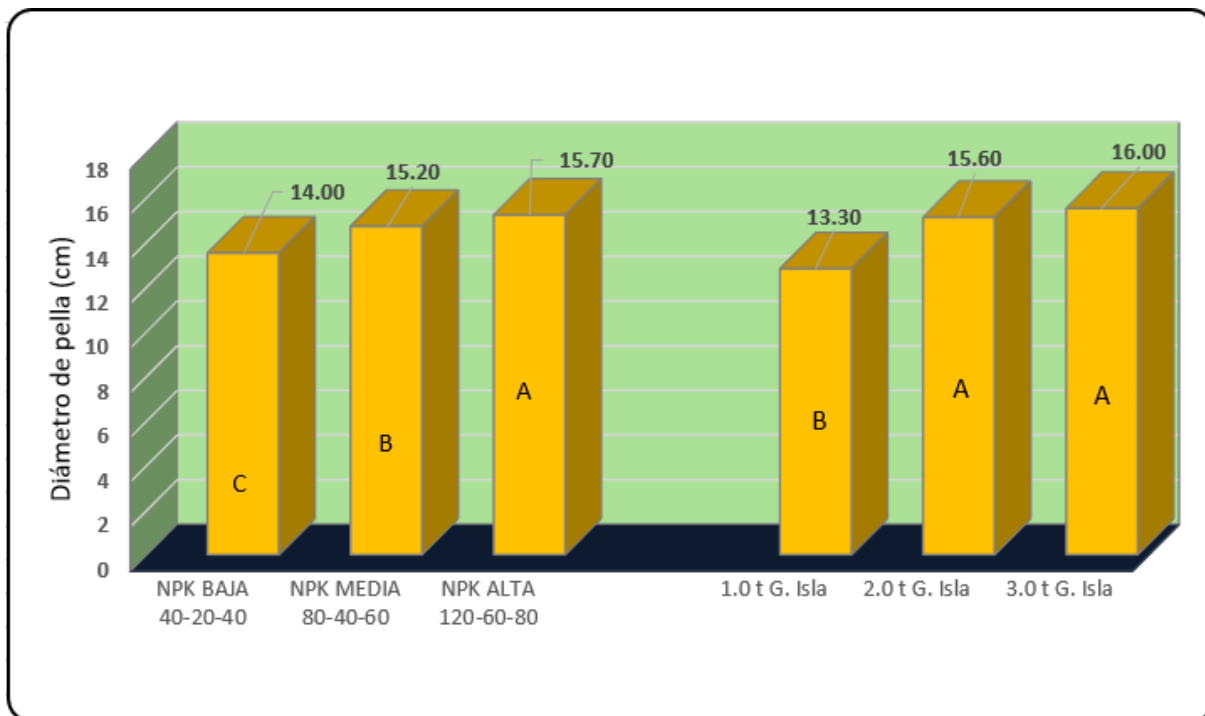
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.47	0.23	4.98	0.0208 *
NPK (F)	2	13.78	6.89	146.53	<0.0001 **
G. isla (G)	2	40.01	20.00	425.42	<0.0001 **
Inter F x G	4	0.20	0.05	1.05	0.4138 ns
Error	16	0.75	0.05		
Total	26	55.20			

C.V. = 1.45 %

La tabla 3.3 del ANVA de diámetro de pella indica que los impactos primordiales de la fórmula fertilizante NPK y los niveles de guano insular tienen una alta significación estadística, lo cual posibilita el análisis independiente de estos factores. El coeficiente de variación, que es 1.45 %, es un valor con una alta precisión.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de pella en lechuga (cm) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.



El gráfico 3.3 muestra que la variable diámetro de pella en la lechuga, en donde con diferencia estadística el método de fertilización alta de NPK (120-60-80) tiene el valor más alto, que es 15.7 cm, al promediar los niveles de guano de islas. Por otro lado, la fórmula de fertilización NPK con guano de islas a 3.0 t ha⁻¹ muestra el diámetro de pella más grande, lo que evidencia la relevancia de añadir abono orgánico, ya que su aplicación junto con la fertilización mineral puede incrementar su efecto.

Palomino (2014), en su estudio realizado en la zona de Canaán a 2750 msnm, reporta que al emplear guano de isla con niveles de 3.0 y 1.0 t ha⁻¹ se logran los diámetros más grandes de cabeza de lechuga, siendo estos de 9.60 y 9.21 cm respectivamente. Con niveles de guano de islas de 2.0 y 0 tha⁻¹, se informan valores de diámetro de cabeza correspondientes a 9.02 y 8.92 cm. Además, comunica que la densidad de las plantas tiene un efecto en el tamaño del diámetro de la cabeza de lechuga. Las plantas con una densidad más baja, como 50,000 y 66,667 plantas ha⁻¹, tienen diámetros de 9.30 cm y 9.40 cm respectivamente. Se reporta una mayor densidad de 100,000 plantas por hectárea de 8.86 cm. En este experimento, se ha descubierto que el diámetro de la cabeza es más grande en general; este efecto se debe sobre todo a una

mejor gestión agronómica, que se logra al aumentar la cantidad de estiércol de cuy y al utilizar riego por goteo. Cuando la siembra está más separada, la población de plantas es menor. Por lo tanto, se evidencia en el diámetro más amplio de la cabeza del repollo de lechuga. Un diámetro de cabeza más grande también se ve con un nivel más alto de estiércol de cuy.

En un experimento con macetas y cuatro niveles de N (0, 60, 120 y 180), Morales (2001) halló una correlación lineal entre el diámetro del repollo de lechuga y la cantidad de nitrógeno. Este diámetro fue máximo al añadir 120 kg. ha⁻¹ de nitrógeno, alcanzando un valor de 14.48 cm. Los resultados de este experimento son parecidos a los encontrados en la actualidad. No obstante, se refiere en primer lugar a la contribución de un recurso alimenticio que contiene una fracción de nitrógeno orgánico, o sea, que depende de la mineralización. Por otro lado, en el nivel alto de fertilización NPK se reporta un diámetro más grande con una medida de 15.7 cm; las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el experimento son las del campo, donde hay una intensa interacción entre el abono orgánico y la fertilización NPK.

3.2.4. Rendimiento de pella en lechuga (t ha⁻¹)

Tabla 3.4

Análisis de Variancia del rendimiento de lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	224.07	112.03	12.77	0.0005 **
NPK (F)	2	466.81	233.41	26.60	<0.0001 **
G. isla (G)	2	2770.40	1385.20	157.89	<0.0001 **
Inter F x G	4	131.14	32.78	3.74	0.0248 *
Error	16	140.37	8.77		
Total	26	3732.79			

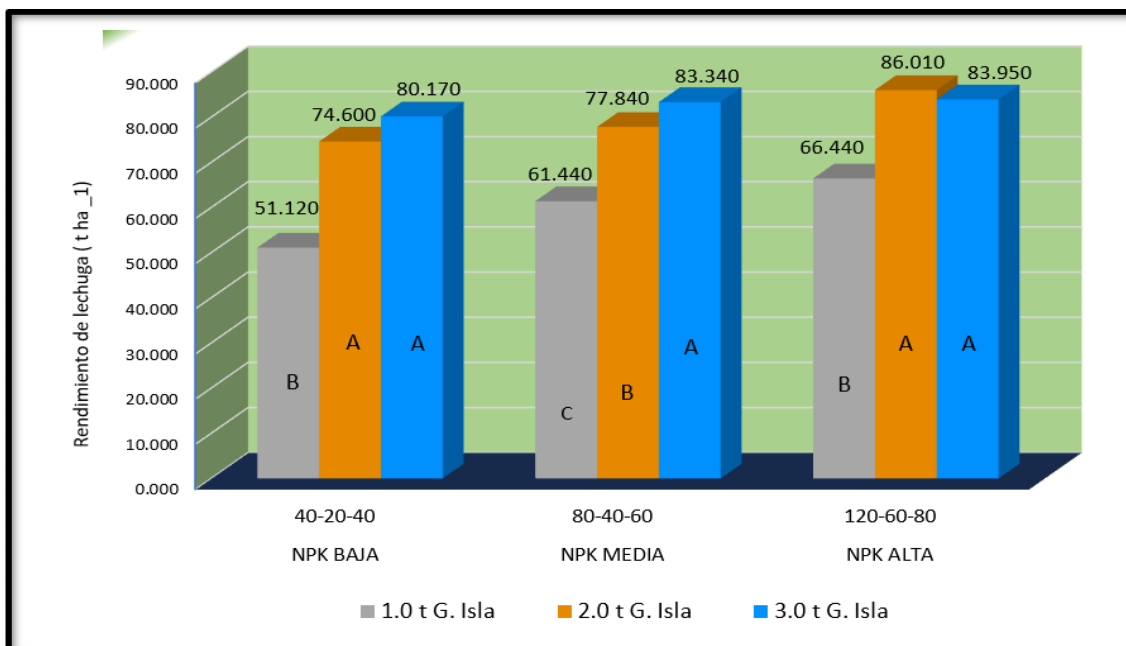
C.V. = 4.01 %

El efecto de la interacción entre la fórmula de fertilización (NPK) y los niveles de guano de isla tiene importancia estadística, según indica la tabla 3.4 del ANVA. Este hallazgo facilita el examen de los efectos simples de las variables que se están investigando sobre la producción

de lechuga. El coeficiente de variación, del 4.01 %, es una cifra que ofrece una buena precisión, lo que genera confianza en los resultados.

Figura 3.4

Prueba de Tukey del rendimiento ($t\ ha^{-1}$) en los diferentes niveles de guano de isla y en cada fórmula de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.



La figura 3.4 muestra la prueba de Tukey el rendimiento de pella, donde en el nivel alto de fertilización NPK (120-60-80) y el nivel medio de NPK (80-40-60) tienen los mayores rendimientos en los niveles de 3.0 y 2.0 $t\ ha^{-1}$ de guano de islas, sin diferencia estadística en estos tratamientos con valores de 83.950 y 86.010 $t\ ha^{-1}$ respectivamente; de lo observado los menores rendimientos se obtienen en la fórmula baja de NPK (40-20-40) con 1.0 $t\ ha^{-1}$ de guano de islas. De estos resultados podemos definir que existe respuesta al rendimiento de pella con fórmulas de fertilización NPK alto y medio al aplicar conjuntamente con los niveles de 2.0 y 3.0 $t\ ha^{-1}$ de guano de islas.

Se aprecia claramente el efecto sinérgico del guano de isla acompañando a la fórmula de fertilización en la expresión de la característica rendimiento de pellas de lechuga. Es de suponer que la mejorar las condiciones físicas del suelo y contribuir con nutrientes y micronutrientes que son bien aceptados por la planta de lechuga se manifiesta en un mayor rendimiento de pellas.

Casseres (1980) sostiene que los suelos con una gran cantidad de materia orgánica son los más adecuados para cultivar lechuga. Se sugiere entre 20 y 30 toneladas por hectárea de compost enriquecido con fertilizantes minerales o estiércol descompuesto. Cuando no se aplica estiércol se prefiere los abonos inorgánicos. Las plantas que crecen demasiado rápido y tienen hojas quebradizas y delicadas, pueden sufrir necrosis fisiológica en los bordes. En estos casos, las cabezas no se arrugan adecuadamente, por lo que son blandas y ligeras. Cuando se incluye el guano de islas, los resultados son adecuados en términos de rendimiento.

En cambio, los rendimientos adecuados, incluyendo el testigo, se atribuyen a una correcta gestión del cultivo y a riegos en el momento oportuno. Según indica La Rosa (2015), los excelentes resultados que obtuvo en su experimento son consecuencia de la utilización y las ventajas que proporciona el riego por goteo en la producción de lechuga. Estas ventajas incluyen: un rendimiento más alto, una uniformidad superior del cultivo, menos escurrimientos y percolación profunda del agua y los fertilizantes orgánicos. El experimento cuyos resultados son consistentes en sus repeticiones se realizó bajo este sistema; los valores de sus coeficientes de variación indican esta uniformidad.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y bajo las condiciones en las cuales se condujo se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Niveles de guano de islas de 3.0 y 2.0 t ha⁻¹ junto a las fórmulas NPK de 120-60-80, 80-40-60 y 40-20-40, influyeron positivamente, en el rendimiento de pellas de lechuga, siendo mayor (86 010 Kg. ha⁻¹) con la formula NPK 120-60-80 y 2.0 t. ha⁻¹ de guano de islas.
2. Los niveles de fertilización 120-60-80 y 80-40-60 de NPK con 3.0 y 2.0 t. ha⁻¹ de guano de islas permitieron mayores pesos de pella. Solo la fertilización 120-60-80 NPK reportó mayor altura de pella (15.2 cm) y el nivel 3.0 t. ha⁻¹ de guano de islas presentó mayor diámetro de pella con 16.0 cm.

1.2.Recomendaciones

De las conclusiones del presente trabajo de investigación, se propone las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda utilizar una fórmula de fertilización de NPK (120-60-80) y 2.0 t ha⁻¹ de guano de islas para obtener mayor rendimiento de lechuga.
2. En la lechuga siempre se debe incorporar los abonos orgánicos para obtener lechugas de calidad de manera sostenible.
3. Continuar investigando la influencia en las diferentes dosis de fórmula de NPK y los niveles de guano de islas previo al trasplante para obtener lechugas de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROPERÚ INFORMA. (2023). Agro Rural: Guano de las islas beneficia a más de 7500 pequeños productores en 9 regiones. Lima, Perú.
<https://www.agroperu.pe/agro-rural-guano-de-las-islas-beneficiaria-a-mas--de-7500-pequenos-productores-en-9-regiones/>.
- ALZATE, J., LOAIZA, L.(2008). Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_26202c745f702ad50d728b97c6f836be/Details
- ANGULO, M. C. M. (2008). Producción de lechuga.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_5590e96c825734ce1406d17d6a48473f/Details
- ARCA, M. (1970). Manejo de Suelos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Programa de Agronomía. Departamento de Suelos y Geología. Lima, Perú.
- AYALA, J. (1989). Horticultura. Kollao. Editorial Periodística SRL. Lima, Perú.
- BRAVO, S., PASPUR, J., UNIGARRO, A. Y ESPAÑA, J. (2009). Evaluación de la fertilización con fosforo en lechuga *Lactuca sativa* L., en el Altiplano de Pasto, Nariño.
<https://sired.udenar.edu.co/5486/1/80063.pdf>
- CAJAMAR. (2023). Fertilización de la lechuga.
<https://www.cajamar.es/storage/documents/1270/boletin-huerto-90-149605968>. Pdf.
- CAJO, C. (2016). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas. Universidad técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cevallos – Ecuador. Disponible en:
- CAMASCA, A. (1984). Horticultura Práctica. Edición CONCYTEC. Ayacucho, Perú.
- CASSERES, E. (1980). Producción de Hortalizas. Editorial IICA. Primera Edición. Lima, Perú. <https://repositorio.iica.int/items/88621b7e-8127-4604-9bcd-72a8c3966602>.
- CECILIO, A., BONELA, G., PESSOA DA CRUZ, M., RUGELES, S. Y FORESTI, A. (2017). Fertilización fosfatada para lechuga en un Oxisol con altos contenidos de fósforo disponible. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n1p57-65>.
- DONAHUE, R. et al. (1981). Introducción a los suelos y el crecimiento de las plantas. Editorial PHI. Cali, Colombia.

- DELGADO DE LA FLOR, F; J. TOLEDO; A. CASAS, R. UGÁS Y S. SIURA. (1987). Datos básicos de Cultivos Hortícolas. . UNALM. Lima, Perú.
- FASSBENDER, H. (1987). Química de Suelos con Énfasis en suelos de América Latina. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- FUNDAGRO. (1991). Ensayo de adaptabilidad de variedades de lechuga a las condiciones ambientales. El Salvador. 195-196 p.
<https://www.researchgate.net/publication/258343024> Ensayo de adaptacion al manejo ecologico de semillas tradicionales de lechugas de escasa disponibilidad en Canarias
- GARCÍA, O. (2023). *Plan anual de manejo 2023 para el aprovechamiento sostenible del recurso renovable Guano de las Islas*. Agro Rural. Perú.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4429004/Plan%20Anual%20de%20Manejo%20-%202023_compressed.pdf.
- GONZÁLEZ, A. (2024). Fertilización mineral y orgánica en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Distrito de Caazapá. <https://pubiabm.com.py/wp-content/uploads/2024/07/Tesis-Adriana-Gonzalez-Mereles-1-1.pdf>
- INFOAGRO. (2003). Hortalizas. El cultivo de la lechuga (en línea). Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- INFOAGRO. (2010). Cultivo de lechuga. En línea. Disponible en <http://www.infoagro.com/lechuga>.
- HUAMANTINCO, O. 2006. Influencia de la densidad de plantas y aplicación de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias UNSCH. Ayacucho, Perú.
- JARAMILLO, J., P. AGUILAR, E. ESPITIA, P. TAMAYO, O. ARGUELLO Y M. GUZMAN. (2014). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga en el oriente antioqueño. Minagricultura. Mosquera, Colombia.
- LA ROSA, V. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima – Perú. <http://45.231.83.156/handle/20.500.12996/948>
- MALLAR, A. (1978). La Lechuga. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- MAROTO, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, España, Mundi- Prensa. p. 189-204. <https://pdfcoffee.com/botanica-agricultura-libro-horticultura-herbacea-especial-maroto-borrego-jv-mundi-prensa-1983-pdf-4-pdf-free.html>

- MAROTO, J. V. (1990). Horticultura Herbácea Especial. Edición Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI. (2025). SIEA: Sistema Integrado de Estadística Agraria. Perú.
- MORALES, D. (2001). Determinación de la Curvas de respuesta a niveles de N-P en la lechuga (*Lactuca sativa* L), var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias-UNSCH. Ayacucho, Perú.
- MORALES, C. 2003. Existe suficiente oferta de abonos orgánicos para la agricultura en el Perú. [En línea]: (http://www.sepia.orq.pe/apcaa/img_upload/775af77_daab_7_e80bec63351_aed95f78a/carmenfm.pdf).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2025). FAOSTAT: Datos sobre la alimentación y agricultura. <https://www.fao.org/faostat>
- PARSON, D. (1987). Manuales para educación agropecuaria; cucurbitácea. México, Trillas.
- PÉREZ, A. (2021). Dosis de guano de islas y potasio en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/items/b61cce84-aece-4b2d-afd8-e1c2b1aba5c1>
- PRO ABONOS. (2017). Guano de las Islas Peruanas. Ministerio de Agricultura. Disponible en: www.cepes.org.pe/pdf/guano_de_islas.pdf.
- RUBIO, A. (2002). Fundamentos de fisiología vegetal. Editorial Mc Graw, España, Barcelona. 123-130 p. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2024/01/5.pdf>
- SANCHEZ, J. (1996). Enfermedades y plagas de hortalizas y su manejo. Editorial Promumedios. Edición Monserrat ICA. Colombia.
- SALINAS, T. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias carrera de Ingeniería Agronómica. Ambato – Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/a444d933-ded5-4b66-bfa9-37d739bd77d7>
- TISCORNIA, J. (1989). Hortalizas de hojas. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- TISDALE, S. y Nelson, K. (1960). Fertilidad de los Suelos y Fertilización. Editorial

Montaner S.A. Barcelona, España.

VALADEZ, A. (1994). Producción de Hortalizas. Editorial Limusa S.A. de CV. Cuarta Reimpresión. México.

VALENCIA, L. (1995). Cultivo de Hortalizas de hoja: Col y Lechuga. Editado y producido por el Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia. INIA. Lima-Perú. <http://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/entities/publication/24ee09a6-7f9c-418c-bad1-2db6ceb2df7d>

VALLEJO, A., ESTRADA, E. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 347 pp. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52005>

ANEXOS

ANEXO 01
ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
Ayacucho – Perú
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
Localidad : Canaán Bajo C. E. Canaán Bajo
Proyecto : “TESIS”
Solicitante : Sr. Cesar Meneses Quispe

HR: 00392

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiables (Cmol(+)/Kg)					C. I. C. (Cmol(+)/Kg)	
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³		H ⁺
01	45.30	23.70	25.0	Fr-Ar	7.50	1.40	0.0	1.93	0.10	25.4	110	16.7	8.16	0.50	0.38	0.0	0.0	30.5

Ayacucho, 27 de Noviembre del 2022.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUA Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE

Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

ANEXO 02
ANÁLISIS DE GUANO DE ISLA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996

Ayacucho – Perú

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

HR: 0024

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
Localidad : Canaán Bajo C. E. Canaán Bajo
Proyecto : "TESIS"
Solicitante : Sr. Cesar Meneses Quispe

ANALISIS FISICO – QUIMICO

Muestra	Humedad (%)	pH (1:2.5)	C.E.(1:1) mS/cm	M.O. (%)	Nitrógeno (%N-total)	Fósforo (% P ₂ O ₅)	Potasio (%K ₂ O)	Calcio (%CaO)	Magnesio (%MgO)	Azufre (%SO ₄)
01	14.1	8.17	72.1	34.2	4.90	3.01	2.85	6.50	2.20	0.41

Ayacucho, 27 de Diciembre del 2022.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE
Juan B. Girón Molina

Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

ANEXO 03
PANEL FOTOGRAFICO



Foto. 1. Pesaje de los fertilizantes minerales



Foto. 2. Pesaje de guano de isla



Foto. 3. Abonos listos para el abonamiento del experimento



Foto. 4. Demarcación de terreno experimental



Foto. 5. Riego antes del trasplante de plantines de lechuga



Foto. 6. Prendimiento de los plantines de lechuga después de 5 días del trasplante



Foto. 7. Proceso de riego a goteo



Foto. 8. Deshierbo de malezas durante el proceso de manejo



Foto. 9. Evaluación de diámetro y altura de las pellas de lechuga



Foto. 10. Pesaje de las pellas de lechuga



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Bach. CESAR MENESES QUISPE

R.D. N° 303-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los seis días del mes de marzo del año dos mil veintiséis, siendo las quince horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Rolando Bautista Gómez, Ing. Eduardo Robles García, y el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de guano de isla y de Fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm, Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **CESAR MENESES QUISPE**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	13	12	13	13
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	15	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				14

OBSERVACIONES: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Niveles de guano de isla y fórmulas de Fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm, Ayacucho**

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

.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente

.....
Ing. Eduardo Robles García
Jurado

.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Jurado

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



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

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

Niveles de guano de isla y fórmulas de Fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

Autor : Cesar Meneses Quispe
Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de veintisiete por ciento **(27%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2952485439

Ayacucho, 5 de mayo de 2026

.....
Angela J. Requis Quintanilla

M.Sc. en Fitopatología
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Niveles de guano de isla y
fórmulas de Fertilización NPK
en el rendimiento de lechuga
(*Lactuca sativa* L.) Var. Great
Lakes. Canaán 2750 msnm,
Ayacucho.

por Cesar Meneses Quispe

Fecha de entrega: 05-may-2026 09:24a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2952485439

Nombre del archivo: TESIS_2026._actualizado.pdf (2.21M)

Total de palabras: 15269

Total de caracteres: 85188

Niveles de guano de isla y fórmulas de Fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	17%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	8%
3	pdffox.com Fuente de Internet	1%
4	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Instituto Especializado de Estudios Superiores Loyola Trabajo del estudiante	<1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	revista.serrana.edu.py Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Niveles de guano de isla y fórmulas de Fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

Island guano levels and NPK fertilization formulas on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaan 2750 msnm, Ayacucho.

César Meneses Quispe ¹
cesar.meneses.01@unsch.edu.pe

Walter Augusto Mateu Mateo²
walter.mateu@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente
Lineal de investigación: Sistema de Producción Agrícola

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Canaán, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, con el objetivo de determinar la influencia de niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización NPK en el rendimiento de lechuga variedad Great Lakes. Se usó el diseño bloque completo randomizado, con arreglo factorial de tres niveles de guano de islas (1.0, 2.0, 3.0 t ha⁻¹) y tres fórmulas de fertilización NPK (40-20-40, 80-40-60 y 120-60-80 kg ha⁻¹), 9 tratamientos con 3 repeticiones. Se evaluaron las siguientes características: altura, peso, diámetro ecuatorial de cabeza y rendimiento de cabezas de lechuga. Se encontró que los niveles de guano de isla 3.0 y 2.0 t ha⁻¹, en promedio de la fórmula de fertilización de NPK, reportaron mayor altura y diámetro de pella. El nivel de guano de isla de 3.0 t ha⁻¹ junto a 120-60-80, 80-40-60 y 40-20-40 de NPK reportaron los mayores rendimientos de pellas. Las fórmulas de fertilización 120-60-80 y 80-40-60 de NPK junto a 3.0 y 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla registraron mayores pesos de pellas, y 120-60-80 NPK con 2.0 t ha⁻¹ de guano de islas produjo el mayor rendimiento de pellas con 86,010 kg/ha.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., niveles de guano de isla, fórmulas de fertilización NPK.

ABSTRACT

The study was conducted at the Canaan Experimental Center, located in the Andrés Avelino Cáceres Dorregaray district, Huamanga province, Ayacucho department, with the objective of determining the influence of island guano levels and NPK fertilization formulas on the yield of Great Lakes lettuce variety. A randomized complete block design was used, with a factorial arrangement of three island guano levels (1.0, 2.0, and 3.0 t ha⁻¹) and three NPK fertilization formulas (40-20-40, 80-40-60, and 120-60-80 kg ha⁻¹), for a total of nine treatments with three replications. The following characteristics were evaluated: height, weight, equatorial head diameter, and lettuce head yield. Island guano levels of 3.0 and 2.0 t ha⁻¹, on average in the NPK fertilization formula, resulted in greater pellet height and diameter. The 3.0 t ha⁻¹ island guano level combined with 120-60-80, 80-40-60, and 40-20-40 NPK fertilizers yielded the highest pellet production. The 120-60-80 and 80-40-60 NPK fertilizer formulas combined with 3.0 and 2.0 t ha⁻¹ island guano resulted in greater pellet weights, and the 120-60-80 NPK with 2.0 t ha⁻¹ island guano produced the highest pellet yield at 86,010 kg/ha.

Keywords: *Lactuca sativa* L., guano levels, NPK fertilizer formulas.

INTRODUCCIÓN

La lechuga es un alimento que contiene pocas calorías, alta proporción de agua (90-95%), folatos, beta-caroteno y cantidades significativas de vitamina C y minerales como el magnesio y potasio. Este alimento tiene propiedades diuréticas, por estimular la expulsión de orina, elimina las flatulencias incómodas del organismo, previene la arteriosclerosis y reduce el colesterol. Asimismo, controla las afecciones respiratorias y ayuda a combatir los ataques asmáticos y espasmos bronquiales (La Rosa, 2015).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2025), en 2023 China fue el mayor productor del mundo de lechuga, con una producción total de 14.90 millones de toneladas, que equivale al 53.07 % del total, seguido de Estados Unidos e India. En América del Sur, los principales productores fueron Chile y Colombia, con 120.47 y 103.63 mil toneladas respectivamente; superando a Perú (68.65 mil toneladas).

Durante el 2024 en Perú se produjo 66,790 toneladas en una superficie de 5,471 hectáreas, con un rendimiento promedio de 11.48 t ha⁻¹. Regiones como Lima y Junín son los que más

producen; 31,626 toneladas en 3,279 hectáreas y 12,907 toneladas en 495.3 respectivamente, y Ayacucho con una producción de 455 toneladas en 49 hectáreas y un rendimiento medio de 9.3 t ha⁻¹ (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MIDAGRI, 2025).

Cuando el suelo tiene buen contenido de nutrientes, los cultivos poseen rendimientos más altos. No obstante, si alguno de los nutrientes requeridos es insuficiente, el crecimiento vegetal es limitado la producción es baja. Por lo tanto, para lograr mayor rendimiento, los abonos son imprescindibles para suministrar a las plantas los nutrientes que necesitan. El uso de fertilizantes puede multiplicar por dos o incluso por tres las cosechas (FAO, 2002).

En estos últimos años la incorporación de los abonos orgánicos se ha incrementado, siendo una alternativa de fertilización, especialmente el guano de islas que es buen aportante de nutrientes disponibles y es accesible para el agricultor; tiene la capacidad de mejorar la parte edafológica (física, química y biológica), contribuyen a una agricultura sostenible.

Por los antecedentes señalados, se planteó la presente investigación en Canaán, con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de los niveles de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Variedad Great Lakes en Canaán 2750 msnm, Ayacucho.
2. Determinar el efecto de las fórmulas de fertilización NPK en el rendimiento de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Variedad Great Lakes en Canaán 2750 msnm, Ayacucho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El ensayo se instaló en el Centro Experimental de Canaán de la UNSCH, cuyas características geográficas son:

Ubicación Política

Se encuentra ubicado en:

Departamento : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Andrés A. Cáceres Dorregaray
Lugar : Centro Experimental Canaán

Ubicación geográfica

Longitud Oeste : 74° 32'00"

Latitud Sur	: 13° 08'05"
Región Natural	: Sierra
Zona de vida	: Estepa espinosa Montano Bajo Sub tropical (ee-MBS)
Altitud	: 2750 msnm

Características del suelo

El suelo se extrajo de una profundidad de 20 cm, se muestreo en forma de diagonal, se mezcló el suelo y se extrajo un kilo de muestra, esta fue enviada al Laboratorio de Suelos "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, que pertenece a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La tabla 2.1 muestra el resultado que se obtuvo.

Tabla 2.1

Características físicas y químicas del suelo experimental. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

Componente	Unidad	Contenido	Interpretación
pH		7.5	Lig. Alcalino
M.O	(%)	1.93	Pobre
N-total	(%)	0.1	Pobre
P disponible	(ppm)	25.4	Medio
K disponible	(ppm)	110	Medio
Arena	(%)	45.3	
Limo	(%)	23.7	Franco arcilloso
Arcilla	(%)	25	
Clase textural	(%)		

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Características del guano de isla

El análisis químico del guano de islas se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet", que pertenece al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicada en la Universidad San Cristóbal de Huamanga. Con este propósito, se tomó una muestra representativa de guano de islas de 1.0 kg, cuyos resultados se presentan en la tabla 2.2 siguiente.

Tabla 2.2

Análisis de la Composición química del guano de islas, Ayacucho.

Componentes	Contenido
Humedad (%)	14.1
pH	8.17
C.E. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	72.1
M.O total (%)	34.2
N (%)	4.90
P ₂ O ₅ (%)	3.01
K ₂ O (%)	2.85
CaO (%)	6.50
MgO (%)	2.2
SO ₄ (%)	0.41

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Condiciones climáticas

Se trabajó con los datos proporcionados por la estación meteorológica del INIA, se encuentra en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Huamanga – Ayacucho.

La precipitación desde julio de 2022 hasta junio de 2023 fue de 695.00 mm, la temperatura (Promedio) mínima, media y máxima se registró en 13.2 °C, 20.8 °C y 28.5 °C respectivamente; y el balance hídrico muestra condiciones de escasez o exceso entre marzo y junio del año 2023.

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos resultan de la dosis de cada uno de los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización NPK, con una sola densidad de planta, obteniéndose de esta combinación 9 tratamientos y 27 unidades experimentales.

Tabla 2.6*Tratamientos y combinaciones de los factores estudiados.*

Tratamiento	Código	Descripción
T1	$g_1 \times f_1$	1.0 t.ha ⁻¹ * (40-20-40)
T2	$g_1 \times f_2$	1.0 t.ha ⁻¹ * (80-40-60)
T3	$g_1 \times f_3$	1.0 t.ha ⁻¹ * (120-60-80)
T4	$g_2 \times f_1$	2.0 t.ha ⁻¹ * (40-20-40)
T5	$g_2 \times f_2$	2.0 t.ha ⁻¹ * (80-40-60)
T6	$g_2 \times f_3$	2.0 t.ha ⁻¹ * (120-60-80)
T7	$g_3 \times f_1$	3.0 t.ha ⁻¹ * (40-20-40)
T8	$g_3 \times f_2$	3.0 t.ha ⁻¹ * (80-40-60)
T9	$g_3 \times f_3$	3.0 t.ha ⁻¹ * (120-60-80)

Tabla 2.7*Aleatorización/Randomización de los tratamientos por cada bloque*

Parcelas	Bloques		
	I	II	II
Parcela 1	t6	t5	t8
Parcela 2	t2	t1	t3
Parcela 3	t9	t7	t6
Parcela 4	t4	t9	t1
Parcela 5	t8	t3	t5
Parcela 6	t7	t2	t4
Parcela 7	t3	t4	t7
Parcela 8	t5	t6	t2
Parcela 9	t1	t8	t9

Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento fue conducido utilizando el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 3G * 3F, 9 tratamientos y 3 repeticiones y 27 unidades experimentales.

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

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

Dónde:

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

μ : Media general

β_i : Efecto del i-ésimo bloque

δ_j : Efecto de la j-ésima nivel de guano de islas

α_k : Efecto de k-ésima nivel de fertilización NPK

$(\delta_j \alpha_k)$: Efecto de la interacción niveles de guano de islas x fertilización NPK

ϵ_{ijk} : Error Experimental.

Con los datos tomados del campo y luego de ordenarlos se sometieron al análisis de diseño estadístico de Variancia y Prueba de Tukey (0,05) y estudio de las regresiones del rendimiento que resultaron significativos.

Descripción del material experimental

El material biológico que se utilizó fue la lechuga de variedad Great Lakes, cuya forma de cabeza o repollo es grande, sólido y compacto, cubierta por hojas de color verde a oscuro y de excelente calidad, tolerante a las temperaturas de 27°C a 28°C y de excelente calidad para el consumo humano.

La distribución de cada tratamiento es al azar.

Parcelas

- ❖ Número de parcelas por bloque : 9 parcelas
- ❖ Largo de parcelas : 6.66 m
- ❖ Ancho de parcelas : 2.40 m
- ❖ Área total de parcela : 15.98 m²
- ❖ N° de surcos : 03 surcos
- ❖ Distancia entre plantas : 0.30 m

Bloques

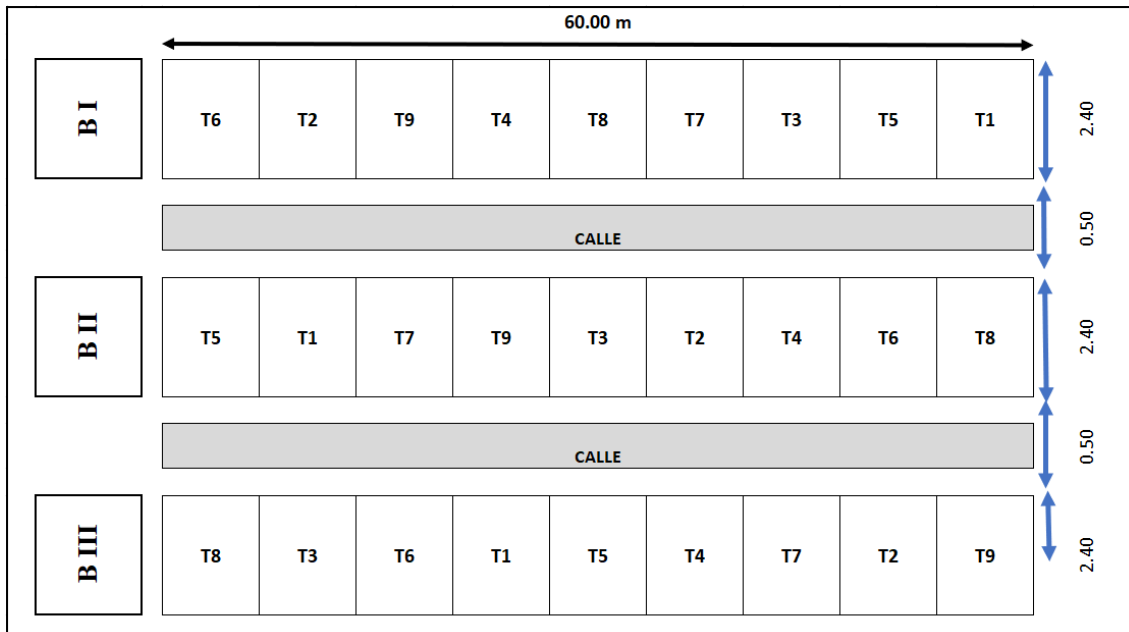
- ❖ Número de bloques : 03
- ❖ Largo de bloque : 60.00 m
- ❖ Ancho de bloque : 2.40 m
- ❖ Área de bloque : 144.00 m²

Campo experimental

- ❖ Largo : 60.00 m
- ❖ Ancho : 8.20 m
- ❖ Área : 492.00 m²

Figura 2.3

Croquis y Randomización del campo experimental.



Instalación y conducción del cultivo

Adquisición de plantines de lechuga

Los plantines fueron adquiridos en condiciones controladas (bandejas) libres de enfermedades, para maximizar las probabilidades de éxito en plantación posterior y obtener un cultivo saludable y productivo, generalmente fueron lechugas vigorosas, jóvenes y sanas con 1 a 4 hojas, con sistema de raíces bien formados.

Preparación del terreno

Esta actividad se realizó el 05 de marzo del 2023, haciendo uso de un tractor agrícola que consistió en arado y rastra de disco con el propósito de romper y desterronar los terrones a una profundidad de 20 cm. a continuación, el terreno fue nivelado empleando picos, rastrillos y palas.

Delimitación del experimento

La delimitación del terreno consistió en el estacado de los extremos de las parcelas y se desarrolló el 06 de marzo del 2023, de acuerdo a los bloques establecidos fueron demarcadas con yeso, estacas de madera y posteriormente se fijaron con rafias para mejorar la visibilidad y la presentación.

Abonamiento

Se llevó a cabo el abonamiento con guano de islas en la misma fecha en la que se abrieron los surcos a chorro continuo y se cubrieron con cinco centímetros de tierra para el trasplante de los plantines, conforme a la dosis recomendada.

Trasplante al terreno definitivo

Esta tarea se llevó a cabo en una cama húmeda el 6 de marzo de 2023. Se colocaron los plantines en surcos, manteniendo entre ellos un espacio de 30 cm. Después del trasplante, para que el suelo entrara en contacto con las raíces y para prevenir bolsas o espacios que pudieran perjudicar su prendimiento, se realizó un riego por goteo.

Recalce

Se colocaron los plantines en hoyos abiertos con el trasplantador, con un distanciamiento de 30 cm entre plantas con el sistema de surcos mellizos. Después de esta labor se realizó un riego.

Riegos

Las necesidades de agua del cultivo, se cubrieron mediante el sistema de riego por goteo. El primero se realizó luego del trasplante, posteriormente se realizaron cada dos y cuatro días, dependiendo de las condiciones climáticas y la necesidad de la planta.

Control de malezas

Se realizó el control de Arvenses en forma manual en tres oportunidades (22 de marzo, 10 de abril y 15 de abril de 2023), a fin de evitar la proliferación de plagas y enfermedades y la competencia con el cultivo.

Cosecha

La cosecha se realizó en dos oportunidades, extrayendo los cabezas bien conformados en un estado de madurez comercial, con un tamaño adecuado evaluando la consistencia dura y compacta, para esta actividad se requirió materiales como cuchillo, balanza electrónica y canastas. La primera se realizó el 29 de mayo del 2023, a los 86 días después del trasplante, mientras que la segunda se realizó el 5 de junio del 2023, los 93 días después del trasplante.

Variables dependientes evaluadas

Peso de pella (Kg)

Se pesaron 5 unidades de cabeza de lechuga por cada tratamiento, empleando una balanza electrónica.

Longitud de pella (cm)

Inmediatamente luego de realizar el pesaje, se procedió a medir la altura de la cabeza de la lechuga con una cinta métrica, se tomaron 5 cabezas.

Diámetro ecuatorial de pella (cm)

Luego de realizar la medida de la altura de la cabeza de la lechuga se procedió a realizar un corte ecuatorial de 5 cabezas con ayuda de un cuchillo y se procedió a medir con la cinta métrica.

Rendimiento de pella (kg/ha-1)

Se cosechó todos los repollos en su estado de madurez comercial, luego se procedió a pesar el total de cabezas de lechuga expresados en kilogramos por hectárea, luego se extrapolaron los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de productividad

Peso de pella o cabeza en lechuga

Tabla 3.1

Análisis de Variancia del peso de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.03	0.02	16.28	0.0001 **
NPK (F)	2	0.07	0.04	35.88	<0.0001 **
G. ISLA (G)	2	0.41	0.20	201.29	<0.0001 **
Inter F x G	4	0.01	0.0032	3.15	0.0436 *
Error	16	0.02	0.001		
Total	26	0.54			

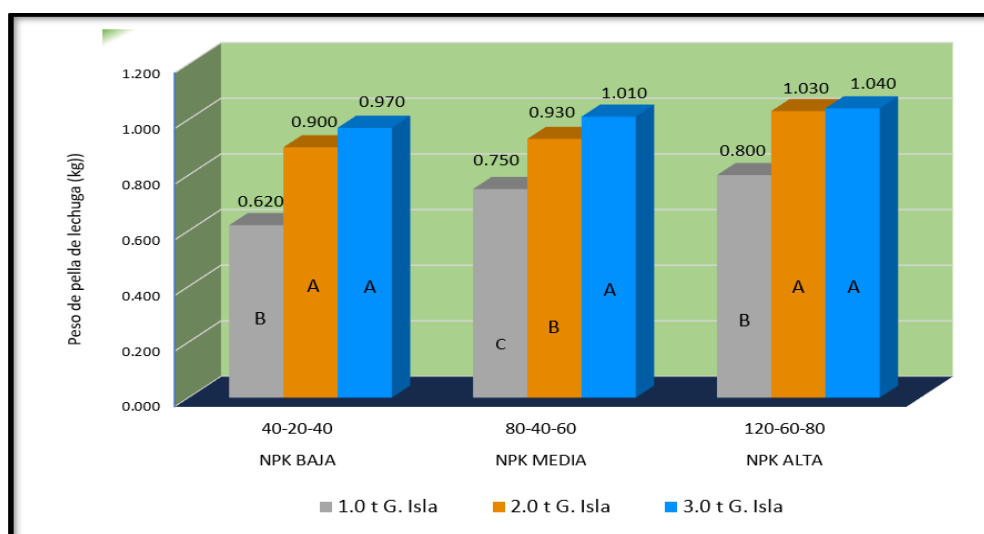
C.V. = 3.55 %

La tabla 3.2 del ANVA muestra significación estadística para el efecto de la interacción fórmula de fertilización (NPK) y los niveles de guano de islas. Existe alta significación en

las otras fuentes. Este resultado permite el análisis de los efectos simples de los factores en estudio en el peso de pella en lechuga. El coeficiente de variación es 3.55 %, que esto indica que tiene un valor de buena precisión proporcionándonos buena confianza en los resultados. La respuesta encontrada se puede atribuir a la menor cantidad de guano de isla aplicado acompañando a las fórmulas de fertilización, lo que conlleva a una aplicación de una menor dosis de nitrógeno mineral al cultivo y por otra parte un menor efecto sinérgico del guano de isla a nivel de cultivo y en este caso específico del peso de pella de lechuga.

Figura 3.1

Prueba de Tukey del peso de pella (kg) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.



En la figura 3.1 se puede observar la prueba de Tukey de los efectos simples del peso de pella. En este caso, los pesos más altos corresponden a las fórmulas de fertilización NPK en niveles medio (80-40-60) y alto (120-60-80), con guano de isla 2.0 y 3.0 t ha⁻¹ respectivamente, sin que exista diferencia estadística entre estos tratamientos; por otro lado, el menor peso es el resultado de utilizar la fórmula baja de fertilización NPK (40-20-40) y guano de isla 1.0 t ha⁻¹.

Pérez (2021) en la localidad de Canaán - Ayacucho al estudiar la aplicación de guano de isla en las dosis de 0, 1, 2 y 3 t ha⁻¹, y de potasio: 50, 100 y 150 kg ha⁻¹ reporta los mayores pesos de pella con el mayor nivel de guano de islas y potasio, tomando valores de 0.820, 1.170 y 1.410 kg. Estos valores coinciden con los obtenidos en el presente experimento.

Según Jaramillo (2014), la variedad de Grandes Lagos, que se cultiva tradicionalmente en la zona, tiene un buen rendimiento en general durante las temporadas más cálidas. Sin

embargo, cuando las temperaturas son muy bajas y la nubosidad es alta, suele producir cabezas más flojas, que son las más solicitadas en el mercado regional. Período de cosecha: 55-60 días; peso medio de la cabeza: entre 600 y 700 gramos; resistencia o tolerancia a enfermedades: resistente a la quemadura en las puntas. El peso del repollo es inferior al que obtuvimos en nuestro experimento.

Huamantínco (2006), en su investigación acerca de niveles de guano de islas y con la misma separación entre plantas, observó que el aumento del guano de islas a 0.20 m de distancia entre las plantas tiene escaso impacto en el peso promedio del repollo o lechuga. Con un abono de guano de isla cada vez más alto y distancias de siembra entre plantas de 0.30 y 0.40 metros, el peso del repollo de lechuga se incrementa significativamente hasta alcanzar entre 700 y 800 gramos. Los resultados, son superiores debido al efecto de la fertilización NPK y adición de abono orgánico en forma creciente que influyó en los pesos de pella que superaron el kilo.

Altura de pella en lechuga

La tabla 3.2 del ANVA de los efectos primordiales de la altura de pella en la lechuga revela una alta significación estadística tanto en los niveles de guano de islas como en la fuente de fórmula para fertilizar con NPK, lo que posibilita el análisis separado de los factores indicados. El coeficiente de variación, que es de 1.69 %, se considera un valor con buena precisión.

Tabla 3.2

Análisis de Variancia de la altura de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	1.80	0.90	15.06	0.0002 **
NPK (F)	2	9.92	4.96	83.16	<0.0001 **
G. isla (G)	2	2.23	1.12	18.71	0.0001 **
Inter F x G	4	0.31	0.08	1.29	0.3153 ns
Error	16	0.95	0.06		
Total	26	15.21			

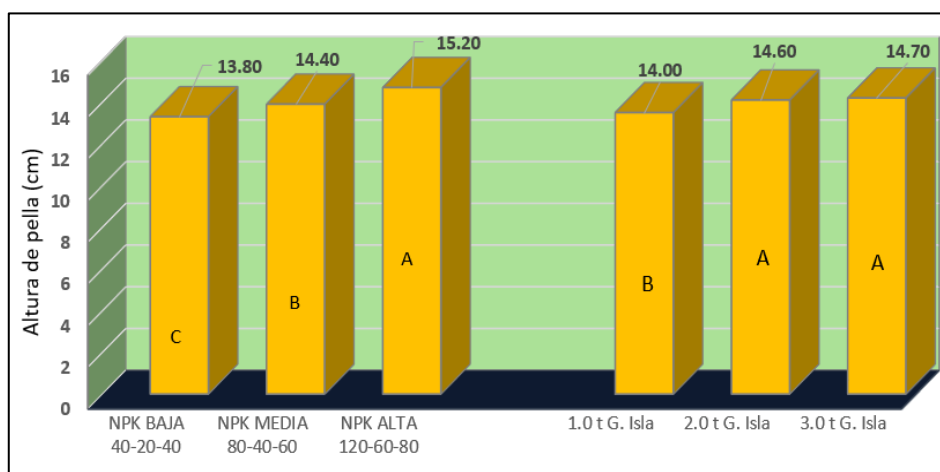
C.V. = 1.69 %

De acuerdo al análisis estadístico, existe diferencia significativa en la altura de la pella en los tratamientos con diferentes dosis NPK (120-60-80) y dosis distintas de guano de isla, mas no existe diferencia significativa entre los tratamientos en los que se usó NPK con los

que se usó guano de isla. en promedio de los niveles de guano de islas es la que tiene el mayor valor con 15.2 cm. Por otra parte, los niveles de 3.0 y 2.0 t ha⁻¹ en promedio de la fórmula de fertilización NPK.

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de pella en lechuga (cm), en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.



Esta materia orgánica se expande al mojarse y se contrae al secarse; esto parece estar relacionado con la granulación, un proceso en el que los organismos también tienen un papel relevante. Se logró una altura de pella de lechuga de entre 13 y 14 cm.

Diámetro de pella en lechuga

Tabla 3.3

Análisis de Variancia del diámetro de pella en lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

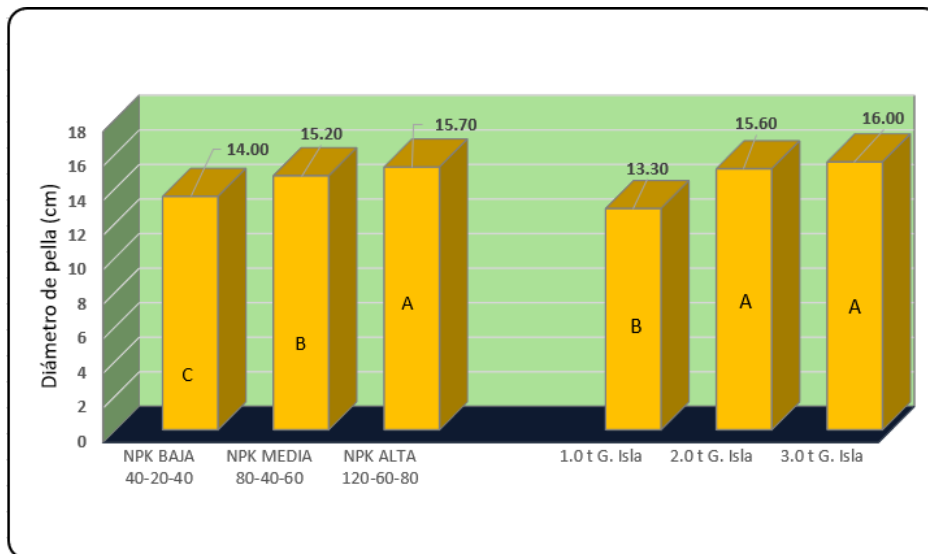
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.47	0.23	4.98	0.0208 *
NPK (F)	2	13.78	6.89	146.53	<0.0001 **
G. isla (G)	2	40.01	20.00	425.42	<0.0001 **
Inter F x G	4	0.20	0.05	1.05	0.4138 ns
Error	16	0.75	0.05		
Total	26	55.20			

C.V. = 1.45 %

La tabla 3.3 del ANVA de diámetro de pella indica que los impactos primordiales de la fórmula fertilizante NPK y los niveles de guano insular tienen una alta significación estadística, lo cual posibilita el análisis independiente de estos factores. El coeficiente de variación, que es 1.45 %, es un valor con una alta precisión.

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro de pella en lechuga (cm) en los diferentes niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.



La figura 3.3 muestra que el diámetro de pella de lechuga, tiene diferencia estadística de acuerdo a los niveles donde (120-60-80) muestra mayor diámetro (15.7 cm), en promedio de niveles de guano de isla. Por otro lado, la fórmula de fertilización NPK con guano de islas a 3.0 t ha⁻¹ muestra el diámetro de pella más grande (16 cm), lo que evidencia la relevancia de añadir abono orgánico, ya que su aplicación junto con la fertilización mineral puede incrementar su efecto.

Palomino (2014), estudiando en Canaán a 2750 msnm, reporta que al emplear guano de isla en niveles de 3.0 y 1.0 t ha⁻¹ se logran los mayores diámetros de cabeza de lechuga, (9.60 y 9.21 cm). respectivamente. Menor nivel de guano de islas (2.0 y 0 tha⁻¹), el diámetro es menor (9.02 y 8.92 cm). Siendo influenciadas por la densidad de plantas, así, con una densidad 50,000 y 66,667 plantas ha⁻¹, se tienen diámetros de 9.30 cm y 9.40 cm. y mayor densidad (100,000 plantas por hectárea) de 8.86 cm.

En un experimento con macetas y cuatro niveles de N (0, 60, 120 y 180), Morales (2001) halló una correlación lineal entre el diámetro del repollo de lechuga y la cantidad de nitrógeno. Este diámetro fue máximo al añadir 120 kg. ha⁻¹ de nitrógeno, alcanzando un valor de 14.48 cm. Los resultados de este experimento son parecidos a los encontrados en la actualidad. No obstante, se refiere en primer lugar a la contribución de un recurso alimenticio que contiene una fracción de nitrógeno orgánico, o sea, que depende de la mineralización. Por otro lado, en el nivel alto de fertilización NPK se reporta un diámetro más grande con una medida de 15.7 cm; las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el

experimento son las del campo, donde hay una intensa interacción entre el abono orgánico y la fertilización NPK.

Rendimiento de pella en lechuga (t ha-1)

Tabla 3.4

Análisis de Variancia del rendimiento de lechuga en los niveles de guano de isla y fórmulas de fertilización (NPK), Canaán 2750 msnm.

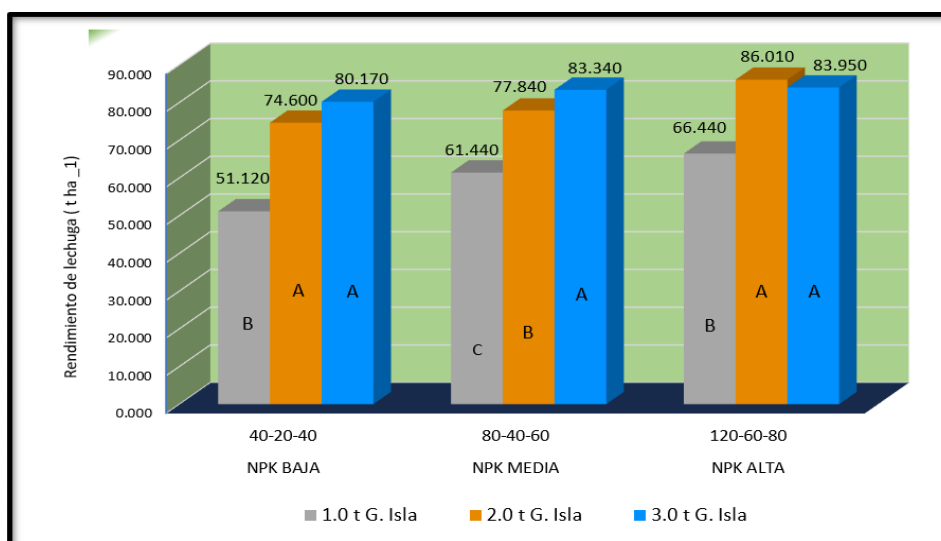
Fuente. Variación	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	224.07	112.03	12.77	0.0005 **
NPK (F)	2	466.81	233.41	26.60	<0.0001 **
G. isla (G)	2	2770.40	1385.20	157.89	<0.0001 **
Inter F x G	4	131.14	32.78	3.74	0.0248 *
Error	16	140.37	8.77		
Total	26	3732.79			

C.V. = 4.01 %

El efecto de la interacción entre la fórmula de fertilización (NPK) y los niveles de guano de isla tiene importancia estadística, según indica la tabla 3.4 del ANVA. Este hallazgo facilita el examen de los efectos simples de las variables que se están investigando sobre la producción de lechuga. El coeficiente de variación, del 4.01 %, es una cifra que ofrece una buena precisión, lo que genera confianza en los resultados.

Figura 3.4

Prueba de Tukey del rendimiento (t ha-1) en los diferentes niveles de guano de isla y en cada fórmula de fertilización (NPK). Canaán 2750 msnm.



La figura 3.4 muestra la prueba de Tukey el rendimiento de pella, donde en el nivel alto de fertilización NPK (120-60-80) y el nivel medio de NPK (80-40-60) tienen los mayores rendimientos en los niveles de 3.0 y 2.0 t ha-1 de guano de islas, sin diferencia estadística

en estos tratamientos con valores de 83.950 y 86.010 t ha⁻¹ respectivamente; de lo observado los menores rendimientos se obtienen en la fórmula baja de NPK (40-20-40) con 1.0 t ha⁻¹ de guano de islas. De estos resultados podemos definir que existe respuesta al rendimiento de pella con fórmulas de fertilización NPK alto y medio al aplicar conjuntamente con los niveles de 2.0 y 3.0 t ha⁻¹ de guano de islas.

Se aprecia claramente el efecto sinérgico del guano de isla acompañando a la fórmula de fertilización en la expresión de la característica rendimiento de pellas de lechuga. Es de suponer que la mejorar las condiciones físicas del suelo y contribuir con nutrientes y micronutrientes que son bien aceptados por la planta de lechuga se manifiesta en un mayor rendimiento de pellas.

Casseres (1980) sostiene que los suelos con una gran cantidad de materia orgánica son los más adecuados para cultivar lechuga. Se sugiere entre 20 y 30 toneladas por hectárea de compost enriquecido con fertilizantes minerales o estiércol descompuesto. Cuando no se aplica estiércol se prefiere los abonos inorgánicos. Las plantas que crecen demasiado rápido y tienen hojas quebradizas y delicadas, pueden sufrir necrosis fisiológica en los bordes. En estos casos, las cabezas no se arrugan adecuadamente, por lo que son blandas y ligeras. Cuando se incluye el guano de islas, los resultados son adecuados en términos de rendimiento.

En cambio, los rendimientos adecuados, incluyendo el testigo, se atribuyen a una correcta gestión del cultivo y a riegos en el momento oportuno. Según indica La Rosa (2015), los excelentes resultados que obtuvo en su experimento son consecuencia de la utilización y las ventajas que proporciona el riego por goteo en la producción de lechuga. Estas ventajas incluyen: un rendimiento más alto, una uniformidad superior del cultivo, menos escurrimientos y percolación profunda del agua y los fertilizantes orgánicos. El experimento cuyos resultados son consistentes en sus repeticiones se realizó bajo este sistema; los valores de sus coeficientes de variación indican esta uniformidad.

CONCLUSIONES

1. Niveles de guano de islas de 3.0 y 2.0 t ha⁻¹ junto a las fórmulas NPK de 120-60-80, 80-40-60 y 40-20-40, influyeron positivamente, en el rendimiento de pellas de lechuga, siendo mayor (86 010 Kg. ha⁻¹) con la fórmula NPK 120-60-80 y 2.0 t. ha⁻¹ de guano de islas.

2. Los niveles de fertilización 120-60-80 y 80-40-60 de NPK con 3.0 y 2.0 t. ha⁻¹ de guano de islas permitieron mayores pesos de pella. Solo la fertilización 120-60-80 NPK reportó mayor altura de pella (15.2 cm) y el nivel 3.0 t. ha⁻¹ de guano de islas presentó mayor diámetro de pella con 16.0 cm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROPERÚ INFORMA. (2023). Agro Rural: Guano de las islas beneficia a más de 7500 pequeños productores en 9 regiones. Lima, Perú.
<https://www.agroperu.pe/agro-rural-guano-de-las-islas-beneficiaria-a-mas-de-7500-pequenos-productores-en-9-regiones/>.
- ALZATE, J., LOAIZA, L.(2008). Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_26202c745f702ad50d728b97c6f836be/Details
- ANGULO, M. C. M. (2008). Producción de lechuga.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_5590e96c825734ce1406d17d6a48473f/Details
- ARCA, M. (1970). Manejo de Suelos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Programa de Agronomía. Departamento de Suelos y Geología. Lima, Perú.
- AYALA, J. (1989). Horticultura. Kollao. Editorial Periodística SRL. Lima, Perú.
- BRAVO, S., PASPUR, J., UNIGARRO, A. Y ESPAÑA, J. (2009). Evaluación de la fertilización con fosforo en lechuga *Lactuca sativa* L., en el Altiplano de Pasto, Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/5486/1/80063.pdf>
- CAJAMAR. (2023). Fertilización de la lechuga.
<https://www.cajamar.es/storage/documents/1270/boletin-huerto-90-149605968.Pdf>.
- CAJO, C. (2016). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas. Universidad técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cevallos – Ecuador. Disponible en:
- CAMASCA, A. (1984). Horticultura Práctica. Edición CONCYTEC. Ayacucho, Perú.
- CASSERES, E. (1980). Producción de Hortalizas. Editorial IICA. Primera Edición. Lima, Perú. <https://repositorio.iica.int/items/88621b7e-8127-4604-9bcd-72a8c3966602>.
- CECILIO, A., BONELA, G., PESSOA DA CRUZ, M., RUGELES, S. Y FORESTI, A. (2017). Fertilización fosfatada para lechuga en un Oxisol con altos contenidos de fósforo disponible. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n1p57-65>.

- DONAHUE, R. et al. (1981). Introducción a los suelos y el crecimiento de las plantas. Editorial PHI. Cali, Colombia.
- DELGADO DE LA FLOR, F; J. TOLEDO; A. CASAS, R. UGÁS Y S. SIURA. (1987). Datos básicos de Cultivos Hortícolas. . UNALM. Lima, Perú.
- FASSBENDER, H. (1987). Química de Suelos con Énfasis en suelos de América Latina. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- FUNDAGRO. (1991). Ensayo de adaptabilidad de variedades de lechuga a las condiciones ambientales. El Salvador. 195-196 p.
<https://www.researchgate.net/publication/258343024> Ensayo de adaptacion al manejo ecologico de semillas tradicionales de lechugas de escasa disponibilidad en Canarias
- GARCÍA, O. (2023). *Plan anual de manejo 2023 para el aprovechamiento sostenible del recurso renovable Guano de las Islas*. Agro Rural. Perú.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4429004/Plan%20Anual%20de%20Manejo%20-%202023_compressed.pdf.
- GONZÁLEZ, A. (2024). Fertilización mineral y orgánica en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Distrito de Caazapá. <https://pubiabm.com.py/wp-content/uploads/2024/07/Tesis-Adriana-Gonzalez-Mereles-1-1.pdf>
- INFOAGRO. (2003). Hortalizas. El cultivo de la lechuga (en línea). Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- INFOAGRO. (2010). Cultivo de lechuga. En línea. Disponible en <http://www.infoagro.com/lechuga>.
- HUAMANTINCO, O. 2006. Influencia de la densidad de plantas y aplicación de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias UNSCH. Ayacucho, Perú.
- JARAMILLO, J., P. AGUILAR, E. ESPITIA, P. TAMAYO, O. ARGUELLO Y M. GUZMAN. (2014). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga en el oriente antioqueño. Minagricultura. Mosquera, Colombia.
- LA ROSA, V. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima – Perú. <http://45.231.83.156/handle/20.500.12996/948>
- MALLAR, A. (1978). La Lechuga. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- MAROTO, J.V. 1983. Horticultura herbácea especial. Madrid, España, Mundi- Prensa. p. 189-204. <https://pdfcoffee.com/botanica-agricultura-libro-horticultura-herbacea-especial-maroto-borrego-jv-mundi-prensa-1983-pdf-4-pdf-free.html>

- MAROTO, J. V. (1990). Horticultura Herbácea Especial. Edición Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI. (2025). SIEA: Sistema Integrado de Estadística Agraria. Perú.
- MORALES, D. (2001). Determinación de la Curvas de respuesta a niveles de N-P en la lechuga (*Lactuca sativa* L), var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias-UNSCH. Ayacucho, Perú.
- MORALES, C. 2003. Existe suficiente oferta de abonos orgánicos para la agricultura en el Perú. [En línea]: (http://www.sepia.orq.pe/apcaa/img_upload/775af77_daab_7e80bec63351_aed95f78a/carmenfm.pdf).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2025). FAOSTAT: Datos sobre la alimentación y agricultura.
<https://www.fao.org/faostat>
- PARSON, D. (1987). Manuales para educación agropecuaria; cucurbitácea. México, Trillas.
- PÉREZ, A. (2021). Dosis de guano de islas y potasio en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. UNSCH.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/items/b61cce84-aece-4b2d-afd8-e1c2b1aba5c1>
- PRO ABONOS. (2017). Guano de las Islas Peruanas. Ministerio de Agricultura. Disponible en: www.cepes.org.pe/pdf/guano_de_islas.pdf.
- RUBIO, A. (2002). Fundamentos de fisiología vegetal. Editorial Mc Graw, España, Barcelona. 123-130 p. <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2024/01/5.pdf>
- SANCHEZ, J. (1996). Enfermedades y plagas de hortalizas y su manejo. Editorial Promumedios. Edición Monserrat ICA. Colombia.
- SALINAS, T. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias carrera de Ingeniería Agronómica. Ambato – Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/a444d933-ded5-4b66-bfa9-37d739bd77d7>
- TISCORNIA, J. (1989). Hortalizas de hojas. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- TISDALE, S. y Nelson, K. (1960). Fertilidad de los Suelos y Fertilización. Editorial Montaner S.A. Barcelona, España.

- VALADEZ, A. (1994). Producción de Hortalizas. Editorial Limusa S.A. de CV. Cuarta Reimpresión. México.
- VALENCIA, L. (1995). Cultivo de Hortalizas de hoja: Col y Lechuga. Editado y producido por el Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia. INIA. Lima-Perú. <http://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/entities/publication/24ee09a6-7f9c-418c-bad1-2db6ceb2df7d>
- VALLEJO, A., ESTRADA, E. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 347 pp. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52005>