

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga
(*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Filman Alex YAROS QUISPE

ASESOR:
Mtro. Rodolfo ALCA MENDOZA

AYACUCHO - PERÚ

2025

A Dios por la lealtad y bendecirme en mi salud y formación profesional.

Con afecto y gratitud eterna a mi querida madre, Clementina por su apoyo y guía durante todo este tiempo.

Filman A.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater, por darme una educación de calidad. A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía y a sus docentes por haberme brindado la oportunidad, espacio e instrucciones espectaculares para mi desarrollo como persona y profesional.

Al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por haberme brindado sus espacios, instalaciones y materiales para la ejecución de mi trabajo de investigación.

Al Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, por su asesoría, generosidad, experiencia y motivación durante el desarrollo del trabajo de investigación y redacción de este presente informe de tesis.

De igual forma dar gracias a todos los miembros de jurado al Dr. José Antonio Quispe Tenorio, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas e Ing. Juan Benjamín Girón, por todo el apoyo y voluntad brindado para materializar el presente trabajo.

Finalmente, agradecer a mis amigos por su ayuda, que de una u otra forma intervinieron para la culminación del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación	3
1.2. Cultivo de lechuga.....	8
1.2.1. Origen	8
1.2.2. Características generales.....	8
1.2.3. Clasificación taxonómica.....	9
1.2.4. Valor nutricional de la lechuga.....	9
1.2.5. Características botánicas.....	10
1.2.6. Variedades de lechuga.....	11
1.2.7. Condiciones agroecológicas	12
1.2.8. Manejo del cultivo.....	14
1.2.9. Cosecha y Rendimiento	21
1.2.10. Ciclo fenológico de la lechuga.....	22
1.3. Abonos orgánicos	22
1.3.1. Importancia de los abonos orgánicos	23
1.3.2. Guano de isla	24
1.3.3. Biol.....	29
CAPÍTULO II.....	35
METODOLOGÍA	35
2.1. Lugar del experimento.....	35
2.2. Antecedentes del campo experimental	36

2.3. Características fisicoquímicas del suelo.....	36
2.4. Análisis químico del guano de islas	37
2.5. Análisis químico del biol.....	37
2.6. Características climáticas del lugar de experimento	38
2.7. Material biológico	41
2.8. Variables evaluadas	41
2.8.1. <i>Variables independientes e indicadores</i>	41
2.8.2. <i>Variables dependientes e indicadores</i>	42
2.9. Descripción de los tratamientos	42
2.10. Diseño experimental.....	43
2.11. Análisis estadístico	43
2.12. Descripción del campo experimental	43
2.13. Instalación y conducción del experimento	45
2.14. Variables dependientes evaluadas	48
2.14.1. <i>Caracteres de precocidad</i>	48
2.14.2. <i>Caracteres de productividad</i>	48
2.14.3. <i>Rentabilidad económica</i>	49
CAPÍTULO III.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1. Variables de precocidad.....	50
3.1.1. <i>Días a la formación de pella o cabeza</i>	50
3.1.2. <i>Días a la cosecha</i>	51
3.2. Variables de productividad	53
3.2.1. <i>Altura polar de pella en lechuga</i>	53
3.2.2. <i>Diámetro ecuatorial de pella en lechuga</i>	56
3.2.3. <i>Peso de pella o cabeza en lechuga</i>	58
3.2.4. <i>Rendimiento de pella o cabeza en lechuga</i>	61
3.3. Análisis de rentabilidad económica.....	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	<i>Valor nutricional de lechuga por cada 100 g en materia comestible.</i>	10
Tabla 1.2	<i>Clasificación de lechuga tipo americana por categoría en función a peso y diámetro.</i>	22
Tabla 1.3	<i>Contenido de elementos nutritivos en el guano de islas.</i>	26
Tabla 2.1	<i>Análisis físico y químico del suelo de la parcela del Área de Investigación en suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería – UNSCH, Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	36
Tabla 2.2	<i>Análisis químico de guano de islas.</i>	37
Tabla 2.3	<i>Análisis químico del biol.</i>	38
Tabla 2.4	<i>Temperatura, máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2024-2025, según la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho.</i>	39
Tabla 2.5	<i>VARIABLES INDEPENDIENTES E INDICADORES.</i>	41
Tabla 2.6	<i>VARIABLES DEPENDIENTES E INDICADORES.</i>	42
Tabla 2.7	<i>Tratamientos de los factores en estudio.</i>	42
Tabla 2.8	<i>Cantidad de guano de isla aplicado por hectárea y parcela.</i>	46
Tabla 2.9	<i>Cantidad de biol aplicado por hectárea y parcela.</i>	47
Tabla 3.1	<i>Análisis de varianza de días a la formación de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	50
Tabla 3.2	<i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de biol para días a la formación de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	51
Tabla 3.3	<i>Análisis de varianza de días a la cosecha en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	51
Tabla 3.4	<i>Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de biol para días a la cosecha en lechuga, (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	52

Tabla 3.5	<i>Análisis de varianza de altura polar de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	53
Tabla 3.6	<i>Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	56
Tabla 3.7	<i>Análisis de varianza del peso de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	58
Tabla 3.8	<i>Análisis de varianza del rendimiento de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	61
Tabla 3.9	<i>Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento de pella en los tratamientos estudiados en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	67
Tabla 3.10	<i>Análisis de rentabilidad económica de los tratamientos en estudio de la lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm. ...</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 <i>Mapa de ubicación del ensayo experimental en Programa de Investigación en Pastos y Ganadería - UNSCH. Ayacucho, 2024.</i>	35
Figura 2.2 <i>Climograma de la campaña agrícola 2024-2025, según la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho.</i>	40
Figura 2.3 <i>Croquis del campo experimental.</i>	44
Figura 2.4 <i>Croquis de la unidad experimental.</i>	45
Figura 3.1 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales para la altura polar de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	54
Figura 3.2 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales para el diámetro ecuatorial de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	57
Figura 3.3 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos simples para el peso de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm. .</i>	59
Figura 3.4 <i>Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	62
Figura 3.5 <i>Tendencia del rendimiento de pella por efecto de niveles de biol en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	63
Figura 3.6 <i>Tendencia del rendimiento de pella por efecto de niveles de guano de islas en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.</i>	63

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. <i>Datos de campo de las variables evaluadas.</i>	84
Anexo 3. <i>Estimación de costos de producción por tratamiento.</i>	85
Anexo 4. <i>Análisis del suelo.</i>	97
Anexo 5. <i>Análisis de guano de islas.</i>	98
Anexo 6. <i>Análisis de biol.</i>	99
Anexo 7. <i>Panel fotográfico.</i>	100

RESUMEN

El trabajo de investigación se efectuó en los ambientes del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado a 2760 msnm, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, con el objetivo de evaluar la influencia de los niveles de guano de islas y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Se realizó bajo el diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial 4 niveles de guano de islas (0.0, 1.5, 3.0 y 4.5 t ha⁻¹) y 3 niveles de biol (0%, 5% y 10%), con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de precocidad (días a la formación y días a la cosecha de pella), productividad (altura polar, diámetro ecuatorial, peso y rendimiento de pella) y la rentabilidad económica. Los resultados muestran que con 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla, se alcanzó mayor rendimiento (49.48 t ha⁻¹), altura polar (14.35 cm) y diámetro ecuatorial de pella (15.01 cm). Por otro lado, con la dosis de 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla y 10% de biol se obtuvo el mejor peso de pella (0.788 kg). Asimismo, la aplicación del biol al 10% permiten mejor rendimiento (43.97 t ha⁻¹), altura polar (14.04 cm), diámetro ecuatorial (14.76 cm), días a la formación (50 ddt) y días a la cosecha de pella (70.58 ddt) en lechuga siendo de mayor precocidad. Económicamente, 10% de biol con 3 t ha⁻¹ de guano de isla (T₁₁), muestra mayor rentabilidad (110.86%).

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., guano de islas, biol.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una hortaliza propia de regiones templadas, rica en agua, antioxidantes (ácidos fenólicos, flavonoides), vitaminas (vit C, vit. B₁, vit. B₃, vit B₆ y vit. K) y minerales (calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio y sodio), su principal característica es la frescura, digestibilidad y beneficios que aporta a la salud humana (Bastidas et al., 2025). Asimismo, es uno de los cultivos de hoja de mayor importancia económica en el mundo (Soldatenko et al., 2018).

La producción mundial de lechuga correspondiente al año 2023, según los datos del organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAOSTAT, 2025), China fue el mayor productor con 14.90 millones de toneladas, representando al 53.07 por ciento del total, seguido de Estados Unidos e India con 4.71 y 1.17 millones de toneladas, respectivamente. En relación a América del sur, Colombia y Chile fueron los mayores productores con 120.47 y 103.63 mil toneladas de forma respectiva, mientras Perú obtuvo un total de 68.65 mil toneladas.

Con respecto a la producción nacional de lechuga en el Perú para el año 2024 fue 66,790 toneladas en superficie cosechada de 5,471 hectárea, con rendimiento nacional promedio de 11.48 t ha⁻¹; y la región mayor productora fue Lima con 31,626 toneladas en 3,279 hectárea y con rendimiento promedio de 9.65 t ha⁻¹, seguido de Junín con 12,907 toneladas en 495.3 hectárea y con rendimiento promedio de 26.06 t ha⁻¹; mientras tanto Ayacucho registró 455.0 toneladas en 49.0 hectárea y con rendimiento promedio de 9.3 t ha⁻¹ (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, MIDAGRI, 2025).

En la actualidad, la producción de alimentos tiene un alto nivel de dependencia de los fertilizantes sintéticos, especialmente en los cultivos que están ligados al mercado, si bien su aplicación genera incrementos en la producción a corto plazo, sin embargo, su uso inapropiado y prolongado tiene efectos negativos sobre el suelo y el medio ambiente

en general, afectando la seguridad alimentaria con consecuencias que conlleva a la inestabilidad económica y social. Por tanto, es importante promover nuevas alternativas, como el uso de los abonos orgánicos sólidos y líquidos, según Abraham y Osorio (2024) estos abonos mejoran el conjunto de las propiedades del suelo y aportan a la nutrición integral de los cultivos; asimismo, su buen manejo de abonamiento permite maximizar los rendimientos y la rentabilidad económica con beneficios para el agricultor y a la reducción de uso de fertilizantes sintéticos. De igual forma, la producción global de productos orgánicos va en aumento debido a una mayor conciencia ambiental y los beneficios que ofrece para la salud (Cerda et al., 2021).

Por consiguiente, el guano de isla como abono orgánico sólido es una alternativa sustentable, que según Agro Perú (2023), es un fertilizante natural completo, eficaz para mejorar la estructura del suelo, proporciona los nutrientes necesarios para un mayor rendimiento por hectárea y que mejora la calidad de los productos. De igual modo el biol, un abono orgánico líquido producto de la fermentación anaeróbica, y que actúa como fuente de nutrientes, fitohormonas y microorganismos, estimulando el desarrollo vegetal y mejorando la condición del suelo (Gómez-Ramírez et al., 2025 & Infante, 2010).

Considerando lo expuesto, la presente investigación se realizó con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia de niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de niveles de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.).
2. Determinar la influencia de niveles de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.).
3. Determinar el beneficio económico de los tratamientos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

Valdés y Trigueros (2025), en su trabajo de investigación “Eficiencia y rentabilidad de los abonos orgánicos de origen animal de estiércol vacuno y guano de murciélago en la producción de hortalizas” encontraron:

Mayor crecimiento promedio de altura de planta en cebolla y cilantro, con mismo comportamiento en % de materia seca en cilantro, cebolla, rábano y tomate con los tratamientos orgánicos. así mismo, se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos. En cuanto al análisis económico, en el escenario con valor del mercado en el norte Sinaloa, sólo el cilantro presenta razón beneficio/costo (B/C) mayor a 1, con los tres tratamientos. Y en el escenario del mercado de Sinaloa, el TV y TG tienen rentabilidad en los 6 cultivos ya que su relación B/C resulta superior a 1. A partir del estudio de tres tratamientos y dos repeticiones como modelo experimental; tratamiento vacuno-TV, tratamiento guano-TG y un tratamiento inorgánico (tratamiento testigo-TT), para la evaluación seleccionó 6 plantas y 20 muestras cuyos datos sometidos a análisis de varianza y prueba F en cultivos de cilantro, cebolla, lechuga, zanahoria, rábano y tomate. (p. 2)

Pomboza-Tamaquiza et al. (2016), en el ensayo “Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg”, encontró que:

El tratamiento D₃F₂ (aplicada cada 15 días y a una dosis de 6 %), contribuyó al mayor diámetro del cogollo comercial (25.9 cm), al mayor peso del cogollo comercial (1.14 kg) y al mayor rendimiento (549 kg/unidad experimental). En el cual, el objetivo de la investigación fue evaluar la influencia del biol enriquecido con microorganismos eficientes, en el cultivo ecológico de *Lactuca sativa* L,

variedad Iceberg cuyos factores estudiados fueron dosis de biol (2%, 4% y 6%) y frecuencias de aplicación (8 y 15 días), utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo factorial de $3 \times 2 + 1$ con tres repeticiones. (p. 84)

En el estudio realizado por Salazar (2025) en “Fertilización con guano de isla y frecuencia de cosecha en cultivares de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla)”, obtuvo que: Las variables morfofisiológicas mostraron diferencias estadísticamente significativas, destacando el cultivar Fordhook Giant con la dosis de 1 t/ha en la mayoría de las variables. Se obtuvo diferencia estadísticamente significativa en la interacción de los factores sobre el logaritmo del peso de hojas cosechadas, reflejando los mayores rendimientos promedio con la dosis de 1 t/ha y frecuencias de cosecha de 14 y 21 días para ambos cultivares, siendo a los 14 días donde se obtuvieron hojas de mejor calidad comercial. En cuanto al suelo, el pH no mostró diferencias estadísticamente significativas, pero si la conductividad eléctrica que fue moderadamente mayor con la dosis de 1 tn/ha. En consecuencia, la fertilización con guano de isla a una dosis de 1 t/ha es la opción más efectiva para ambos cultivares bajo una frecuencia de cosecha de 14 días. (p. 11)

Castañeda (2023) investigó la “Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.), Barranca 2022”, y encontró que:

El T₆ destacó en altura con 29.85 cm., peso de cabeza de lechuga 618.92 g, diámetro ecuatorial 14.72 cm, rendimiento comercial 64.48 tn/ha., rentabilidad de 499 % y costo beneficio con S/. 5 (cinco soles). En cuanto la densidad estomática el T₁ con 135 estomas/ mm². Y concluyó que a más distancia y dosis de biol, que fue con el T₆ obtuvo 64.48 tn/ha de lechuga, diferenciándose en 13.60 % y 8.76 % con respecto a testigos T₁ y T₂ respectivamente y generando alta rentabilidad con 499 %. Lo cual fue sostenible; puesto que obtuvo mayor rendimiento, ganancia económica y redujo la contaminación ambiental. A partir del modelo estadístico del Diseño de Bloque Completamente al Azar con arreglo factorial 3×2 , la fertilización ($F_1 = 0$, $F_2 = 1$, $F_3 = 1.5$ L de biol / 200 L de agua) y distancias ($D_1 = 0.25$ m. entre planta y 0.60 m. entre surco y $D_2 = 0.30$ m. entre planta y 0.60

m. entre surco) obteniéndose la combinación $T_1=F_1D_1$, $T_2=F_1D_2$, $T_3=F_2D_1$, $T_4=F_2D_2$, $T_5=F_3D_1$ y $T_6=F_3D_2$ y se aplicaron a 25, 35 y 45 días después del trasplante; y cuyo objetivo fue determinar el efecto de fertilización ecológica del biol a base de residuos de pescado para mayor rendimiento en Barranca. (p. 11)

Cotrina et al. (2020) en el ensayo “Efectos del biol y super biol en la producción agroecológica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Seda en el centro poblado de Chinchopampa- Chaglla, Huánuco”, efectuando el análisis correspondiente encontró:

Que el tratamiento T_3 de super biol con 10 % obtuvo mayor diámetro 19.65 cm, peso 557.5 g y altura de 10.83 cm, y el T_2 con biol con 7.5 % el diámetro fue 16.50 cm, peso 428.2 g y altura 9.48 cm. Así mismo las características fisicoquímicas de la lechuga, el pH y acidez resultaron por encima de los valores permitidos, por ser cultivadas en suelos ácidos. Con relación a las características microbiológicas de *Escherichia coli* y *Salmonella* resultó que todos los tratamientos estaban bajo los límites permisibles. La relación beneficio costo: biol resultó siendo de 3.37 y por cada sol invertido se gana 2.37 soles, en súper biol se obtuvo 3.09 y por cada sol invertido se gana 2.09 soles. Cuyo diseño empleado fue el Diseño Completamente al Azar, se evaluó: altura, diámetro peso, análisis fisicoquímico, análisis organoléptico y microbiológico. Los tratamientos estudiados fueron la concentración de biol y súper biol al 5 % (T_1), 7.5 % (T_2), 10 % (T_3) y testigo (T_0), se colocó 10 plantas de lechugas por tratamiento. Se realizó la prueba de significación de Duncan al 5 %. La aplicación del biol y súper biol es una alternativa ecológica para fertilizar cultivos, reduciendo el uso de fertilizantes químicos y los costos de producción. (p. 5)

Herrera (2022) en la investigación “Biol obtenido por fermentación homoláctica de residuos de fruta, para el crecimiento y desarrollo de *Lactuca sativa* L. Lechuga en Rioja, San Martín, Perú, 2021” obtuvo que:

El tratamiento (T_1) que contenía una dosis 10% de biol, resultó mejor, dando un mayor crecimiento a la planta en altura con un promedio de 16,950 cm, diámetro promedio de 49, 875 cm, número de hojas promedio de 16,325 y peso de materia fresca con raíz de 166,55 g. Efectuando el diseño completamente al azar (DCA) con un total de 4 tratamientos y 4 repeticiones obteniendo un total de 16 unidades

experimentales, y cuyos tratamientos que usó fueron tres dosis de biol al (10%, 25% y 50%) y un testigo; el análisis estadístico comprendió un análisis de varianza y como prueba a posteriori se usó la prueba de Dunnett. La evaluación de los parámetros de crecimiento de la planta se realizó a partir de los 60 días después del trasplante, los parámetros evaluados fueron altura de la planta, diámetro de la planta, número de hojas de la planta y peso de la materia fresca con raíz. El biol elaborado fue a base de los residuos de frutas. (p. 12)

Perez (2021) en su trabajo de investigación “Dosis de guano de isla y potasio en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 m.s.n.m.-Ayacucho” obtuvo que:

A partir de las dosis aplicadas de guano de isla 0, 1, 2 y 3 t/ha y de potasio 50, 100 y 150 kg/ha, con el diseño estadístico DBCR y con arreglo factorial 4G * 3K, con tres repeticiones y 12 tratamientos; la longitud del repollo se incrementa con los niveles de guano de islas y con el mayor nivel de potasio con 16.4, 16.8 y 17.2 cm. El diámetro de repollo se incrementa con el guano de islas, hubo mayor respuesta con el mayor nivel de potasio con 16.3, 16.9 y 17.6 cm. Los mayores pesos de pella se obtuvieron con el mayor nivel de guano de isla, con 0.820, 1.170 y 1.410 kg, en cada nivel de la fertilización potásica. El rendimiento de lechuga con los niveles de potasio presentó una tendencia cuadrática en promedio de los niveles de guano de islas, alcanzando su máximo valor de 62.1 t ha⁻¹. Así mismo los diferentes niveles de guano de islas en promedio del potasio siguen una tendencia cuadrática alcanzando su máximo valor de 60.8 t ha⁻¹. Los tratamientos con 100 kg de K₂O y 3 t ha⁻¹ de guano de islas, 100 kg de K₂O y 2 t ha⁻¹ de guano de islas, 50 kg de K₂O y 3 t ha⁻¹ de guano de islas, 100 kg de K₂O y 1 t ha⁻¹ de guano de islas, reportan los mayores rendimientos de lechuga. El tratamiento sin fertilización potásica y sin guano de islas tiene el menor rendimiento de lechuga (28.970 t ha⁻¹). (p. 12)

Palomino (2014) en su estudio de investigación “Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho”, arribó a las siguientes conclusiones que:

La cosecha de cabezas de lechuga con aplicación de guano de islas se produjo entre los 88 y 90 días, mientras que con la densidad de 66 667 y 50 000 plantas. ha⁻¹ ocurre entre los 88.5 y 90 días; el mayor peso de lechuga (0.71kg) se logró con 2.0 t. ha⁻¹ de GI, y 0.70 kg con la densidad 66 667 plantas. ha⁻¹; el mayor diámetro de cabezas de lechuga (9.60 cm) se logró con 3.0 t ha⁻¹ de GI, mientras que las densidades de 66 667 y 50 000 plantas. ha⁻¹ produjeron lechugas con diámetro de 9.40 y 9.30 cm, respectivamente; los mayores rendimientos de cabezas de lechuga se obtuvieron con 3.0 y 2.0 t ha⁻¹ de guano de islas con 79366.7 y 73183.3 kg/ha y la densidad de 100 000 plantas. ha⁻¹ con 75783.3 kg/ha; La densidad de 100 000 plantas. ha⁻¹ produjo la mayor cantidad de cabezas comerciales con 124300.0 lechugas. Efectuando el diseño estadístico Bloques Completos Randomizados con arreglo factorial 4GI*3D; con la finalidad de establecer la influencia de niveles de guano de isla (0.0, 1.0, 2.0 y 3.0 t ha⁻¹) y densidad de plantas (100 000, 66 667 y 50 000 planta. ha⁻¹) en el rendimiento de la lechuga. (p. 77)

Alanya (2024) en el ensayo “Densidad de plantas con tres dosis de Kelpak (*Ecklonia maxima*) en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm - Ayacucho”, mostro que:

Inicio de la cosecha con las dosis 0.0, 1.5 y 2.5 L ha⁻¹ de Kelpak (K) se realizó a los 66.22, 63.33 y 62.44 ddt respectivamente; con la dosis 3.5 L ha⁻¹ de Kelpak (K) se realizó a 61.33 ddt, resultando ser el más precoz. Los mejores resultados en peso de cabeza de lechuga se obtuvieron con los niveles de 3.5 y 2.5 L ha⁻¹ de Kelpak (K), con valores de 1.363 y 1.280 kg respectivamente. La densidad de 71, 429 plantas de lechuga reportaron el mayor peso con 1.295 kg. En el rendimiento de cabezas comerciales, la dosis de Kelpak (3.5 L ha⁻¹) con densidad de plantas de 100,000 plantas alcanzó mayor rendimiento con 96,042 kg ha⁻¹. La mayor rentabilidad de 4.80 se obtuvo con la dosis de Kelpak de 3.5 L ha⁻¹ y 100,000 plantas por ha⁻¹. (p. 11)

1.2. Cultivo de lechuga

1.2.1. Origen

López y Frezza (2022) mencionan que el origen de lechuga sea “probablemente sudoeste asiático, del área alrededor de los ríos Éufrates y Tigris, donde se cree que la humanidad inició la agricultura y de donde provienen la mayor cantidad de variedades silvestres emparentadas” (p. 10).

Según Cásseres (1980) el origen de la lechuga es:

Bastante antigua y existen pinturas de una forma de lechuga que datan del año 4500 A.C., en tumbas de Egipto, y ya se le conocían, 500 A.C. Se originó probablemente en el Asia Menor. También se evidencia que la *Lactuca serriola* o lechuguilla es una hierba común con la cual se cruza fácilmente la *Lactuca sativa*. Así mismo, generalmente se acepta que la lechuga se derivó de *Lactuca serriola*, pero se cree que ocurrieron hibridaciones entre distintas especies y un proceso evolutivo que dieron origen a la lechuga. (p. 204)

Marhuenda y García (2017), mencionan que:

Los primeros vestigios de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) aparecen en las pinturas de las tumbas del antiguo Egipto (2500 a. C.), lechugas en forma de tallo, como las que actualmente siguen cultivándose en Egipto, muy parecidas a la especie *Lactuca serriola* L. y que se emplean para la extracción de aceite para cocinar. Todas las evidencias apuntan a que es un cultivo originario de la cuenca mediterránea. (p. 239)

1.2.2. Características generales

La lechuga es una de las 300 especies del género *Lactuca*, cuyo nombre genérico *Lactuca* proviene del latín *lactis* (leche), tal etimología refiere a la savia de apariencia láctea que exudan los tallos de esta planta al ser cortados (Frezza & López, 2022).

Del mismo modo pertenece a la familia Asteraceae, es la planta más importante de grupo de las hortalizas de hoja que se consumen crudas; El aporte nutricional de la lechuga son primariamente vitaminas y minerales a la dieta humana, más un buen aporte en fibra y una gran cantidad de agua; Esta especie prefiere para su

desarrollo climas frescos y húmedos. En general es resistente a bajas temperaturas en sus primeras etapas de desarrollo, aunque cercano a la época de cosecha este factor puede producir daños que reducen la calidad del producto. Las altas temperaturas producen emisiones prematuras del tallo floral, quemaduras en las hojas y mermas en la calidad y presentación del producto final. La lechuga presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. (Blanco et al., 2019, pp. 9-10)

1.2.3. Clasificación taxonómica

Según la base de datos de plantas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2025), la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
Superdivisión	: Spermatophyta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Asteridae
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Género	: Lactuca
Especie	: <i>Lactuca sativa</i> L.
Nombre común	: Lechuga. (USDA, 2025)

1.2.4. Valor nutricional de la lechuga

La lechuga como hortaliza de hoja, su aporte nutricional son principalmente vitaminas y minerales, más un buen aporte en fibra y gran cantidad de agua (Blanco et al., 2019)

Shi et al. (2022) refiere que la lechuga por su alto contenido de fibra dietética, vitaminas y ácido fólico es apreciado para la salud humana, beneficiando la digestión y contribuyendo a la prevención de enfermedades.

Según Kim et al. (2016) la lechuga tiene beneficios nutricionales debido a su contribución a la fibra dietética, la presencia de varios minerales importantes y varias vitaminas y compuestos bioactivos (carotenoides y compuestos fenólicos); es baja en calorías, grasas y sodio, beneficioso para la salud, con actividades antiinflamatorias, reductoras de colesterol y antidiabéticas.

Tabla 1.1

Valor nutricional de lechuga por cada 100 g en materia comestible.

Componentes	Valor nutricional
Agua	: 94 g
Lípidos	: 0.16 g
Carbohidratos	: 4.07 g
Proteína	: 1.09 g
Energía (Atwater)	: 18 kcal
Calcio	: 40 mg
Hierro	: 0.32 mg
Magnesio	: 12.8 mg
Fósforo	: 27 mg
Potasio	: 277 mg
Sodio	: 29 mg
Zinc	: 0.31 mg
Cobre	: <0.25 mg
Vitamina C	: 15.2 mg
Vitamina B-6	: 0,071 mg
Vitamina K (Filoquinona)	: 118 mg
Tiamina	: 0.082 mg
Niacina	: 0.375 mg

Fuente: Central de datos alimentarios USDA (2024)

1.2.5. Características botánicas

La lechuga es “una planta herbácea anual rústica, tiene hojas grandes blandas, enteras o aserradas, nativa de regiones templadas de Europa, Asia y America del Nort”e (Cerde & Montero, 2004, p. 25).

Así mismo, se describe al cultivo de lechuga como:

Planta anual de la familia de compuestas de hojas lampiñas, ligeramente dentadas y de formas variadas; flores hermafroditas reunidas en capítulos de color blanco amarillento, de fecundación autógama, el fruto al que con frecuencia se llama semilla, es un aquenio de forma alargada, de color blanco o negro de 3 a 4 mm de largo y 1mm de ancho (Japon, 1977, p. 3)

Según Marhuenda y García (2017) la lechuga presenta las siguientes características botánicas:

De raíz pivotante, descrita como poca profunda o muy reducida en comparación con la parte aérea, aunque varía en función del sistema de producción; el tallo en la mayoría de las variedades comerciales es corto, pero puede cambiar en función a la variedad y su comportamiento; hojas de múltiples formas, lanceoladas, oblonga, redondas y borde liso, lobulado, ondulado o dentado; flores agrupadas en capítulos compuestos por 10 a 20 floretes amarillentos en racimos o corimbos. planta autógama cuyas semillas son en realidad aquenios de color blanco, amarillo, marrón o negro, miden unos 2 a 4 mm de longitud y su capacidad germinativa es de 4 a 6 años. (p.241)

1.2.6. Variedades de lechuga

De acuerdo a Saavedra et al. (2017), se diferencian cinco variedades botánicas:

L. sativa L. var. longifolia: Son las correspondientes a las lechugas llamadas Romanas o Cos y que se aprovechan por sus hojas y no forman verdaderos cogollos. La planta desarrolla hojas grandes, erguidas, oblongas y obovadas, de 20 a 30 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho, con nervadura prominente.

L. sativa L. var. capitata: Forman un cogollo apretado, la forma de sus hojas suele ser ancha y corresponden a las lechugas conocidas como de amarra, mantecosas o españolas. Presentan hojas lisas, relativamente delgadas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; se distinguen dos subtipos la de verano llegan bien a la madurez y son más grandes; y la de invierno son más pequeñas. Estas variedades tienen menor tamaño y son más precoces, con ciclos de entre 55 a 70 días.

L. sativa L. var. crispa L: Lechugas que forman cabeza, como las Great Lakes o Batavias, distinguen dos subtipos: las llamadas Iceberg, que forman una cabeza compacta y las Batavia que forman una cabeza menos densa, son más pequeñas y de formas irregulares. Las lechugas de este tipo son de mayor tamaño, pudiendo llegar a pesar más de 1 kg en el caso de tipo Iceberg compacta, y tienen un período de siembra a cosecha largo (más de 100 días).

L. sativa L. var. acephala L: Se caracteriza por tener las hojas sueltas y dispersas, corresponden a las llamadas Lollo Rosa, Lollo Bionda, Hoja de Roble, etc. este tipo no forma cogollo, sino que sus hojas son sueltas, no envolventes, son muy populares para cultivo hidropónicos.

L. sativa L. var. augustuana L: Son las lechugas espárrago o de tallo cultivadas solamente en China. se utiliza principalmente el tallo carnoso y también las hojas, que pueden presentar color verde o rojizo; sus hojas son angostas (4 a 6 cm), lanceoladas y largas. (pp. 22-25)

1.2.7. Condiciones agroecológicas

a) Clima

Japon (1997) menciona que “la temperatura ideal para su crecimiento oscila entre 15°C y 20°C; aunque puede sobrevivir a temperaturas cercanas a los 0°C, pero cuando ésta desciende por debajo de los 6°C, suele sentir sus efectos, que si persisten ocasionan lesiones foliares” (p. 3).

Asimismo, según el Centro para el Desarrollo Agropecuario y forestal (CEDAF, 1999) menciona que:

La temperatura media óptima para el desarrollo de la parte aérea de la planta oscila entre 15 a 18 °C, con máximas de 24 °C y mínimas de 7 °C.

La humedad relativa del aire óptimo para el cultivo es de 60 a 70 % y la humedad del suelo más propicia es de 60 a 70 % de la capacidad de campo; la baja y alta humedad en ambos casos afecta en la calidad de la lechuga. (p. 9)

Ahmed et al, (2020) señala que la temperatura del aire de 22 a 25 °C es óptima para una mejor absorción del CO₂, y la humedad del aire entre 70 a 80 % promueve el crecimiento vegetativo y reduce el estrés hídrico al hacer que las estomas se cierren en el cultivo de lechuga.

b) Suelo

El cultivo de lechuga muestra un “desarrollo óptimo en suelos con texturas franco-arcillosas o franco-arenosas, bajo condiciones climáticas frescas y húmedas” (Carguachi et al., 2024, p. 146).

López y Frezza (2022) señala que:

La lechuga requiere suelos ligeros con buenos contenidos de materia orgánica, capacidad de retención de agua, buen drenaje y una adecuada estructura. De la misma forma, suelos compactos afectan significativamente el crecimiento del sistema radicular. El pH ideal del suelo se encuentra en el rango de 6,6 a 7,8. La lechuga no tolera los suelos ácidos, se adapta a suelos ligeramente alcalinos. Cultivo poco tolerante al exceso de sales lo que provoca una disminución en sus rendimientos, pero cuando la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego es de 0,9 dS m⁻¹ y la del suelo en saturación es de 2,7 dS m⁻¹, se obtienen rendimientos óptimos. (p. 28)

Según Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de (INIA, 2005) la lechuga requiere suelos francos o livianos.

c) Agua

Según Japon (1997), manifiesta que “la lechuga es muy sensible a los excesos de humedad. Su poco desarrollado sistema radicular hace que soporte también mal la sequía, disminuyendo el tamaño de la lechuga” (p. 4).

La lechuga “no tolera el exceso de riego, ni los encharcamientos que incrementan el riesgo de las enfermedades. Tiene el sistema radicular muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy susceptible al déficit hídrico” (López & Frezza, 2022, p. 28).

Para lograr máximo crecimiento y rendimiento se debe suministrar a la planta de una buena cantidad de agua a lo largo de su ciclo productivo; la etapa fenológica de mayor demanda de agua es en la época de formación de la cabeza, un déficit de agua provocará reducciones en los rendimientos. (Jaramillo et al., 2016, p. 54)

d) Luminosidad

De acuerdo a CEDAF (1999) la lechuga “es un cultivo de días largos, cuando hay escasez de luz, las hojas se adelgazan y la roseta de la hoja y el repollo, si es que llegase a formar son muy sueltos” (p. 9).

La lechuga por lo general florece con fotoperíodos largos, siempre y cuando los períodos de iluminación sean mayores que cierto valor crítico, que depende de cada variedad, igualmente la luz influye en la germinación de las semillas (Lopez & Frezza, 2022).

1.2.8. Manejo del cultivo

a) Preparación del terreno

La preparación del suelo se debe realizar con 30 a 40 días de anticipación al trasplante a una profundidad de 30 cm. Se debe realizar una pasada de arado de cincel con el objeto de roturar el suelo, airearlo y exponer a las condiciones meteorológicas a los adultos, huevos y larvas de plagas o agentes patógenos que se encuentren en campo. La desinfección del suelo es una práctica recomendada en el cultivo de lechuga, en especial cuando se han detectado agentes fúngicos en el suelo. (Suquilanda, 2003, como se citó en Velázquez, 2019, p. 19)

La preparación del terreno bien realizada es el primer paso para obtener buenos rendimientos, ya que facilita el establecimiento de los plantines y la penetración de las raíces, permite un buen desarrollo de la planta y facilita la distribución uniforme del agua y los fertilizantes. y para una siembra directa, el suelo debe quedar bastante mullido en los primeros 10 a 15 cm que corresponden a la cama de semillas, pero para abajo no es necesario, pues deben quedar algunos terrones no muy grandes para facilitar el enraizamiento y el drenaje del suelo. (Saavedra et al., 2017, p. 82)

b) Almacigo

CEDAF (1999) menciona que:

Las siembras en almacigos consisten normalmente en canteros de 20 a 25 cm de altura, un metro de ancho por 10 ó 20 m de largo; en las cuales las semillas se distribuyen distanciados de 10 a 20 cm una de otra a lo largo del cantero y a 0.5 cm de profundidad. Y recomienda usar de 1.5 a 3 gramos por metro cuadrado con esa densidad se pueden obtener aproximadamente 500 plantas aptas para el trasplante y se necesitaran cerca de 1.5 kg de semillas para una hectárea. (p. 13)

La temperatura óptima para la germinación de la semilla de lechuga va entre 15 a 20 ° C; a partir de 25 ° C puede disminuir su porcentaje y la uniformidad de germinación y por encima de 30 °C se acentúan estos problemas. Previo al desarrollo de la parte aérea se desarrolla la raíz de 2 a 3 cm que pueden tardar entre 3 a 7 días en emerger, luego aparecen las primeras hojas verdaderas y se inicia el proceso de fotosíntesis y el desarrollo de la planta. (Marhuenda & Garcia, 2017, p. 241)

Por otro lado, Valencia (1995) refiere que en casos de siembra indirecta es decir primero el almacigo y posterior trasplante se “requiere 0.5 a 0.8 kg de semilla para una hectárea; y que se utiliza una semilla botánica con una viabilidad de hasta cuatro años en condiciones ambientales favorables” (p. 11).

c) Transplante

De acuerdo con Japón (1997), se recomienda que:

La planta destinada al trasplante tenga una altura de 15 cm y posea entre 8 a 10 hojas. Para minimizar el daño a las raíces, es aconsejable regar el semillero unos días antes de realizar el arranque y el trasplante posterior. (p.12)

La lechuga es típicamente de trasplante, aunque puede ser de siembra directa si se entresaca debidamente. Para el trasplante se requieren plantines fuertes de 3 a 4 hojas al trasplantarlas no se debe podar las raíces ni las hojas y se debe mojar la tierra antes o al momento de colocar las plantitas, y debe realizarse por la mañana, una tarde fresca o día nublado. (Cásseres, 1980, p. 210)

Según Jaramillo et al. (2016) el transplante “se realiza entre 25 a 30 días de estar las plántulas en el semillero, y el terreno debe estar bien humedecido para evitar el estrés de la planta” (p. 50).

d) Densidad de siembra

Según Saavedra et al. (2017) menciona que:

En plantaciones por camellones de mayor uso en lechugas de tipo escarola a una distancia entre camellones de 0,70 y 0,75m y entre hileras de 0,20 a 0,30 m, ya sea en hilera simple o doble, se pueden establecerse del orden de 50 000 a 80 000 plantas por hectárea. Asimismo, en lechugas tipo marina usan entre 100 000 y 120 000 plantas por hectárea con distancias sobre hilera que varían entre 0,30 y 0,24 m. (p. 80)

En siembras comerciales de lechuga se pueden obtener poblaciones de 66 000 a 72 000 plantas por hectárea, en surcos de 0. 92 a 1. 00 m y de 30 a 35 cm entre plantas y 25 cm entre hileras (Valadez, 1994).

Semillas Arroyave (s.f) afirma que “a una distancia de siembra de 30 cm por 40 cm se tiene una población de 67 000 plantas por hectárea” (p. 74).

e) Riego

Valadez (1994) afirma que de acuerdo a su experiencia observó que “los periodos críticos son la germinación y cuando empieza a formarse la cabeza (var. Capitata), por lo que se recomienda humedad constante en el suelo a lo largo de su desarrollo para obtener lechugas de buen peso y comerciáveis” (p. 159).

Según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 1983), manifiesta que:

La lechuga requiere de 300 a 600 mm de agua durante todo su ciclo para su normal desarrollo; además la frecuencia y cantidad de agua a aplicar con riego depende del tipo de suelo, del tamaño de la planta y del clima. (p. 505)

Las necesidades de agua de la lechuga, para completar su ciclo, se sitúan alrededor de 110 mm en primavera para un ciclo de 60 días y 140 mm en verano para un ciclo de 30 días. El aumento de las cantidades de agua aportadas en el cultivo acrecienta el volumen de las plantas cosechadas, pero hasta un límite, el exceso de agua puede ser perjudicial para la producción (asfixia radicular y arrastre de elementos fertilizantes). Los sistemas de riego utilizados son diversos según las zonas de producción y tipo de lechuga. Entre ello se puede citar: riego gravitacional por pulso, riego por aspersión y riego por goteo. (López & Frezza, 2022, p. 39)

f) Abonamiento

Según Maroto (1983) menciona que:

La fertilización de la lechuga, además de factores como la variedad, el tipo de suelo, y su riqueza, etc juegan un papel primordial las técnicas de cultivos empleados. Es así que debe considerarse el pH, pues la lechuga es sensible a la acidez del suelo respondiendo a la misma con rendimientos más bajos y en tales casos aplicar alguna enmienda cálcica. Otro aspecto a considerar es la concentración de sales solubles en el suelo, ya que es sensible sobre todo en estados jóvenes. Una respuesta bastante frecuente de la lechuga a un abonado deficitario o excesivo en macroelementos es el que las plantas no acogollen. (p. 195).

El estiércol descompuesto o el compost suplementado con fertilizantes minerales es ideal y se recomienda de 20 a 30 t/ha. Además, menciona que un exceso de nitrógeno resulta en plantas que crecen muy rápido, con las hojas muy suaves, quebradizas, en las que puede aparecer necrosis fisiológica; las cabezas no se arpeollan debidamente. (Cásseres, 1980, p. 188)

Saavedra et al. (2022), manifiesta que:

Las enmiendas orgánicas, se consideran tradicionalmente más como un aporte de materia orgánica que como una fuente fertilizante; dependiendo de su composición también pueden aportar N al cultivo. Una dosis anual recomendable

de materia orgánica debiera estar entre 10 y 15 t/ha, siendo necesarios los valores más altos en suelos de texturas gruesas. (p. 88)

Durante el período de cultivo la lechuga extrae para producir una tonelada de materia seca entre 1 y 2,5 kg de nitrógeno, 0,5 a 1 kg de fósforo, 3,5 a 5 kg de potasio. La extracción de nutrientes varía según la evolución en la producción de materia seca, la lechuga consume en el último tercio de su ciclo el 50 % de los nutrientes y es en ese período cuando se produce la mayor parte de la materia seca total. (López & Frezza, 2022, p. 40).

Valencia (1995) recomienda el empleo de por lo menos 10 t/ha de estiércol proveniente de cualquier fuente como aves, vacunos, ovinos; así mismo con la fertilización química recomienda aplicar dosis de 100-120, 60-80 y 60 kg/ha nitrógeno, fosforo y potasio respectivamente. En el caso de siembra en almácigo y posterior trasplante, aplicar un tercio del fertilizante nitrogenado y todo el fósforo y potasio 15 días después del trasplante, y el restante abono nitrogenado 15 días después. La dosis de fertilización, depende de las condiciones específicas e individuales de cada tipo de suelo, igualmente la materia orgánica debe ser incorporada con anticipación, para que tenga el tiempo suficiente de descomponerse a excepción de procesado. (pp. 44-45)

Los elementos menores como boro, zinc, y cobre son críticos en algunas zonas por su bajo contenido en el suelo o en los sustratos, por tanto, deben ser incorporados en el abonamiento de base o en adiciones complementarias líquidas a través de riego o drench durante las dos o tres semanas después del trasplante. (Vallejo & Estrada, 2004, p. 340)

g) Control de maleza

Valadez (1994) menciona que:

La lechuga es una de las hortalizas que no pueden competir con las malezas en nutrientes y espacio debido a que su sistema de raíces es muy superficial y pequeño. Por ello la escarda permite la eliminación parcial de malezas, además ayuda a aflojar el suelo, especialmente en suelos arcillosos; se recomienda realizar a las 3 semanas después del trasplante. (p. 157)

El periodo crítico de competencia con maleza en el cultivo de lechuga es máximo durante las primeras semanas, especialmente en cuanto a la luz siendo menos intensa cuando las plantas empiezan a cubrir la línea de siembra. El control de malezas se hace generalmente en forma manual. (Valencia, 1995, p. 44)

“Las desyerbas con herramientas manuales (azadón, pala, escardillos y guadañas), son alternativas viables en los primeros días después del transplante; en caso de infestaciones posteriores, debe hacerse manualmente para evitar daños al follaje” (Vallejo & Estrada, 2004, p 340).

h) Plagas

Entre las principales plagas que afectan al cultivo de lechuga se encuentran las siguientes:

- **Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorum*):** Insecto polífago, los daños directos corresponden al debilitamiento de la planta mostrándose amarilla y marchita, debido a su hábito de alimenticio chupador, permitiendo succionar los jugos celulares la savia elaborada. En contraste provoca la transmisión de enfermedades como daño indirecto.
- **Pulgón de lechuga (*Hyperomyzus lactucae*):** Los estados que ocasionan daño al cultivo son los ninfales y el adulto, que provocan el amarillamiento y reducción de las hojas debido a que se alimentan de la savia en órganos jóvenes y tejidos tiernos y siendo vector para las enfermedades víricas. Generalmente las colonias de pulgones suelen refugiarse en el envés de las hojas.
- **Trips (*Frankliniella occidentalis*):** Los daños directos corresponden a pequeñas manchas irregulares en el haz y envés de las hojas La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en hojas, flores y algunas yemas florales. (López y Frezza, 2022, pp. 46-47)

Rikolto (2019), añade otras plagas importantes en el cultivo de lechuga como:

- **Babosas (*Sarasinula plebeia*):** Se alimenta de la capa superior de las lechugas produciendo laceraciones leves en las hojas lo cual podría ser un medio para las enfermedades bacterianas.
- **Nematodos (*Meloidogyne sp.*):** Se alimenta de la savia de las raíces, forma nódulos o agallas que obstruyen el paso de los nutrientes y el agua desde suelo hacia a la planta.
- **La gallina ciega (*Phyllophaga sp.*):** Es un escarabajo, los daños que producen en las raíces son graves y podría ocasionar heridas en las que podrían entrar bacterias y hongos. (p.58)

i) Enfermedades

Según Maroto (1983) entre las principales enfermedades de la lechuga se encuentran:

- **Mildiu de la lechuga o la cenicilla (*Bremia lactucae Regel*):** Forman manchas de color amarillento en las hojas entre las nerviaciones que después se recubren de un micelio afeiltrado de color grisáceo y que finalmente pueden desecar o desarrollar podredumbre.
- **Sclerotina (*Sclerotinia sclerotiorum*):** Produce podredumbres blandas en la base de la planta, originando el colapso de la misma. Las rotaciones, desinfecciones del terreno mismo y pulverizaciones con vinclozolina, binomilo, etc son los medios de lucha más notables.
- **Pudrición de Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*):** Desarrolla podredumbre en el cuello de la raíz, causa el estrangulamiento en plantitas de semillero, produce una pudrición en las plantas desarrolladas en las hojas más grandes. Evitar todo tipo de estancamiento del agua.
- ***Botrytis cinerea Pers:*** Origina podredumbres algodonosas en hojas que deprecian comercialmente a las lechugas.
- **Oidiopsis (*Erysiphe cichoracearum*):** Aparece en todo en limbo foliar recubierto de un micelio blanquecino pulverulento asociado a una decoloración total de las hojas.
- **Virus del mosaico de la lechuga:** Produce un mosaico verde claro a verde oscuro en las hojas. Virosis transmitida por áfidos.

- **Virus de las nerviaduras gruesas de la lechuga:** Las hojas de la lechuga presenta abullonamientos y deformaciones, las nerviaciones se hacen amarillas y quedan enmarcadas por una franja amarilla, que contrasta el color normal de la hoja. (p. 204)

1.2.9. Cosecha y Rendimiento

“La cosecha de la lechuga depende del material sembrado y del tipo de lechuga, es así, que el tiempo promedio para la cosecha de las lechugas que forman cabeza va entre 75 a 80 días despues del transplante” (Galindo & Español, 2016, p. 54).

Saavedra et al. (2017) afirma que la cosecha se “realiza cuando la cabeza esta compacta y se requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida; una cabeza muy suelta esta inmadura, por el contrario, una muy firme o extremadamente dura se considera sobremadura” (p. 146).

Gonzales y López (2003) mencionan que:

La cosecha de lechuga se realiza de acuerdo al índice de madurez apropiado, los ciclos de cultivo pueden durar entre 55 y 110 días dependiendo de la época de transplante, en el tipo de iceberg, por su firmeza y compactación del cogollo. En lo posible realizar la cosecha en primeras horas del día para evitar la rotura de las hojas, más frágiles por las condiciones de eleva humedad y de mayor contenido de agua de sus tejidos. Asimismo, los rendimientos oscilan entre 15 000 a 30 000 kg/ha ó 35 000 a 50 000 unidades/ha. (p. 85)

CEDAF (1999) señala que “los rendimientos dependen mucho del cultivar y de la densidad de la población pudiendo obtenerse de 60 000 a 170 000 plantas por hectárea o 16 a 40 t/ha” (p.31). Mientras Domínguez (1993), como se citó en López y Frezza (2022), menciona que “en base a la fertilización y ritmo de absorción de los diferentes nutrientes por el cultivo de lechuga se pueden lograr rendimientos de 18 a 50 t/ha” (p. 41).

Tabla 1.2

Clasificación de lechuga tipo americana por categoría en función a peso y diámetro.

Categoría	Diámetro central (cm)	Peso de cabeza g/cabeza)
Extra o suprema	15- 20	350 -500
Corriente	10 - 14	250 -340
Dúplex o mix	< 10	< 250

Fuente: Vallejo & Estrada (2004)

1.2.10. Ciclo fenológico de la lechuga

Según López y Frezza (2022) el ciclo fenológico de la lechuga se divide en tres fases sucesivas:

- **Fase de germinación y emergencia:** Se produce las transformaciones metabólicas necesarias para el desarrollo de la plántula; a su vez la división y alargamiento celular en el embrión con la rotura de las cubiertas seminales, favorecen la emergencia de la radícula.
- **Fase vegetativa:** Desarrollo de la estructura vegetativa; agronómicamente la fase se divide en dos: fase de formación de una roseta de hojas y la fase de formación de un cogollo o cabeza más o menos compacto, esta segunda fase es la que difiere de acuerdo con el tipo de lechuga.
- **Fase reproductiva:** Desarrollo de las estructuras florales, ocurre la fecundación del ovario y posterior desarrollo del fruto. Es una fase relevante para la producción de semillas, sin embargo, es una etapa no deseada por la pérdida de calidad comercial del producto. (pp. 18, 21)

1.3. Abonos orgánicos

Según Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES, 2014), define a los abonos orgánicos como “todo tipo de residuos orgánicos, que luego de descomponerse, abonan los suelos y le dan los nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y se desarrollen, mejorando las características biológicas, químicas y físicas del suelo” (p. 6).

Además, Gomero y Velásquez (1999) refieren que:

son sustancias y que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con la finalidad de mejorar sus características físicas,

químicas, biológicas y la calidad de la producción de los cultivos. Pudiendo ser residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde; restos orgánicos de la explotación agropecuaria; restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos; etc. (p. 165)

1.3.1. Importancia de los abonos orgánicos

FONCODES (2014) detalla la importancia de los abonos orgánicos por las siguientes razones:

- Mejoran la producción de los cultivos en cantidad y calidad.
- Incrementan la materia orgánica del suelo, y reponen los elementos químicos que alimentan las plantas, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio entre otros.
- Fomenta la vida en el suelo, promoviendo la actividad microbiana y generando la formación de nutrientes disponibles para las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, lo hace más suelto, favoreciendo la presencia del aire, lo que ayuda a las raíces de las plantas y a la infiltración del agua.
- Mejora la retención del agua, actúa como esponja, y facilita la absorción del agua y los nutrientes por las plantas.
- Ayuda a controlar las enfermedades presentes en el suelo, y aumenta la capacidad de resistencia de las plantas contra las plagas, enfermedades y eventos climáticos extremos.
- Frente a fertilizantes sintéticos, los abonos orgánicos se mantienen más tiempo en el suelo porque la materia orgánica se descompone lentamente.
- Mejora la salud de las plantas, de los animales, de las personas y del planeta.
- Se utilizan materiales que se encuentran en las chacras tales como: estiércol del animal (vacunos, cuy, ovinos, cerdos, etc) residuos de cosecha, restos de frutas, molindas hojas y ramas, reduciendo los costos de producción. (pp. 7-8)

Murillo-Montoya et al. (2020) afirma que los abonos orgánicos son utilizados para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiana del suelo, permitiendo aumentar los macro y micronutrientes necesarios para que las plantas mejoren su

producción. Igualmente, como alternativas más económicas y asequibles que los fertilizantes de origen sintético.

Por otro lado, Camasca (1994) señala que en suelos ricos en materia orgánica se obtienen los mayores rendimientos de cosecha en cultivo de hortalizas. Además, añade que los abonos orgánicos aparte de aportar macronutriente y algunos micronutrientes para el crecimiento vigoroso y saludable de las plantas contribuye en una buena labranza del suelo y capacidad para absorber el agua de lluvia o de riego.

1.3.2. Guano de isla

El guano de isla es un abono orgánico y producto renovable que se genera como consecuencia del metabolismo de las aves guaneras (guanay, piquero y pelicano peruano) a través de sus deyecciones; dado a su alto contenido de fósforo, potasio y nitrógeno, además de poseer muchos elementos menores lo convierten en un abono natural de primera calidad no contaminante y que facilita el crecimiento vegetal, incrementa el rendimiento y la producción de los cultivos. (García, 2023).

El guano de isla “es un abono orgánico producido por la mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevo, etc los cuales siguen por un proceso de fermentación lenta que permite mantener sus componentes al estado de sales” (Tineo et al., 2020, p. 86).

El guano de isla “es un compuesto orgánico heterogéneo constituida por una mezcla de estiércol de aves marinas, plumas, aves muertas y cáscaras de huevo, que se acumulan a través del tiempo en las islas que bordean el litoral peruano” (Camasca, 1994, p. 101).

a) Origen

El guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan en islas y puntas de nuestro litoral. Las aves marinas que aportan este excelente abono orgánico son tres especies: el Guanay (*Phalacrocorax bouganinivillii Lesson*), Piquero (*Sula variegata tshudi*) y el Pelicano (*Pelecanus thagus*). (AGRO RURAL, 2018, p. 11)

b) Mineralización de la materia orgánica

Los microorganismos presentes en la flora microbiana del guano de islas, que mediante el metabolismo de la materia orgánica y por acción de sus enzimas realizan reacciones de oxidación transformando los compuestos orgánicos complejos (proteínas, vitaminas, hidratos de carbono) en sustancias simples inorgánicas como nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico, sulfato, calcio, magnesio, potasio en forma iónica para que las plantas puedan tomar los nutrientes. (AGRO RURAL, 2018, p. 12)

Dentro de la flora microbiana del guano de islas se halla integrada esencialmente por las bacterias como *Azotobacter vinelandii* y *Clostridium pasteurianum*, fijadores de nitrógeno atmosférico en condiciones aeróbica y anaeróbica respectivamente; por *Micrococcus ureae*, fijador del nitrógeno orgánico y en la conversión del ácido úrico en nitrógeno amoniacal; y por las bacterias nitrificantes como *Nitrosomonas sp.* y *Nitrobacter sp.* que participan en la formación de nitratos; por otro lado están los hongos como *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.* como antagonistas contra patógenos del suelo y en la descomposición de la materia orgánica, mientras *Rhizopus nigricans* en procesos de amonificación de las sustancias orgánicas nitrogenadas (Cancino, 1959).

c) Disponibilidad de nutrientes

- **Formas del nitrógeno:** Del nitrógeno total, en promedio el 40% se encuentra en forma disponible (nitrógeno amoniacal NH_4^+ al 38% y nitrógeno nítrico NO_3^- al 2%) y el 60% restante se encuentra en forma orgánica por mineralizarse.
- **Formas de fósforo:** Del fósforo total, en promedio el 60% se encuentra en forma disponible (H_2PO_4^- y HPO_4^{2-}) y el 40% restante en forma orgánica por mineralizarse.

De tal forma que al aplicarse el guano de isla se estaría proporcionándose la cantidad mencionada anteriormente en promedio las formas disponibles y demás nutrientes contenidos, para ser absorbido por la planta de la solución del suelo. (AGRO RURAL, 2018, p. 13)

d) Contenido de nutrientes

AGRO RURAL (2018) señala el contenido de elementos nutritivos del guano de islas, como se muestra en la siguiente tabla 1.3.

Tabla 1.3

Contenido de elementos nutritivos en el guano de islas.

ELEMENTO	FÓRMULA	CONTIDAD
Macroelementos		
Nitrógeno	N	10 - 14 %
Fosforo	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

Fuente: Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL, 2018).

e) Características físicas del guano de islas

De acuerdo a PROABONOS (2007), como se citó en Bellido (2010), el guano de isla presenta las siguientes características físicas:

- Se presenta en forma de polvo de granulación uniforme.
- De color gris amarillento verdoso.
- Con fuerte olor a vapores amoniacales.
- Contenido de humedad entre 16-18%. (p. 16)

f) Efecto del guano de las islas sobre el suelo

Respecto al efecto del guano de las islas sobre el suelo AGRO RURAL (2018) refiere lo siguiente:

Propiedades físicas

- Mejora la estructura de los suelos arenosos y arcillosos.
- Incrementa la formación agregados del suelo (arenoso).
- Mejora la retención y absorción de agua.
- Suelos arcillosos compactados, los hace friables (los suelta), más fácil de trabajar.
- Mejora el intercambio gaseoso.

Propiedades químicas:

- La materia orgánica mediante el proceso de mineralización libera nutrientes para las plantas.
- Por el proceso de humificación se forman sustancias húmicas, que mejoran la adsorción de nutrientes y absorción de agua.
- Incrementa la Capacidad de Intercambio Catiónico – CIC.
- Aumenta el poder tampón buffer del suelo.
- Modifica el color, suelos oscuros generalmente es indicador de presencia de humus y buena fertilidad natural.
- Promueve la formación de quelatos.

Propiedades biológicas:

- El suelo tiene vida, esta acepción se basa en la intensa actividad de la microflora, mediante su metabolismo realizan una serie de reacciones bioquímicas, transformándose en millones de laboratorios biológicos.
- Incrementa la actividad biológica.
- Incrementa la población de microorganismos fijadores libres de Nitrógeno (Azotobacter) que fija el nitrógeno del aire.
- Producen sustancias activadoras de crecimiento, como el ácido indol acético, indol butírico. (pp. 13-14)

g) Propiedades del guano de islas

- Es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- Es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente.

- Es biodegradable. El guano de las islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- Mejora las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- Es soluble en agua. De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- Presenta sinergismo. La mezcla de guano de isla con el estiércol genera mayores rendimientos en los cultivos. (García, 2023, p. 65)

h) Tipos de guano de islas

Camasca (1994), señala que existen tres tipos de guano de islas en el mercado:

Guanos de islas rico: Tiene la composición media siguiente: Nitrógeno: 12% N (varía de 9 a 15%). Ácido fosfórico: 8% P_2O_5 . Potasa: 1-2% K_2O (soluble en su totalidad), CaO: 7-8%, MgO: 0.4 - 0.5%, Azufre: 1.5- 1.6%, Cloro: 1.5%, Sodio: 0.8%, humedad: 20%, mayoría de oligoelementos, pH: 6.2 a 7.

Guanos de islas pobre: De formación antigua, llamado también fosfatados y de explotación limitada. Su contenido de elementos es el siguiente: Nitrógeno: 1 a 2 % de N, ácido fosfórico: 16 a 20% de P_2O_5 , potasa: 1 a 2% de K_2O , Cao: 16 a 19%.

Guanos de isla balanceado: Viene a ser el guano de isla más pobre completado con úrea, sulfato de amonio o en ocasiones con guano de isla rico; su contenido de elementos es: Nitrógeno: 12% N, ácido fosfórico: 9 a 10% de P_2O_5 y potasa: 2% de K_2O . (p. 103)

i) Factores que influyen en la calidad del guano de isla

Según Tineo et al. (2020) los principales factores que influyen en la calidad del guano de islas son las siguientes:

- Clase de ave: el guanay es la que proporciona un mayor porcentaje de nitrógeno a diferencia del piquero y del alcatraz.
- Tiempo: el tiempo que ha transcurrido desde el momento en que el ave ha defecado hasta que haya sido recogido.
- Clima: factor más influyente en la calidad; cuanta más humedad este es más pobre.
- Sistema de explotación: así de acuerdo a la profundidad de donde se extrae, se ha observado que la parte superficial es más pobre debido a la acción de las lloviznas continuas que lavan o disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profundas. (p. 87)

1.3.3. Biol

El biol es un fertilizante orgánico líquido basada en la fermentación anaeróbica del estiércol animal y residuos vegetales. En la actualidad, se utiliza como abono foliar, favoreciendo el crecimiento y desarrollo saludable de distintos cultivos (Gil et al., 2023).

Según INIA (2016) el biol es un abono orgánico líquido de producción casera que contiene nutrientes y hormonas de crecimiento como producto de la descomposición anaeróbica de desechos orgánicos de origen animal y vegetal, enriquecido con sales minerales. Su uso está indicado en el tratamiento foliar en los diferentes cultivos, especialmente hortalizas.

Por otro lado, Lagler (2017), como se citó en Sánchez-Llevat et al. (2022) define al biol como:

Fitoestimulante orgánico con contenido de fitorreguladores, que resulta de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de filtración o decantación del bioabono. Pueden ser preparados a partir de estiércol fresco, disuelto en agua y enriquecidos con leche, melaza y ceniza, el cual se deja fermentar por varios días en túneles o tanques de plástico en anaerobiosis. (p. 51)

a) Ventajas del biol

Las ventajas del biol son:

- El biol es fuente de minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares complejas, enzimas, hormonas vegetales y materia orgánica, que fortalecen la fertilidad de las plantas y la salud del suelo.
- La capacidad de fertilización del biol es mayor al estiércol fresco y al estiércol compostado debido a que el nitrógeno es convertido a amonio, el cual, a su vez transformada a nitratos, formas más asimilables por las plantas.
- Es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica y crea un microclima adecuado para las plantas.
- Estimula y acelera el crecimiento y desarrollo foliar de las plantas, favorece su enraizamiento, mejoran la floración, ayuda en el cuajado de frutos, activa el vigor y poder germinativo de las semillas.
- Conserva mejor el N, P, K y Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- Puede incrementar la producción de un 30 a 50%, además de proteger de plagas y enfermedades recupera los cultivos afectados por las heladas, granizadas, etc.
- Es ecológico, no contamina el suelo, agua, aire ni los cultivos, ya que se obtiene de productos sanos y saludables, por tanto, es compatible con el medio ambiente.
- Es económico, porque se puede elaborar y emplear con los insumos encontrados en la misma parcela.
- Activa los microorganismos del suelo. (INIA, 2016; Sistema Biobolsa (s.f); Llantoy et al., 2008).

b) Composición bioquímica del biol

La composición bioquímica del biol es variable y depende de los insumos utilizados; de tal forma que, a partir del biol obtenido de estiércol de ganado lechero estabulado se puede encontrar los siguientes componentes: Materia orgánica, Fibra, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Azufre, Ácido indolacético, Giberelinas, Purinas, Tiamina, Riboflavina, Piridoxina, Ácido nicotínico, Ácido fólico, Cisteína, Triptófano entre otros. (Suquilanda, 1995, como se citó en Torres, 2013, p. 28)

De igual forma, Chiriboga et al. (2015) menciona que “existen tres componentes esenciales del biol como el nitrógeno (10%), fosforo (4%) y potasio (3%) y que el porcentaje varía con la calidad de los materiales que se utilizan” (p. 26).

Por otro lado, Suárez (2009) sugiere que los rangos mínimos nutricionales para el biol tipo artesanal son:

Nitrógeno	>700 mg/L
Fósforo	>170 mg/L
Potasio	>1300 mg/L
Calcio	>1800 mg/L
Azufre	>270 mg/L
Boro	>7,0 mg/L

c) Insumos para la elaboración del biol

Conforme a Llantoy et al. (2008) y Restrepo (2007) los insumos necesarios para la elaboración del biol son:

- **Estiércol de vaca:** Fuente de microorganismos encargados de producir la fermentación de la materia orgánica. Aporta nitrógeno, fósforo, calcio y otros elementos.
- **Suero o leche de vaca:** Fuente de proteínas, vitaminas, grasa y calcio; además es el medio propicio para la reproducción de la microbiología de la fermentación.
- **Melaza o azúcar:** Aporta energía para que los microorganismos se reproduzcan.
- **Levadura o concho de chicha:** Aporta microorganismos que aceleran la multiplicación de los microorganismos.
- **Sales minerales:** Activan y enriquecen la fermentación y tienen como fin nutrir y fertilizar el suelo y las plantas.
- **Ceniza:** Proporciona minerales y elementos trazas al biofertilizante para activar y enriquecer la fermentación.
- **Cáscara de huevo:** Fuente de calcio y fósforo.
- **Hojas de leguminosa y gramíneas:** Fuente de nitrógeno y sílice.

- **Agua:** De preferencia no clorada, facilita el medio líquido donde se multiplican todas las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaeróbica del biofertilizante.

d) Materiales para la elaboración del biol

- Bidón de plástico de capacidad variable en función a la necesidad.
- Manguera de plástico transparente.
- Botella descartable de plástico
- Silicona o pegamento
- Un palo (INIA, 2016).

e) Preparación del biol

La preparación del biol se inicia con la instalación del biodigestor o cilindro de plástico bajo condiciones ambientales favorables, para que el proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica sea adecuado por los microorganismos. Una vez instalado se agrega los insumos (estiércol, ceniza, leche, melaza, follaje picado, agua, etc) y se procede a mezclar en forma secuencial, debiéndose iniciar la fermentación. El biol estará listo cuando esté presente un olor agradable a chicha o de fermentación alcohólica, formación de una nata blanca en la superficie y un color ámbar o marrón brillante y translúcido; pudiéndose obtener en menor tiempo posible en zonas cálidas. (Restrepo et al., 2014; Román, 2020)

Asimismo, entre los principales microorganismos que participan en la fermentación anaeróbica del biol son las bacterias ácido lácticas del género *Lactobacillus* (*L. plantarum*, *L. casei*), *Streptococcus* (*S. lactis*), *Bifidobacterium* (*B. scarduvii*) y *Clostridium* (*C. thermocellum*, *C. butyricum*, *C. pasteurianum*) de igual forma las levaduras del género *Saccharomyces* (*S. cerevisiae*) y *Candida* (*C. utilis*) que aceleran la descomposición del estiércol y diversas materias orgánicas como hidrolizado de pescado, macroalgas, residuos de pota y residuos de pescado para transformarlo en un producto asimilable por las plantas. (Morales, 2012 & Peralta-Verán et al., 2016)

f) Aplicación del biol

El biol se puede utilizar en diferentes cultivos ya sean de ciclo corto, anuales, perennes, hortaliza, frutales y gramíneas; con aplicaciones dirigidas al follaje y al suelo principalmente; también puede ser aplicado vía ferti-riego, goteo dirigido y de forma nebulizada en invernaderos. (Suasaca et al., 2009; Restrepo, 2007).

Del mismo modo, Restrepo (2007) refiere que la dosis de aplicación varía de acuerdo a la necesidad nutricional de cada cultivo que exige durante su etapa fenológica, tipo y estado mineral del suelo; asimismo recomienda para la aplicación en tratamientos foliares del 5 % al 10 % de concentración o de 5 a 10 litros de biol por cada 100 litros de agua que se apliquen sobre los cultivos. En tanto, Zegers et al. (2021) indica que el biol se puede aplicar al follaje o vía riego diluyendo en agua entre el 2.5 al 10 % o de 0.5 a 2 litros de biol diluido en 20 litros de agua con aplicaciones de preferencia en horas de la mañana o tarde. Por otro lado, Llantoy et al. (2008) recomienda aplicar al suelo del 10 a 20 % de biol diluida en 100 litros de agua. Finalmente (Reynoso et al., 2022) menciona que para cultivos de ciclo corto se pueden realizar hasta tres aplicaciones.

g) Fertilización foliar

La fertilización foliar es una práctica estándar y desempeña una función importante en el mantenimiento del estado nutricional de los cultivos cuando el suministro de nutrientes del suelo es insuficiente y durante los periodos de mayor demanda de nutrientes. (Fernández et al., 2015)

De igual manera Trinidad y Aguilar (1999) refieren que la fertilización foliar “es una práctica efectiva que favorece el buen desarrollo de los cultivos y que mejora el rendimiento y la calidad de los productos” (p. 247). Asimismo, Patil y Chetan (2018) señalan que este método es adecuado para la aplicación de micronutrientes y cuando la planta se encuentra bajo condiciones de estrés; y que su uso no sustituye a la fertilización al suelo, sino que la complementa. Además, la aplicación de fertilizantes foliares junto con la fertilización del suelo es una forma más eficaz para aumentar los contenidos de oligoelementos y el rendimiento de los cultivos. (Niu et al., 2021)

Por otro lado, Marschner (2012), como se citó en Quintero (2023) menciona que “la fertilización foliar es más amigable con el medio ambiente debido al contacto directo de los nutrientes sobre el tejido vegetal durante el periodo crítico de requerimiento, y que se tendría mayor eficiencia de absorción de los nutrientes” (p. 1).

Respecto a la absorción de soluciones nutritivas aplicados foliarmente, esta puede ocurrir a través de estructuras epidérmicas como los estomas, lenticelas y tricomas principalmente (Fernández et al., 2013). Y mediante el mecanismo de difusión los nutrientes aplicados ingresan hasta las células vegetales (Murillo et al., 2013).

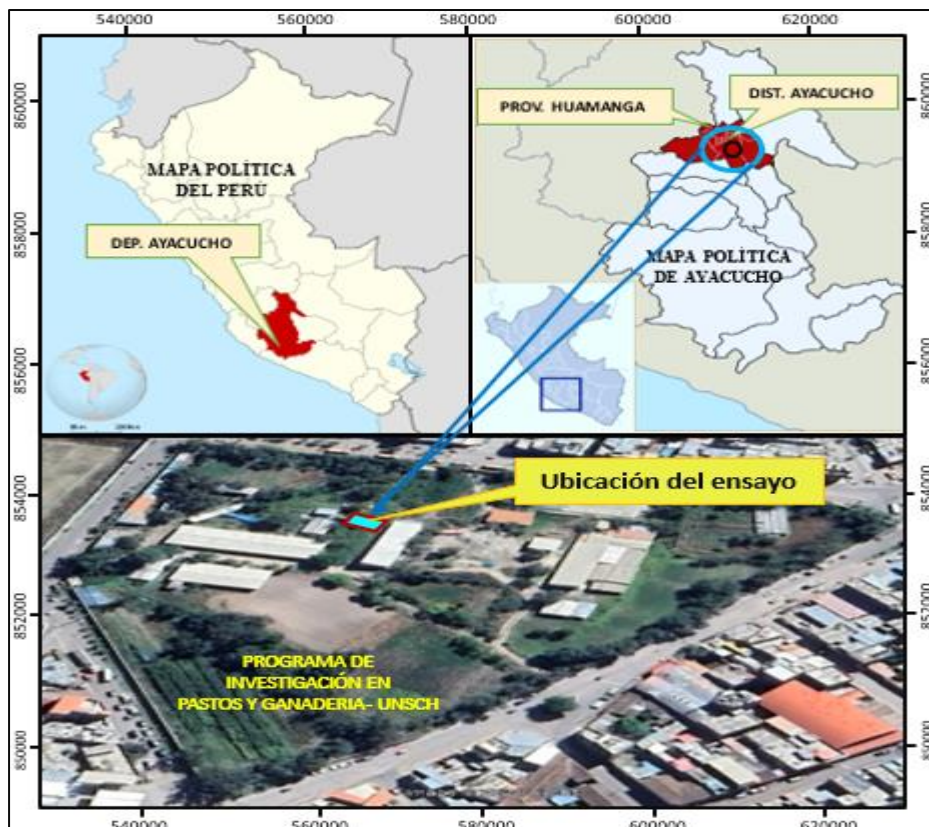
CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Lugar del experimento

La presente investigación se efectuó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, a una altitud de 2760 msnm, cuyas coordenadas geográficas son: latitud Sur $13^{\circ} 16' 00''$ y longitud Oeste $74^{\circ} 12' 27''$.

Figura 2.1

Mapa de ubicación del ensayo experimental en Programa de Investigación en Pastos y Ganadería - UNSCH. Ayacucho, 2024.



2.2. Antecedentes del campo experimental

En el terreno destinado para la instalación del presente experimento se cultivó el maíz morado en la campaña agrícola 2023-2024, bajo el uso de abonos orgánicos.

2.3. Características fisicoquímicas del suelo

Para diagnosticar las propiedades físicas y químicas del suelo de la parcela experimental, se hizo su respectivo análisis en el laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolás Roulet”, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Para tal efecto se tomó un kilogramo de muestra representativa, obtenida de la capa superficial del suelo a una profundidad de 20 cm, a través del método zigzag y cuarteo.

Tabla 2.1

Análisis físico y químico del suelo de la parcela del Área de Investigación en suelos del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería – UNSCH, Ayacucho, a 2760 msnm.

	Componentes	Valor	Método	Interpretación
QUÍMICO	pH(moles/L)	8.42	Potenciómetro	Fuertemente alcalino
	N total (%)	0.15	Semi-micro Kjeldahl	Medio
	P disponible (ppm)	2.2	Bray Kurtz I	Muy bajo
	K disponible (ppm)	192.4	Extracción con acetato de sodio	Medio
	Materia orgánica (%)	3.07	Walkley y Black	Medio
	C.E. (dS/m)	1.02	Extracto acuoso (1:1)	No salino
	Carbonatos (%)	8.0	Volumétrico	alto
	C.I.C. (Cmol ₍₊₎ /kg)	19.5	Saturación con acetato de amonio	Medio
FÍSICO	Arena (%)	53.3		
	Limo (%)	26.0	Hidrómetro	Fr-Ar-Ao
	Arcilla (%)	20.7		
	Clase textural			Franco arcillo arenoso

Fuente: Laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolás Roulet” UNSCH-2024

En la Tabla 2.1, se muestran los resultados del análisis fisicoquímica del suelo y en base al principio establecido por Ibáñez y Aguirre (1983), se determina que es un suelo franco arcillo arenoso (Arena: 53.3%, Limo: 26.0% y Arcilla: 20.7%), con pH (8.42)

fuertemente alcalino, N total (0.15%) medio, P disponible (2.2 ppm) muy bajo, K disponible (192.4 ppm) medio y de materia orgánica (3.07%) medio. Por lo que es un suelo de fertilidad media y pobre en fósforo.

2.4. Análisis químico del guano de islas

El análisis de la composición química del guano de islas, se efectuó en el laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolas Roulet”, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; para tal efecto se consiguió una muestra uniforme de 1 kg de guano de isla y cuyo resultado se presenta en la siguiente Tabla 2.2. El guano de isla fue adquirido de una tienda comercial agropecuaria de la ciudad de Ayacucho.

Tabla 2.2

Análisis químico de guano de islas.

Componentes	Contenido
pH	8.87
C.E. (mS/cm)	61.70
Materia orgánica (%)	24.20
Humedad (%)	2.90
N-total (%)	1.75
P ₂ O ₅ (%)	2.10
K ₂ O (%)	0.41
CaO (%)	10.10
MgO (%)	1.20
SO ₄ ⁼ (%)	1.49

Fuente: Laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolas Roulet” UNSCH-2024.

2.5. Análisis químico del biol

El análisis de la composición química del biol, se realizó en el laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolas Roulet”, del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; para lo cual se tomó una muestra de 625 ml de biol y cuyo resultado se presenta en la siguiente Tabla

2.3. El biol se obtuvo para su respectivo análisis del área de Investigación en Suelos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Tabla 2.3

Análisis químico del biol.

Componentes	Contenido
pH	4.02
C.E. (mS/cm)	13.58
N-NH ₄ (mg/L)	232.4
N-total (mg/L)	326.8
P ₂ O ₅ (mg/L)	374.4
K ₂ O (mg/L)	604.6
CaO (mg/L)	711.2
MgO (mg/L)	352.0
SO ₄ (mg/L)	1770.0

Fuente: Laboratorio de suelos y análisis foliar "Nicolas Roulet" UNSCH-2024

2.6. Características climáticas del lugar de experimento

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, dirigida por la Oficina de Operación y Mantenimiento Hidráulico (OPEMAN); con dichos datos se halló el balance hídrico y la evapotranspiración potencial, asimismo en la Tabla 2.4 y Figura 2.2 se presenta los resultados correspondientes.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo de lechuga, la temperatura anual registrada fue en promedio 24.03 °C como máxima, 9.53°C como mínima y 16.78°C como media; de igual forma una precipitación total anual de 715.1 mm. Según el balance hídrico se muestra déficit fluvial de abril a octubre y exceso fluvial los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre del mismo año; por ende, se condujo el experimento entre la temporada seca a lluvioso durante los meses de setiembre a diciembre del año 2024.

Tabla 2.4

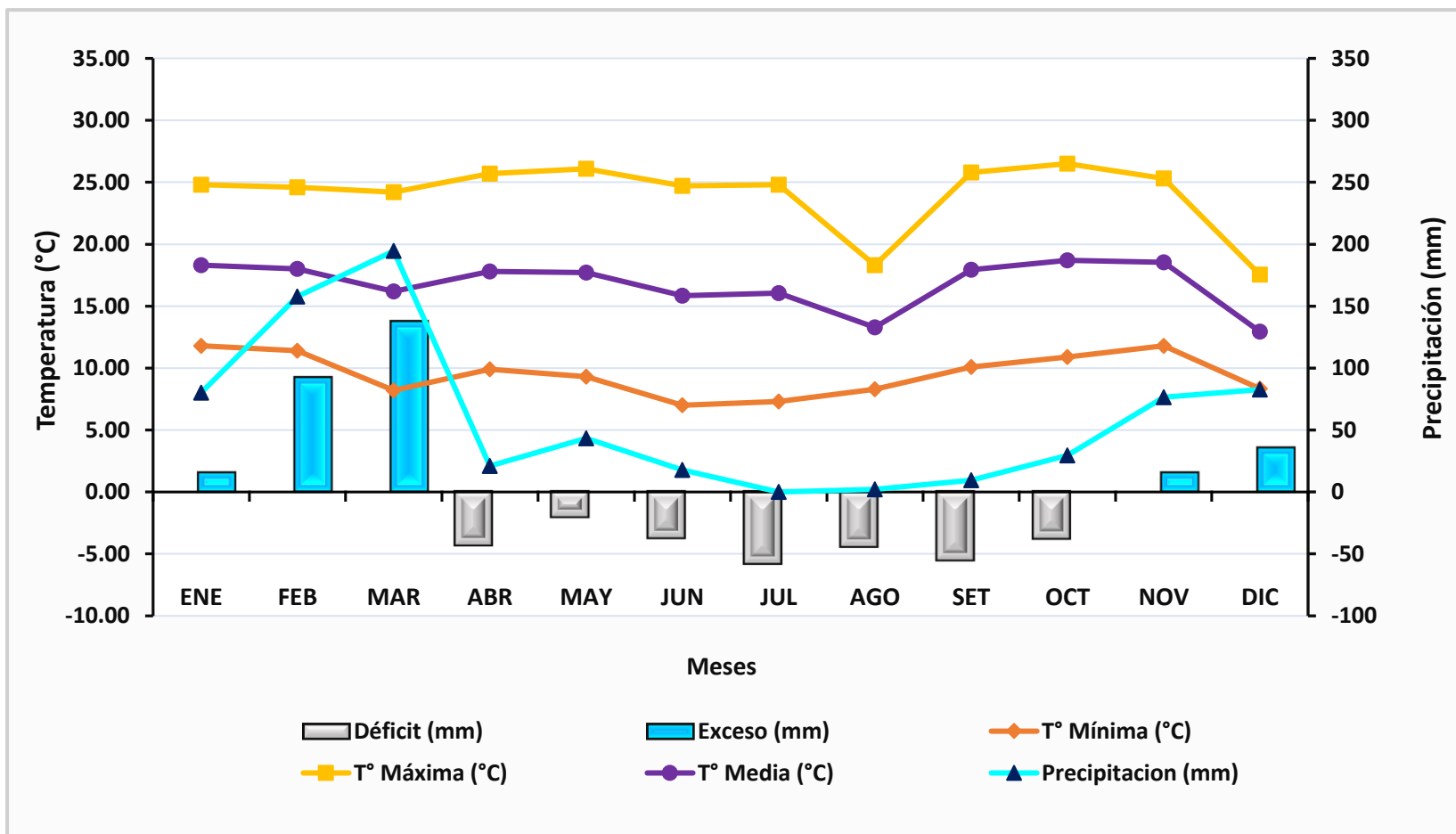
Temperatura, máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2024-2025, según la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho.

Distrito	: Ayacucho	Latitud	: 13°10'0.06"S
Provincia	: Huamanga	Longitud	: 74°12'22.92"W
Departamento	: Ayacucho	Altitud	: 2735 msnm

AÑO	2024												TOTAL	PROM
	MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV		
T° Máxima (°C)	24.80	24.60	24.20	25.70	26.10	24.70	24.80	18.30	25.80	26.50	25.30	17.54	24.03	
T° Mínima (°C)	11.80	11.40	8.20	9.90	9.30	7.00	7.30	8.30	10.10	10.90	11.80	8.34	9.53	
T° Media (°C)	18.30	18.00	16.20	17.80	17.70	15.85	16.05	13.30	17.95	18.70	18.55	12.94	16.78	
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96		
ETP (mm)	87.84	89.28	77.76	88.29	87.79	76.08	79.61	63.84	89.03	92.75	83.10	64.18	979.56	0.730
Precipitación (mm)	80.1	157.8	194.50	21.00	43.30	17.8	0	2.1	9.6	29.6	76.5	82.8	715.1	
ETP Ajustado (mm)	64.13	65.18	56.77	64.45	64.09	55.54	58.12	46.60	65.00	67.71	60.67	46.85		
Humedad del suelo (mm)	15.97	92.62	137.73	-43.45	-20.79	-37.74	-58.12	-44.50	-55.40	-38.11	15.83	35.95		
Déficit (mm)				-43.45	-20.79	-37.74	-58.12	-44.50	-55.40	-38.11				
Exceso (mm)	15.97	92.62	137.73								15.83	35.95		

Figura 2.2

Climograma de la campaña agrícola 2024-2025, según la Estación Meteorológica INIA (SENAMHI) - Ayacucho.



2.7. Material biológico

Se utilizó como material biológico las plántulas de lechuga variedad Great Lakes, las cuales fueron adquiridas del vivero Agro Andino de la ciudad de Ayacucho. Las principales características de esta variedad son las siguientes: cabeza grande, sólido y uniforme, cubierta por hojas envolventes rizadas de color verde oscuro y crujientes, de excelente calidad; con ciclo vegetativo de 75 a 80 días postransplante y rendimiento promedio de 35 a 50 t ha⁻¹; además es de amplia adaptación tolerante al calor y muy resistente a los daños del invierno y transporte. (Agro Besser, s.f.; Valencia, 1995; Cacñahuaray, 2021),

2.8. Variables evaluadas

2.8.1. Variables independientes e indicadores

En la Tabla 2.5 se presenta las variables independientes que se estudió en el presente trabajo de investigación.

Tabla 2.5

Variables independientes e indicadores.

Variables independientes	Indicadores
Niveles de guano de islas (G)	G ₁ : 0.0 t ha ⁻¹
	G ₂ : 1.5 t ha ⁻¹
	G ₃ : 3.0 t ha ⁻¹
	G ₄ : 4.5 t ha ⁻¹
Niveles de biol (B)	B ₁ : 0 %
	B ₂ : 5 %
	B ₃ : 10 %

2.8.2. Variables dependientes e indicadores

La Tabla 2.6. muestra las variables dependientes analizadas en esta investigación.

Tabla 2.6

Variables dependientes e indicadores.

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 ($t\ ha^{-1}$)
Rentabilidad	Utilidad
	Costo de producción

2.9. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos analizados resultaron de la combinación de los distintos niveles de guano de isla y biol, haciendo un total de 12 tratamientos. Tal como se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7

Tratamientos de los factores en estudio.

Tratamiento	Código	Descripción
T ₁	b ₁ x g ₁	0% de biol y 0.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₂	b ₁ x g ₂	0% de biol y 1.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₃	b ₁ x g ₃	0% de biol y 3.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₄	b ₁ x g ₄	0% de biol y 4.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₅	b ₂ x g ₁	5% de biol y 0.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₆	b ₂ x g ₂	5% de biol y 1.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₇	b ₂ x g ₃	5% de biol y 3.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₈	b ₂ x g ₄	5% de biol y 4.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₉	b ₃ x g ₁	10% de biol y 0.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₁₀	b ₃ x g ₂	10% de biol y 1.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₁₁	b ₃ x g ₃	10% de biol y 3.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T ₁₂	b ₃ x g ₄	10% de biol y 4.5 t ha ⁻¹ de guano de islas

2.10. Diseño experimental

La investigación fue conducida bajo el diseño Bloque Completamente Randomizado (DBCA), con arreglo factorial 4G x 3B (4 niveles de guano de isla por 3 niveles de biol), con 3 repeticiones y constituyendo un total de 36 unidades experimentales.

El modelo aditivo lineal es la subsiguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Observación cualquiera (Variable respuesta) del i-ésimo nivel del factor guano de islas, j-ésimo nivel del factor biol y k-ésimo bloque.

μ : Promedio general

β_k : Efecto del k-ésimo repetición o bloque.

α_i : Efecto del i-ésimo nivel del factor guano de islas.

δ_j : Efecto del j-ésimo nivel del factor biol.

$(\alpha\delta)_{ij}$: Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor guano de islas con el j-ésimo nivel del factor biol.

ε_{ij} : Error experimental.

2.11. Análisis estadístico

Para la evaluación de cada una de las variables dependientes se efectuó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de contraste de Tukey con un nivel de significación de 5% ($\alpha=0.05$).

2.12. Descripción del campo experimental

a) Unidad experimental

- Número de parcelas por bloque : 12
- Largo de la parcela : 2.70 m
- Ancho de la parcela : 1.20 m
- Área de la parcela : 3.24 m²
- Distancia entre surcos : 0.40 m
- Distancia entre plantas : 0.30 m

- Número de surcos por parcela : 3

b) Bloques

- Número de bloques del experimento : 3
- Largo del bloque : 32.40 m
- Ancho del bloque : 1.20 m
- Área del bloque : 38.88 m²

c) Calles

- Número de calles : 2
- Ancho de calle : 0.60 m
- Largo de calle : 32.40 m
- Área de calle : 19.44 m²

d) Área del experimento

- Ancho : 4.80 m
- Largo : 32.40 m
- Área total del experimento : 155.52 m²

Figura 2.3

Croquis del campo experimental.

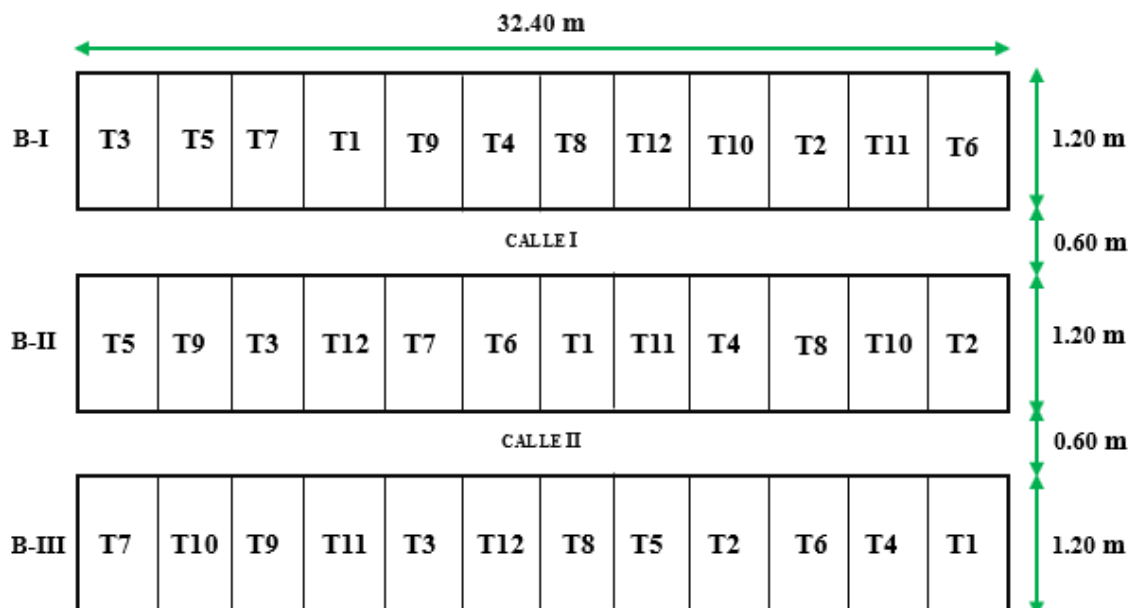
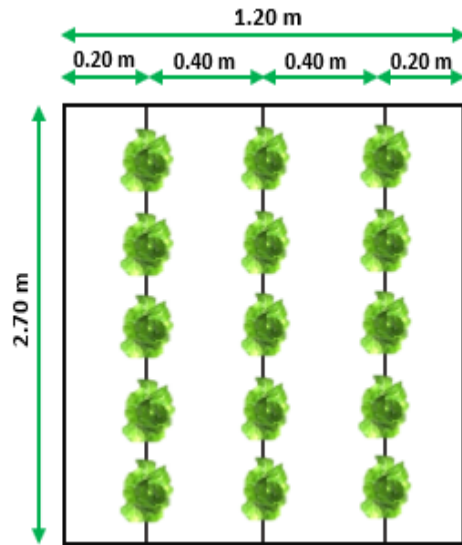


Figura 2.4

Croquis de la unidad experimental.



2.13. Instalación y conducción del experimento

a) Preparación del terreno

Actividad realizada el 23 de setiembre del 2024; consistió en arar la tierra mediante la tracción humana a una profundidad de 0.20 m, luego se prosiguió con el nivelado y mullido de los terrenos. Ejecutándose dicha actividad con la ayuda de herramientas manuales como el pico y rastrillo.

b) Demarcación y estacado

Se realizó el 26 de setiembre del 2024 de acuerdo al croquis del campo experimental, delimitando las parcelas, bloques y calles mediante el uso de estacas, rafia, cordel y wincha.

c) Surcado

Se realizó utilizando el azadón y cordel según la distancia entre surcos de 0.40 m; operando dicha actividad el 27 de setiembre del 2024.

d) Transplante

Esta actividad se efectuó el 28 de setiembre del 2024 en forma manual conforme a la distancia entre plantas y surcos. Consistió en colocar los plantines de 3 a 4 hojas

verdaderas en los hoyos previamente humedecidos luego con ligera presión de un puñado de tierra se fijó el plantin. Al finalizar el trasplante se realizó un riego ligero para favorecer su prendimiento.

e) Recalce

Esta labor se llevó a cabo el 3 de octubre del 2024, a los cinco días después del trasplante. Se basó en reemplazar en aquellos plantines de lechuga que no han prosperado (no han prendido) luego del trasplante en el terreno definitivo.

f) Abonamiento

Se aplicó el guano de islas según los niveles establecidos por tratamiento, equivalentes a 0, 486, 972 y 1458 gramos en cada campo de la unidad experimental. La forma de aplicación fue en banda al fondo del surco a una profundidad promedio de 10 cm, posteriormente se cubrió con una capa delgada de suelo; operando dicha actividad el 6 de octubre del 2024.

Tabla 2.8

Cantidad de guano de isla aplicado por hectárea y parcela.

Niveles de guano de isla (kg ha⁻¹)	Gramos/Parcela
0.0	0
1.5	486
3.0	972
4.5	1458

g) Riego

Los riegos fueron constantes y ligeros conforme a las condiciones medioambientales, humedad del suelo y periodos críticos del cultivo; bajo el sistema de riego por surco.

h) Control de malezas

El deshierbe se realizó manualmente utilizando el azadón en tres momentos, siendo éstas el 18, 36 y 52 días después del trasplante con la finalidad de evitar la

competencia del cultivo con las malezas por luz, agua, nutriente y espacio. Entre los arvenses más comunes en el campo de cultivo fueron el nabo y mostaza silvestre.

i) Aplicación foliar

la aplicación del biol se efectuó en dos partes, el 23 de octubre y 12 de noviembre del 2024 a los 25 y 45 días después del transplante a concentraciones de 0%, 5% y 10% de biol, es decir, se aplicaron 0, 50 y 100 mililitro de biol por cada 1 litro de agua según los tratamientos en cada campo de la unidad experimental (3.24m²) equivalentes a 0, 155 y 310 litros de biol por hectárea. El biol se distribuyó en el campo utilizando una fumigadora manual y pulverizándolo sobre las hojas de la lechuga en horas de la tarde.

Tabla 2.9

Cantidad de biol aplicado por hectárea y parcela.

Niveles de biol (%)	L/hectárea	ml/parcela
0	0	0
5	155	50
10	310	100

j) Control fitosanitario

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se observó principalmente la presencia de plagas como el caracol (*Helix aspersa*) y la babosa (*Arion sp.*), ocasionando daños relevantes en las hojas, para lo cual se aplicó la ceniza en las zonas húmedas y cerca de las malezas del borde de la parcela, efectuándose en dos momentos el 8 y el 28 de octubre de 2024.

k) Cosecha

La cosecha del cultivo se realizó a la madurez comercial, cuando la pella o cabeza adquirió una consistencia compacta a la presión de los dedos; y para realizar dicha operación se empleó un cuchillo afilado para el recorte desde la base del cuello de las plantas de lechuga y separándose algunas hojas dañadas y sucias. finalmente se hizo las evaluaciones de acuerdo a los parámetros en estudio. Se inició la cosecha el 7 de diciembre del 2024 a los 70 días después del transplante.

2.14. Variables dependientes evaluadas

2.14.1. Caracteres de precocidad

a) Días a la formación de pella o cabeza (ddt)

Se consideró el número de días transcurridos desde el momento del trasplante hasta que más del 50% de las plantas de lechuga muestren el inicio de la formación de una pella o cabeza.

b) Días a la cosecha (ddt)

Se consideró el número de días transcurridos desde el momento del trasplante hasta que más del 50% de las plantas de lechuga presentan una pella o cabeza compacto y bien formado.

2.14.2. Caracteres de productividad

a) Altura polar de pella en lechuga (cm)

Se efectuó la evaluación una vez cosechada en estado de madurez comercial y utilizando un vernier se procedió a medir la altura polar desde la base hasta la parte superior de la pella en tres plantas de lechuga seleccionadas al azar del surco central por cada unidad experimental.

b) Diámetro ecuatorial de pella en lechuga (cm)

Se realizó la evaluación tras la cosechada en su estado de madurez comercial; para ello, se utilizó un vernier para medir el diámetro ecuatorial desde ambos lados de la pella, en tres plantas de lechuga seleccionadas al azar del surco central de cada unidad experimental.

c) Peso de pella o cabeza en lechuga (kg)

Una vez cosechada en su estado de madurez comercial y con la ayuda de una balanza digital se procedió a medir el peso de la pella en tres plantas de lechuga seleccionadas al azar del surco central de cada unidad experimental.

d) Rendimiento de pella o cabeza en lechuga (t ha⁻¹)

Para obtener dicha información, se cosechó todas las pellas comerciales de la parte central de los surcos dejando por efecto de bordes 0.30 m en la base y cabecera de cada unidad experimental. Luego de pesar y extrapolar el peso promedio se infirió a una hectárea para el análisis estadístico correspondiente.

2.14.3. Rentabilidad económica

La rentabilidad económica se calculó para cada tratamiento a partir de los costos de producción y rendimientos obtenidos por hectárea; para tal efecto se utilizó el siguiente método matemático:

$$Rentabilidad = \frac{Utilidad\ neta}{Costo\ total} \times 100$$

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

3.1.1. Días a la formación de pella o cabeza

Tabla 3.1

Análisis de varianza de días a la formación de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	8	4	0.73	0.4917 ns
Biol (B)	2	178.67	89.33	16.38	0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	4.89	1.63	0.3	0.8259 ns
Interacción (B x GI)	6	20.44	3.41	0.62	0.7087 ns
Error	22	120	5.45		
Total	35	332			

C.V. = 4.41%

En la Tabla 3.1 del análisis de varianza para días a la formación de pella en lechuga, se muestra que existe alta significación estadística en el efecto principal de biol (B), lo que indica que hay una respuesta favorable a la aplicación de los diferentes niveles de biol en días a la formación de pella; por otro lado, no se encontró diferencia estadística para efectos de guano de isla (GI) y la interacción (B x GI). El coeficiente de variación fue 4.41%, valor que indica buena precisión del experimento.

Tabla 3.2

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales de biol para días a la formación de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Biol (%)	Promedio (ddt)	n	Tukey
0	55.3	12	a
5	53.7	12	a
10	50.0	12	b

DMS = 2.40

Según la comparación de los promedios de días a la formación de pella en lechuga mediante la prueba de Tukey (Tabla 3.2), se observa mayor precocidad en promedio a los 50 ddt con aplicación al 10% de biol y con diferencia estadística a los niveles de aplicación al 0% y 5% de biol siendo estos últimos sin diferencia estadística con resultados en promedio de 55.3 y 53.7 ddt, respectivamente a la formación de pella.

Del resultado se infiere que la aplicación del biol al 10% tuvo influencia positiva en días a la formación de pella, lo cual se podría atribuir a la mejor disponibilidad de nutrientes y fitohormonas que estimularon en los procesos fisiológicos, favoreciendo un crecimiento y desarrollo más rápido del cultivo.

3.1.2. Días a la cosecha

Tabla 3.3

Análisis de varianza de días a la cosecha en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	2.72	1.36	0.15	0.8574 ns
Biol (B)	2	182.39	91.19	10.38	0.0007 **
Guano de Isla (GI)	3	47.64	15.88	1.81	0.1753 ns
Interacción (B x GI)	6	13.61	2.27	0.26	0.9505 ns
Error	22	193.28	8.79		
Total	35	439.64			

C.V. = 4.02%

En la Tabla 3.3 del análisis de varianza, se observa alta significación estadística para efectos principales de biol (B), es decir que existe influencia positiva a la aplicación de niveles de biol para días a la cosecha de pella en lechuga. No se encontró significación estadística para efectos de guano de isla (GI) ni en la interacción de los factores (B x GI). Se registro 4.02% como coeficiente de variabilidad, valor que indica alto grado de homogeneidad entre las unidades experimentales.

Tabla 3.4

Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de biol para días a la cosecha en lechuga, (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Biol (%)	Promedio (ddt)	n	Tukey
0	75.83	12	a
5	74.67	12	a
10	70.58	12	b

DMS = 3.04

Al comparar los promedios del efecto principal de niveles de biol mediante la prueba de Tukey, Tabla 3.4, resultó que empleando a niveles del 0% y 5% de biol, los días a la cosecha fueron 75.83 y 74.67 ddt, respectivamente y sin diferencia estadística entre estos valores; y cuando se aplicó al 10% de biol, la cosecha fue a los 70.58 ddt, considerándose de mayor precocidad y con diferencia significativa del resto. A partir de los resultados, se infiere que el biol al 10% influyó en la precocidad, el cual podría deberse al efecto de las fitohormonas y nutrientes presentes en este abono.

Pomboza-Tamaquiza et al. (2016) en su trabajo de investigación “Influencia de biol en el rendimiento de cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg”, llevado a cabo a 2865 msnm, Ambato-Ecuador, encontró para días a la cosecha a los 83 ddt con aplicación del biol al 4% y a intervalos de 15 días; en cambio, Alanya (2024) en su trabajo de investigación “Densidad de plantas con tres dosis de Kelpack (*Ecklonia maxima*) en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho”, reportó que días a la cosecha fueron a los 61.33 y 66.22 ddt con aplicaciones de 3.5 L/ha y 0 L/ha de Kelpack respectivamente.

De estos resultados se deduce en relación a Pomboza-Tamaquiza et al. (2016) que días a la cosecha encontrada es más tardía pudiéndose atribuir principalmente a la misma condición ambiental desarrollada a 2865 msnm; mientras Alanya (2024) encontró mayor precocidad con Kelpack que podría deberse al efecto de este producto como bioestimulante y a las condiciones ambientales favorables que aceleraron el metabolismo de la lechuga según indica el autor; en contraste con los resultados obtenidos.

Por otro lado, Ccarhuaypiña (2024) en su estudio “Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuyes en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho”, reportó un promedio de 70 a 80 días a la cosecha, resultados similares a los obtenidos en la presente investigación. Sin embargo, este autor también señaló que con dosis más altas de estiércol de cuy (12 t/ha) el periodo de cosecha se prolongó hasta 75–85 días, evidenciando que mayores aportes de este abono pueden retrasar la precocidad del cultivo.

Asimismo, Japon (1977) revalida los resultados obtenidos al afirmar que las lechugas que forman cabezas suelen ser tardías de 70 a 80 días como término medio, desde la plantación hasta la recolección en relación a las lechugas de hojas que son más tempranas de 50 a 60 días en promedio.

3.2. Variables de productividad

3.2.1. Altura polar de pella en lechuga

Tabla 3.5

*Análisis de varianza de altura polar de pella en lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.*

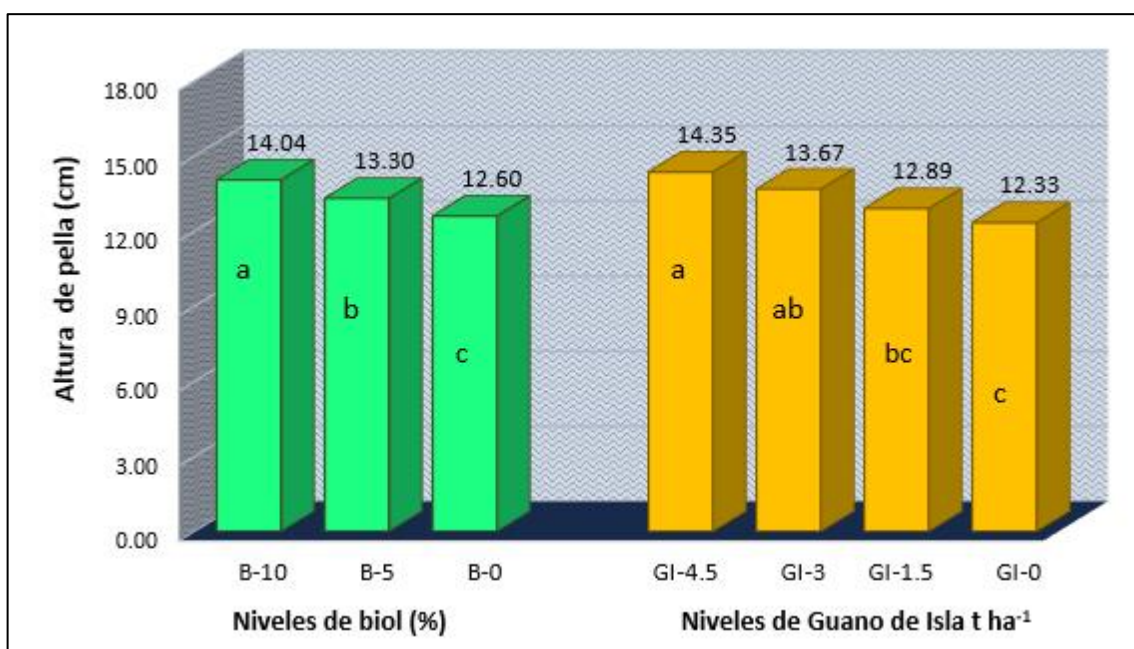
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	1.16	0.58	1.36	0.2769 ns
Biol (B)	2	12.49	6.24	14.61	0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	21.16	7.05	16.50	0.0001 **
Interacción (B x GI)	6	1.67	0.28	0.65	0.6876 ns
Error	22	9.40	0.43		
Total	35	45.88			

C.V. = 4.91%

Según el análisis de varianza, Tabla 3.5, de la altura polar de pella en lechuga, se observa alta significación estadística para los efectos principales correspondiente a niveles de biol (B) y guano de isla (GI) excepto en la interacción de estos dos factores (B x GI); por lo que se deduce que la altura polar de la pella, está influenciada por estos factores y de manera independiente; en ese sentido se realizará su respectivo análisis de comparación de medias en función de los efectos principales. El coeficiente de variación fue 4.91%, valor que indica buena precisión del experimento.

Figura 3.1

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales para la altura polar de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



Según la prueba de Tukey, Figura 3.1, de los efectos principales, en cuanto a niveles de biol, se encontró con aplicación al 10% de biol, mayor altura polar promedio de pella en lechuga de 14.04 cm, y con diferencia estadística con el resto de los valores obtenidos. Por otro lado, con los niveles de guano de isla en 4.5 t ha⁻¹ y 3.0 t ha⁻¹, se reportó mayores valores para la altura polar promedio de pella, con 14.35 cm y 13.67 cm, respectivamente, y sin diferencia estadística entre estos valores.

En el caso de biol, Cotrina et al. (2020) en su trabajo de investigación “efectos de biol y súper biol en la producción agroecológica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

variedad Seda en el centro poblado de Chinchopampa-Chaglla-Pachitea-Huánuco”, reportó mayor altura de 10.83 cm con 10% de súper biol y 9.48 cm con 7.5% de biol. Cuyos valores son inferiores a los obtenidos en el presente ensayo, lo cual estaría relacionado con la variedad, tipo y composición química del abono utilizada en su investigación por el autor.

Alanya (2024) en su trabajo de investigación “Densidad de plantas con tres dosis de Kelpack (*Ecklonia maxima*) en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm - Ayacucho”, encontró la altura máxima de 16.58 cm con aplicación de 3.5 L/ha de Kelpack (Extracto de algas) mientras con el testigo (0.0 L/ha) obtuvo menor valor de 15.38 cm, en pella de lechuga. Siendo este resultado mayor a los obtenidos en el presente ensayo, posiblemente se debe al efecto de Kelpack como bioestimulante y a la incorporación de 32.5-23-30 de NPK, que promovió mayor crecimiento del cultivo de lechuga.

En cuanto al guano de isla, Quispe (2019) en su trabajo de investigación “Dosis de guano de isla y fertilización nitrogenada en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho” encontró mayor altura de pella (14.01 cm) con aplicación de 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla; siendo este resultado similar al obtenido en el presente trabajo.

Ccarhuaypiña (2024) en su trabajo de investigación “Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm-Ayacucho”, reportó mayores valores de altura promedio de 15.09 y 14.43 cm con 12.0 t ha⁻¹ y 8.0 t ha⁻¹, de estiércol de cuy, correspondientemente. Los resultados fueron ligeramente superiores a los de este ensayo, posiblemente debido a la mayor dosis de estiércol de cuy aplicada en la investigación de Ccarhuaypiña, lo que incrementó la disponibilidad de nutrientes para la planta.

De los resultados, se infiere que en el crecimiento y desarrollo de la lechuga influyeron los tipos y dosis de abonamiento, el carácter varietal y las condiciones edáficas y climáticas del lugar, además del manejo agronomico.

3.2.2. Diámetro ecuatorial de pella en lechuga

Tabla 3.6

Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	0.75	0.38	0.78	0.4700 ns
Biol (B)	2	18.78	9.39	19.55	0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	27.39	9.13	19	0.0001 **
Interacción (B x GI)	6	1.76	0.29	0.61	0.7197 ns
Error	22	10.57	0.48		
Total	35	59.24			

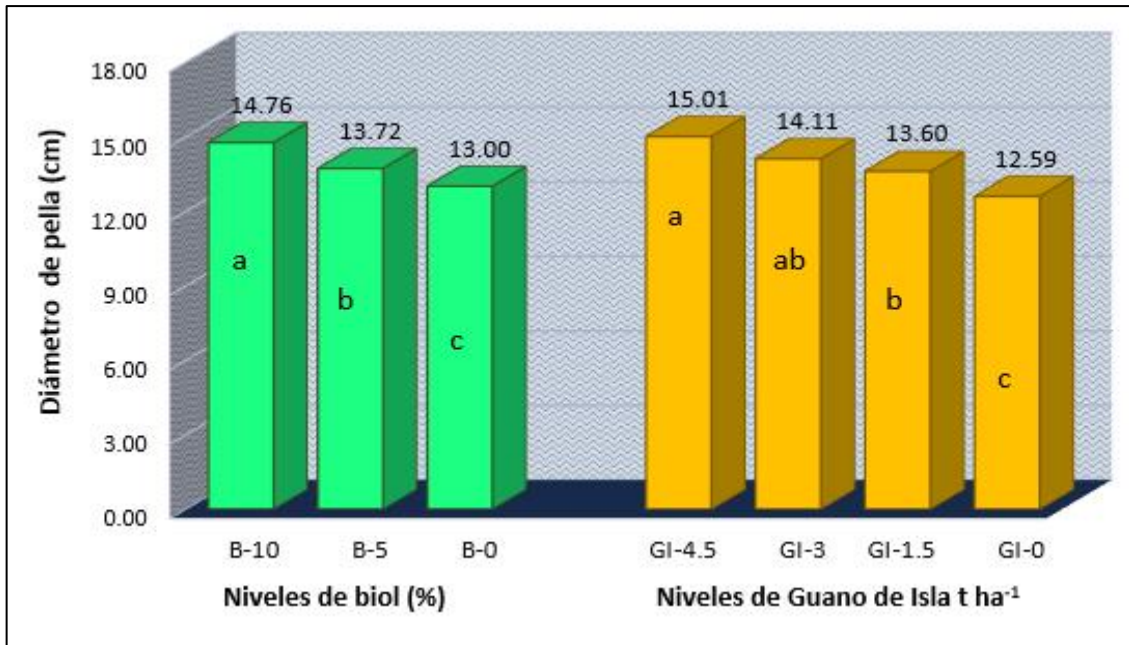
C.V. = 5.01%

Según el análisis de varianza, Tabla 3.6, del diámetro ecuatorial de pella en lechuga, se observa alta significación estadística para los efectos principales correspondiente a niveles de biol (B) y guano de isla (GI) excepto en la interacción de estos dos factores (B x GI); por ende, se deduce que la aplicación de los factores en estudio tuvieron efecto positivo en la variables respuesta, en forma independiente; lo que amerita realizar su respectivo análisis de comparación de medias en función de los efectos principales. El coeficiente de variación de 5.01%, evidencia alto grado de homogeneidad entre las unidades experimentales.

Conforme a la prueba de Tukey, Figura 3.2, de los efectos principales, en relación a niveles de biol, se encontró con aplicación al 10% de biol, mayor diámetro ecuatorial promedio de pella en lechuga de 14.76 cm, y con diferencia estadística frente a los niveles de 0% y 5% de biol que reportó diámetros promedios de 13.00 y 13.72 cm, de forma respectiva. Por otro lado, con los niveles de guano de isla en 4.5 t ha⁻¹ y 3.0 t ha⁻¹, se encontró mayores respuestas para el diámetro ecuatorial promedio de pella, con 15.01 y 14.11 cm, correlativamente, y sin diferencia estadística entre estos valores, en relación a niveles de 1.5 t ha⁻¹ y 0.0 t ha⁻¹ de guano de isla que reportó menores diámetros promedios de 13.60 y 12.59 cm, respectivamente y con diferencia estadística entre estos resultados.

Figura 3.2

*Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales para el diámetro ecuatorial de pella en lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.*



Los resultados obtenidos en el diámetro de pella de lechuga muestran que la aplicación a dosis alta de biol (10%) influyó positivamente en el diámetro, pudiéndose atribuir a que el biol además de contener los fitoreguladores es fuente de los principales nutrientes como NPK que cumplen un rol importante en el crecimiento del cultivo, en contraste a sin la aplicación.

Cotrina et al. (2020) en su trabajo de investigación, encontró con super biol (10%) mayor diámetro de pella 19.65 cm, mientras con biol (7.5%) 16.50 cm; siendo estos resultados mayores en comparación con los obtenidos en el presente trabajo, el cual podría deberse principalmente a la variedad utilizado por dicho autor. Asimismo, Alanya (2024) en su estudio de investigación, reportó que el diámetro ecuatorial de pella varió de 14.88 a 17.03 cm para los tratamientos de 0.0 L/ha a 3.5 L/ha de Kelpack, respectivamente, siendo superiores a los resultados obtenidos en el presente ensayo, según refiere el autor estos resultados podrían deberse al efecto del Kelpack como bioestimulante y al buen manejo agronómico, además de la fertilización con 32.5-23-30 de NPK.

Por otro lado, la aplicación de mayores dosis de guano de isla favoreció el incremento del diámetro de la pella en lechuga, probablemente porque el nitrógeno y otros nutrientes presentes en este abono promovieron una mayor formación de biomasa en comparación con la no aplicación. Esto resulta relevante dado que la lechuga, al ser una hortaliza de hoja, presenta altas exigencias de nitrógeno, elemento clave para el crecimiento y desarrollo de la lechuga.

Quispe (2020) en su trabajo de tesis con dosis de guano de isla en el rendimiento de lechuga variedad Great Lakes, bajo condiciones de Canaan-Ayacucho, reportó en promedio 15.69 cm en diámetro con la mayor aplicación de 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla, siendo este resultado medianamente superior al presente ensayo, lo cual podría atribuirse al mayor contenido de los principales nutrientes del guano de isla utilizado por Quispe y a la fertilización con 20-20-20 de NPK. Por otro lado, Ccarhuaypiña (2024) al evaluar dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga variedad Great Lakes, reportó los mejores diámetros de pella con 12.0 y 8.0 t ha⁻¹ de estiércol de cuy, con respuestas de 13.83 y 13.35 cm, respectivamente; siendo este resultado inferior al presente ensayo, y que podría atribuirse al tipo de abono y a la liberación lenta de los nutrientes del estiércol de cuy.

3.2.3. *Peso de pella o cabeza en lechuga*

Tabla 3.7

Análisis de varianza del peso de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes.

Ayacucho, a 2760 msnm.

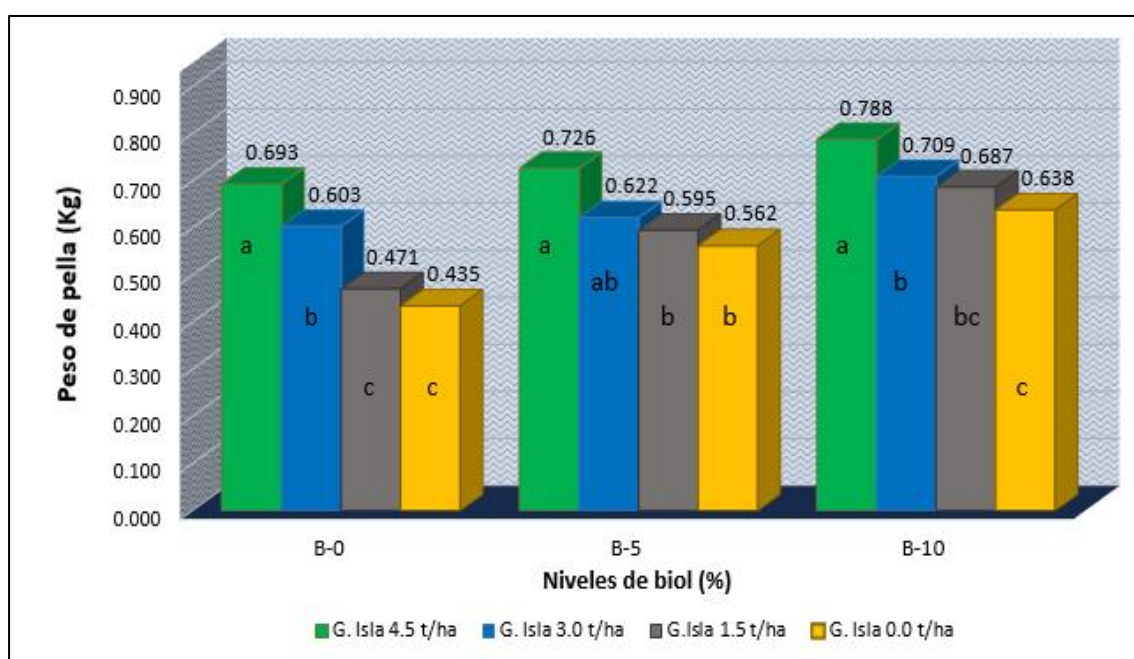
F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	3872.72	1936.36	1.54	0.2373 ns
Biol (B)	2	144176.89	72088.44	57.22	<0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	185944.33	61981.44	49.2	<0.0001 **
Interacción (B x GI)	6	22849.33	3808.22	3.02	0.0261 *
Error	22	27717.28	1259.88		
Total	35	384560.56			

C.V. = 5.66%

Según el análisis de varianza, Tabla 3.7, del peso de pella en lechuga, se muestra alta significación estadística para los efectos principales de niveles de biol (B) y guano de isla (GI), mientras para la interacción de estos factores (B x GI) significación estadística. La significación en la interacción permite el análisis de los efectos simples dado que los factores no actúan de manera independiente sino en forma interactiva, es decir que el peso de pella está influenciado por los niveles de guano de isla en cada nivel de biol y viceversa. Se encontró coeficiente de variación 5.66%, lo cual nos refiere buena precisión del experimento; y para la comparación de medias se realizó en función de los efectos simples

Figura 3.3

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos simples para el peso de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



Según la prueba de Tukey, Figura 3.3, se muestra en la interacción que sin la aplicación de biol (0%) y con 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla, se obtiene mayor respuesta de 0.693 kg en peso promedio de pella y con significación estadística con el resto de los valores obtenido en relación a ese nivel del biol aplicado; mientras cuando se aplicó al 5% de biol y con abonamiento de 3.0 y 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla se reportaron mayores pesos promedios de 0.622 y 0.726 kg, respectivamente y sin diferencia estadística entre estos valores; por otro lado, con la interacción del 10% de biol aplicado y con 4.5 t ha⁻¹

de guano de isla se mostró mayor peso promedio de 0.788 kg en pella y con diferencia estadística en relación a los demás valores obtenidos; además, se deduce que esta última interacción tuvo mejor efecto para el peso de pella en lechuga. Asimismo, en comparación con otros autores se muestra que:

Cotrina et al. (2020) al evaluar los efectos del biol y super biol, en la producción agroecológica de la lechuga variedad seda, bajo las condiciones de Chaglla-Huánuco, encontró 0.557 y 0.430 kg en pesos de pella de lechuga con super biol (10%) y biol (7.5%) respectivamente, como mejores respuestas en relación al testigo de 0.360 kg en peso; siendo este resultado inferior a los obtenidos en el presente trabajo, debiéndose principalmente a la variedad cultivada.

Pomboza-Tamaquiza et al. (2016) al evaluar la influencia del biol enriquecido con microorganismos eficientes, en el cultivo ecológico de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Iceberg, bajo las condiciones de Ambato-Ecuador, a 2865 msnm, reportó como mejor peso de 1.14 kg en pella comercial con aplicación del 6% de biol a intervalos de 15 días; siendo este valor superior a los resultados obtenidos en el presente trabajo, que podría atribuirse a la calidad del biol, la variedad utilizada, las condiciones edafoclimáticas existente a esa altitud y a la adición de 30 t/ha de abono de porcino en su investigación por dicho autor.

Pérez (2021) en su trabajo de investigación “Dosis de guano de isla y potasio en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm-Ayacucho”, reportó respuesta positiva para la variable peso en pella (1.410 kg), cuando se incrementaban los niveles de guano de isla con el mayor nivel de potasio, es decir empleando 100 kg ha⁻¹ de potasio y 3 t ha⁻¹ de guano de isla; siendo superior al resultado obtenido en el presente estudio y que podría atribuirse a la mejor eficacia de la combinación con el guano de isla y potasio que favorecieron en mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas y al buen manejo del agua mediante el sistema del riego por goteo realizado por Pérez en su estudio.

Ore (2024), al determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de compost en el rendimiento de lechuga variedad Great Lakes, realizado en el distrito de Matahuasi-

Junín, reportó que con el T₃ (15 t ha⁻¹) de compost alcanzó los pesos más elevados de 0.992 kg en cabeza de lechuga; cuyo es resultado es mayor a los obtenidos en el presente trabajo; el cual podría deberse a la mayor dosis de compost, que mejoró la fertilidad y disponibilidad de nutrientes frente al manejo con biol y guano de isla, además de la condición edáfica y climática favorable de la zona de producción en Matahuasi-Junín realizada por Ore.

3.2.4. Rendimiento de pella o cabeza en lechuga

Tabla 3.8

Análisis de varianza del rendimiento de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

F.V.	G. L	S. C	C. M	Fc	p-valor
Bloques	2	9.59	4.8	0.91	0.4174 ns
Biol (B)	2	542.41	271.21	51.41	<0.0001 **
R. Lineal	1	531.29	531.29	100.72	<0.0001**
R. cuadrática	1	11.12	11.12	2.11	0.1606 ns
Guano de Isla (GI)	3	2522.19	840.73	159.38	<0.0001 **
R. Lineal	1	2469.53	2469.53	468.17	<0.0001**
R. cuadrática	1	33.22	33.22	6.30	0.0200 *
R. cúbica	1	19.44	19.44	3.69	0.0679 ns
Interacción (B x GI)	6	9.2	1.53	0.29	0.9350 ns
Error	22	116.05	5.27		
Total	35	3199.44			

C.V. = 5.79%

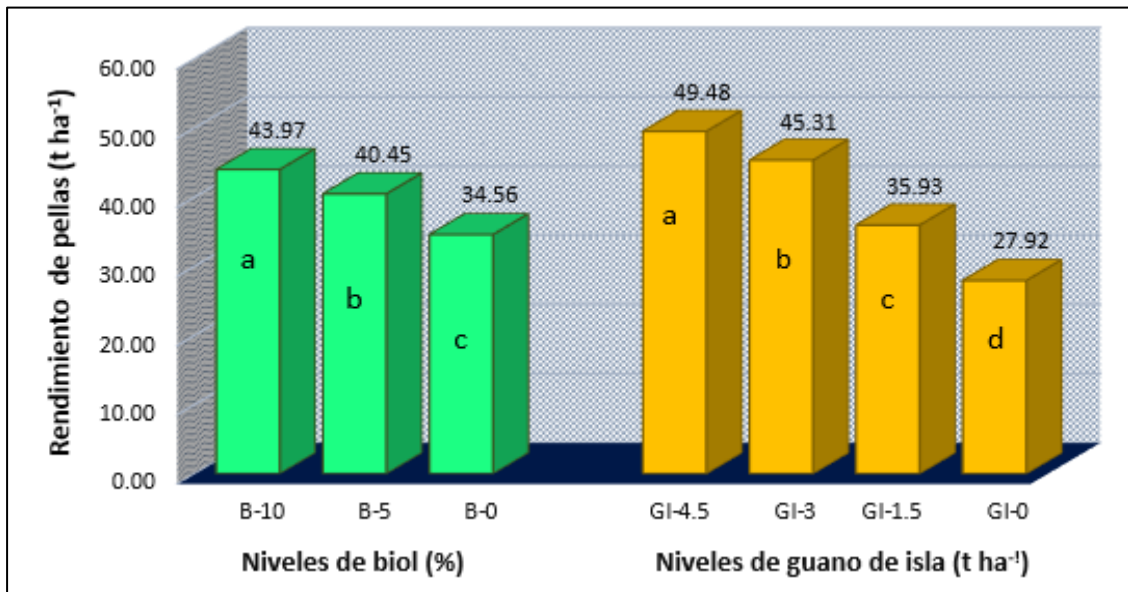
Según el análisis de varianza, Tabla 3.8, del rendimiento de pella en lechuga, muestra alta significación estadística para los efectos principales de los niveles de biol (B) y guano de isla (GI) excepto en la interacción de estos factores (B x GI); lo que refiere que los niveles de biol y guano de isla influyeron de manera positiva e independiente en el rendimiento de pellas; en ese sentido, se realiza su respectivo análisis de comparación en función de estos factores principales. Por otro lado, según el análisis de regresión, se indica respuesta lineal altamente significativa para los efectos de niveles de biol, mientras para los efectos de niveles de guano de isla presenta respuesta lineal y cuadrática,

altamente significativa y significativa, respectivamente. Se encontró coeficiente de variación 5.79%, lo cual nos evidencia buena precisión del experimento.

Conforme a la prueba de Tukey, Figura 3.4, de los efectos principales, en relación a niveles de biol se encontró con aplicación al 10% de biol en promedio de niveles de guano de isla, mayor rendimiento de pella en lechuga con 43.97 t ha⁻¹ y con diferencia estadística frente a los demás valores. Mientras, según el efecto de guano de islas, también se puede observar que con abonamiento de 4.5 t ha⁻¹ de guano de islas en promedio de niveles de biol, mayor rendimiento de pella con 49.48 t ha⁻¹ y con diferencia estadística en relación a los otros resultados obtenidos. Asimismo, la aplicación del guano isla en comparación al biol tuvo mejor efecto en el rendimiento de pella.

Figura 3.4

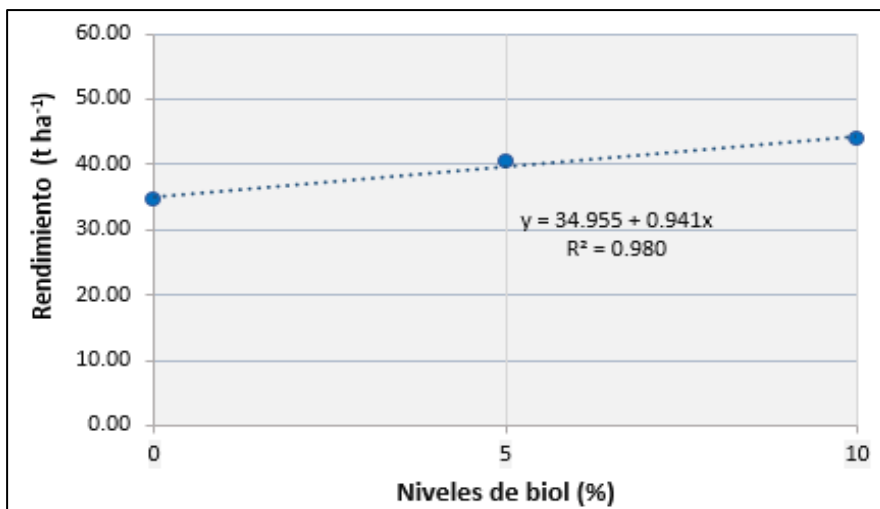
Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



En la Figura 3.5 se muestra la tendencia lineal ($y = 34.955 + 0.941x$) para la respuesta del rendimiento de pella en función del efecto de biol, donde existe un incremento creciente del rendimiento conforme se incrementa los niveles de biol, por lo cual, por cada unidad de biol aplicado el rendimiento se incrementa en 0.941 t ha⁻¹, asimismo se observa alta correlación positiva ($r: 0.989$).

Figura 3.5

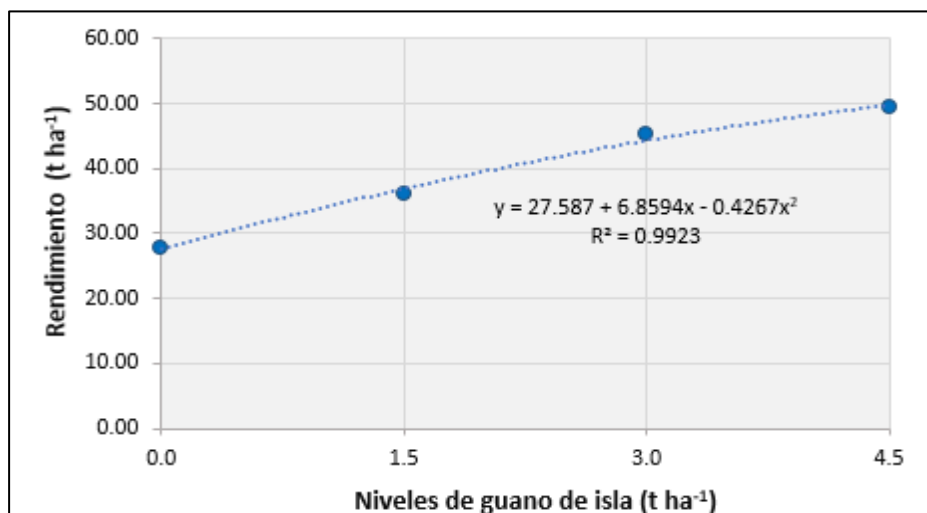
Tendencia del rendimiento de pella por efecto de niveles de biol en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. *Great Lakes*. Ayacucho, a 2760 msnm.



Considerando la respuesta cuadrática ($y = 27.587 + 6.8594x - 0.4267x^2$), la Figura 3.6 muestra la tendencia al cual se ajusta la relación entre el rendimiento de pella en función del efecto de guano de islas; después de derivar la ecuación cuadrática se encontró que con el nivel 8.04 t ha⁻¹ de guano de isla se alcanza el rendimiento más alto (55.15 t ha⁻¹) luego tiende a disminuir a medida que se incrementa el nivel; de igual manera se tiene alta correlación positiva ($r: 0.996$), es decir que el rendimiento y los niveles de guano de islas están asociados en 99.6%.

Figura 3.6

Tendencia del rendimiento de pella por efecto de niveles de guano de islas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. *Great Lakes*. Ayacucho, a 2760 msnm.



Respecto al biol, Castañeda (2023) al evaluar el efecto de fertilización ecológica de biol a base de residuos de pescado para el rendimiento de lechuga variedad Great Lakes, en Huacho-Lima, reportó como mejor respuesta con el T₆ de 64.48 t ha⁻¹ en rendimiento de lechuga, diferenciándose en 13.60% y 8.76% con respecto a testigos T₁ y T₂ respectivamente; a partir de fertilización (F₁ = 0, F₂ = 3, F₃ = 4.5 L de biol / ha) y distancias (D₁ = 0.25 m. entre planta y 0.60 m. entre surco: 133333 plantas/ha y D₂ = 0.30 m. entre planta y 0.60 m. entre surco: 111111 plantas/ha) obteniéndose la combinación T₁=F₁D₁, T₂=F₁D₂, T₃=F₂D₁, T₄=F₂D₂, T₅=F₃D₁ y T₆=F₃D₂; además de la fertilización con 100-50-50 de NPK (174.87 kg/ha de urea, 108.69 kg/ha de fosfato diamónico y 100 kg/ha de sulfato de potasio) que utilizo en todos los tratamientos dicho autor. Siendo este resultado superior a lo obtenido en el presentado trabajo y que se podrían atribuir al efecto de la fertilización inorgánica además del biol, densidad de siembra, tipo y composición química del abono orgánico y a la condición edáficas y climática del lugar de investigación.

De igual forma, Fabian (2019), obtuvo mejor respuesta de 47.57 t ha⁻¹ en rendimiento de pella con aplicación de 3 m³/ha de biol. Este rendimiento también resultó medianamente superior al resultado obtenido en el presente estudio, posiblemente debido a la mayor dosis y frecuencia de aplicación con biol y al uso de los fertilizantes químicos (110 kg/ha de N, 70 kg/ha de P₂O₅ y 60 K₂O de K₂O) que efectuó Fabian en su investigación.

Del mismo modo, Herrera (2022) manifiesta que obtuvo un mejor resultado a dosis de 10% de biol, dando un mayor crecimiento en el cultivo de lechuga a condiciones de campo; por otro lado, Medina et al. (2022) indica que la concentración del biol al 20% es la que genera mejores rendimientos en peso total (224.7 g), longitud foliar (27.11 cm) y radicular (45.72 cm) en las plantas de lechuga var. longifolia en un medio hidropónico; asimismo, Diéguez (2017) como se citó en Sánchez-Llevat et al. (2022) refiere que la aplicación del biol en aspersiones foliares, favorece los rendimientos en el cultivo de lechuga a condiciones organopónicos semiprotegido incrementando los mismos en un 13% respecto a los métodos tradicionales.

Según restrepo (2007) el biol como fuente de ácidos orgánicos, hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, aminoácidos entre otros que funcionan principalmente al interior de las plantas activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional de las plantas, permitiendo mejorar los rendimientos de los cultivos. Asimismo, el biol como biofertilizante actúa frente al estrés fisiológico y permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas mejorando substancialmente la producción y la calidad de las cosechas (Medina & Solari, 1990, como se citó en Cabos et al. 2019; Medina et al., 2022); igualmente, Agro Rural (2020) refiere que el biol incrementa y estimula el óptimo crecimiento y desarrollo de los cultivos como la papa, maíz, trigo, habas, hortalizas, frutales, entre otros.

Respecto al guano de isla, Pérez (2021), al estudiar el efecto de guano de isla y potasio en el rendimiento de la lechuga variedad Great Lakes bajo condiciones de Canaan-Ayacucho, encontró que los diferentes niveles de guano de isla en promedio del potasio siguen una tendencia cuadrática alcanzando su máximo valor de 60.8 t ha^{-1} en rendimiento con 3 t ha^{-1} de guano de isla, según refiere el autor este resultado se debe al buen manejo del cultivo como el riego por goteo, además de un mayor densidad de siembra (95238 plantas/ha) y fertilización de fondo con urea y superfosfato triple de calcio; siendo mayor al presente trabajo de investigación. De igual forma, Palomino (2014), en su trabajo conducido en la localidad de Canaán-Ayacucho, reportó que los mayores rendimientos de cabezas de lechuga se obtuvieron con 3.0 y 2.0 t ha^{-1} de guano de islas con $79,336.7$ y $73,183.3 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, siendo estos valores superior al resultado del presente trabajo, lo cual podría atribuirse al buen contenido y disponibilidad de los nutrientes del guano de isla utilizado por Palomino, además de la buena condición física, química y biológica del suelo.

Asimismo, Doria (2020), obtuvo un rendimiento de 83.02 t ha^{-1} con aplicación a 12 t ha^{-1} de humus de lombriz a una altitud de 2560 msnm . Al contrastar este resultado es superior al obtenido en el presente estudio, lo cual podría atribuirse a la mayor dosis de abonamiento y la adición de fertilizante triple Molimax (15-25-15) efectuada en su investigación por Doria, además de las diferentes condiciones agroclimáticas existente a las altitudes de estudio.

Según Agro Rural (2018) en promedio el 40 % de nitrógeno (forma amoniacal y nítrica), 60% de fosforo (fósforo monovalente y divalente) y demás nutrientes contenidos en el guano de isla están disponibles para ser absorbidos inmediatamente por las plantas, de la solución suelo; de igual modo, este abono es fuente de flora microbiana benéfica que se suma a la existencia en el suelo, transformando la materia orgánico a sustancias más simples y por ende aportando elementos nutritivos para las plantas; por lo que se traduce en mayores rendimientos y de calidad por hectárea de los cultivos aparte de mejorar las propiedades del suelo en los aspectos físicos, químicos y biológicos del mismo.

Asimismo, Barrera (2016) al evaluar cuatro dosis de materia orgánica en el rendimiento del cultivo de lechuga variedad Grand Rapid Waldermans Strain, bajo condiciones agroclimáticas de la provincia de Lamas-Tarapoto, encontró que a dosis de 30 y 40 t ha⁻¹ de gallinaza de postura, mayores rendimientos con 41,695 y 37,881.97 kg ha⁻¹, respectivamente; de igual modo, Cacoango (2024) al evaluar el rendimiento del cultivo lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Winterhaven con dos tipos de agua y tres dosis de materia orgánica (Gallinaza) obtuvo como mejor rendimiento de 40,923.08 kg ha⁻¹ con el uso de agua de riego y con dosis de 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza, bajo las condiciones edáficas y climáticas de la estación experimental Tunshi-Ecuador. Siendo estos resultados inferiores a lo encontrado en nuestro experimento y que se podrían atribuir a las mismas condiciones edáficas, climáticas de la zona de producción, tipo de abono y a las variedades cultivadas.

Por otro lado, Cristan (2024) al evaluar el comportamiento agronómico de cultivares de lechuga americana (*Lactuca sativa* L.) bajo producción orgánica con guano de vacuno (5 t ha⁻¹) en condiciones de la Molina, encontró en cuanto al rendimiento a los cultivares Legacy y Cartagenas de mayor respuesta con 48.74 y 48.20 t ha⁻¹, respectivamente; igualmente, Mendoza (2022) al evaluar la fenología y rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo diferentes dosis de roca fosfórica, sector Rumi Chaca-Chachapoyas, reportó que la lechuga Iceberg var. Capitata alcanzó el mayor rendimiento promedio de 49.94 t ha⁻¹, entre las variedades, mientras entre las dosis de roca fosfórica se obtuvo mayor rendimiento promedio de 52.04 t ha⁻¹ con abonamiento

de 120 kg ha⁻¹ (roca fosfórica). Siendo estos resultados similares a los obtenidos en la presente investigación.

Tabla 3.9

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento de pella en los tratamientos estudiados en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Tratamientos	Biol (%)	Guano de isla (t ha ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Tukey
T ₁₂	10	4.5	53.38	a
T ₈	5	4.5	50.30	a b
T ₁₁	10	3.0	50.20	a b
T ₇	5	3.0	46.49	b
T ₄	0	4.5	44.77	b c
T ₁₀	10	1.5	39.58	c d
T ₃	0	3.0	39.24	c d e
T ₆	5	1.5	36.87	d e f
T ₉	10	0.0	32.73	e f g
T ₂	0	1.5	31.34	f g
T ₅	5	0.0	28.12	g h
T ₁	0	0.0	22.90	h

En la Tabla 3.9 se muestra la prueba de Tukey para el rendimiento de pellas de lechuga en los tratamientos estudiados, donde las mejores respuestas para el rendimiento fueron con los tratamientos T₁₂ (10% biol y 4.5 t ha⁻¹ guano de islas), T₈ (5% biol y 4.5 t ha⁻¹ guano de islas) y T₁₁ (10% biol y 3.0 t ha⁻¹ guano de islas) con 53.38, 50.30 y 50.20 t ha⁻¹, respectivamente y sin diferencia estadística entre estos valores; en cambio, los tratamientos con menor efecto para el rendimiento de pellas fueron T₅ (5% biol y 0.0 t ha⁻¹ guano de islas) y T₁ (0% biol y 0.0 t ha⁻¹ guano de islas) con 28.12 y 22.90 t ha⁻¹ de forma respectiva y sin diferencia estadística entre estos resultados.

Neri et al (2017) al estudiar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga variedad orgánica a condiciones del distrito de Chachapoyas-Amazonas, reportó mejor respuesta en cuanto al rendimiento promedio con el T₈ (biol + humus + guano de isla) de 22.94 t ha⁻¹,

resaltando la importancia del efecto positivo de la combinación de los abonos y biofertilizantes en el crecimiento de la lechuga. Siendo este resultado inferior a los obtenidos en el presente estudio que podría deberse a la diferencia de variedades utilizadas en ambos casos.

Asimismo, Cali (2011) al evaluar el efecto del estiércol de lombriz (*Eisenia foetida* L.) en la producción de cuatro cultivares de lechuga, encontró mejor rendimiento promedio de 65.22 t ha⁻¹ con Grandes Lagos 118 y con abonamiento de 174 g/planta de estiércol de lombriz (14.5 t ha⁻¹), siendo superior a los rendimientos obtenidos, las cuales pueden asociarse al fraccionamiento de la aplicación del estiércol de lombriz, debido a la mayor disponibilidad de nutrientes en los periodos de mayor demanda del cultivo de lechuga, además del mayor dosis de abonamiento y a las condiciones medioambientales.

Se asigna que los resultados obtenidos factiblemente se deban a las condiciones favorables del suelo, como en el contenido medio de nutrientes, de nitrógeno total, potasio disponible, CIC y materia orgánica, asimismo al efecto del biol de buen contenido en nitrógeno, fósforo y potasio asimilables además de contener los micronutrientes y fitorreguladores, que permitieron aumentar las tasas de crecimiento, número de hojas y la biomasa, expresadas en mayor rendimiento del cultivo, igualmente, a la influencia del guano de isla, aunque de bajo contenido nutricional, también tuvo efecto en el rendimiento a medida que se incrementaba los niveles de abonamiento al existir mayor aporte de los macro y micronutrientes que son indispensables para el desarrollo y crecimiento de las plantas; de igual modo, se destaca los factores como la variedad del cultivo utilizada, manejo agronómico oportuno de plagas, enfermedades y malezas. Por otro lado, señalar las condiciones climáticas sobre todo la temperatura, humedad relativa y la luz solar que cumplen un rol importante en la productividad del cultivo de lechuga.

3.3. Análisis de rentabilidad económica

En la Tabla 3.10 se muestra el análisis de la rentabilidad económica del cultivo de lechuga basado en los costos de producción y la utilidad neta para cada tratamiento; donde se puede observar que con el tratamiento T₁₁ (10% Biol-3.0 t ha⁻¹ GI) se logró alcanzar la mayor rentabilidad de 110.86% y una utilidad neta de 21,115 soles; mientras con el tratamiento T₁ (0% Biol-0.0 t ha⁻¹ GI) se obtuvo la menor rentabilidad de 63.34% y

una utilidad neta de 7,104 soles; las cuales cotizadas a un precio de S/. 0.80 el kg en mercado. Asimismo, se nota que los costos de producción varían desde los 11,215.42 hasta 20,962.60 soles incrementándose al aumentar los niveles de abonamiento principalmente del guano de isla que tiene un costo de compra relativamente alto a comparación del biol, aunque los rendimientos se incrementan gradualmente la rentabilidad disminuye, de igual forma se infiere que el tipo y la calidad de los abonos utilizados influyeron en la rentabilidad económica de los tratamientos estudiados; por otra parte, señalar la importancia del efecto residual de los abonos orgánicos, debido a que contribuye a la reducción de costos de producción en las campañas siguientes, además de mejorar la salud del suelo, calidad de los productos y la sostenibilidad con el medio ambiente.

Tabla 3.10

Análisis de rentabilidad económica de los tratamientos en estudio de la lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Tratamientos	Costo de prod. (S/.)	Rdto (kg.ha ⁻¹)	Precio/kg (S/.)	Valor de venta (S/.)	Utilidad neta (S/.)	Rentabilidad (%)
T ₁ (0% Biol-0.0 t ha ⁻¹ GI)	11,215.42	22,899	0.8	18,319	7,104	63.34
T ₂ (0% Biol-1.5 t ha ⁻¹ GI)	13,780.03	31,343	0.8	25,074	11,294	81.96
T ₃ (0% Biol-3.0 t ha ⁻¹ GI)	15,998.83	39,237	0.8	31,390	15,391	96.20
T ₄ (0% Biol-4.5 t ha ⁻¹ GI)	18,065.93	44,768	0.8	35,815	17,749	98.24
T ₅ (5% Biol-0.0 t ha ⁻¹ GI)	13,064.95	28,121	0.8	22,497	9,432	72.19
T ₆ (5% Biol-1.5 t ha ⁻¹ GI)	15,648.99	36,868	0.8	29,494	13,845	88.47
T ₇ (5% Biol-3.0 t ha ⁻¹ GI)	17,978.98	46,494	0.8	37,195	19,216	106.88
T ₈ (5% Biol-4.5 t ha ⁻¹ GI)	19,935.28	50,299	0.8	40,239	20,304	101.85
T ₉ (10% Biol-0.0 t ha ⁻¹ GI)	14,189.81	32,726	0.8	26,181	11,991	84.50
T ₁₀ (10% Biol-1.5 t ha ⁻¹ GI)	16,652.15	39,577	0.8	31,662	15,009	90.14
T ₁₁ (10% Biol-3.0 t ha ⁻¹ GI)	19,046.21	50,201	0.8	40,161	21,115	110.86
T ₁₂ (10% Biol-4.5 t ha ⁻¹ GI)	20,962.60	53,385	0.8	42,708	21,745	103.73

CONCLUSIONES

1. Los niveles de guano de isla influyeron positivamente en el rendimiento, altura polar y diámetro ecuatorial de pella en lechuga obteniendo mejor respuesta con 4.5 t ha^{-1} de guano de isla, con 49.48 t ha^{-1} , 14.35 cm y 15.01 cm , respectivamente, mientras para el peso de pella en interacción con biol (10%) de 0.788 kg .
2. Los niveles de biol influyeron favorablemente en el rendimiento, altura polar, diámetro ecuatorial, días a la formación y días a la cosecha de pella en lechuga con aplicación al 10% de biol lográndose obtener valores de 43.97 t ha^{-1} , 14.04 cm , 14.76 cm , 50.0 ddt y 70.58 ddt , correspondientemente.
3. La mayor rentabilidad económica se obtuvo con el tratamiento T_{11} (10% de biol con 3.0 t ha^{-1} guano de isla), alcanzando un margen de rentabilidad del 110.86%.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el biol al 10% con 3 t ha⁻¹ de guano de islas en la producción de lechuga dado que es rentable y sostenible con el medio ambiente, además de obtener productos de calidad que es lo que demanda los consumidores, se disminuye el uso de fertilizantes químicos.
2. Es importante tener en cuenta la calidad de los abonos principalmente de los comerciales puesto que influye sustancialmente en el rendimiento y rentabilidad económica.
3. Continuar investigando la influencia de los niveles del biol y guano de isla bajo condiciones similares para tener resultados más consistentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, L. & Osorio, G. (2024). *Estudio sobre la potencialidad de los abonos orgánicos para cubrir las necesidades de los productores familiares*. Red de Agricultura Ecológica del Perú y Consorcio Agroecológico Peruano. Perú. <https://drive.google.com/.../1gOFtZqG1V0dovsP3U8T.../view...>
- Agro Besser. (s.f.). *Lechuga Great Lakes 500 gr Semillas de Lechuga americana, Hytec*. Perú. <https://agrobesser.com/semillas/lechuga-great-lakes-500gr-semillas-de-lechuga-americana-hytec-4747.html>
- 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-beneficia-a-mas-de-7500-pequenos-productores-en-9-regiones/>.
- Ahmed, H. A., Yu-Xin, T. & Qi-Chang, Y. (2020). Optimal control of environmental conditions affecting lettuce plant growth in a controlled environment with artificial lighting: A review. *Revista Sudafricana de Botanica*, 130, 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.12.018>.
- Alanya, S. (2024). *Densidad de plantas con tres dosis de Kelpak (Ecklonia maxima) en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm - Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6912>.
- Barrera, C. (2016). *Cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura) en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa) variedad "Grand Rapids Waldemans" Strain", bajo condiciones agroclimáticas en la provincia de Lamas*. [Tesis de Pregrado, Universidad nacional de San Martín. Tarapoto. Perú]. <http://hdl.handle.net/11458/2146>
- Bastidas Salazar, A. P., González Chinacalle, M. A., Espinosa Cunuhay, K. A., & Cabrera Caisa, D. J. (2025). Aplicación edáfica y foliar de diatomeas en el cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L.). *Revista Científica Kosmos, Ecuador*, 4(1), 261–273. <https://doi.org/10.62943/rck.v4n1.2025.192>.

- Bellido, C. E. (2010). *Efecto de aplicación de guano de isla incubada en la solución de microorganismos naturales y distintos niveles de aplicación en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), Ayacucho, a 2750 m.s.n.m.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3213>.
- Blanco, C., Tobar, G., Antúnez, A., Corradini, F., Vidal, M., Felmer, S., Muena, V., Martínez, J. P., Salinas, L., Farias, K. & Muñoz, M. (2019). *Aspectos técnicos de cultivo, riego y nutrición en lechuga, tomate y melón, para la zona central de Chile*. Santiago, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, no. 406. 88 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6808>.
- Cabos, J., Bardales, C. B., León, C. A. & Gil, L. A. (2019). Evaluación de la concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa, Perú*, 26(3), 1165-1176. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321>.
- Cacñahuaray, E. (2021). *Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes. Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5529>.
- Cali, V. del P. (2011). *Efecto de estiércol de lombriz (*Eisenia Foetidia* L.) en la producción de cuatro cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.)*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/974>.
- Cacoango, G. V. (2024). *Evaluación del rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Winterhaven con dos tipos de agua y tres dosis de materia orgánica en Tunshi EsPOCH*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22225>.
- Camasca, A. (1994). *Horticultura práctica*. Edición CONCYTEC. Ayacucho, Perú.
- Cancino, J. M. (1959). *Importancia de la fracción orgánica del guano de las islas*. Lima: Compañía Administradora del Guano. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2631>.

- Carguachi, L., León, J., Peralta, M., y Suárez, A. (2024). Diferencias en la acumulación de biomasa en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Batavia bajo dos invernaderos: tradicional y climatizado. *Congresos ESPOCH: Revista Ecuatoriana de STEAM*, 3 (4), 146–158. <https://doi.org/10.18502/espoch.v3i4.17170>
- Cásseres, E. (1980). *Producción de hortalizas* (3ra. ed.). San José, Costa Rica. IICA: Serie de libros y materiales educativos. <https://hdl.handle.net/11324/6792>.
- Castañeda, E. T. (2023). *Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.)*, Barranca 2022. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610>.
- Ccarhuaypiña, Y. (2024). *Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7125>.
- Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. CEDAF. (1999). *Cultivo de lechuga y apio*. Santo domingo, República Dominicana: CEDAF- Serie Cultivos. <https://intranet.cedaf.org.do/digital/lechugapio.pdf>.
- Cerda, A., Garcia, L., Viscay, A. & Lopez, B. (2021). Willingness to pay and consumer preferences for organic lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia, Chile*, 38(4), 1087-1107. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n4.19](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n4.19).
- Cerda, M. del M. & Montero, M. E. (2004). *Guías técnicas de manejo postcosecha de apio y lechuga para el mercado fresco*. Costa Rica: Imprenta Nacional. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/J11-8683.pdf>.
- Chiriboga, H., Gómez, G. & Andersen, J. (2014). *Manual Abono orgánico sólido (compost) y líquido (biol) bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos*. Asunción, Paraguay: Grafica Latina. <https://hdl.handle.net/11324/2648>.

- Cotrina, G. G., Masgo, L. N., Tumbay, Y. Y., Alejos, I. W., Córdova, P. & Patiño, A. R. (2020). Efectos del biol y súper biol en la producción agroecológica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad seda en el centro poblado de Chinchopampa –Chaglla – Pachitea – Huánuco. (2020). *Journal of the Academy, Perú*, 3, 17-31. <https://doi.org/10.47058/joa3.2>.
- Cristan, G. R. (2024). *Comportamiento de cultivares de lechuga americana (Lactuca sativa L.) bajo producción orgánica en condiciones de La Molina*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6708>.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA. (2024). *Detalles de alimentos de Food Data Central*. Estados Unidos. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2346391/nutrients>.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA. (2025). *Base de datos plantas: Lista de atributos, nombres, taxonomía y símbolos de las plantas*. Estados Unidos. <https://plants.usda.gov/plant-profile/LASA3>.
- Doria, E. Y. (2020). *Dosis de humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca Sativa L) variedad americana en condiciones agroecológicas de Panao – Huánuco – 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5842>.
- Fabian, W. J. (2019). *Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) Var. Great Lakes 659 en condiciones del distrito de Pueblo Libre, Huaylas - Ancash – 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5777>.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T. y Brown, P. H. (2013). *Fertilización foliar: Principios científicos y practica de campo*. Paris, Francia: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes-IFA.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T. y Brown, P. H. (2015). *Fertilización foliar: Principios científicos y practica de campo*. Paris, Francia: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes-IFA.

- Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Foncodes: Perú. <https://www.studocu.com/pe/u/39713001?sid=01746720171>.
- Galindo, J. R. & Español, J. A. (2016). *Cosecha y poscosecha de la lechuga, el brócoli y la coliflor*. Mosquera, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13142>.
- 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.
- Gil, L. A., Leiva, F. A., Lezama, M. K., Bardales, C. B. & León, C. A. (2023). Biofertilizante biol: caracterización física, química y microbiológica. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, Bolivia*, 7(20), 336-345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>.
- Gomero, L. y Velásquez, H. (1999). *Manejo ecológico de suelos*. Lima, Perú: Editorial Gráfica Sttefany S.R.L. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/manejo-ecol-suelo-raaa.pdf>.
- Gómez-Ramírez, L., Abril, J., y Cañas-Álvarez, J. (2025). Efecto de la aplicación de Biol como fertilizante orgánico en *Megathyrus maximus*, bajo condiciones del Caribe seco colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Colombia*, 16(1), 229 - 246. <https://doi.org/10.22490/21456453.7676>.
- Gonzales, A. y Lopez, J. (2003). *La lechuga en la region de Murcia y otras comunidades autónomas*. Murcia, España: Tipografía San Francisco.
- Herrera, J. C. (2022). *Biol obtenido por fermentación homoláctica de residuos de frutas, para el crecimiento y desarrollo de Lactuca sativa L. "Lechuga" en Rioja, 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/df2f8ef3-e10f-42d4-846b-f4308a6b6794>.
- Ibáñez, R. & Aguirre, G. (1983). *Fertilidad del suelo: Manual de prácticas*. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- Infante, A. (2010). *Manual de biopreparados para la agricultura ecológica*. Santiago de Chile: Trama Impresores. <https://bibliotecadigital.fia.cl/entities/libro/21726946-03a2-48d3-91b8-e99c3de08130>.
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (1983). *Hortalizas: Manual de asistencia técnica*. Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/31014>.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA. (2016). *Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos*. Estación Experimental Agraria Canaán-Ayacucho, Perú. https://www.ciaorganico.net/documypublic/502_pub_p682_pub.pdf.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA. (2005). *El cultivo de hortalizas en Venezuela* (3ra. ed.). Maracay, Venezuela. Serie Manuales del Cultivo INIA N° 2. https://www.sian.inia.gob.ve/pdfpnp/Manual_hortalizas.pdf.
- Japon, J. (1977). "La lechuga". Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Madrid, España: Publicaciones de Extensión Agraria. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf.
- Jaramillo, J., Aguilar, P. A., Tamayo, P. J., Arguello, E. O. & Guzmán, M. (2016). *Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente Antioqueño*. Medellín, Colombia: Fotomontajes S.A.S. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13758>.
- Kim, M. J., Moon, Y., Tou, J. C., Mou, B. & Waterland, N. L. (2016). Valor nutricional, compuestos bioactivos y beneficios para la salud de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista de composición y análisis de alimentos*, 49, 19-34. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>.
- Llantoy, H. C., Quispe, L. A. y Arce, L. A. (2008). *Manual para la elaboración de abonos orgánicos*. Cáritas Diocesana Huancavelica, Perú. https://issuu.com/caritashuancavelica/docs/manual_para_elaboraci__n_de_abonos_.
- Lopez, M. & Frezza, D. (2022). *Lechuga*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. <https://asaho.org/wp-content/uploads/2023/05/INTA-ASAHO-Lechuga.pdf>.

- Marhuenda, J. A. & Garcia, J. (2017). *Cultivos hortícolas al aire libre*. España: Escobar Impresores. <https://publicacionescajamar.es/series-tematicas/agricultura/cultivos-hortícolas-al-aire-libre/>.
- Maroto, J. V. (1983). *Horticultura herbácea especial*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Medina, K. M. E., Leiva, F. A., Rodríguez, A. D., Gil, L. A., Bardales, C. B. & León, C. A. (2022). Influencia de las concentraciones del bioabono biol en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. *Longifolia* (Asteraceae). *Revista del Museo de Historia Natural. Arnaldoa, Perú*, 29(1), 137-148. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29108>.
- Mendoza, G. (2022). *Fenología y rendimiento de dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.), bajo diferentes dosis de roca fosfórica, sector Rumi Chaca - Chachapoyas 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Amazonas. Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2907>.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI. (2025). *SIEA: Sistema Integrado de Estadística Agraria*. Perú. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/>.
- Morales, V. (2012). *Taller de abonos orgánicos y enmiendas: resultados preliminares sobre la composición de bioles fermentados elaborados en la sierra de Perijá para el cultivo de café*. Mérida, Venezuela. http://sian.inia.gob.ve/congresos_externos/1taller_abonos/pdf/Resumenes/3_Victoria_Morales.pdf.
- Murillo, R. G., Piedra, G., & León, R. G. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia, Costa Rica*, 27 (1), 232-244. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475947762013>.
- Neri, J. C., Collazos, R., Huamán, E. y Oliva, M. (2017). Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. *Revista De Investigación De Agroproducción Sustentable*, 1(1), 38–46. <https://doi.org/10.25127/aps.20171.348>.
- Murillo-Montoya, S. A., Mendoza-Mora, A. & Fadul-Vasquez, C. J. (2020). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(1), 58-68. <https://doi.org/10.23850/24220582.2503>.

- Niu, J., Liu, C., Huang, M. Liu, K. y Yan, D. (2020). Efectos de la fertilización foliar: una revisión del estado actual y perspectivas futuras. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, China*, 21, 104–118. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>.
- Oré, V. H. (2024). *Efecto del compost en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en el distrito de Matahuasi*. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Jauja. Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/10390>.
- 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/es/#home>.
- Palomino, G. (2014). *Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) Var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2070>.
- Patil, B. y Chetan, H. T. (2018). Foliar fertilization of nutrients. *Marumegh, India*, 3(1), 49-53. https://www.researchgate.net/publication/323879672_Foliar_Fertilization_OF_Nutrients.
- Peralta-Verán, L., Juscamaita-Morales, J. y Meza-Contreras, V. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada, Lima*, 15(1), pp. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.577>.
- Perez, 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 Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4931>.
- Pomboza-Tamaquiza, P., León-Gordon, O. A., Villaces-Aldaz, L. A., Vega, G. & Aldaz-Jarrín, J. C. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa L* variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere, Ecuador*, 4(2), 84-92. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2_a05.pdf.

- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural AGRO RURAL. (2018). *Manual de abonamiento con guano de las islas*. Lima, Perú: Digital Print Service. <https://www.agrorural.gob.pe/wpcontent/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf>.
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural AGRO RURAL. (2020). *Biol: el método artesanal preventivo que promueve Minagri para mejorar el rendimiento y calidad de los productos agropecuarios*. Lima, Perú: Noticias. <https://www.agrorural.gob.pe/>.
- Quintero, C. E. (2023). *Fertilización o Nutrición Foliar de los Cultivos. El desafío de reducir las dosis de insumo y aumentar la productividad al mismo tiempo*. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Quispe, I. (2020). *Dosis de guano de islas y fertilización nitrogenada en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4934>.
- Restrepo, J. (2007). *El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Managua, Nicaragua: Printex.
- Restrepo, J. M., Gómez, J. y Escobar, R. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura*. Cali, Colombia: Grafitextos. <https://hdl.handle.net/10568/56825>.
- Reynoso, A.; Cosme, R.; Adama, E.; Juscamaita, J. & Quispe, M. (2022). *Manual Técnico – Producción de biofertilizante líquido acelerado*. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1673>.
- Saavedra, G., Corradini, F., Antunez, A., Felmer, S., Estay, P. & Sepúlveda, P. (2017). *Manual de producción de lechuga*. Boletín INIA-INDAP. Santiago, Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/e96ddc42-19df-4be3-85cc-ae0f6b0c3dcc/content>.
- Salazar, R. (2025). *Fertilización con guano de isla y frecuencia de cosecha en cultivares de acelga (Beta vulgaris L. var cicla)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_5691d2a3aaf037ca727931438dccb03f.

- Sánchez-Llevat, I. L., Fuerte-Góngora, L., Ravelo-Ortega, R., & Ávila-García, O. (2022). Estado del arte de los biopreparados por digestión anaerobia como biofertilizantes y bioestimulantes. *Ingeniería Agrícola, Cuba*, 12(4), 49-62. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1635>.
- Semillas Arroyave. (s.f). *Información para la siembra de cultivos hortalizas y frutas. Catálogo de productos.* Colombia. https://www.semillasarroyave.com/_files/ugd/b6053e_05adc797bd8b4ebe9ad5a72608844b7b.pdf.
- Shi M, Gu J, Wu H, Rauf A, Emran TB, Khan Z, Mitra S, Aljohani ASM, Alhumaydhi FA, Al-Awthan YS, Bahattab O, Thiruvengadam M, Suleria HAR. (2022). Phytochemicals, Nutrition, Metabolism, Bioavailability, and Health Benefits in Lettuce-A Comprehensive Review. *Antioxidants (Basel)*, 11(6):1158. doi: 10.3390/antiox11061158.
- Sistema Biobolsa. (s.f.). *Manual de biol.* México. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf.
- Soldatenko A V, Razin A F, Shatilov M V, Ivanova M I, Taktarova S V, Kuzyakin M V, Sokolova ES, Bukanov V. S. (2018) Problems of lettuce production in the open field and features of its cultivation in the conditions of small-scale production (the “Vesely Agronom” LLC case, Dmitrovsky district, Moscow region). *Production of Vegetables, Russia*, 2, 55-60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-55-60>.
- Suárez, D. M. (2009). *Caracterización de un compuesto orgánico producido en forma artesanal por pequeños agricultores en el departamento de Magdalena.* [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta. Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3270/8106008.2009.pdf?sequence=1>.
- Suasaca, A., Ccamapaza, C. y Huanacuni, T. (2009). *Producción, manejo y aplicación de abonos orgánicos.* DRA-Puno, Perú. https://agropuno.gob.pe/Archivos/Biblioteca/abono_organico.pdf.

- Tineo, A., Cerda, M. & Palomino, R. (2020). *Manejo y conservación de suelos*. Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Torres, R. (2013). *Evaluación de diferentes dosis de biol y su efecto en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum*) var. Rio grande en Yurimaguas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Loreto. Perú]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1842>.
- Trinidad, A. y Aguilar, D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana, México*, 17(3), 247-255. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317309>.
- Valadez, L. A. (1994). *Producción de hortalizas*. México: Limusa.
- Valdés Vega, J. L., & Trigueros Salmerón, J. Ángel. (2025). Eficiencia y Rentabilidad de los Abonos Orgánicos de Origen Animal de Estiércol Vacuno y Guano de Murciélago en la Producción de Hortalizas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, México*, 9(1), 3841-3862. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16126.
- Valencia, A. (1995). *Cultivo de hortalizas de hojas: col y lechuga*. Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/985>.
- Vallejo, C. F. & Estrada, S. E. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Palmira, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17559>.
- Velásquez, M. S. (2019). *Densidad de siembra en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) CV. Angelina bajo condiciones de la Molina*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4232>.
- Zegers, G., Carcamo, J., Aguila, K. y Leod, C. (2021). *Elaboración y uso del biol en la producción sostenible de alimentos*. INIA Kampenaike. Chile <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/bee98506-c6a1-4c1a-8901-7609d62d2bb6/content>.

ANEXOS

Anexo 1. *Datos de campo de las variables evaluadas.*

Tratamiento	Bloque	Biol (%)	Guano de Islas (t ha ⁻¹)	Formación de pella (ddt)	Días a la cosecha (ddt)	Altura polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso de pella (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
T ₁	I	0	0.0	56	77	12.5	12.7	436.0	23,683
T ₂	I	0	1.5	56	77	12.8	13.1	510.0	32,896
T ₃	I	0	3.0	56	77	13.5	13.9	611.0	42,640
T ₄	I	0	4.5	56	77	13.2	13.9	727.0	43,745
T ₅	I	5	0.0	56	77	12.6	12.4	512.0	30,177
T ₆	I	5	1.5	48	70	13.5	14.1	595.0	38,449
T ₇	I	5	3.0	56	77	13.3	13.1	599.0	46,998
T ₈	I	5	4.5	52	77	14.4	15.0	695.0	49,560
T ₉	I	10	0.0	48	70	12.3	12.8	619.0	30,000
T ₁₀	I	10	1.5	48	70	14.0	15.3	705.0	41,689
T ₁₁	I	10	3.0	48	70	14.9	16.1	754.0	50,764
T ₁₂	I	10	4.5	52	70	15.0	16.1	797.0	54,081
T ₁	II	0	0.0	56	77	10.4	10.9	465.0	21,846
T ₂	II	0	1.5	52	70	11.8	12.3	447.0	28,211
T ₃	II	0	3.0	56	70	12.7	13.4	582.0	39,985
T ₄	II	0	4.5	52	77	12.9	13.6	711.0	43,787
T ₅	II	5	0.0	56	77	13.1	14.1	658.0	25,469
T ₆	II	5	1.5	52	77	12.2	12.4	583.0	34,078
T ₇	II	5	3.0	56	70	12.9	13.6	621.0	46,301
T ₈	II	5	4.5	56	77	14.4	15.0	747.0	52,239
T ₉	II	10	0.0	52	77	13.3	13.7	665.0	33,000
T ₁₀	II	10	1.5	52	70	13.7	14.7	685.0	39,767
T ₁₁	II	10	3.0	52	70	13.9	14.4	698.0	52,747
T ₁₂	II	10	4.5	52	70	15.7	16.3	801.0	54,400
T ₁	III	0	0.0	56	77	12.2	12.1	403.0	23,168
T ₂	III	0	1.5	56	77	11.9	12.5	456.0	32,922
T ₃	III	0	3.0	56	77	13.6	13.5	617.0	35,086
T ₄	III	0	4.5	56	77	14.0	14.5	641.0	46,773
T ₅	III	5	0.0	52	77	11.5	11.9	516.0	28,719
T ₆	III	5	1.5	56	77	13.9	14.4	607.0	38,078
T ₇	III	5	3.0	52	70	13.9	14.3	644.0	46,183
T ₈	III	5	4.5	52	70	14.2	14.8	737.0	49,099
T ₉	III	10	0.0	48	70	13.3	13.1	631.0	35,178
T ₁₀	III	10	1.5	52	70	12.5	13.9	671.0	37,276
T ₁₁	III	10	3.0	48	70	14.5	15.1	675.0	47,092
T ₁₂	III	10	4.5	48	70	14.5	16.0	765.0	51,673

Anexo 2. Estimación de costos de producción por tratamiento.

Tratamiento (1): Biol (0%) con Guano de isla (0.0 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				10406.94
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				640
Incorporación de guano de islas	Jornal	0	40	0
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				1680
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	0	40	0
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				2333.94
Corte, pesado y empackado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	22898.98	0.06	1373.94
1.5. Insumos				2523
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	0	50	0
Biol	Litros	0	2.5	0
1.6. Materiales y otros				150
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/dia	0	10	0
trasporte de insumos	Glb.	1	50	50
II. COSTOS INDIRECTOS				808.49
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Gastos administrativos 5% CD			5%	520.35
Imprevistos 2% CD			2%	208.14
III. COSTOS TOTALES				11215.42

Tratamiento (2): Biol (0%) con Guano de isla (1.5 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				12663.58
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				1680
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	0	40	0
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				2840.58
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	31342.93	0.06	1880.58
1.5. Insumos				4023
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	30	50	1500
Biol	Litros	0	2.5	0
1.6. Materiales y otros				200
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	0	10	0
Transporte de insumos	Glb.	1	100	100
II. COSTOS INDIRECTOS				1116.45
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	633.18
Imprevistos 2% CD			2%	253.27
III. COSTOS TOTALES				13780.03

Tratamiento (3): Biol (0%) con Guano de isla (3.0 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				14737.22
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				1680
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	0	40	0
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3314.22
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	39237.02	0.06	2354.22
1.5. Insumos				5523
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	60	50	3000
Biol	Litros	0	2.5	0
1.6. Materiales y otros				300
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	0	10	0
Transporte de insumos	Glb.	1	200	200
II. COSTOS INDIRECTOS				1261.61
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	736.86
Imprevistos 2% CD			2%	294.74
III. COSTOS TOTALES				15998.83

Tratamiento (4): Biol (0%) con Guano de isla (4.5 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				16669.09
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				1680
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	0	40	0
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3646.09
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	44768.20	0.06	2686.09
1.5. Insumos				7023
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	90	50	4500
Biol	Litros	0	2.5	0
1.6. Materiales y otros				400
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	0	10	0
Transporte de insumos	Glb.	1	300	300
II. COSTOS INDIRECTOS				1396.84
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	833.45
Imprevistos 2% CD			2%	333.38
III. COSTOS TOTALES				18065.93

Tratamiento (5): Biol (5%) con Guano de isla (0.0 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				11995.28
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				640
Incorporación de guano de islas	Jornal	0	40	0
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				2647.28
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	28121.42	0.06	1687.28
1.5. Insumos				3298
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	0	50	0
Biol	Litros	310	2.5	775
1.6. Materiales y otros				250
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	50	50
II. COSTOS INDIRECTOS				1069.67
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	599.76
Imprevistos 2% CD			2%	239.91
III. COSTOS TOTALES				13064.95

Tratamiento (6): Biol (5%) con Guano de isla (1.5 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				14270.08
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpeza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3172.08
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	36868.00	0.06	2212.08
1.5. Insumos				4798
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	30	50	1500
Biol	Litros	310	2.5	775
1.6. Materiales y otros				300
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	100	100
II. COSTOS INDIRECTOS				1378.91
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	713.50
Imprevistos 2% CD			2%	285.40
III. COSTOS TOTALES				15648.99

Tratamiento (7): Biol (5%) con Guano de isla (3.0 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				16447.64
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3749.64
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	46494.03	0.06	2789.64
1.5. Insumos				6298
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	60	50	3000
Biol	Litros	310	2.5	775
1.6. Materiales y otros				400
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	200	200
II. COSTOS INDIRECTOS				1531.33
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	822.38
Imprevistos 2% CD			2%	328.95
III. COSTOS TOTALES				17978.98

Tratamiento (8): Biol (5%) con Guano de isla (4.5 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				18275.96
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3977.96
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	50299.34	0.06	3017.96
1.5. Insumos				7798
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	90	50	4500
Biol	Litros	310	2.5	775
1.6. Materiales y otros				500
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	300	300
II. COSTOS INDIRECTOS				1659.32
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	913.80
Imprevistos 2% CD			2%	365.52
III. COSTOS TOTALES				19935.28

Tratamiento (9): Biol (10%) con Guano de isla (0.0 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				13046.55
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				640
Incorporación de guano de islas	Jornal	0	40	0
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				2923.55
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	32725.80	0.06	1963.55
1.5. Insumos				4073
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	0	50	0
Biol	Litros	620	2.5	1550
1.6. Materiales y otros				250
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	50	50
II. COSTOS INDIRECTOS				1143.26
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	652.33
Imprevistos 2% CD			2%	260.93
III. COSTOS TOTALES				14189.81

Tratamiento (10): Biol (10%) con Guano de isla (1.5 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				15207.62
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3334.62
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	39576.97	0.06	2374.62
1.5. Insumos				5573
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	30	50	1500
Biol	Litros	620	2.5	1550
1.6. Materiales y otros				300
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	100	100
II. COSTOS INDIRECTOS				1444.53
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	760.38
Imprevistos 2% CD			2%	304.15
III. COSTOS TOTALES				16652.15

Tratamiento (11): Biol (10%) con Guano de isla (3.0 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				17445.06
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				3972.06
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	50200.96	0.06	3012.06
1.5. Insumos				7073
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	60	50	3000
Biol	Litros	620	2.5	1550
1.6. Materiales y otros				400
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
Transporte de insumos	Glb.	1	200	200
II. COSTOS INDIRECTOS				1601.15
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	872.25
Imprevistos 2% CD			2%	348.90
III. COSTOS TOTALES				19046.21

Tratamiento (12): Biol (10%) con Guano de isla (4.5 t ha⁻¹)

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unit (S/.)	Sub. Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				19236.07
1.1. Preparación del terreno				3080
Limpieza del terreno	Jornal	2	40	80
Removido del suelo	Jornal	35	40	1400
Mullido y nivelado del suelo	Jornal	20	40	800
Surcado	Jornal	20	40	800
1.2. Transplante				840
Incorporación de guano de islas	Jornal	5	40	200
Preparación y traslado de plántula	Jornal	1	40	40
Transplante en campo definitivo	Jornal	15	40	600
1.3. Labores culturales				2080
Recalce	Jornal	3	40	120
Control de arvenses	Jornal	20	40	800
Riego	Jornal	15	40	600
Fertilización foliar (biol)	Jornal	10	40	400
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
1.4. Cosecha				4163.07
Corte, pesado y empacado	Jornal	24	40	960
Flete traslado al mercado	kg	53384.51	0.06	3203.07
1.5. Insumos				8573
Plantines (Bandeja por 512)	Unid.	163	15	2445
Guano de islas	Sacos	90	50	4500
Biol	Litros	620	2.5	1550
1.6. Materiales y otros				500
Costales, mantas y rafias	Glb.	1	178	178
Bomba mochila	Alq/día	10	10	100
transplante de insumos	Glb.	1	300	300
II. COSTOS INDIRECTOS				1726.52
Análisis de suelo	Unid.	1	80	80
Análisis de guano de islas	Unid.	1	150	150
Análisis de biol	Unid.	1	150	150
Gastos administrativos 5% CD			5%	961.80
Imprevistos 2% CD			2%	384.72
III. COSTOS TOTALES				20962.60

Anexo 3. Análisis del suelo.



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”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : Pampa del Arco (NIPUH) – Programa de Pastos
 Proyecto : “TESIS”
 Solicitante : Sr. Filman Alex Yaros Quispe

HR: 00600

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 cambiabiles (Cmol(+)/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁻³	H ⁻	
01	53.3	26.0	20.7	Fr-Ar-Ao	8.42	1.02	8.0	3.07	0.15	2.2	192.4	8.56	1.28	0.99	0.84	0.0	0.0	19.5

Ayacucho, 20 de Diciembre del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso, AoFr: Arena franca, FrAo: Franco arenoso, 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 4. Análisis de guano de islas.



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: 0014

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : Pampa del Arco (NIPUH) – Programa de Pastos
 Proyecto : “TESIS”
 Solicitante : Sr. Filman Alex Yaros Quispe
 Muestra : Guano de Islas

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 ⁻²)
01	2.9	8.87	61.7	24.2	1.75	2.10	0.41	10.1	1.20	1.49

Ayacucho, 20 de Diciembre del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Anexo 5. *Análisis de biol.*



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"

Región : Ayacucho HR: 0013
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : Pampa del Arco (NIPUH) – Programa de Pastos
 Proyecto : "TESIS"
 Solicitante : Sr. Filman Alex Yaros Quispe
 Muestra : BIOL EM

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	Nitrógeno (N-NH ⁺ ₄) mg/Litro	Nitrógeno (N-total) mg/Litro	Fósforo (P ₂ O ₅) mg/Litro	Potasio (K ₂ O) mg/Litro	Calcio (CaO) mg/Litro	Magnesio (MgO) mg/Litro	Azufre (SO ⁻ ₄) mg/Litro
01	232.4	326.8	374.4	604.6	711.2	352.0	1770.0
	pH	C. E. (mS/cm)					
01	4.02	13.58					

Ayacucho, 20 de Diciembre del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Anexo 6. Panel fotográfico.



Foto 1. Preparación del suelo en forma manual.



Foto 2. Transplante de plántulas de lechuga al terreno definitivo.



Foto 3. Abonamiento con guano de islas de acuerdo a los tratamientos en estudio.

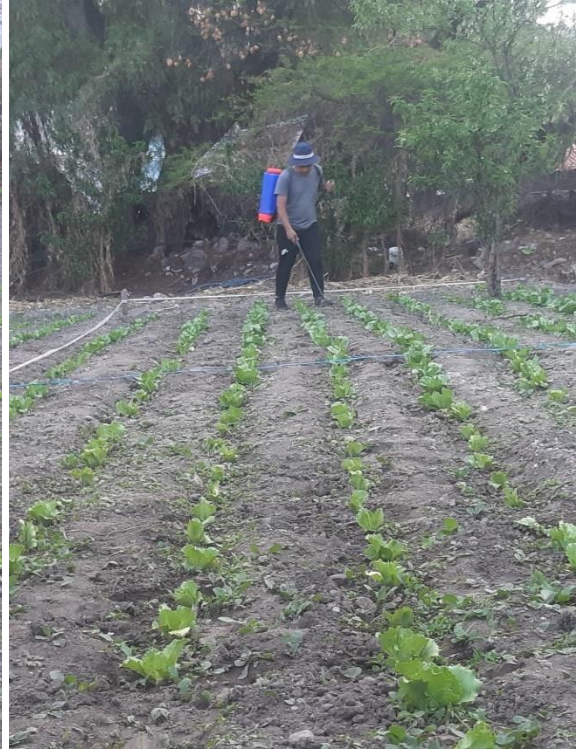


Foto 4. Aplicación foliar de biol de acuerdo a los tratamientos en estudio.



Foto 5. Deshierbo del cultivo de lechuga.





Foto 6. Control de plagas de lechuga.

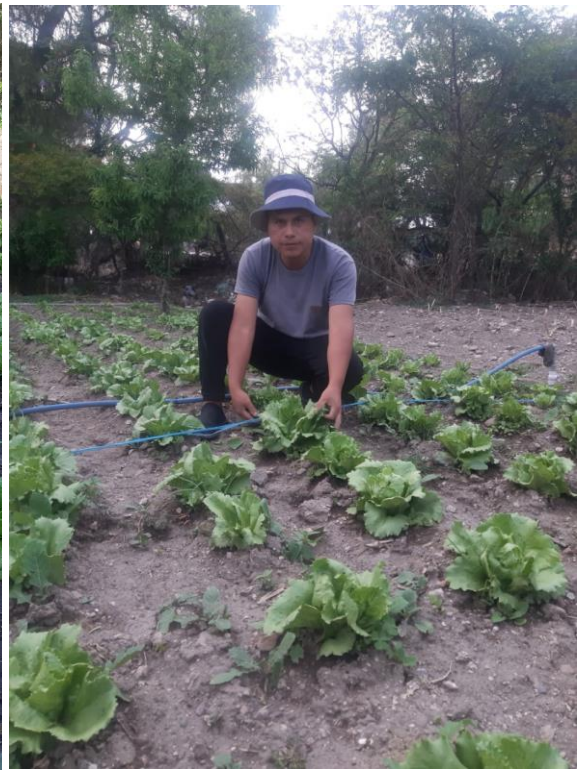


Foto 7. Formación de cabeza en lechuga.



Foto 8. Fotografía del biol.



Foto 9. Evaluación del diámetro ecuatorial y altura polar de pella en lechuga.



Foto 10. Pesado de pella en lechuga.



Foto 11. Campo experimental.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. FILMAN ALEX YAROS QUISPE

R.D. N° 173-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los quince días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las diez 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 la Dr. José Antonio Quispe Tenorio, Mtro. Rodolfo Alca Mendoza como asesor, M.Sc. Alejandro Camasca Vargas y el Ing. Juan Benjamín Girón Molina; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **FILMAN ALEX YAROS 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 deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	15	15	15	15
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	16	15	16	16
M.Sc. Alejandro Camasca Vargas	17	15	17	16
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	15	14	15	15
PROMEDIO GENERAL				16

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



Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Presidente



Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Asesor



M.Sc. Alejandro Camasca Vargas
Jurado



Ing. Juan Benjamín Girón Molina
Jurado



Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm

Autor : Filman Alex YAROS QUISPE
Asesor : Rodolfo ALCA MENDOZA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veinticinco (25 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2718503136

Ayacucho, 21 de julio de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de Originalidad de

Niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm

por Filman Alex YAROS QUISPE

Fecha de entrega: 21-jul-2025 09:35a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2718503136

Nombre del archivo: FILMAN_ALEX_YAROS_QUISPE_TESIS-CORREGIDO_.docx (7.08M)

Total de palabras: 26199

Total de caracteres: 135170

Niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
4	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.inta.gob.ar Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.inia.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	assets.rikolto.org Fuente de Internet	<1 %
12	biblioteca.inia.cl Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upct.es Fuente de Internet	<1 %
14	moam.info Fuente de Internet	<1 %
15	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
16	apirepositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1 %
19	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %

21 Submitted to Universidad Cesar Vallejo <1 %
Trabajo del estudiante

22 repositorio.unheval.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

23 1library.co <1 %
Fuente de Internet

24 cdn.www.gob.pe <1 %
Fuente de Internet

25 repositorio.unjfsc.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

26 cgspace.cgiar.org <1 %
Fuente de Internet

27 Submitted to Universidad Nacional Abierta y a <1 %
Distancia, UNAD,UNAD
Trabajo del estudiante

28 repositorio.unsaac.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

29 www.agr.una.py <1 %
Fuente de Internet

30 hortoinfo.es <1 %
Fuente de Internet

31 Submitted to uncedu <1 %
Trabajo del estudiante

repositorio.unal.edu.co

32

Fuente de Internet

<1 %

33

ojs.edicionescervantes.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm

Levels of guano of island and biol on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, to 2760 msnm

Filman Alex Yaros Quispe¹,
filman.yaros.01@unsch.edu.pe

Rodolfo Alca Mendoza²
rodolfo.alca@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola

RESUMEN

El trabajo de investigación se efectuó en los ambientes del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado a 2760 msnm, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, con el objetivo de evaluar la influencia de los niveles de guano de islas y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Se realizó bajo el diseño de Bloques Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial 4 niveles de guano de islas (0.0, 1.5, 3.0 y 4.5 t ha⁻¹) y 3 niveles de biol (0%, 5% y 10%), con 12 tratamientos, 3 repeticiones y 36 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de precocidad (días a la formación y días a la cosecha de pella), productividad (altura polar, diámetro ecuatorial, peso y rendimiento de pella) y la rentabilidad económica. Los resultados muestran que con 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla, se alcanzó mayor rendimiento (49.48 t ha⁻¹),

altura polar (14.35 cm) y diámetro ecuatorial de pella (15.01 cm). Por otro lado, con la dosis de 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla y 10% de biol se obtuvo el mejor peso de pella (0.788 kg). Asimismo, la aplicación del biol al 10% permiten mejor rendimiento (43.97 t ha⁻¹), altura polar (14.04 cm), diámetro ecuatorial (14.76 cm), días a la formación (50 ddt) y días a la cosecha de pella (70.58 ddt) en lechuga siendo de mayor precocidad. Económicamente, 10% de biol con 3 t ha⁻¹ de guano de isla (T₁₁), muestra mayor rentabilidad (110.86%).

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., guano de isla, biol.

ABSTRACT

This research work was carried out in the environments of the Pasture and Livestock Research Program, of the National University of San Cristóbal de Huamanga, located at 2760 meters above sea level, Ayacucho district, Huamanga province and Ayacucho department, with the objective of evaluating the influence of island guano and biol levels on the yield of lettuce (*Lactuca*

sativa L.) var. Great Lakes. It was carried out under the Completely Randomized Block Design (CRBD) with a factorial arrangement of 4 island guano levels (0.0, 1.5, 3.0 and 4.5 t ha⁻¹) and 3 biol levels (0%, 5% and 10%), with 12 treatments, 3 replications and 36 experimental units. The variables of precocity (days to pellet formation and days to harvest), productivity (polar height, equatorial diameter, pellet weight and yield), and economic profitability were evaluated. The results show that with 4.5 t ha⁻¹ of island guano, the highest yield (49.48 t ha⁻¹), polar height (14.35 cm), and equatorial pellet diameter (15.01 cm) were achieved. On the other hand, with the dose of 4.5 t ha⁻¹ of island guano and 10% biosl, the best pellet weight was obtained (0.788 kg). Likewise, the application of 10% biosl allowed better yield (43.97 t ha⁻¹), polar height (14.04 cm), equatorial diameter (14.76 cm), days to pellet formation (50 ddt), and days to pellet harvest (70.58 ddt) in lettuce being of greater precocity. Economically, 10% of biol with 3 t ha⁻¹ of island guano (T₁₁) shows greater profitability (110.86%).

Keywords: *Lactuca sativa* L., island of guano, biol.

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es uno de los cultivos de hoja de mayor importancia económica en el mundo (Soldatenko et al.,

2018). Propia de las regiones templadas, posee buen aporte de vitaminas (vit C, vit. B₁, vit. B₃, vit B₆ y vit. K), minerales (calcio, hierro, magnesio, fósforo y potasio) y antioxidantes con beneficios para la salud humana (Bastidas et al., 2025).

Respecto a la producción mundial de lechuga para el año 2023, china lideró con 14.90 millones de toneladas, representando al 53.07% del total (FAOSTAT, 2025). Por otro lado, a nivel nacional para el año 2024, la producción fue 66,790 toneladas en 5,471 hectáreas, con rendimiento nacional promedio de 11.48 t ha⁻¹; destacando los departamentos Lima (31,626 t) y Junín (12.907 t); mientras que en Ayacucho se registró 455.00 toneladas en 49.00 hectárea, con rendimiento promedio de 9.30 t ha⁻¹ (MIDAGRI, 2025).

En la actualidad, la producción de alimentos depende en gran medida de los fertilizantes sintéticos, sin embargo, su uso inapropiado y prolongado tiene efectos negativos sobre el suelo y el medio ambiente en general, afectando la seguridad alimentaria con consecuencias que conlleva a la inestabilidad económica y social. Por tanto, es importante promover nuevas alternativas, como el uso de los abonos orgánicos sólidos y líquidos, según Abraham y Osorio (2024) estos abonos mejoran el conjunto de las propiedades del suelo y aportan a la nutrición integral de los cultivos; asimismo,

su buen manejo de abonamiento permite maximizar los rendimientos y la rentabilidad económica con beneficios para el agricultor y a la reducción de uso de fertilizantes sintéticos.

Por consiguiente, el guano de isla como abono orgánico sólido es una alternativa sustentable, que según Agro Perú (2023), es un fertilizante natural completo, eficaz para mejorar la estructura del suelo, proporciona los nutrientes necesarios para un mayor rendimiento por hectárea y que mejora la calidad de los productos. De igual modo el biol, un abono orgánico líquido producto de la fermentación anaeróbica, y que actúa como fuente de nutrientes, fitohormonas y microorganismos, estimulando el desarrollo vegetal y mejorando la condición del suelo (Gómez-Ramírez et al., 2025 & Infante, 2010).

Considerando lo expuesto, la presente investigación se realizó con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia de niveles de guano de isla y biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de niveles de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.).
2. Determinar la influencia de niveles de

biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

3. Determinar el beneficio económico de los tratamientos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo se efectuó en el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho a una altitud de 2760 msnm; cuyas características geográficas son: Latitud Sur 13° 16' 00'' y Longitud Oeste 74° 12' 27''.

2.2. Antecedentes del terreno

En el terreno destinado para la instalación del presente experimento se cultivó el maíz morado en la campaña anterior, bajo el uso de abonos orgánicos.

2.3. Análisis físico y químico del suelo

Para diagnosticar las propiedades físico y químico del suelo de la parcela experimental, se hizo su respectivo análisis en el laboratorio de suelos y análisis foliar "Nicolás Roulet" de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Para tal efecto se tomó un kilogramo de muestra representativa, obtenida de la capa superficial del suelo a una profundidad de 20 cm, a través del método zigzag y cuarteo.

Conforme a los principios establecidos por

Ibáñez y Aguirre (1983), se determina que es un suelo franco arcillo arenoso (Arena: 53.3%, Limo: 26.0% y Arcilla: 20.7%), con pH (8.42) fuertemente alcalino, N total (0.15%) medio, P disponible (2.2 ppm) muy bajo, K disponible (192.4 ppm) medio y de materia orgánica (3.07%) medio. Por lo que es un suelo de fertilidad media y pobre en fósforo.

2.4. Análisis químico del guano de islas

Según los reportes del laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolas Roulet” UNSCH-2024, entre los principales componentes del guano isla son: materia orgánica (24.20%), N-total (1.75%), P₂O₅ (2.10%) y K₂O (0.41%).

2.5. Análisis químico de biol

De acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos y análisis foliar “Nicolas Roulet” UNSCH-2024, entre los principales componentes del biol son: N-NH₄ (232.4 mg/L), N-total (326.8 mg/L), P₂O₅ (374.4 mg/L) y K₂O (604.6 mg/L).

2.6. Características climáticas

Los datos climatológicos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, con los cuales se halló el balance hídrico y la evapotranspiración potencial.

Durante el ciclo vegetativo del cultivo de lechuga, la temperatura anual registrada fue en promedio 24.03 °C como máxima, 9.53°C como mínima y 16.78°C como

media; de igual forma una precipitación total anual de 715.1 mm. Según el balance hídrico existe déficit fluvial de abril a octubre y exceso fluvial los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre del mismo año; por ende, se condujo el experimento entre la temporada seca a lluvioso durante los meses de septiembre a diciembre del año 2024.

2.7. Material biológico

La lechuga variedad Great Lakes, adquirida del vivero Agro Andino de la ciudad de Ayacucho.

2.8. Variables evaluadas

En la tabla 2.5 y 2.6 se presenta las variables independientes y dependientes que se estudió en el presente trabajo de investigación.

Tabla 2.5

Variables independientes e indicadores.

Variables independientes	Indicadores
Niveles de guano de islas (G)	G ₁ : 0.0 t ha ⁻¹
	G ₂ : 1.5 t ha ⁻¹
	G ₃ : 3.0 t ha ⁻¹
	G ₄ : 4.5 t ha ⁻¹
Niveles de biol (B)	B ₁ : 0 %
	B ₂ : 5 %
	B ₃ : 10 %

El guano se isla se aplicó en forma de banda al fondo del surco y a una profundidad promedio de 10 cm del suelo, según los tratamientos establecidos equivalentes a 0, 486, 972 y 1458 gramos en cada unidad experimental (3.24 m²), realizada a 8 días postransplante.

Por otro lado, el biol se aplicó en dos oportunidades a lo largo del ciclo fenológico de la lechuga Great Lakes, habiéndose considerado a 25 y 45 días después del transplante (ddt). Las soluciones preparadas en dosis de 0, 50, 100 ml de biol por cada 1 litro de agua, se aplicaron foliarmente en horas de la tarde, según los tratamientos de cada unidad experimental (3.24 m²).

Tabla 2.6

Variables dependientes e indicadores.

Variables dependientes	Indicadores
Precocidad	<ul style="list-style-type: none"> Días a la formación de pella (ddt) Días a la cosecha (ddt)
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> Altura polar de pella (cm) Diámetro ecuatorial de pella (cm) Peso de pella (kg) Rendimiento de pella (t ha⁻¹)
Rentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Utilidad Costo de producción

2.9. Descripción de los tratamientos en estudio

Los tratamientos analizados resultaron de la combinación de los distintos niveles de guano de isla y biol, haciendo un total de 12 tratamientos. Tal como se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7

Tratamientos de los factores en estudio.

Tto	Código	Descripción
T 1	b ₁ x g ₁	0% de biol y 0.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 2	b ₁ x g ₂	0% de biol y 1.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 3	b ₁ x g ₃	0% de biol y 3.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 4	b ₁ x g ₄	0% de biol y 4.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 5	b ₂ x g ₁	5% de biol y 0.0 t ha ⁻¹ de guano de islas

Tto	Código	Descripción
T 6	b ₂ x g ₂	5% de biol y 1.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 7	b ₂ x g ₃	5% de biol y 3.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 8	b ₂ x g ₄	5% de biol y 4.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 9	b ₃ x g ₁	10% de biol y 0.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 10	b ₃ x g ₂	10% de biol y 1.5 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 11	b ₃ x g ₃	10% de biol y 3.0 t ha ⁻¹ de guano de islas
T 12	b ₃ x g ₄	10% de biol y 4.5 t ha ⁻¹ de guano de islas

2.10. Diseño experimental y análisis estadístico

Conducido bajo el Diseño de Bloque Completamente Randomizado (DBCR), con arreglo factorial de 4 niveles de guano de isla y 3 niveles de biol, con tres repeticiones, haciendo un total de 36 unidades experimentales.

Para la evaluación de cada una de las variables dependientes, se efectuó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de contraste de Tukey ($\alpha=0.05$).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

3.1.1. Días a la formación de pella o cabeza

En la Tabla 3.1 del análisis de varianza para días a la formación de pella en lechuga, se muestra que existe alta significación estadística en el efecto principal de biol (B), lo que indica que hay una respuesta favorable a la aplicación de los diferentes niveles de biol en días a la formación de pella; por otro lado, no se encontró diferencia estadística para efectos de guano de isla (GI) y en la interacción (B x GI). El coeficiente de variación fue 4.41%, valor que indica buena precisión del experimento.

Tabla 3.1

Análisis de varianza de días a la formación de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	8	4	0.73	0.4917 ns
Biol (B)	2	178.67	89.33	16.38	0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	4.89	1.63	0.30	0.8259 ns
Interacción (B x GI)	6	20.44	3.41	0.62	0.7087 ns
Error	22	120	5.45		
Total	35	332			

C.V. = 4.41%

Según la comparación de los promedios de días a la formación de pella en lechuga, mediante la prueba de Tukey (Tabla 3.2), se observa mayor precocidad en promedio a los 50.0 ddt con aplicación al 10% de biol y con diferencia estadística a los niveles de aplicación al 0% y 5% de biol, siendo estos últimos sin diferencia estadística con resultados en promedio de 55.3 y 53.7 ddt, respectivamente a la formación de pella.

Tabla 3.2

Prueba de tukey (0.05) de los efectos principales de biol para días a la formación de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Biol (%)	Promedio (ddt)	n	Tukey
0	55.3	12	a
5	53.7	12	a
10	50.0	12	b

Del resultado se infiere que la aplicación del biol al 10% tuvo influencia positiva en días a la formación de pella, lo cual se podría atribuir a la mejor disponibilidad de

nutrientes y fitohormonas que estimularon los procesos fisiológicos, favoreciendo un crecimiento y desarrollo más rápido del cultivo.

3.1.2. Días a la cosecha

En la Tabla 3.3 del análisis de varianza, se observa alta significación estadística para efectos principales de biol (B), es decir que existe influencia positiva a la aplicación del biol para días a la cosecha de pella en lechuga. No se encontró significación estadística para efectos de guano de isla (GI) ni en la interacción de los factores (B x GI). Se registro 4.02% como coeficiente de variabilidad, valor que indica alto grado de homogeneidad entre las unidades experimentales.

Tabla 3.3

Análisis de varianza de días a la cosecha en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	2.72	1.36	0.15	0.8574 ns
Biol (B)	2	182.39	91.19	10.38	0.0007 **
Guano de Isla (GI)	3	47.64	15.88	1.81	0.1753 ns
Interacción (B x GI)	6	13.61	2.27	0.26	0.9505 ns
Error	22	193.28	8.79		
Total	35	439.64			

C.V. = 4.02%

Al comparar los promedios del efecto principal de niveles de biol mediante la prueba de Tukey, Tabla 3.4, resultó que empleando a niveles del 0% y 5% de biol, los días a la cosecha fueron 75.83 y 74.67 ddt,

respectivamente y sin diferencia estadística entre estos valores; y cuando se aplicó al 10% de biol, la cosecha fue a los 70.58 ddt, considerándose de mayor precocidad y con diferencia significativa del resto.

Tabla 3.4

Prueba de Tukey (0.05) del efecto principal de biol para días a la cosecha en lechuga, (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Biol (%)	Promedio (ddt)	n	Tukey
0	75.83	12	a
5	74.67	12	a
10	70.58	12	b

Pomboza-Tamaquiza et al. (2016) reportó para días a la cosecha a los 83 ddt, utilizando biol al 4% y con aplicación a intervalos de 15 días, a una altitud de 2865 msnm; comparando con los resultados obtenidos es más tardía. Sin embargo, Alanya (2024), encontró mayor precocidad a los 61.33 ddt con aplicación de Kelpack (3.5 L/ha) a 2750 msnm; los cuales podrían atribuirse principalmente a los factores agroclimáticos asociados a la altitud que pudieron influir en los procesos fisiológicos del cultivo; además del tipo y dosis de bioestimulante y la condición edáfica.

3.2. Variables de productividad

3.2.1. Altura de la pella en lechuga

Según el análisis de varianza, Tabla 3.5, de la altura polar de pella en lechuga, se observa alta significación estadística para los efectos principales correspondiente a niveles de biol

(B) y guano de isla (GI) excepto en la interacción de estos dos factores (B x GI); por lo que se deduce que la altura polar de la pella, está influenciada por estos factores y de manera independiente; en ese sentido se realizará su respectivo análisis de comparación de medias en función de los efectos principales. El coeficiente de variación fue 4.91%, valor que indica buena precisión del experimento.

Tabla 3.5

Análisis de varianza de altura polar de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

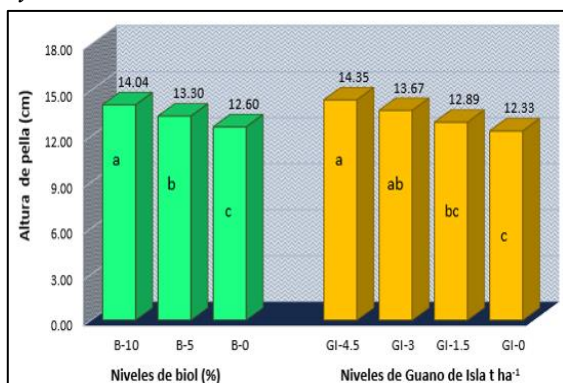
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	1.16	0.58	1.36	0.2769 ns
Biol (B)	2	12.49	6.24	14.61	0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	21.16	7.05	16.50	0.0001 **
Interacción (B x GI)	6	1.67	0.28	0.65	0.6876 ns
Error	22	9.40	0.43		
Total	35	45.88			

C.V. = 4.91%

Según la prueba de Tukey, Figura 3.1, de los efectos principales, en cuanto a niveles de biol, se encontró con aplicación al 10% de biol, mayor altura polar promedio de pella 14.04 cm, y con diferencia estadística con el resto de los valores obtenidos. Por otro lado, con los niveles de guano de isla en 4.5 t ha⁻¹ y 3.0 t ha⁻¹, se reportó mayores valores para la altura polar promedio de pella, con 14.35 cm y 13.67 cm, respectivamente, y sin diferencia estadística entre estos valores.

Figura 3.1

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales para la altura polar de pella en lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



En el caso de biol, Cotrina et al. (2020) reportó 10.83 cm en altura de pellas con aplicación al 10% de súper biol y en la variedad seda; valor que resulta inferior a los obtenidos en el presente estudio; el cual estaría relacionado con la variedad misma.

Asimismo, Alanya (2024) encontró mayor altura de pella de 16.58 cm con aplicación de 3.5 L/ha de Kelpack; posiblemente este resultado se debe al efecto de Kelpack como bioestimulante y a la incorporación de 32.5-23-30 de NPK, que promovió mayor crecimiento del cultivo de lechuga.

En cuanto al guano de isla, Quispe (2019), encontró altura de pella de 14.01 cm con mayor dosis de abonamiento (3.0 t ha⁻¹); siendo similar al resultado obtenido en el presente trabajo.

3.2.2. Diámetro ecuatorial de pella en lechuga

Según el análisis de varianza, Tabla 3.6, del diámetro ecuatorial de pella en lechuga, se observa alta significación estadística para los efectos principales correspondiente a niveles de biol (B) y guano de isla (GI) excepto en la interacción de estos dos factores (B x GI); por ende, se deduce que la aplicación de los factores en estudio tuvieron efecto positivo en la variable respuesta y en forma independiente; lo que amerita realizar su respectivo análisis de comparación de medias en función de los efectos principales. El coeficiente de variación de 5.01%, evidencia alto grado de homogeneidad entre las unidades experimentales.

Tabla 3.6

Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de pella en lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	0.75	0.38	0.78	0.4700 ns
Biol (B)	2	18.78	9.39	19.55	0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	27.39	9.13	19	0.0001 **
Interacción (B x GI)	6	1.76	0.29	0.61	0.7197 ns
Error	22	10.57	0.48		
Total	35	59.24			

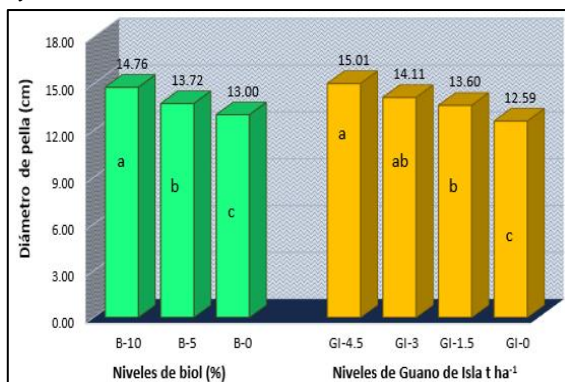
C.V. = 5.01%

Conforme a la prueba de Tukey, Figura 3.2, de los efectos principales, en relación a niveles de biol se encontró con aplicación al 10% de biol, mayor diámetro ecuatorial promedio de pella 14.76 cm y con diferencia

estadística frente a los niveles de 5% y 0% de biol que reportó diámetros promedios de 13.72 y 13.0 cm, de forma respectiva. Por otro lado, con los niveles de guano de isla en 4.5 t ha⁻¹ y 3.0 t ha⁻¹, se encontró mayores respuestas para el diámetro ecuatorial promedio de pella, con 15.01 y 14.11 cm, correlativamente y sin diferencia estadística entre estos valores, en relación a niveles de 1.5 t ha⁻¹ y 0.0 t ha⁻¹ de guano de isla que reportó menores diámetros promedios de 13.60 y 12.59 cm, respectivamente y con diferencia estadística entre estos resultados.

Figura 3.2

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales para el diámetro ecuatorial de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



Los resultados obtenidos en el diámetro de pella de lechuga muestran que la aplicación a dosis alta de biol (10%) influyó positivamente en el diámetro, pudiéndose atribuir a que el biol además de contener los fitoreguladores es fuente de los principales nutrientes como NPK que cumplen un rol

importante en el crecimiento del cultivo, en contraste a sin la aplicación.

Cotrina et al. (2020), obtuvo diámetro promedio de 19.65 cm con aplicación al 10% de super biol y en la variedad seda de lechuga, siendo este resultado mayor en comparación con los obtenidos en este trabajo, el cual se atribuiría principalmente a la arquitectura de la variedad seda siendo este de hojas más ancha y dispersa.

Asimismo, Alanya (2024) obtuvo mayor diámetro de 17.03 cm con aplicación de Kelpack (3.5 /ha), siendo este valor superior a la respuesta obtenida en el presente estudio y que está diferencia podría deberse al mismo efecto de Kelpack como bioestimulante, al buen manejo agronómico y a la fertilización con 32.5-23-30 de NPK efectuado por dicho autor en su investigación.

Por otro lado, La aplicación de mayores dosis de guano de isla favoreció el incremento del diámetro de la pella en lechuga, probablemente porque el nitrógeno y otros nutrientes presentes en este abono promovieron una mayor formación de biomasa en comparación con la no aplicación. Esto resulta relevante dado que la lechuga, al ser una hortaliza de hoja, presenta altas exigencias de nitrógeno, elemento clave para el crecimiento y desarrollo de la lechuga. En contraste con Quispe (2020) reportó en promedio 15.69

cm en diámetro con la mayor aplicación de 3.0 t ha⁻¹ de guano de isla, siendo este resultado medianamente superior al presente ensayo, lo cual podría atribuirse, al mayor contenido de los principales nutrientes del guano de isla utilizado por Quispe y al abonamiento con 20-20-20 de NPK.

3.2.3. *Peso de pella en lechuga*

Según el análisis de varianza, tabla 3.7, del peso de pella en lechuga, se muestra alta significación estadística para los efectos principales de niveles de biol (B) y guano de isla (GI), mientras para la interacción de estos factores (B x GI) significación estadística. La significación en la interacción permite el análisis de los efectos simples dado que los factores no actúan de manera independiente sino en forma interactiva, es decir que el peso de pella está influenciado por los niveles de guano de isla en cada nivel de biol y viceversa. Se encontró coeficiente de variación 5.66%, lo cual nos refiere buena precisión del experimento.

Tabla 3.7

Análisis de varianza del peso de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

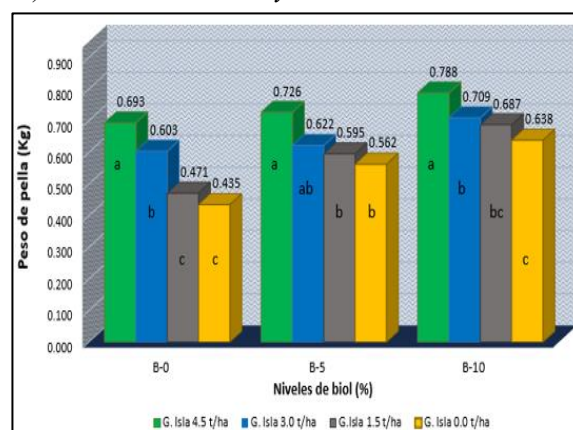
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	3872.7	1936.3	1.54	0.2373
Biol (B)	2	144176.8	72088.4	57.22	<0.0001 **
Guano de Isla (GI)	3	185944.3	61981.4	49.2	<0.0001 **
Interacción (B x GI)	6	22849.3	3808.2	3.02	0.0261 *
Error	22	27717.2	1259.8		
Total	35	384560.5			

C.V. = 5.66%

Según la prueba de Tukey, Figura 3.3, se muestra que la interacción que tuvo mejor efecto en el peso de pella en lechuga fue con la aplicación al 10% de biol y con 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla, mostrando mayor peso promedio de 0.788 kg, y con diferencia estadística en relación a los demás valores obtenidos.

Figura 3.3

Prueba de Tukey (0.05) de los efectos simples para el peso de pella en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



Pomboza-Tamaquiza et al. (2016) reportó como mejor peso de 1.14 kg en pella de lechuga variedad Iceberg con aplicación al

6% de biol a intervalos de 15 días, a 2865 msnm; siendo este valor superior a los resultados obtenidos en el presente trabajo; que podría atribuirse a la calidad del biol, la variedad utilizada, las condiciones edafoclimáticas existe a esa altitud y a la adición de 30 t/ha de abono de porcino en su investigación por dicho autor.

De igual manera, Pérez (2021), reportó mayor respuesta en peso de 1.410 kg con aplicación de 3 t ha⁻¹ de guano de isla y 100 kg ha⁻¹ de potasio, siendo este valor un resultado superior al obtenido en este estudio. Esta diferencia podría atribuirse a la mejor eficacia de la combinación con el guano de isla y potasio que favorecieron en mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas y al buen manejo del agua mediante el sistema del riego por goteo realizado por Pérez en su estudio.

Del mismo modo, Ore (2024), obtuvo mejor respuesta de 0.992 kg en peso de pella tras abonar con 15 t ha⁻¹ de compost, siendo superior al resultado obtenida en el presente trabajo, el cual podría deberse a la mayor dosis de compost, que mejoró la fertilidad y disponibilidad de nutrientes frente al manejo con biol y guano de isla, además de la condición edáfica y climática favorable de la zona de producción en Matahuasi-Junín realizada por Ore.

3.2.4. Rendimiento de pella en lechuga

Según el análisis de varianza, tabla 3.8, del rendimiento de pella en lechuga, muestra alta significación estadística para los efectos principales de los niveles de biol (B) y guano de isla (GI) excepto en la interacción de estos factores (B x GI); lo que refiere que los niveles de biol y guano de isla influyeron de manera positiva e independiente en el rendimiento de pellas; en ese sentido, se realiza su respectivo análisis de comparación en función de estos factores principales. Por otro lado, según el análisis de regresión, se indica respuesta lineal altamente significativa para los efectos de niveles de biol, mientras para los efectos de niveles de guano de isla presenta respuesta lineal y cuadrática, altamente significativa y significativa, respectivamente. Se encontró un coeficiente de variación de 5.79%, lo cual nos evidencia buena precisión del experimento.

Tabla 3.8

Análisis de varianza del rendimiento de pella o cabeza en lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

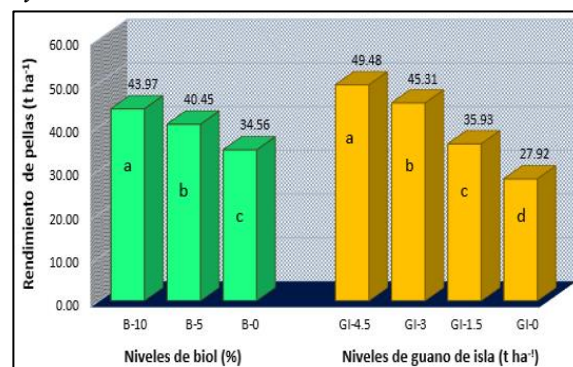
F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloques	2	9.59	4.8	0.91	0.4174
Biol (B)	2	542.41	271.21	51.41	<0.0001 ns **
R. Lineal	1	531.29	531.29	100.7	<0.0001 **
R. Cuadrática	1	11.12	11.12	2.11	0.1606 ns
Guano de Isla (GI)	3	2522.19	840.73	159.38	<0.0001 **
R. Lineal	1	2469.53	2469.53	468.17	<0.0001 **
R. Cuadrática	1	33.22	33.22	6.30	0.0200 *
R. Cúbica	1	19.44	19.44	3.69	0.0670 ns
Interacción (B x GI)	6	9.2	1.53	0.29	0.9350 ns
Error	22	116.05	5.27		
Total	35	3199.44			

C.V. = 5.79%

Conforme a la prueba de Tukey, Figura 3.4, de los efectos principales, en relación a niveles de biol se encontró con aplicación al 10% de biol en promedio de niveles de guano de isla, mayor rendimiento de pella en lechuga con 43.97 t ha⁻¹ y con diferencia estadística frente a los demás valores. Mientras, según el efecto de guano de islas, también se puede observar que con abonamiento de 4.5 t ha⁻¹ de guano de islas en promedio de niveles de biol, mayor rendimiento de pella con 49.48 t ha⁻¹ y con diferencia estadística en relación a los otros resultados obtenidos. Asimismo, la aplicación del guano isla en comparación al biol tuvo mejor efecto en el rendimiento de pella.

Figura 3.4

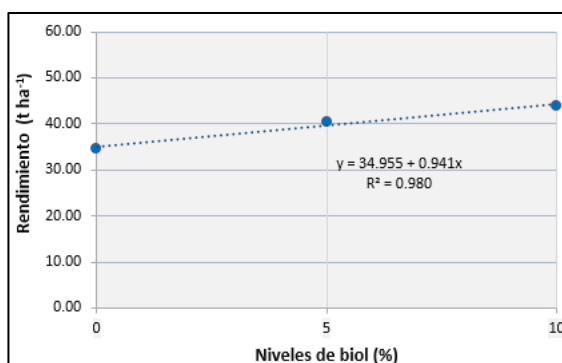
Prueba de Tukey (0.05) de los efectos principales en el rendimiento de pellas de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



En la Figura 3.5 se muestra la tendencia lineal ($y = 34.955 + 0.941x$) para la respuesta del rendimiento de pella en función del efecto de biol, donde existe un incremento creciente del rendimiento conforme se incrementa los niveles de biol, por lo cual, por cada unidad de biol aplicado el rendimiento se incrementa en 0.941 t ha⁻¹, asimismo se observa alta correlación positiva ($r: 0.989$).

Figura 3.5

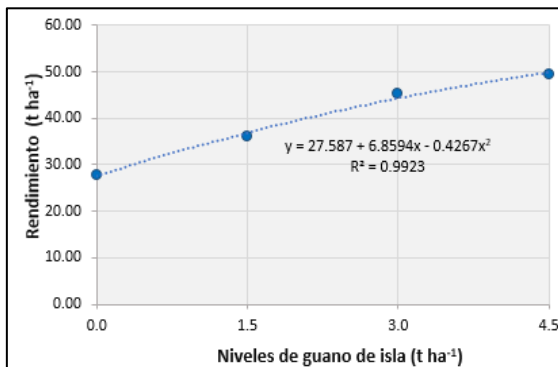
Tendencia del rendimiento de pella por efecto de niveles de biol en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.



Considerando la respuesta cuadrática ($y = 27.587 + 6.8594x - 0.4267x^2$), la Figura 3.6 muestra la tendencia al cual se ajusta la relación entre el rendimiento de pella en función del efecto de guano de islas; después de derivar la ecuación cuadrática se encontró que con el nivel 8.04 t ha^{-1} de guano de isla se alcanza el rendimiento más alto (55.15 t ha^{-1}) luego tiende a disminuir a medida que se incrementa el nivel; de igual manera se tiene alta correlación positiva ($r: 0.996$), es decir que el rendimiento y los niveles de guano de islas están asociados en 99.6%.

Figura 3.6

Tendencia del rendimiento de pella por efecto de niveles de biol en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm



En el resultado concerniente al efecto de biol, Castañeda (2023), obtuvo mayor rendimiento de 64.48 t ha^{-1} con aplicación de biol a base de residuos de pescado a una dosis de 4.5 L ha^{-1} y con una densidad población de $111 \text{ 111 plantas ha}^{-1}$. Esta diferencia podría deberse principalmente al efecto del nivel de fertilización con 100-50-

50 de NPK que incorporo dicho autor, además de mayor densidad población, tipo y composición química del biol que manejo en su investigación

De igual forma, Fabian (2019), obtuvo mejor respuesta de 47.57 t ha^{-1} en rendimiento de pella con aplicación de $3 \text{ m}^3/\text{ha}$ de biol. Este rendimiento también resultó medianamente superior al resultado obtenido en el presente estudio, posiblemente debido a la mayor dosis y frecuencia de aplicación con biol y al uso de los fertilizantes químicos (110 kg/ha de N, 70 kg/ha de P_2O_5 y $60 \text{ K}_2\text{O}$ de K_2O) que efectuó Fabian en su investigación.

Respecto al guano de isla, Palomino (2014), reportó que los mayores rendimientos de pellas de lechuga se obtienen con aplicación de 3.0 y 2.0 t ha^{-1} de guano de islas y con rendimiento de $79,336.7$ y $73183.3 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, siendo estos valores superiores al resultado del presente trabajo, lo cual podría atribuirse al buen contenido y disponibilidad de los nutrientes del guano de isla utilizado por Palomino, además de la buena condición física, química y biológica del suelo.

Asimismo, Doria (2020), obtuvo un rendimiento de 83.02 t ha^{-1} con aplicación a 12 t ha^{-1} de humus de lombriz a una altitud de 2560 msnm . Al contrastar este resultado es superior al obtenido en el presente estudio, lo cual podría atribuirse a la mayor dosis de abonamiento y la adición de

fertilizante triple Molimax (15-25-15) efectuada en su investigación por Doria, además de las diferentes condiciones agroclimáticas existente a las altitudes de estudio.

Por otro lado, Cacoango (2024) reportó un rendimiento de 40,923.08 kg ha⁻¹ con dosis de 3.0 t ha⁻¹ de gallinaza en la variedad Winterhaven, cuyo valor es inferior a los obtenidos en el presente estudio, posiblemente debido al tipo y dosis de abonamiento y a la variedad cultivada.

Sin embargo, los resultados obtenidos por Cristan (2024) son similares al presente estudio, quien reportó rendimientos de 48.74 y 48.20 t ha⁻¹ en los cultivares Legacy y Cartagenas, respectivamente, bajo producción orgánica con guano de vacuno (5 t ha⁻¹).

3.3. Análisis de rentabilidad económica

Según los resultados (Tabla 3.9), la mayor rentabilidad se obtuvo con la aplicación de biol al 10% junto a 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla, con un valor de 110.86%, lo que significa que por cada S/ 100 invertido se obtiene una ganancia neta de S/ 110.86; por tanto, el uso combinado del biol y guano de isla representa una alternativa económicamente productiva y sostenible con el medio ambiente en la producción del cultivo de lechuga.

Tabla 3.9

Análisis de rentabilidad económica de los tratamientos en estudio de la lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes. Ayacucho, a 2760 msnm.

Tratamientos	Costo de prod. (S/.)	Rdto (kg. ha ⁻¹)
T ₁ (0% Biol-0.0 t ha ⁻¹ GI)	11,215.42	22,899
T ₂ (0% Biol-1.5 t ha ⁻¹ GI)	13,780.03	31,343
T ₃ (0% Biol-3.0 t ha ⁻¹ GI)	15,998.83	39,237
T ₄ (0% Biol-4.5 t ha ⁻¹ GI)	18,065.93	44,768
T ₅ (5% Biol-0.0 t ha ⁻¹ GI)	13,064.95	28,121
T ₆ (5% Biol-1.5 t ha ⁻¹ GI)	15,648.99	36,868
T ₇ (5% Biol-3.0 t ha ⁻¹ GI)	17,978.98	46,494
T ₈ (5% Biol-4.5 t ha ⁻¹ GI)	19,935.28	50,299
T ₉ (10% Biol-0.0 t ha ⁻¹ GI)	14,189.81	32,726
T ₁₀ (10% Biol-1.5 t ha ⁻¹ GI)	16,652.15	39,577
T ₁₁ (10% Biol-3.0 t ha ⁻¹ GI)	19,046.21	50,201
T ₁₂ (10% Biol-4.5 t ha ⁻¹ GI)	20,962.60	53,385

Trat.	Precio/kg (S/.)	Valor de venta (S/.)	Utilidad neta (S/.)	Rentabilidad (%)
T ₁	0.8	18,319	7,104	63.34
T ₂	0.8	25,074	11,294	81.96
T ₃	0.8	31,390	15,391	96.20
T ₄	0.8	35,815	17,749	98.24
T ₅	0.8	22,497	9,432	72.19
T ₆	0.8	29,494	13,845	88.47
T ₇	0.8	37,195	19,216	106.88
T ₈	0.8	40,239	20,304	101.85
T ₉	0.8	26,181	11,991	84.50
T ₁₀	0.8	31,662	15,009	90.14
T ₁₁	0.8	40,161	21,115	110.86
T ₁₂	0.8	42,708	21,745	103.73

CONCLUSIONES

1. Los niveles de guano de isla influyeron positivamente en el rendimiento, altura polar y diámetro ecuatorial de pella en lechuga obteniendo mejor respuesta con 4.5 t ha⁻¹ de guano de isla, con 49.48 t ha⁻¹

- ¹, 14.35 cm y 15.01 cm, respectivamente, mientras para el peso de pella en interacción con biol (10%) de 0.788 kg.
- Los niveles de biol influyeron favorablemente en el rendimiento, altura polar, diámetro ecuatorial, días a la formación y días a la cosecha de pella en lechuga con aplicación al 10% de biol lográndose obtener valores de 43.97 t ha⁻¹, 14.04 cm, 14.76 cm, 50.0 ddt y 70.58 ddt, correspondientemente.
 - La mayor rentabilidad económica se obtuvo con el tratamiento T₁₁ (10% de biol con 3.0 t ha⁻¹ guano de isla), alcanzando un margen de rentabilidad del 110.86%.

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-beneficia-a-mas-de-7500-pequenos-productores-en-9-regiones/>.
- Alanya, S. (2024). Densidad de plantas con tres dosis de Kelpak (*Ecklonia maxima*) en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm - Ayacucho. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú].
- <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6912>.
- Barrera, C. (2016). Cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad “Grand Rapids Waldemans” Strain”, bajo condiciones agroclimáticas en la provincia de Lamas. [Tesis de Pregrado, Universidad nacional de San Martín. Tarapoto. Perú]. <http://hdl.handle.net/11458/2146>.
- Bastidas Salazar, A. P., González Chinacalle, M. A., Espinosa Cunuhay, K. A., & Cabrera Caisa, D. J. (2025). Aplicación edáfica y foliar de diatomeas en el cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L). Revista Científica Kosmos, Ecuador, 4(1), 261–273. <https://doi.org/10.62943/rck.v4n1.2025.192>.
- Abraham, L. & Osorio, G. (2024). Estudio sobre la potencialidad de los abonos orgánicos para cubrir las necesidades de los productores familiares. Red de Agricultura Ecológica del Perú y Consorcio Agroecológico Peruano. Perú. <https://drive.google.com/.../1gOFtZqG1V0dovsP3U8T.../view...>
- Cabos, J., Bardales, C. B., León, C. A. & Gil, L. A. (2019). Evaluación de la

- concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*, Perú, 26(3), 1165-1176. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26321>
- Cacoango, G. V. (2024). Evaluación del rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Winterhaven con dos tipos de agua y tres dosis de materia orgánica en Tunshi Epoch. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22225>.
- Castañeda, E. T. (2023). Fertilización ecológica de biol a base residuos pescado para mayor rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.), Barranca 2022. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú]. <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7610>.
- Cerda, A., Garcia, L., Viscay, A. & Lopez, B. (2021). Willingness to pay and consumer preferences for organic lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia*, Chile, 38(4), 1087-1107. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n4.19](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n4.19).
- Cotrina, G. G., Masgo, L. N., Tumbay, Y. Y., Alejos, I. W., Córdova, P. & Patiño, A. R. (2020). Efectos del biol y súper biol en la producción agroecológica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad seda en el centro poblado de Chinchopampa – Chaglla – Pachitea – Huánuco. (2020). *Journal of the Academy*, Perú, 3, 17-31. <https://doi.org/10.47058/joa3.2>.
- Cristan, G. R. (2024). Comportamiento de cultivares de lechuga americana (*Lactuca sativa* L.) bajo producción orgánica en condiciones de La Molina. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6708>.
- Doria, E. Y. (2020). Dosis de humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa* L) variedad americana en condiciones agroecológicas de Panao – Huánuco – 2019. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5842>.
- Fabian, W. J. (2019). Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes

- 659 en condiciones del distrito de Pueblo Libre, Huaylas - Ancash – 2019. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5777>.
- Gómez-Ramírez, L., abril, J., y Cañas-Álvarez, J. (2025). Efecto de la aplicación de Biol como fertilizante orgánico en *Megathyrus maximus*, bajo condiciones del Caribe seco colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 16(1), 229 - 246. <https://doi.org/10.22490/21456453.7676>.
- Herrera, J. C. (2022). Biol obtenido por fermentación homoláctica de residuos de frutas, para el crecimiento y desarrollo de *Lactuca sativa* L. "Lechuga" en Rioja, 2021. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/df2f8ef3-e10f-42d4-846b-f4308a6b6794>.
- Ibáñez, R. & Aguirre, G. (1983). Fertilidad de suelos. Manual de prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Japon, J. (1977). "La lechuga". Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura. Madrid, España: Publicaciones de Extensión Agraria. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf.
- Medina, K. M. E., Leiva, F. A., Rodríguez, A. D., Gil, L. A., Bardales, C. B. & León, C. A. (2022). Influencia de las concentraciones del bioabono biol en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. *Longifolia* (Asteraceae). *Revista del Museo de Historia Natural. Arnaldoa, Perú*, 29(1), 137-148. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29108>.
- Mendoza, G. (2022). Fenología y rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo diferentes dosis de roca fosfórica, sector Rumi Chaca - Chachapoyas 2021. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2907>.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego MIDAGRI. (2025). SIEA: Sistema Integrado de Estadística Agraria. Perú. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/>.
- Oré, V. H. (2024). Efecto del compost en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el distrito de Matahuasi. [Tesis de Pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Jauja.]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/10390>

- 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>.
- Palomino, G. (2014). Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2070>.
- Perez, 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 Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4931>.
- Pomboza-Tamaquiza, P., León-Gordon, O. A., Villaces-Aldaz, L. A., Vega, G. & Aldaz-Jarrín, J. C. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L variedad Iceberg. *Jhournal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84-92. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n2/v4n2_a05.pdf.
- Quispe, I. (2020). Dosis de guano de islas y fertilización nitrogenada en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4934>.
- Restrepo, J. (2007). El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua, Nicaragua: Printex.
- Sánchez-Llevat, I. L., Fuerte-Góngora, L., Ravelo-Ortega, R., & Ávila-García, O. (2022). Estado del arte de los biopreparados por digestión anaerobia como biofertilizantes y bioestimulantes. *Ingeniería Agrícola*, 12(4), 49-62. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1635>.
- Soldatenko, A. V., Razin, A. F., Shatilov, M. V., Taktarova, S. V., Kuzyakin, M. V., Sokolova, E. S. & Bukanov, V. S. (2018) Problems of lettuce production in the open field and features of its cultivation in the conditions of small-scale production (the “Vesely Agronom” LLC case, Dmitrovsky district, Moscow region). *Production of Vegetables, Russia*, 2, 55-60. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-2-55-60>