

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**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 PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Alfredo Pérez Tito

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo

Ayacucho – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

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

Expedido : 13 de octubre de 2021

Sustentado : 21 de enero de 2022

Calificación : Muy bueno

Jurados :



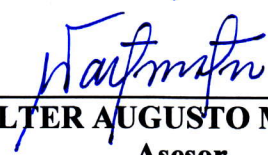
Ing. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Presidente



Ing. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA
Miembro



Ing. GUILLERMO CARRASCO AQUINO
Miembro



M.Sc. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Asesor

En primer lugar, a Dios, por darme fortaleza e inspiración en todos mis proyectos, y así culminar mi carrera en esta etapa de mi vida.

A mis padres y mi hija por su infinito apoyo.

A mis grandes maestros cuyas palabras aún siguen enseñando con el paso del tiempo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por todas las enseñanzas impartidas en mi formación académica y por haberme brindado todas las facilidades para la consecución de mis objetivos trazados.

A la Facultad de Ciencias Agrarias a través de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía que en sus aulas adquirí los conocimientos para formarme profesionalmente.

Al Ing. Walter A. Mateu Mateo, asesor, por su apoyo, tiempo y paciencia durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado Ing. Eduardo Robles García, Ing. Guillermo Carrasco Aquino e Ing. Juan B. Girón Molina por sus aportes en la realización de este trabajo de investigación.

A los trabajadores del Centro Experimental Canaán por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	1
Introducción	2

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	4
1.1. Origen del cultivo	4
1.2. Taxonomía	4
1.3. Etapas fenológicas del cultivo	5
1.4. Características botánicas.....	5
1.4.1. Raíz.....	5
1.4.2. Tallo.....	5
1.4.3. Hojas.....	6
1.4.4. Flores	6
1.4.5. Frutos	7
1.5. Variedades de lechuga	7
1.5.1. <i>Lactuca sativa</i> variedad Capitata.....	7
1.5.2. <i>Lactuca sativa</i> variedad Longifolia	8
1.5.3. <i>Lactuca sativa</i> variedad Crespa	8
1.5.4. <i>Lactuca sativa</i> variedad Asparagina o Angustana.....	8
1.6. Composición química del cultivo	8
1.7. Condiciones edafoclimáticas	9
1.7.1. Clima.	9
1.7.2. Suelo	10
1.8. Manejo agronómico	11
1.8.1. Preparación del terreno definitivo	11
1.8.2. Almacigo	11

1.8.3.	Trasplante	12
1.8.4.	Densidad de siembra.....	13
1.8.5.	Riego.....	13
1.8.6.	Control de malezas	13
1.8.7.	Abonamiento	13
1.9.	Plagas de la lechuga.....	15
1.9.1.	Larvas de lepidópteros comedores de hojas	15
1.9.2.	Gusano gris (<i>Agrotis</i> sp.)	15
1.9.3.	Gusanos alambre.....	15
1.9.4.	Trips.....	15
1.9.5.	Pájaros	16
1.10.	Enfermedades de la lechuga.	16
1.10.1.	Pudrición blanda	16
1.10.2.	Moho gris.....	16
1.10.3.	Mildiu vellosa.....	16
1.10.4.	Antracnosis	16
1.10.5.	Botrytis	17
1.11.	Cosecha y rendimientos.....	17
1.12.	Abonamiento orgánico	18
1.12.1.	Efectos de la materia orgánica sobre las características del suelo.....	18
1.12.2.	Guano de islas.....	20
1.13.	El potasio	24
1.13.1.	Absorción del potasio durante el crecimiento vegetal.....	25
1.13.2.	Distribución del potasio dentro de las plantas	25
1.13.3.	Período de crecimiento vegetativo	26

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	28
2.1. Ubicación del trabajo de investigación.....	28
2.2. Antecedentes del campo experimental	28
2.3. Características físicas y químicas del suelo.....	29
2.4. Análisis químico del guano de islas	30
2.5. Características climatológicas	30
2.6. Características de la variedad en estudio	34

2.7.	Problemas específicos.....	34
2.8.	Factores en estudio	34
2.8.1.	Dosis de guano de islas (G)	34
2.8.2.	Fertilización potásica (N)	34
2.9.	Variable dependiente e indicadores	35
2.9.1.	Estados fenológicos	35
2.9.2.	Rendimiento.....	35
2.9.3.	Rentabilidad económica	36
2.10.	Variable interviniente	36
2.10.1.	Ubicación del terreno experimental.....	36
2.10.2.	Características climáticas y edáficas del lugar	36
2.11.	Método procedimental	36
2.12.	Características del campo experimental	38
2.12.1.	Parcelas.....	38
2.12.2.	Bloques	38
2.12.3.	Campo experimental.....	38
2.12.4.	Croquis del campo experimental	38
2.13.	Instalación y conducción del experimento	38
2.13.1.	Preparación del terreno	38
2.13.2.	Demarcación y estacado del campo experimental.....	39
2.13.3.	Preparación de las camas	39
2.13.4.	Abonamiento	39
2.13.5.	Trasplante	39
2.13.6.	Recalce.....	39
2.13.7.	Riegos	39
2.13.8.	Control de malezas	39
2.13.9.	Control de plagas y enfermedades.....	40
2.13.10.	Cosecha.....	40

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
3.1. Indicadores de precocidad	41
3.2. Variables de rendimiento	42
3.2.1. Número de plantas por parcela	42

3.2.2.	Longitud de repollo	43
3.2.3.	Diámetro de repollo	45
3.2.4.	Diámetro de repollo	46
3.2.5.	Rendimiento de repollo	48
CONCLUSIONES		52
RECOMENDACIONES		53
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA		54
ANEXOS.....		57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Resultados del análisis físico y químico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019.....	29
Tabla 2.2. Análisis químico del guano de islas	30
Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la campaña agrícola 2019 - 2020 según la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho.....	32
Tabla 2.4. Dosis de nutrientes por tratamiento (suelo, G.I. y fertilizante nitrogenado)	35
Tabla 2.5. Descripción de los tratamientos	37
Tabla 2.6. Aleatorización de los tratamientos	37
Tabla 3.1. Precocidad de cultivo de lechuga con dosis de potasio y dosis de Guano de isla. Canaán 2750 msnm.....	41
Tabla 3.2. Análisis de variancia del número de plantas en los niveles de Potasio y Guano de Isla en lechuga. Canaán 2750 msnm.....	42
Tabla 3.3. Análisis de variancia de la longitud del repollo en los niveles de potasio y Guano de Isla en lechuga. Canaán 2750 msnm.....	43
Tabla 3.4. Análisis de variancia del diámetro de repollo en los niveles de potasio y Guano de Isla en lechuga. Canaán 2750 msnm.....	45
Tabla 3.5. Análisis de variancia del peso de repollo en los niveles de potasio y Guano de Isla en lechuga. Canaán 2750 msnm.....	46
Tabla 3.6. Análisis de variancia del rendimiento de repollo en los niveles de potasio y Guano de Isla en lechuga. Canaán 2750 msnm.....	48
Tabla 3.7. Cantidad de muestras obtenidas en ambos mercados durante el tiempo de la investigación.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Ubicación de la provincia de Huamanga – Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.	28
Figura 2.2. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho	33
Figura 2.3. Croquis del campo experimental	38
Figura 3.1. Prueba de Tukey del efecto principal del número de plantas de lechuga por parcela en los diferentes niveles de Potasio y Guano de Isla. Canaán 2750 msnm.....	43
Figura 3.2. Prueba de Tukey del efecto simple de la longitud de repollo en los diferentes niveles de abonamiento con Guano de Isla en cada nivel de fertilización potásica. Canaán 2750 msnm	44
Figura 3.3. Prueba de Tukey del efecto simple del diámetro de repollo en los diferentes niveles de Guano de Isla en cada nivel de Potasio. Canaán 2750 msnm.....	45
Figura 3.4. Prueba de Tukey del efecto simple del peso de pella del repollo en los diferentes niveles Guano de Isla en cada nivel de Potasio. Canaán 2750 msnm.....	47
Figura 3.5. Prueba de Tukey de los efectos principales de los niveles de Potasio y los de Guano de isla en el rendimiento de lechuga. Canaán 2750 msnm.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Longitud de repollo con los tratamientos K y guano de isla.....	58
Anexo 2. Diámetro de repollo con los tratamientos K y guano de isla	59
Anexo 3. Peso de repollo con los tratamientos K y guano de isla.....	60
Anexo 4. Número de plantas por parcela en los tratamientos con K y guano isla	61
Anexo 5. Rendimiento de lechuga en t ha ⁻¹ en los tratamientos con K y guano de isla	62
Anexo 6. Riqueza en nutrientes del Guano de Isla	63
Anexo 7. Análisis Físico Químico del suelo Centro Experimental Canaán (2750 msnm) 2016-2017	64
Anexo 8. Panel fotográfico	65

RESUMEN

La investigación se realizó en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el objetivo de determinar el efecto en el rendimiento de dosis de guano de islas y potasio en Canaán, 2750 m.s.n.m. – Ayacucho, bajo el régimen de riego por goteo. La variedad de lechuga fue la Great Lakes. Para llevar a cabo esta investigación se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de $4\text{ G} \times 3\text{K}$, con tres repeticiones y 12 tratamientos. El lugar donde se instaló el experimento corresponde a la zona de vida Bosque Seco Montano Bajo Sub tropical (bs-T). Las dosis aplicadas de guano de islas fueron: 0, 1, 2 y 3 t/ha, y de potasio: 50, 100 y 150 kg/ha. La fase de campo se realizó entre octubre de 2019 y marzo de 2020. El trasplante se realizó a la distancia de 0.70 m entre surcos y 0.30 m entre plantas. Se evaluaron los siguientes indicadores: etapa fenológica, longitud de repollo (cm), diámetro de repollo (cm), peso de repollo (kg) y rendimiento de repollos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Las labores de manejo de cultivo fueron similares a los que realizan los horticultores de la región. Se encontró que la longitud de del repollo se incrementa con los niveles de guano de islas y con el mayor nivel de potasio con 16.4, 16.8 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 $62.1\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Así mismo los diferentes niveles de guano de islas en promedio del potasio siguen una tendencia cuadrática alcanzando su máximo valor de $60.8\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Los tratamientos con 100 kg de K_2O y $3\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas, 100 kg de K_2O y $2\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas, 50 kg de K_2O y $3\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de guano de islas, 100 kg de K_2O y $1\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 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 ($28.970\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Palabras clave: Lechuga, *Lactuca sativa* L., fertilización potásica, guano de islas.

INTRODUCCIÓN

La Lechuga (*Lactuca sativa* L), es una hortaliza de hoja, ampliamente consumida en diversas formas; razón por la cual posee una demanda permanente. Importante por tener un apreciable contenido de elementos minerales (calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio, sodio), por su riqueza vitamínica (vit. A, vit. B₁, vit B₂, vit. C, vit. B₅), y por su bajo contenido de calorías.

Las plantas de lechuga poseen un sistema radicular superficial y pequeño, por lo tanto, el suelo debe estar bien provisto de nutrimentos y materia orgánica. Las formas más comunes de suministro de nutrientes a las hortalizas son a través del uso de fertilizantes comerciales y de abonos orgánicos disponibles en el mercado o de las chacras de los productores. Comparativamente los fertilizantes químicos poseen un efecto más rápido y son de mayor costo; sin embargo, la tendencia de la fertilización actual es a utilizar abonos orgánicos, con la finalidad de proteger el suelo y la ecología en general. El cultivo de Lechuga no escapa de esta generalidad y su cultivo se intensifica, por lo cual el suelo que lo soporta debe recibir dosis adecuadas de materia orgánica que cubra y/o reponga los nutrientes que son extraídos considerándose, así como lechugas de alta calidad nutritiva y de bajo costo.

Debido a que actualmente se ha incrementado notablemente el consumo de “pollo a la brasa” y comidas al paso en los cuales acompaña la lechuga, la demanda en el mercado es mayor, por lo que su producción debe ser continuada durante todo el año.

El presente trabajo de investigación pretende aportar técnicas de fertilización para elevar el rendimiento de lechuga basado en el abonamiento con guano de islas y fertilizante potásico, teniendo como premisa que este cultivo responde muy bien al abono orgánico y absorbe grandes cantidades de potasio en su crecimiento y desarrollo.

Estos resultados serán difundidos e a los horticultores productores de lechuga de manera amigable y saludable. Así mismo, servirá como referencia para posteriores investigaciones en este tema.

Objetivo general

Evaluar la influencia de la dosis de guano de islas y potasio en el rendimiento de lechuga, variedad Great Lakes bajo condiciones de Canaán - Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la dosis de guano de islas en el rendimiento de lechuga.
2. Evaluar el efecto de la dosis de potasio en el rendimiento de lechuga.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN DEL CULTIVO

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es originaria de las costas del sur y sureste del Mar Mediterráneo, desde Egipto hasta Asia Menor. Los egipcios le comenzaron a cultivar 2400 años antes de esta era y se supone que la utilizaban para extraer aceite de la semilla y para forraje; en pinturas encontradas en tumbas egipcias aparecen plantas que asemejan lechugas romanas o tipo Cos, con hojas alargadas y terminadas en puntas (Mallar, 1978).

Fue introducida a China en los años 600 a 900 D.C. Posiblemente en el Nuevo Mundo fue introducido con los primeros exploradores y cultivado inicialmente en el área del Caribe. Se acepta que las lechugas conocidas actualmente se derivaron de *Lactuca serriola*, pero se cree que ocurrieron hibridaciones entre distintas especies y un proceso evolutivo que dio origen a la lechuga actual. (Agronegocios, 2004).

1.2. TAXONOMÍA

La lechuga es una planta herbácea anual, dicotiledónea, autógama, perteneciente a la familia Compositae, cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L., y está ampliamente relacionada con la lechuga silvestre *Lactuca serriola*; cuando joven contiene en sus tejidos un jugo lechoso llamado látex, cuya cantidad disminuye con la edad de la planta. Dentro de la familia Compositae (Asterácea) también hay otras especies de importancia medicinal como los cardos, el diente de león, la cerraja y la alcachofa (Osorio & Lobo, 1983; Díaz et al., 1995; Valadez, 1997).

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofita
Clase	: Angiosperma
Sub Clase	: Dicotiledónea
Familia	: Compositae (Asterácea)

Tribu	: Cichoreceae
Género	: Lactuca
Especie	: <i>Lactuca sativa</i>
Variedad botánica	: Capitata (lechuga de cabeza)
	Longifolia: Romana o cos
	Inibabecea: lechuga de hoja o foliares

1.3. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

Solórzano (1992) las etapas fenológicas de la lechuga son:

- Emergencia : 6 días en siembra directa y almacigo.
- Trasplante : 25 a 30 días después del almacigado.
- Cosecha : 60 - 80 días después del trasplante.
: 45- 70 días en siembre directa.
- Producción de semillas : 120 días.

1.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Valadez (1997) señala que la lechuga es una planta herbácea anual, que cuando la planta es joven y no ha alcanzado la madurez fisiológica, contiene en sus tejidos un jugo lechoso llamado látex, cuya cantidad va disminuyendo con la edad de la planta.

1.4.1. Raíz

Maroto (1986) señala que el sistema radicular de la lechuga es profundo, pivotante y tiene numerosas raíces laterales que se desarrollan en la capa superficial del suelo.

Valadez (1997) menciona que las principales raíces encargadas de la absorción de agua y nutrientes se encuentran a una profundidad de 5 a 30 cm., siendo estas raíces laterales, pero la raíz principal crece muy rápido y puede llegar a penetrar hasta 1.80 m. de profundidad en el suelo, característica que explica su relativa resistencia a la sequía. Por su parte Van Haef (1986) refiere que la profundidad de enraizamiento de las plantas de lechuga es de 15 a 35 cm.

1.4.2. Tallo

Maroto (1986) indica que en los estados vegetativos avanzados el manojo central de hojas se abre para dar paso a un tallo cilíndrico y ramificado portador de hojas.

Valadez (1997) señala que el tallo de la lechuga es pequeño y no se ramifica, sin embargo cuando existen condiciones de altas temperaturas (mayores a 26° C) y días largos (mayores de 12 horas) el tallo se alarga hasta 1.20 m. de longitud ramificándose en el extremo y presentando cada punta de las ramillas terminales una inflorescencia.

Tamaro (1960) afirma que poseen un tallo corto en la cual las hojas y las flores se encuentran reunidas en él.

1.4.3. Hojas

Valadez (1997) reporta que las hojas de la lechuga son lisas sin pecíolo (sésiles), el extremo puede ser redondeado o rizado. El color varía desde el verde amarillo hasta el morado claro dependiendo del tipo y cultivar. El limbo es entero y dentado.

Maroto (1986) hace mención que las hojas se disponen principalmente en rosetas y después aprietan unas junto a otras formando un cogollo más o menos consistente y apretado, pueden ser redondeadas, lanceoladas o casi espatuladas, la consistencia puede ser blanduzca, el borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.

Según Tamaro (1960) & Tiscornia (1989) las hojas de la lechuga varían de tamaño y forma, siendo más o menos ancha, alargada, espatulada, oval o redonda de color verde, de intensidad variable, de superficie lisa, glabra o rugosa.

1.4.4. Flores

Según Valadez (1997) las inflorescencias se constituyen en grupos de 15 a 20 flores, las cuales están ramificadas y son de color amarillo, de pétalos soldados (gamosépalos), poseen cinco estambres y su ovario es monocular. Las flores se auto polinizan, función que se realiza antes de que las flores se abran. Respecto a esto último existen reportes indicando que también es posible la polinización cruzada.

Tiscornia (1989) menciona que el fuste floral es erecto y lechoso de hasta 1m de alto, las flores son amarillas, pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas, con numerosas bractéolas.

1.4.5. Frutos

Valadez (1997) menciona que las semillas son largas, de 4 a 5 mm, su color generalmente es blanco crema, encontrándose también pardas y castañas, cabe mencionar que las semillas recién cosechadas por lo general no germinan debido a la impermeabilidad que la semilla muestra en presencia del oxígeno, por lo que se han utilizado temperaturas ligeramente elevadas para inducir a una rápida germinación.

Casseres (1980) señala que la semilla de la lechuga tiene poca permeabilidad a los gases cuando es nueva y está en periodo de descanso. Después de un año la permeabilidad va aumentando, esto explica por qué a veces la semilla fresca no germina tan bien como la semilla de un año o más.

Tiscornia (1989) afirma que las semillas de lechuga son muy alargadas pero pequeñas, puntiagudas en un extremo, color blanco o negro, algunas veces rojizas. Un gramo de peso contiene 800 semillas y su poder germinativo es de 4 a 5 años.

Maroto (1986) menciona que la lechuga es una planta autógama cuyas semillas (frutos) son aquenios provistos de un pilosidad plumoso.

1.5. VARIEDADES DE LECHUGA

Hessayon (1988) manifiesta que la mayoría de variedades de lechuga son de verano, pero también existen lechugas que se cultivan en periodos invernales.

Valencia (1995) menciona que existe una amplia variación dentro de las formas cultivadas de lechuga por lo que se divide en cuatro tipos basados en características morfológicas:

1.5.1. *Lactuca sativa* variedad Capitata

Corresponde a la lechuga de cabeza o repollo y esta subdividida en dos subtipos: la subtipo crocante siendo la más cultivada la Great Lakes, tolerante al calor y de excelente calidad, que produce una cabeza grande y compacta formada por la coincidencia de hoja gruesas, parecida a la de una col, de hojas quebradizas produciendo un sonido característico del cual proviene el nombre de este tipo de lechuga; y la subtipo mantequilla, siendo la más difundida la White Boston.

1.5.2. *Lactuca sativa* variedad Longifolia

Son autoenvolventes y forman cabeza suelta y alargadas, el cultivar más representativo es la White París.

1.5.3. *Lactuca sativa* variedad Crespa

Forma un manojo de hojas, siendo el cultivar más representativo el Salad Bowl, aquí encontramos a las variedades comúnmente llamadas de pollo.

1.5.4. *Lactuca sativa* variedad Asparagina o Angustana

Es una variedad que no forman cabeza, los tallos tiernos y carnosos son usados casi exclusivamente en China en el arte culinario.

Casseres (1980) hace referencia que las lechugas que forman cabeza son las de la variedad arrelladas, encontrando dos tipos de cabeza, cabeza dura de superficie un tanto tosca, de color verde intenso, de hojas grandes completamente envolventes que se asemejan a un repollo o una col cuya variedad más representativa es la Great Lakes (Grandes Lagos).

La mayoría de variedades de lechuga son resistentes a la necrosis marginal y otras enfermedades fungosas. Mientras las de cabeza suave son de superficie muy lisa siendo la White Boston la variedad más representativa con hojas verdes más claras, las hojas externas no son completamente envolventes, llamadas también lechuga mantequilla.

1.6. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CULTIVO

El valor nutricional de la lechuga se resalta por el contenido de minerales y vitaminas. Es una fuente importante de calcio, hierro y vitamina A, proteína, ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) y niacina. El contenido nutricional tiene similitud con otras hortalizas, como el apio, el espárrago y el habichuelín o ejote. Dado su bajo valor calórico, se ha tornado en ingrediente básico en las dietas alimenticias (Whitaker & Ryder, 1964).

El aporte de calorías de esta hortaliza es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica; las hojas exteriores tienen más cantidad de esta vitamina que las interiores. También resulta una fuente importante de vitamina K; por lo tanto, protege de la

osteoporosis. Otras vitaminas que destacan en la lechuga son la A, la E y el ácido fólico. Así mismo, aporta mucho potasio y fósforo y está compuesta en un 94% de agua (Alzate & Loaiza, 2008).

La lechuga tiene funciones medicinales; es refrescante y digestiva; posee virtudes calmantes y notable eficacia como soporífera, por tanto, evita el insomnio, la nerviosidad, el mal humor, la irritabilidad, entre otras. Además, la cantidad de celulosa y agua orgánica que contiene la lechuga en sus tejidos ayuda considerablemente en el proceso digestivo (Jaramillo et al, 2014).

El valor nutritivo de la lechuga difiere según su variedad. La lechuga en general provee fibra, carbohidratos, proteína, y una mínima cantidad de grasa, tiene acción antioxidante, lo cual está relacionado con la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso cáncer. (Osorio & Lobo, 1983).

Las lechugas cos o romana y de hoja, aventajan a la lechuga de cabeza por su contenido en vitamina A y vitamina C; esto ocurre, probablemente, por la mayor proporción de tejido verde producido por esas variedades, mientras que las de tipo mantequilla o lisas son intermedias (Whitaker & Ryder, 1964).

1.7. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS

1.7.1. Clima

Vigliola (1993) señala que la lechuga constituye un cultivo de clima templado fresco, cita a Knott (1957) quien menciona que las temperaturas más adecuadas para lograr un crecimiento y calidad conveniente son:

- promedio mensual máximo : 21-24° C
- promedio mensual óptima : 15-18° C
- promedio mensual mínima : 7° C

Añade que es importante contar con temperaturas no muy elevadas durante el día y con noches frescas (14-18° C en el día y 5-8° C de noche).

En cuanto a la intensidad de luz, Guenko (1983), citado por Morales (2001), menciona que estas plantas exigen mucha luz, pues la escasez de este requerimiento provoca que

las hojas sean delgadas y en múltiples ocasiones las cabezas se suelten. Este factor debe considerarse para una densidad de población adecuada y para evitar el sombreado de las plantas entre sí. La lechuga tiene un sistema radicular muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad en el suelo. La humedad relativa conveniente para la lechuga está entre el 60 al 80%, aunque en algunos casos agradece menos del 60%.

Valencia (1995) menciona que la temperatura óptima para el desarrollo de la lechuga está alrededor de 20° C y entre 15 a 20° C para su germinación, sin embargo gracias a los trabajos de mejoramiento genético realizados en los Institutos de Investigación Genética, en la actualidad se cuenta con variedades de lechugas que se adaptan bien a diferentes tipos de climas, por lo que se puede cultivar y cosechar durante todas las estaciones.

Casseres (1980) menciona que la lechuga es una hortaliza de clima fresco. En los trópicos se encuentra en elevaciones con climas templados y húmedos que favorecen su desarrollo. Las temperaturas elevadas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente con la presencia del calor, debido a la acumulación de látex amargo en las venas.

1.7.2. Suelo

Infoagro.com (2003) menciona que los suelos preferidos por los cultivos de lechuga son los ligeros, areno-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6.7 y 7.4. Este cultivo en ningún caso admite la sequía, aunque es conveniente que la superficie del suelo esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de la podredumbre del cuello.

Por otro lado, Maroto (1990) menciona que la lechuga prefiere suelos francos, ricos y orgánicos que retengan la humedad, aunque sin riesgos de encharcamientos. No es resistente a la acidez del suelo y pueden adaptarse a suelos ligeramente alcalinos, siendo también poco resistentes a la salinidad que puedan presentar los suelos donde se cultivan.

Finalmente, Valencia (1995) señala que la lechuga no es muy exigente en los suelos, se considera una especie medianamente tolerante a la acidez, siendo su pH óptimo 6.8, aunque puede prosperar sin problemas en suelos con pH de 5.0-8.0. En cuanto a la conductividad eléctrica (salinidad) del suelo se considera como susceptible. A valores mayores de 1.2 mmhos/cm, puede verse afectada a su desarrollo si el riesgo no es manejado en forma eficiente.

1.8. MANEJO AGRONÓMICO

1.8.1. Preparación del terreno definitivo

Valencia (1995) menciona que para el cultivo de lechuga se necesita un terreno bien mullido. La importancia de la preparación del terreno y los objetivos que se persiguen pueden resumirse en:

- Aumentar el contenido de aire en la capa arable del suelo.
- Mejorar la capacidad de absorción y retención de agua.
- Favorecer el desarrollo radicular del cultivo.
- Controlar la emergencia de malas hierbas.
- Dificultar la propagación de ciertas plagas y patógenos.
- Incorporar materia orgánica (abono verde, rastrojos, estiércol).

1.8.2. Almacigo

Valencia (1995) menciona que la propagación de la lechuga es por semilla botánica. La semilla puede tener una viabilidad de hasta cuatro años en condiciones ambientales favorables, la semilla puede ser de color negro, marrón o blanco. La temperatura óptima de germinación esta entre 15 y 20° C. A temperaturas menores de 10° C y mayores de 30° C su germinación disminuye a menos del 50%. En condiciones ambientales óptimas necesitan 2-4 días para germinar.

Valadez (1997) hace mención que en lechuga se puede practicar también la siembra directa en la cual se puede hacer aclareos y las plantas sacadas pueden trasplantarse. Cuando se realice siembra directa se recomienda cultivar de 2-3 Kg de semilla/ha, aunque actualmente en el mercado se puede encontrar semillas peletizadas (cubiertas de material inerte), las cuales rinden a razón de 1 Kg ha⁻¹. Mientras en siembra indirecta o trasplante se recomienda hacer un almacigo de 50 m², con unos 250 g. de semilla, la cual proporciona suficientes plantas para una hectárea.

Casseres (1980) hace referencia que con 150 g. se puede producir 10000 plantas y con 1 Kg se producen suficientes plántulas para una hectárea. Si la siembra es directa se requiere de 2-3 Kg ha⁻¹, cuando la siembra es por almácigo se debe sembrar la semilla algo rala o bien se puede hacer la primera entresaca en el semillero dos a tres semanas de germinada.

Maroto (1986) menciona que tradicionalmente la siembra se hace en semilleros utilizando 1g de semilla/m², al voleo y como la semilla es pequeña se cubre con rastrillo a una profundidad no mayor de 5mm, cuando las plantas tienen de 5-7 hojas se realiza el trasplante.

1.8.3. Trasplante

Valencia (1995) menciona que en caso que se realice almácigo y posterior trasplante a campo definitivo los cuidados que se deben tener son los de proporcionar una buena humedad al almácigo para extraer las plántulas sin dañar su sistema radicular y regar el campo definitivo para lograr un buen establecimiento del cultivo.

Maroto (1990) señala que el trasplante se hace a raíz desnuda, si bien también es posible realizar siembra sobre botes de turba prensada, bandejas de macetas, etc., con lo que el trasplante se puede hacer con cepellón. Una vez que las plantitas hayan alcanzado las 5-7 hojas, lo que se consigue normalmente a los 30-40 días tras la siembra, se procede a su trasplante sobre terreno definitivo, surcado en caballones separados entre sí unos 0.50 m., una vez que se ha efectuado las labores preparatorias y aportado el abonamiento de fondo. Sobre cada surco las plantitas se sitúan entre sí a 0.25-0.30 m.

Casseres (1980) señala que al trasplantar no se debe podar las raíces ni las hojas y se debe humedecer la tierra antes o al momento de colocar las plantitas. Una tarde fresca o un día nublado es propicio para esta operación. El distanciamiento para las lechugas de cabeza del grupo Great Lakes requiere espaciamientos de 0.25 - 0.30 m, hasta 0.45 entre plantas y 0.75m entre surcos.

1.8.4. Densidad de siembra

Valadez (1997) menciona que en lechuga comercialmente se pueden obtener poblaciones de 66000-72000 plantas/ha, utilizando surcos de 0.90 - 1.00 m, y de 30-35 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

1.8.5. Riego

Valencia (1995) señala que la lechuga necesita humedad suficiente para desarrollarse y mantenerse turgente. Los riegos deben ser preferentemente ligeros y frecuentes. Cerca de la cosecha es muy susceptible al exceso de humedad que puede causar pudriciones. El tipo de riego más frecuente es por surcos.

Valadez (1997) menciona que no hay reportes específicos en campo, sin embargo, en la práctica se ha observado que los periodos críticos son la germinación y cuando empieza a formar cabeza (Var. Capitata), por lo que se recomienda humedad permanente en el suelo a lo largo de su desarrollo para obtener lechugas de buen peso y comercializables.

Casseres (1980) señala que aun en lugares donde llueve es necesario suplir el agua para asegurar que la lechuga tenga un crecimiento uniforme y continuo, si se cultiva bajo riego la frecuencia varía según el tipo de suelo, el tamaño de la planta y el clima, siendo el más común el riego por surcos y en terrenos pequeños se hace con regaderas manuales. La excesiva humedad favorece las pudriciones en las hojas inferiores de las plantas.

1.8.6. Control de malezas

Valadez (1997) menciona que es una práctica que ayuda a la eliminación de las malezas entre surcos, además ayuda a aflojar el suelo, sobre todo si es arcilloso, se recomienda hacerlo a las tres semanas después del trasplante. La escarda oxigena y afloja el suelo, ayuda especialmente a la eliminación de malezas entre surcos.

1.8.7. Abonamiento

Al respecto, Valencia (1995) señala que la materia orgánica debe ser incorporada con anticipación para que tenga el tiempo suficiente de descomponerse y pueda ser aprovechada por la planta. La incorporación cercana a la siembra, eleva la temperatura del suelo ocasionando problemas. Otra alternativa es hacer abundante incorporación de

materia orgánica en el cultivo anterior. Se recomienda el empleo de por lo menos 10 t.ha⁻¹ de estiércol proveniente de cualquier fuente tales como aves, vacunos, ovinos. También hay que tener en cuenta que el sistema radicular de la lechuga es de escaso desarrollo, por lo que la aplicación de los abonos debe ser lo más cerca posible a las plantas, es recomendable aplicar a una profundidad de 8 a 10 centímetros.

Casseres (1980), coincidiendo con Valencia (1995), refiere que para la lechuga los suelos con alto contenido de materia orgánica son los mejores. El estiércol descompuesto o el compost suplementado con fertilizantes minerales son ideales y se recomienda de 20-30 t.ha⁻¹. Cuando no se aplica estiércol se prefiere los abonos inorgánicos. Un exceso de nitrógeno da como resultado plantas que crecen muy rápido, con hojas suaves, quebradizas, en la que puede aparecer una necrosis fisiológica en los márgenes, las cabezas no se arrellanan debidamente quedando suaves y livianas.

Van Haef (1986) señala que las hortalizas necesitan gran cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y a su corto periodo vegetativo. Parece evidente que no se puede aumentar indefinidamente el rendimiento aumentando las dosis de abono, llega un momento en que una dosis suplementaria de abono no proporciona ningún tipo de aumento en los rendimientos.

Infoagro.com (2003) menciona que el 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo. El aporte de estiércol en la lechuga se realiza a razón de 3 kg/m², cuando se trata de un cultivo principal desarrollado en forma independiente de otros. La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas. Sin embargo hay que evitar los excesos de abono nitrogenado para prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de cogollos.

Morales (2001) en condiciones de Canaán, con la variedad Great Lakes, obtuvo el mayor rendimiento aplicando niveles de 120 de N y 0 de P₂O₅, en el diseño San Cristóbal, mientras que en el diseño Compuesto Central Rotable el mayor rendimiento correspondió al tratamiento 153.65 y 17.56 de N y P₂O₅, respectivamente.

Añes y Tavira (1981) en un experimento en lechuga al probar niveles de estiércol y niveles de nitrógeno, encontraron que el estiércol (gallinaza) influye sobre los rendimientos, pero se detectaron diferencias significativas entre las dosis de 10 y 20 m³/ha. Así mismo no encontraron interacciones significativas entre el estiércol y el nitrógeno aplicado.

1.9. PLAGAS DE LA LECHUGA

Maroto (2000) da a conocer las siguientes plagas en el cultivo de lechuga.

1.9.1. Larvas de lepidópteros comedores de hojas

Estos ataques son particularmente graves en el caso de las lechugas acogolladas, en las que si el daño se produce poco antes del arrepollado, aunque la plaga sea combatida, la herida queda tapada por la superposición de hojas, pudiendo desencadenar posteriormente problemas de podredumbres diversas.

1.9.2. Gusano gris (*Agrotis sp.*)

Atacan a las lechugas jóvenes devorando el cuello de las raíces y a veces incluso hojas, produciendo un marchitamiento de la planta.

1.9.3. Gusanos alambre

El daño al cultivo lo causan siempre las larvas y no los adultos. Estos daños pueden ser de dos tipos, principalmente según el estado de desarrollo del cultivo de la lechuga, pues en plantaciones jóvenes las larvas mordisquean la zona del cuello enterrada llegando a degollar las plantitas y en planta ya crecida atacan al sistema radicular perforando tejidos y efectuando galerías en las raíces principales. Siempre que la población es alta los daños en el cultivo suelen ser importantes.

1.9.4. Trips

Los daños que provocan en la lechuga son por una parte directa debido a las picaduras que sobre el tejido tierno realizan estos insectos para su nutrición y, por otra, los indirectos, que son los más graves y que consisten en la transmisión del virus del Bronceado del Tomate.

1.9.5. Pájaros

Los pájaros pueden causar daños importantes en parcelas de lechuga de siembra directa o con plantita recién trasplantada. Incluso en planta ya desarrollada a veces se observan hojas picoteadas, pero entonces el daño no llega a ser la consideración a menos que el ataque sea muy intenso.

1.10. ENFERMEDADES DE LA LECHUGA

1.10.1. Pudrición blanda

Sánchez (1996) manifiesta que la pudrición blanda es una de las enfermedades más destructivas y en muchas de las plantas suculentas se presenta tanto en el cultivo como en almacenamiento; causa “dumping-off” en semilleros, y pudrición en plantas adultas. Afecta más de 360 especies de plantas, entre ellas lechuga, tomate, crucíferas, zanahoria, alcachofa, apio y pepino.

1.10.2. Moho gris

El moho gris invade el huésped por penetración directa a partir del micelio originando en los esclerocios o por esporas, las cuales son diseminadas por el viento, el agua de riego, las herramientas, partes de las plantas o por los animales. Después de la penetración en la planta, el hongo invade el tejido necrosándole; luego se forman los esclerocios sobre la superficie afectada o también puede aparecer una capa grisosa, afelpada, constituida por las fructificaciones del hongo.

1.10.3. Mildiu vellosa

El mildiu puede atacar a la lechuga a lo largo de todo su desarrollo, de manera que los primeros síntomas pueden ya observarse sobre los cotiledones, que una vez infectados amarillean, se sacan y mueren prematuramente. Las plantas atacadas quedan debilitadas y naturalmente son entonces más sensibles a cualquier otro parásito (Maroto, 2000).

1.10.4. Antracnosis

Sánchez (1996) manifiesta que la antracnosis se caracteriza por la presencia de lesiones pequeñas del tamaño de la cabeza de un alfiler, crecimiento rápido hasta formar manchas angulares o circulares de color cereza de aproximadamente cuatro milímetros de diámetro; en las manchas viejas los centros se caen dando la apariencia de un orificio de perdigón.

1.10.5. Botrytis

Los ataques pueden presentarse en plantas pequeñas en fase de semillero provocando enseguida la muerte de estas o incluso llegando a impedir su emergencia. En plantas jóvenes lo más corriente es que inicie el ataque por la base de las hojas que, una vez afectadas, caen al suelo con lo que favorecen el desarrollo de parásito.

1.11. COSECHA Y RENDIMIENTOS

Maroto (1990) menciona que los rendimientos que pueden obtenerse varían entre 20 y 40 kg por cada 10 m².

Valencia (1995) hace referencia que se logran obtener rendimientos de 3500 a 4500 docenas/ha. La cosecha depende del tipo de lechuga, variedad y forma de cultivo. En condiciones de campo abierto la cosecha se realiza de 70-80 días después de la siembra. En condiciones de invernadero y en cultivo hidropónico la cosecha se produce a los 46 días. Respecto a la comercialización en campo es por docenas y al consumidor por unidades.

Según Valadez (1994), el periodo que transcurre entre la siembra y la cosecha en los cultivares y tipos de lechuga comerciales son aproximadamente de 90 a 100 días, la lechuga de la variedad Capitata, se cosecha cuando la mayoría han formado y alcanzado bien el tamaño deseado (mayor al 50% del total del cultivo de lechuga), debiendo estar la cabeza de la lechuga más sólida posible a la presión con los dedos.

Maroto (1986) señala que el rendimiento obtenido es de 20-30 t.ha⁻¹, con lechugas arpeolladas, conviene arrancar también las raíces y hay que cogerlos antes de que florezcan de modo prematuro.

Delgado de la Flor (1987) indica que el momento de la cosecha es cuando el repollo de hojas es consistente y cede a la presión de los dedos (lechuga de cabeza) o cuando las hojas han alcanzado su máximo desarrollo (lechuga de hoja), donde el rendimiento es de 4000 docenas/ha.

1.12. ABONAMIENTO ORGÁNICO

1.12.1. Efectos de la materia orgánica sobre las características del suelo

Selke (1981) explica que los abonos orgánicos se caracterizan por disponer de diferentes sustancias nutritivas minerales y de ingredientes orgánicos, donde la planta no asimila en forma directa estas sustancias orgánicas, sino más bien, la planta forma sustancias simples de naturaleza inorgánica de sustancias minerales.

Arca (1970) menciona que la materia orgánica ejerce una notable influencia sobre la nutrición de los cultivos ; sobre la estructura del suelo y sobre las labores agrícolas, donde existe tres principales categorías de la materia orgánica, de los organismos vivos, de la materia orgánica muerta y del Humus donde el estiércol se utiliza para mantener la fertilidad del suelo que está conformado por cualquier residuo más las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, donde el valor exacto de su componentes está, del grado de descomposición y del método de conservación donde debe valorarse por su capacidad. El suministro de materia orgánica y humus, a través de la incorporación del estiércol a la masa del suelo se debe realizarse cuando las condiciones son favorables a una continua descomposición.

Fassbender (1978) indica que debe incorporarse materia orgánica para mejorar la productividad del suelo a través de los procesos químicos que suministra elementos nutritivos por mineralización, la estabilización del acidez del suelo por su poder amortiguador, en la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, en la capacidad de intercambio aniónico donde acumulan nitratos, fosfatos y sulfatos, en la volatilización del azufre y nitrógenos de los suelos, en el uso más eficiente de agua que se debe a una serie de fenómenos ante la presencia de la materia orgánica en el aspecto del color del suelo que influye en el balance térmico de la energía solar.

a) En las propiedades físicas

- Mejora de la estructura de los suelos pesados, compactos, así mismo se une fácilmente a los suelos arenosos y mejora el aspecto poroso.
- Mejora la permeabilidad y aireación del suelo permitiendo una buena aireación y circulación del agua para un adecuado mantenimiento de las raíces.
- La materia orgánica es una verdadera esponja en el suelo que mantiene húmeda a los suelos.

- Se reduce las pérdidas del material fino debido a la erosión, porque forman estructuras granulares estables grandes, con buena capacidad de absorción agua y son muy difícil ser arrastrados.
- Aumenta la actividad biológica y química del suelo, porque es una fuente de energía para el desarrollo de la actividad microbiana, que a su vez influye a la simplificación de compuestas y ser asimilables.
- Suministra elementos, especialmente el Nitrógeno, aprovechable por las plantas, igualmente aumenta la temperatura del suelo por su color pardo oscuro y por ende una adecuada germinación y crecimientos de los cultivos (Arca, 1970).

b) En las propiedades químicas

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo por tener en su composición el humus con razón de 300 Meq/100 gramos de suelo y por la interacción con la arcilla forma un complejo absorbente regulador de nutrición de la planta.
- La materia orgánica es una fuente principal y reserva de elementos mayores y menores para la vida de la planta que en forma lenta libera por la mineralización.
- Por la formación de complejos fosfo húmicos mantienen relativamente al fósforo en forma asimilable por las plantas.
- La materia orgánica es una fuente de gas carbónico la oxidación lenta del humus libera el carbono en forma de gas carbónico y estas pueden provocar solubilizar más elementos minerales.
- La materia orgánica tiende a estabilizar la relación del suelo debido a su alto poder de tampón con ello evita los cambios bruscos de pH del suelo (Fassbender, 1978).

c) En las propiedades biológicas

- La materia orgánica es una fuente para la supervivencia para los microorganismos del suelo y que contribuyen en su transformación por los mismos microorganismos en cuanto sea posible se hallan, para la primera fase de descomposición de la materia orgánica.
- Es una fuente de diversas actividades de crecimiento, contiene hormonas y fitohormonas y por ello ocurre un verdadero crecimiento en presencia de humus (Fassbender, 1978).

1.12.2. Guano de islas

Según MINAGRI (2018), las características del guano de islas son:

a) Origen

“El guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelicano (*Pelecanus thagus*)” (MINAGRI, 2018).

b) Mineralización (transformación)

“Por la ubicación geográfica al litoral peruano le corresponde un clima subtropical húmedo, bajo estas condiciones los nutrientes presentes en el Guano de las Islas serían lavado, pero debido al ingreso de agua fría proveniente de la corriente de Humbolt por el Sur, modifica el clima, presentando temperaturas moderadas y escasa precipitación. Bajo estas condiciones las deyecciones de las aves marinas se van acumulando y mediante la actividad microbiana se producen diversas reacciones bioquímicas de oxidación, transformando las sustancias complejas en más simples, liberando en este proceso una serie de sustancias nutritivas” (MINAGRI, 2018).

- **Microorganismos**

Hongos

Bacterias, etc.

- **Inorgánicos**

Nitratos (NO_3^-)

- **Materia orgánica**

Proteínas,

Vitaminas,

Grasas,

Oxidación

Fosfatos (HPO_4)

Calcio (Ca)

Potasio (K)

- **Humificación**

Ácidos Húmicos

Huminas

Humatos

c) Propiedades del guano de las islas

- a. “Es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- b. Es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente.
- c. 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.
- d. Mejora las condiciones físico-químicas 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.
- e. Es soluble en agua. De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- f. Tiene propiedades de sinergismo. En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el guano de las islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento guano de las islas + estiércol” (MINAGRI, 2018).

d) Contenido de nutrientes

El guano de las islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

Contiene macro-nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2 a 3 % respectivamente. Elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 % respectivamente. También contiene microelementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (partes por millón).

e) Riqueza en nutrientes del guano de las islas

- Nitrógeno : 10-14%
- Fósforo : 10-12%
- Potasio : 2-3 %

f) Disponibilidad de nutrientes

Del nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible, (33% es amoniacal y 2% en forma nítrica) y el 65% se encuentra en forma orgánica.

g) Formas del nitrógeno en el guano de las islas

- Nitrógeno orgánico : 65%
- Nitrógeno disponible : 35%
- Nitrógeno amoniacal : 33%
- Nitrógeno nítrico : 2 %

Del fósforo total el 56% es soluble en agua (disponible) y el 44% se encuentra en forma orgánica.

h) Formas del fosforo en el guano de las islas

- Fósforo orgánico : 44 %
- Fósforo disponible : 56 %

(*) El ácido ortofosfórico es soluble en citrato de amonio, funciona en suelos de pH ácido y suelos con alto contenido de materia orgánica.

Cuando se aplica el guano de las islas, en promedio 35% de nitrógeno y 56% de fósforo están disponibles para la absorción inmediata por las plantas.

La forma orgánica continúa la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

“El guano de las islas además de suministrar los nutrientes indicados anteriormente, realiza aporte de microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo

la propiedad de “organismo viviente”. Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo Nitrosomonas y Nitrobácter, la primera transforma el amonio a nitrito y Nitrobácter oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo (NO_3^-)” (MINAGRI, 2018).

Añez (2001) recomienda utilizar 10 t/ha de estiércol bien curado, compost o humus de lombriz un mes antes del trasplante de lechuga y col.

Agredo (2014) confirmó que hay “evidencias estadísticamente suficientes, para concluir que el tratamiento de las lechugas tratadas con la fertilización del abono orgánico tipo *bocashi* presentó los mejores resultados en cuanto a tamaño y peso de las plantas; sin embargo, tanto para la altura como para el tamaño de la raíz, las variaciones en los datos se mantuvieron muy similares en la mayoría de los tratamientos”.

Barrera (2016) reporta en su investigación los resultados obtenidos, donde que los tratamientos T3 y T4 (30 y 40 t/ha de gallinaza), obtuvieron mayores promedios de rendimientos con 41695 y 37881,97 kg.ha⁻¹, así como en la rentabilidad económica que fue de 18,16 % y 15,69 % de rentabilidad económica.

“No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros biométricos: altura de planta, diámetro de cabeza, peso fresco por planta y rendimiento total del cultivo de lechuga, ni entre las fuentes de materia orgánica ensayadas, aplicadas a una dosis de 40 t/ha, ni para la aplicación de nitrógeno fertilizante. La aplicación de las materias orgánicas mostró diferencias estadísticas para las variables peso seco por planta y contenido de nitrógeno, siendo el estiércol de ovino, la fuente más destacada. La aplicación de nitrógeno fertilizante en forma de urea también incrementó significativamente el peso seco por planta y los contenidos de nitrógeno total de plantas de lechuga” Reyes (2013).

“Se estudió la respuesta productiva de un cultivo de lechuga iceberg y la concentración de nitratos en planta para dosis de nitrógeno de 25, 50, 100, 150 y 200 kg.ha⁻¹ aplicados en fertirrigación. El rendimiento del cultivo aumentó con la dosis de N aplicada hasta los 100 kg.ha⁻¹, consiguiéndose 53,4 t.ha⁻¹ de biomasa fresca y 33,1 t.ha⁻¹ de frutos comerciales. Para 150 y 200 kg.ha⁻¹ de N aplicado, la biomasa producida disminuyó, así

como el índice de cosecha. La concentración de NO_3^- en la disolución del suelo (extracto suelo-agua 1:2) se elevó cuando se aportaron 150 y 200 kg de N/ha y disminuyó con 25 y 50 kg de N/ha. Con 100 kg de N/ha, la concentración de NO_3^- se mantuvo prácticamente uniforme durante el ciclo de cultivo, equilibrándose la disponibilidad de NO_3^- con la absorción por la planta. La absorción de N por la planta se incrementó significativamente entre los tratamientos donde se aportaron 25 y 50 kg de N/ha y los que recibieron 100, 150 y 200 kg de N/ha, sin que entre los de mayor aportación se produjeran diferencias significativas” (Rincón et al., 2021)

1.13. EL POTASIO

“El potasio (K) es un macro nutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos. Algunas de las principales funciones de las plantas donde el K está comprometido son: la osmoregulación, la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas. Cantidades adecuadas de potasio son importantes contribuyentes en la adaptación de los cultivos al stress causado por factores bióticos y abióticos, tales como sequías, salinidad, heladas, ataques de insectos o enfermedades” (Kant, 2019).

“El potasio se encuentra normalmente en un rango entre 1 a 4 % de la materia seca (MS), pudiendo alcanzar más del 8 % en algunos casos. La mayoría de los cultivos anuales de grano requieren K en los primeros estadios del crecimiento y la máxima absorción se verifica durante la etapa vegetativa. Su concentración varía ampliamente, no solo entre especies diferentes sino también entre los diversos órganos de la planta. Una vez que las hojas más viejas de la planta han alcanzado sus concentraciones específicas de K, el flujo neto de K desde las raíces satisface solo las cantidades necesarias para el desarrollo y crecimiento de nuevas raíces. Por lo tanto, el flujo de K desde las raíces está determinado en gran parte por la tasa de crecimiento de la planta. Los requerimientos de K varían con el avance de las etapas fisiológicas del cultivo y según sean cultivos anuales, perennes o árboles frutales. Para lograr una óptima producción debe saberse cuándo la demanda de nutrientes por la planta es mayor o menor. Por lo tanto, es necesario conocer en detalle la absorción, el desplazamiento, y la distribución del potasio dentro de la planta durante el ciclo vital del cultivo” (Kant, 2019).

1.13.1. Absorción del potasio durante el crecimiento vegetal

“El potasio se absorbe durante las etapas tempranas del crecimiento en los cultivos de grano, mucho más que el nitrógeno o el fósforo. Al momento en que un cultivo de maíz acumuló el 50 % del total de la biomasa, se habrá absorbido el 68, 56 y 95 % del N, P Y K respectivamente. Los requerimientos de potasio necesarios para alcanzar un óptimo crecimiento cambian con las etapas de desarrollo. Las frutas y hojas verdes contienen generalmente niveles más altos de K en sus primeros estadios.

La absorción de potasio precede generalmente a la producción de materia seca. La descripción de los requerimientos de potasio durante el crecimiento se discutirá en las secciones siguientes de acuerdo a los períodos del desarrollo de los plantines, del crecimiento vegetativo y de la fase reproductiva, no obstante los requerimientos de K cambian según el tipo de planta, la especie y los cultivares” (Kant, 2019).

1.13.2. Período de crecimiento vegetativo

“En los cultivos anuales este período se caracteriza por alcanzar la máxima acumulación de materia seca. Este período se caracteriza también por la progresiva acumulación de elementos inorgánicos en cantidades importantes, especialmente de potasio. La removilización de nutrientes minerales desde las hojas maduras a los nuevos tejidos en crecimiento es de importancia clave para la finalización del ciclo de vida en las plantas anuales de grano. Con el aumento de la síntesis de materiales orgánicos, la concentración del potasio expresada en porcentaje de la materia seca disminuye, aunque la cantidad total de potasio en valor absoluto aumenta. El consumo de potasio durante este período es seguido generalmente por la translocación de K en las fases posteriores del crecimiento desde los tejidos más maduros a las semillas nuevas en formación y de nuevo a las raíces. Los cereales generalmente absorben el K antes de la etapa de floración. El potasio en las espigas proviene vía translocación desde las partes vegetativas, y a medida que progresa la etapa reproductiva la concentración del K en las hojas comienza a declinar. El potasio se acumula relativamente más rápido que la materia seca en el desarrollo temprano de varias partes de la planta, la materia seca debe acumularse necesariamente más rápido que los nutrientes en los periodos posteriores del crecimiento. Esta rápida acumulación de la materia seca durante el período de crecimiento vegetativo da lugar a la dilución del potasio acumulado bajando su concentración.

Los cambios de la concentración de K en las plantas enteras de maíz van desde 50 g de K/kg MS durante la etapa de plantín a 8,6 g de K/kg MS en la madurez” (Kant, 2019).

1.13.3. Distribución del potasio dentro de las plantas

“Se conoce que el potasio es muy móvil dentro de las plantas; moviéndose hacia arriba y hacia abajo por el xilema y el floema en dirección hacia tejidos meristemáticos. En el xilema se observa una elevada tasa de desplazamiento debido a la rápida tasa a la que se secreta el K selectivamente a los vasos del xilema. Entre todas las especies catiónicas, el K está presente en máximas cantidades en la savia del floema, donde puede alcanzar concentraciones de 100 mm y más. Esto indica que el K se absorbe selectivamente por los vasos cribados y puede desplazarse fácilmente desde las partes superiores hacia los órganos basales de la planta, frutos y raíces. El movimiento del K hacia arriba y hacia abajo puede entenderse mejor con el experimento de Pitman (1972) cuando plantines de cebada fueron cultivadas en una solución que contenía K y Na. Las hojas maduras tienden a acumular más Na y las hojas jóvenes más K. La hoja en su totalidad recibe iones desde el xilema y puede exportar K (preferentemente sobre el Na) hacia el floema, que luego se mueve principalmente hacia las hojas más jóvenes así también como a las raíces. El equilibrio entre estos procesos determinará el nivel de los iones en las hojas” (Kant, 2019).

“La fertilización equilibrada cumple y satisface esta demanda. Las plantas, a las que se les proveen de todos los nutrientes necesarios de manera equilibrada, son, según lo demostrado, más resistente a los parásitos y a las enfermedades. Esto disminuye la necesidad de medidas de control específicas de los parásitos y enfermedades, reduciendo el riesgo de residuos indeseados de pesticidas. Al adoptar una fertilización equilibrada, el productor puede producir alimentos de una manera «natural» y al mismo tiempo ser más competitivos en el mercado.

Desafortunadamente, la fertilización balanceada no es todavía una práctica común. La nutrición desequilibrada está ampliamente difundida. Los países en desarrollo aplican fertilizantes nitrogenados y potásicos en relación 1:0,2, la situación en países desarrollados es levemente mejores con una relación NK de 1:0,4. La Argentina no es ninguna excepción, el N y K se utilizan en un cociente de 1:0.06, o 16 veces más N que K. Si se compara con la relación en la cual los cultivos absorben los nutrientes, a saber

los cereales 1: 1, los cultivos de tubérculos y hortalizas absorben aún más potasio que nitrógeno. Es preciso reconsiderar la práctica de la fertilización en Argentina, hacia una manera más balanceada que sea ventajosa para el productor y el consumidor. Con producciones más altas y mejores cultivos, el productor tendrá una mayor rentabilidad, contribuyendo al desarrollo del rural” (Kant, 2019).

Archila (1997) estudió cuatro variedades de lechuga y reporta que “los resultados obtenidos no presentaron diferencias estadísticas entre los cuatro materiales de lechuga en lo pertinente al contenido de nutrientes y calidad de los productos. También se encontró que el promedio de la producción fue de 22 toneladas de lechuga, con 90% de humedad y el cultivo extrajo 60.5 kg de nitrógeno, 48.4 kg de fosforo y 136.4 kg de potasio.”

“Como la fijación de K por el suelo generalmente es baja, aplicaciones de 50 a 100 kg K_2O /ha, que consideren reponer el nutriente extraído por el cultivo, serán suficientes para mantener la fertilidad del suelo. La dosis que se aplicará, dependerá nuevamente del rendimiento que se espere del cultivo y puede ser fácilmente calculada por el agricultor siguiendo el ejemplo. Es necesario considerar entre un 10 y un 20% más de fertilizante por aplicar para cubrir la fijación que existe por las arcillas del suelo en terrenos que presenten altos contenidos de arcilla (franco arcillosos a arcillosos).

Se considera que niveles de K disponible entre 100 y 150 ppm son suficientes para el cultivo, siendo necesario aplicar solo la dosis de mantención propuesta para mantener la fertilidad del suelo. Si el nivel de K fuera más bajo, es recomendable aumentar la calculada para aumentar de forma progresiva el K disponible del suelo” (INIA-INDAP, 2017).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, cuya ubicación geográfica se detalla a continuación:

Latitud Sur : 13° 08' 05"

Longitud Oeste : 74° 32' 00"

Altitud : 2750 msnm

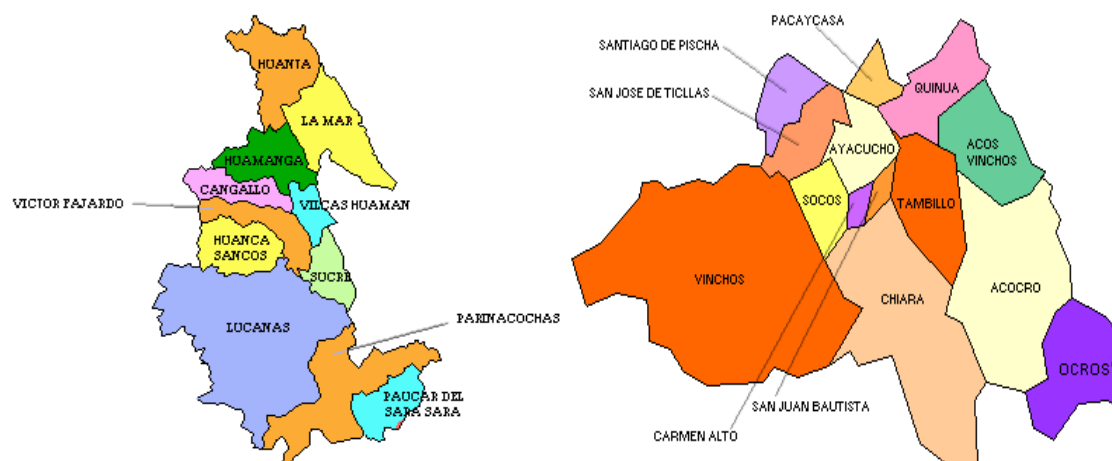


Figura 2.1. Ubicación de la provincia de Huamanga – Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En la parcela que se destinó para realizar el presente trabajo experimental, en la campaña anterior 2018 – 2019 estuvo ocupado por cultivo de maíz morado.

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Con la finalidad de conocer las características físicas y químicas del suelo de Canaán, se procedió a realizar el muestreo del suelo de la parcela experimental, tomando 20 muestras de la parte superficial (de 20 cm de profundidad), para ello se recorrió el campo en doble diagonal, luego las sub muestras se mezclaron uniformemente obteniendo una muestra representativa de 1 kg de peso que se envió para su análisis respectivo al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Resultados del análisis físico y químico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019

COMPONENTES		CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICOS	Materia orgánica (%)	1.51	Bajo
	N total (%)	0.08	Bajo
	P total (ppm)	35.7	Alto
	K disponible (ppm)	170.6	Muy alto
	pH	8.19	Ligeramente alcalino
	CIC	16.6	Medio
	Arena (%)	41.9	Franco arcilloso
	Limo (%)	25.0	
	Arcilla (%)	33.1	
	Clase textural	Franco arcilloso	

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

De los resultados del análisis físico y químico del suelo (tabla 2.1) y según los criterios de Ibañez y Aguirre (1983), se deduce que es un suelo franco arcilloso, ligeramente alcalino con un pH 8.19, el contenido de materia orgánica y N total es bajo (1.51% y 0.08% respectivamente), mientras que en el contenido de P disponible y K disponible son altos (35.7 ppm y 170.6 ppm respectivamente), la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 16.6, siendo adecuado para la fertilidad del suelo. A partir de este análisis se calculó la fórmula de abonamiento de 110-20-20 de NPK, empleándose para ello como fuente de fertilizantes: urea agrícola (46% N), superfosfato de calcio triple (46% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O).

2.4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL GUANO DE ISLAS

La determinación de la composición química del guano de islas se realizó en el Laboratorio de Suelos “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH laboratorio, para lo cual se tomó una muestra homogénea de 1 kilogramo que fue enviada al laboratorio, reportado los siguientes resultados:

Tabla 2.2. Análisis químico del guano de islas

COMPONENTES	CONTENIDO
Humedad (%)	19.7
pH	8.46
C.E. (1:1)	75.5
M.O total (%)	39.4
N (%)	4.41
P ₂ O ₅ (%)	2.81
K ₂ O (%)	2.42
CaO (%)	6.87
MgO (%)	2.42
SO ₄ (%)	0.38

Fuente: Laboratorio de suelos, plantas y aguas “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería-UNSCH

2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Los datos climatológicos corresponden a la Estación Meteorológica de INIA, propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, ubicada entre las coordenadas de 13° 10' 09" Latitud Sur y 74° 12' 82" Longitud Oeste y a una altitud 2735 msnm, encontrándose en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga – Ayacucho.

Durante el periodo vegetativo la temperatura promedio máxima, media y mínima fue de 24.85°C, 17.26°C y 9.66°C, respectivamente. La precipitación total anual fue de 449.90 mm.

El balance hídrico presenta condiciones húmedas en el mes de diciembre del 2019 y un déficit de humedad de enero a abril del 2020. Durante la ejecución del experimento se manifestaron comportamientos meteorológicos con precipitaciones moderadas de 42.50 mm, 138.30 mm, 56.70 mm, 60.80 mm, 63.60 mm y 15.70 mm de noviembre 2019 a

abril 2020 respectivamente, disminuyendo las precipitaciones en los últimos meses, coincidiendo con la época de cosecha.

Con respecto a la humedad relativa durante la realización del experimento, en el mes de noviembre del 2019 fue de 70.58%, incrementándose en diciembre del 2020 a 76.84% y luego disminuyendo en los meses de enero a abril del 2020 en 75.77%, 75.31%, 75.49% y 73.90% respectivamente.

El balance hídrico y las características meteorológicas se presentan a continuación.

Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la campaña agrícola 2019 - 2020 según la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
 Provincia : Huamanga
 Departamento : Ayacucho

Altitud : 2735 msnm
 Latitud : 13° 10' 09" S
 Longitud : 74° 12' 82" W

Año	2019												2020				Total	Promedio
Mes	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May						
T° Máxima (°C)	25.19	24.83	24.86	24.73	25.55	25.85	24.21	24.40	24.30	24.19	25.2	24.85		24.85				
T° Mínima (°C)	6.63	6.67	7.06	9.93	10.41	11.15	11.30	11.09	11.76	11.34	9.76	8.84		9.66				
T° Media (°C)	15.91	15.75	15.96	17.33	17.98	18.50	17.76	17.75	18.03	17.77	17.48	16.85		17.26				
Factor	5.77	5.68	5.80	6.57	6.94	7.25	6.81	6.81	6.97	6.82	6.65	6.29						
ETP (mm)	55.18	54.21	55.48	64.08	68.34	71.83	66.88	66.81	68.67	66.95	65.05	61.01	764.48	63.71				
Humedad Relativa (%)	74.17	74.03	69.38	71.62	67.99	70.58	76.84	75.77	75.31	75.49	73.90	71.73						
Precipitación (mm)	0.50	14.6	0.00	17.70	26.00	42.50	138.30	56.70	60.80	63.60	15.70	13.50	449.90	37.49				
ETP corregida (mm)	52.15	53.41	55.90	64.08	72.97	76.37	74.39	73.98	69.15	70.33	63.96	60.63						

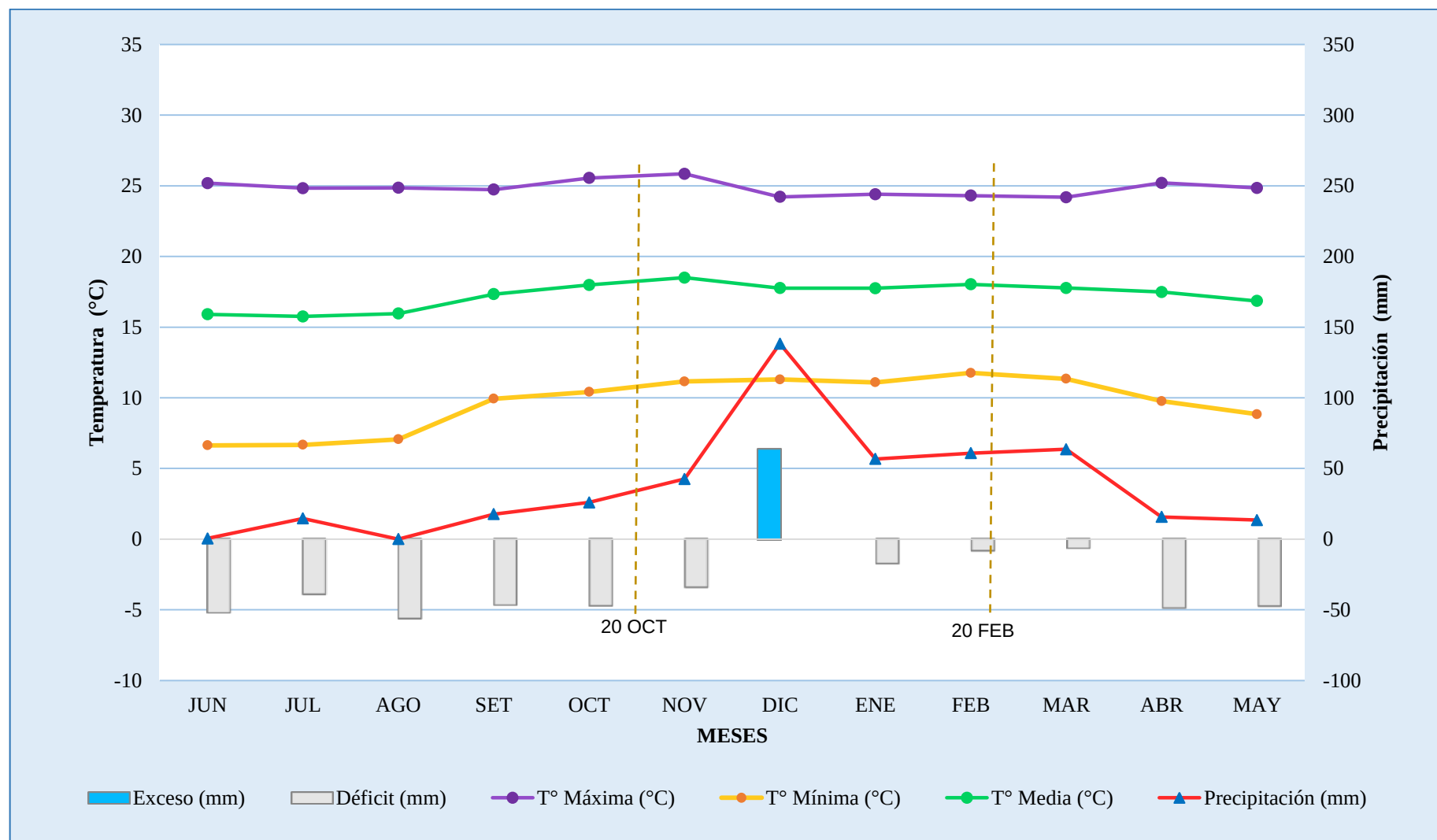


Figura 2.2. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho.

2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD EN ESTUDIO

En el experimento se utilizó lechuga cultivar. Great Lakes, cuyas características principales se detallan a continuación: lechuga de roseta, de hojas ligeramente rígidas de alrededor de 25 a 30 cm de diámetro, el color de la hoja varía de verde a verde oscuro con una periferia dentada y plegada en forma de una falda plisada. El repollo es de tamaño grande y llega hasta 1 kg de peso, compacto, muy tierno y frágil. Las plantas forman tallos florales con mucha lentitud y alcanzan rendimientos de hasta 12,6 t.ha⁻¹ en siembra bajo el sistema convencional.

2.7. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿De qué manera la dosis de guano de islas influye en el rendimiento de lechuga?
2. ¿De qué manera la dosis de potasio influye en el rendimiento de lechuga?

2.8. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores considerados para el presente estudio son:

2.8.1. Dosis de guano de islas (G)

$$g_1 = 0 \text{ t.ha}^{-1}$$

$$g_2 = 1.0 \text{ t.ha}^{-1}$$

$$g_3 = 2.0 \text{ t.ha}^{-1}$$

$$g_4 = 3.0 \text{ t.ha}^{-1}$$

2.8.2. Dosis de potasio (K)

$$k_1 = 0 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$k_2 = 50 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$k_3 = 100 \text{ kg.ha}^{-1}$$

Tabla 2.4. Dosis de nutrientes por hectárea y fertilizantes por parcela (g)

Trat.	GI	K	Urea	S.T.C.	C.P
T ₁	0 t/ha	0 kg/ha	8	163.5	408
T ₂	0 t/ha	50 kg/ha	8	163.5	458
T ₃	0 t/ha	100 kg/ha	8	163.5	508
T ₄	1 t/ha	0 kg/ha	52	163.5	408
T ₅	1 t/ha	50 kg/ha	52	163.5	458
T ₆	1 t/ha	100 kg/ha	52	163.5	508
T ₇	2 t/ha	0 kg/ha	96	163.5	408
T ₈	2 t/ha	50 kg/ha	96	163.5	458
T ₉	2 t/ha	100 kg/ha	96	163.5	508
T ₁₀	3 t/ha	0 kg/ha	140	163.5	408
T ₁₁	3 t/ha	50 kg/ha	140	163.5	458
T ₁₂	3 t/ha	100 kg/ha	140	163.5	508

GI= guano de islas; S.C.T. = superfosfato triple de calcio; C.P. = cloruro de potasio.

2.9. VARIABLE DEPENDIENTE E INDICADORES

Para evaluar los indicadores de la variable dependiente se registró en campo las siguientes características:

2.9.1. Estados fenológicos

Se evaluó teniendo en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de plantas se encuentran en una determinada etapa fisiológica, estas son:

- Días a inicio formación de repollo.
- Días a madurez comercial.

2.9.2. Rendimiento

Se evaluó en plantas competitivas de la parcela, dejando dos plantas en la base, cabecera y lados de la unidad experimental, por efecto de borde.

- Longitud de repollo en cm.
- Diámetro de repollo en cm.
- Peso de repollos en kg.
- Rendimiento de repollo en kg/ha.
- Rendimiento por categorías: primera, segunda, tercera.

2.9.3. Rentabilidad económica

Se calculó para cada uno de los tratamientos en base a la fórmula:

$$\text{Rentabilidad} = (\text{Utilidad neta/Costo total}) * 100$$

2.10. VARIABLE INTERVINIENTE

2.10.1. Ubicación del terreno experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. El terreno designado para este fin estuvo en descanso.

2.10.2. Características climáticas y edáficas del lugar

Los datos climatológicos se obtuvieron de la Estación Meteorológica del INIA, ubicado en Canaán, mientras que para conocer los datos edáficos se extrajo una muestra de suelo que se remitió al PIPG-FCA para su análisis respectivo.

2.11. MÉTODO PROCEDIMENTAL

El experimento se realizó en una parcela de terreno de Ayacucho utilizando como indicador el cultivar de lechuga de la variedad Great Lakes. El tipo de investigación fue experimental, nivel aplicado y método inductivo. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completamente Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de $3K * 4G$, 12 tratamientos por repetición y 03 repeticiones. Se evaluó la fenología del cultivo y el rendimiento de cabezas de lechuga. La unidad experimental tuvo una dimensión de 2.50 m * 1.80 m. El análisis estadístico consistió en el Análisis de Variancia y Prueba de Contraste de Tukey (0,05) y estudio de la regresión de los caracteres que resultaron significativos.

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

$$Y_{ijk}: \mu + \beta_i + \delta_j + \alpha_k + (\delta_j * \alpha_k) + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

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

μ : Media general.

β_i : Efecto del i-ésimo bloque.

δ_j : Efecto de la j-ésima dosis de potasio.

α_k : Efecto de k-ésimo dosis de guano de isla.

$(\delta_j \alpha_k)$: Efecto de la interacción de dosis de potasio y dosis de guano de isla.

ϵ_{ijk} : Error Experimental.

Tabla 2.5. Descripción de los tratamientos

Código	Descripción
T ₁	k1 * 0.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₂	k1 * 1.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₃	k1 * 2.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₄	k1 * 3.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₅	k2 * 0.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₆	k2 * 1.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₇	k2 * 2.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₈	k2 * 3.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₉	k3 * 0.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₁₀	k3 * 1.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₁₁	k3 * 2.0 t.ha ⁻¹ GI
T ₁₂	k3 * 3.0 t.ha ⁻¹ GI

Tabla 2.6. Aleatorización de los tratamientos

Tratamiento	Bloque		
	I	II	III
T ₁	1	2	12
T ₂	2	4	1
T ₃	3	5	5
T ₄	4	3	9
T ₅	5	6	11
T ₆	6	1	3
T ₇	7	8	7
T ₈	8	7	2
T ₉	9	10	10
T ₁₀	10	12	4
T ₁₁	11	9	8
T ₁₂	12	11	6

2.12. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.12.1. Parcelas

- Ancho : 1.80 m
- Largo : 2.50 m
- Área : 4.50 m²
- N° de surcos : 04

2.12.2. Bloques

- N° de Bloques : 03
- Largo del bloque : 30.00 m
- Ancho del bloque : 1.80 m
- Área del bloque : 54.00 m²

2.12.3. Campo experimental

- Largo : 30.00 m
- Ancho : 7.0 m
- Área total del experimento : 210.00 m²

2.12.4. Croquis del campo experimental

T3	T6	T9	T12	T1	T4	T7	T10	T5	T9	T11	T8
T10	T7	T6	T5	T3	T9	T1	T11	T4	T8	T12	T2
T12	T8	T4	T1	T2	T11	T9	T6	T10	T3	T7	T5

Figura 2.3. Croquis del campo experimental

2.13. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.13.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se ejecutó con tracción mecánica empleando el arado de discos y la rastra a una profundidad de 30 cm.

2.13.2. Demarcación y estacado del campo experimental

Para la demarcación del campo experimental se utilizó estacas, los trazos se realizaron con la ayuda de una wincha y cordel según el croquis experimental.

2.13.3. Preparación de las camas

Se realizó mediante las siguientes labores: laboreo, nivelación, formación de camas.

2.13.4. Abonamiento

La aplicación de guano de islas se efectuó antes del trasplante en surcos a chorro continuo en un surquito que se apertura entre las hileras, enterrando aproximadamente 10 cm. de profundidad.

2.13.5. Trasplante

La siembra se llevó a cabo en el mes de mayo del 2019. Se colocaron los plantines de lechuga en los hoyos previamente preparados luego se presionaron ligeramente el terreno para fijar el plantin. La distancia entre hoyos fue de 20, 30 y 40 cm, según el tratamiento. Se trasplantaron en dos hileras de plantas por surco.

2.13.6. Recalce

Se llevó a cabo a los cuatro días del trasplante en los hoyos donde se perdieron plantines de lechuga.

2.13.7. Riegos

Para abastecer de agua al cultivo se tendieron cintas de riego por goteo. Se realizó el trasplante en terreno húmedo y posteriormente los riegos fueron frecuentes en los 10 primeros días, luego del prendimiento se aplicaron los riegos de acuerdo al requerimiento del cultivo.

2.13.8. Control de malezas

Se ejecutó a los 20 y 35 días después del trasplante, en forma manual utilizando el azadón o lampa con el fin de evitar la competencia de las malezas con el cultivo, pues la lechuga es sensible a la presencia de éstas.

2.13.9. Control de plagas y enfermedades

Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron la *Diabrotica de color* y *Aphis sp.* Para lo cual se aplicó el insecticida Matador en dos oportunidades.

2.13.10. Cosecha

La cosecha de las plantas se realizó mediante un corte con un cuchillo en el cuello de las plantas de lechuga que formaron repollos o cabezas comerciales de un tamaño adecuado para el mercado. La cosecha fue selectiva según la maduración comercial de las plantas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. INDICADORES DE PRECOCIDAD

Tabla 3.1. Precocidad de cultivo de lechuga con dosis de potasio y dosis de Guano de isla.
Canaán 2750 msnm

Tratamientos (kg ha ⁻¹)(t ha ⁻¹)		Prendimiento (días)	Inicio de formación de pella(días)	Formación pella (días)	Cosecha (días)
0 K	00 GI	8-10	15-30	38-55	60-70
0 K	1.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
0 K	2.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
0 K	3.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
50 K	00 GI	8-10	15-30	38-55	60-70
50 K	1.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
50 K	2.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
50 K	3.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
100 K	00 GI	8-10	15-30	38-55	60-70
100 K	1.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
100 K	2.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70
100 K	3.0 t GI	8-10	15-30	38-55	60-70

En la tabla 3.1. se aprecia que los días promedio de los estados fisiológicos del cultivo de lechuga de la variedad Great Lakes que son similares a lo mencionado por Valencia (1995) que menciona que la cosecha se realiza a los 70 – 80 días de la siembra.

La longitud del periodo vegetativo de la lechuga depende de la temperatura del lugar, en este caso, Canaán presenta condiciones adecuadas para el cultivo de lechuga.

Sin embargo Valadez (1997) señala que el periodo vegetativo en la lechuga Capitata es de 90-100 días cuando ha formado cabeza.

Según la Universidad de Valladolid (2013) las fases del cultivo se dividen en cuatro fases: Fase de plántula; se da con la aparición de la radícula y la emergencia de los cotiledones, seguidamente un crecimiento radicular en profundidad y luego la aparición de 3 a 4 hojas verdaderas, esta fase comprende una duración de entre 3 a 4 semanas Fase de roseta: se da con la aparición de nuevas hojas y una disminución en la relación de largo y ancho de foliolo, se produce un acortamiento de los peciolo y finalmente la formación de una roseta con 12 a 14 hojas, la duración de esta fase varía de 4 semanas Fase de formación de cabeza: las hojas se vuelven más anchas que largas y toman cierta curvatura por el eje de la nervadura central, con lo que las nuevas hojas quedan envueltas por las formadas anteriormente, la duración de esta fase va de las 2 a las 3 semanas.

Se aprecia que hubo efecto de las dosis de potasio y guano de islas en la longitud del periodo vegetativo de la lechuga.

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Número de plantas por parcela

Tabla 3.2 Análisis de variancia del número de plantas en los niveles de potasio y guano de islas en lechuga. Canaán 2750 msnm

F.V	GL	SC	CM	FC	P>F
Bloque	2	3.56	1.78	2.94	0.282 ns
Potasio (K)	2	19.06	9.53	1.34	0.004 **
G. isla (GI)	3	12.08	4.03	7.20	0.051 ns
Inter (K x GI)	6	15.83	2.64	3.04	0.110 ns
Error	22	29.11	1.32	1.99	
Total	35	79.64			

C.V. = 3.69 %

La tabla 3.2 del análisis de variancia del número de plantas por parcela en la lechuga, muestra alta significación estadística para el efecto principal niveles de potasio, este resultado permite la evaluación de la prueba de Tukey para indicar la existencia de diferencia estadística en la variable en estudio por efecto de la fertilización potásica. El coeficiente de variación 3.69 % es un valor de buena precisión del experimento.

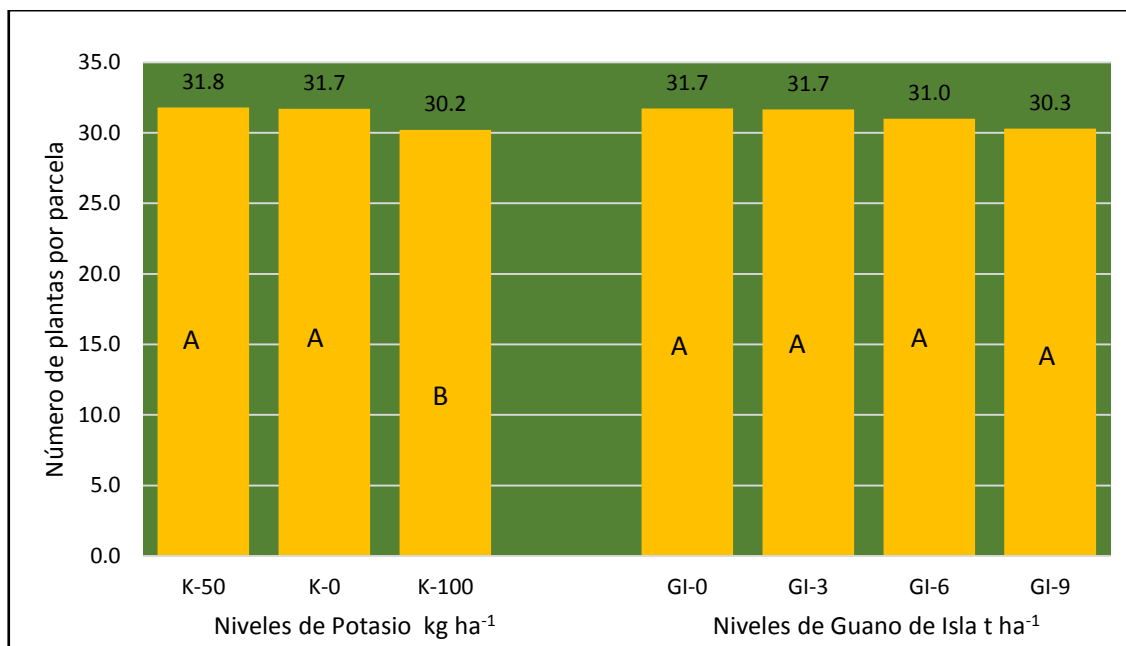


Figura 3.1. Prueba de Tukey del efecto principal del número de plantas de lechuga por parcela en los diferentes niveles de Potasio y Guano de Isla. Canaán 2750 msnm

El número de plantas por parcela se observa en la figura 3.1, en promedio del abonamiento con guano de islas, los niveles de 0 y 50 kg ha^{-1} tienen mayor número de plantas por parcela sin diferencia estadística. En los niveles de guano de Islas no se observa diferencia estadística. Los resultados mostrados de la variable en estudio son de importancia para observar el manejo agronómico del cultivo. Por tanto, esto explica el manejo adecuado en vista que se tiene casi igual valor con las lechugas implantadas que fue de 32 lechugas.

3.2.2. Longitud de repollo

Tabla 3.3. Análisis de variancia de la longitud del repollo en los niveles de potasio y guano de islas en lechuga. Canaán 2750 msnm

F.V	GL	SC	CM	FC	P>F
Bloque	2	0.56	0.28	2.24	0.129 ns
Potasio (K)	2	16.03	8.01	64.18	<0.0001 **
G. Isla (GI)	3	124.03	41.36	331.27	<0.0001 **
Inter (K x GI)	6	7.43	1.24	9.92	<0.0001 **
Error	22	2.75	0.12		
Total	35	150.84			

C.V. = 2.43 %

La tabla 3.2 del análisis de variancia del número de plantas por parcela en la lechuga, muestra alta significación estadística para el efecto principal niveles de potasio, niveles de guano de islas y alta significación para la interacción de los dos factores en estudio, esto permite el análisis de los efectos simples. El coeficiente de variación 2.43 % es un valor de buena precisión del experimento.

La figura 3.2 muestra los valores con mayor respuesta en la longitud de repollo, cuando se incrementa el guano de islas, observándose la mayor respuesta cuando se tiene la mayor dosis de potasio con valores de 16.4, 16.8 y 17.2 cm, sin diferencia estadística entre ellos. Se observa también que no existe mayor influencia de la fertilización potásica cuando no se aplica el abonamiento de guano de islas.

Se aprecia que la longitud de repollo de lechuga se incrementa a medida que se incrementa las dosis de potasio de 0 a 100 kg/ha.

Agredo (2014) confirmó que el tratamiento de las lechugas tratadas con la fertilización del abono orgánico tipo *bocashi* presentó tanto para la altura como para el tamaño de la raíz, variaciones en los datos que se mantuvieron muy similares en la mayoría de los tratamientos.

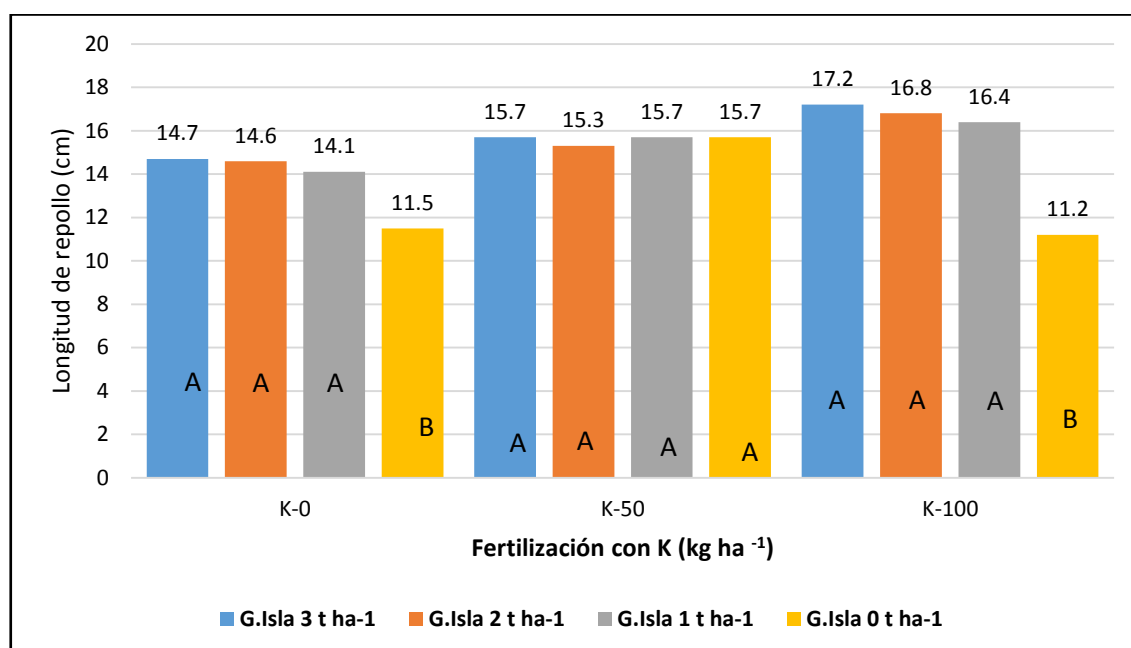


Figura 3.2. Prueba de Tukey del efecto simple de la longitud de repollo en dosis de guanos de islas en cadadosis de fertilización potásica. Canaán 2750 msnm

3.2.3. Diámetro de repollo

Tabla 3.4. Análisis de variancia del diámetro de repollo en las dosis de potasio y guano de islas en lechuga. Canaán 2750 msnm

F.V	GL	SC	CM	FC	P>F
Bloque	2	1.36	0.63	7.60	<0.0001 **
Potasio (K)	2	27.74	13.87	154.78	<0.0031 **
G. Isla (GI)	3	117.07	39.02	435.55	<0.0001 **
Inter (K x GI)	6	5.43	0.90	10.10	<0.0001 **
Error	22	1.97	0.09		
Total	35	153.57			

C.V. = 2.06 %

La tabla 3.4 del análisis de variancia del diámetro de repollo muestra alta significación en los factores de estudio, además existe alta significación estadística en la interacción de los factores evaluados, esto permite el análisis de los efectos simples. El coeficiente de variación 2.06 % es un valor de buena precisión que nos indica el buen manejo agronómico de este cultivar.

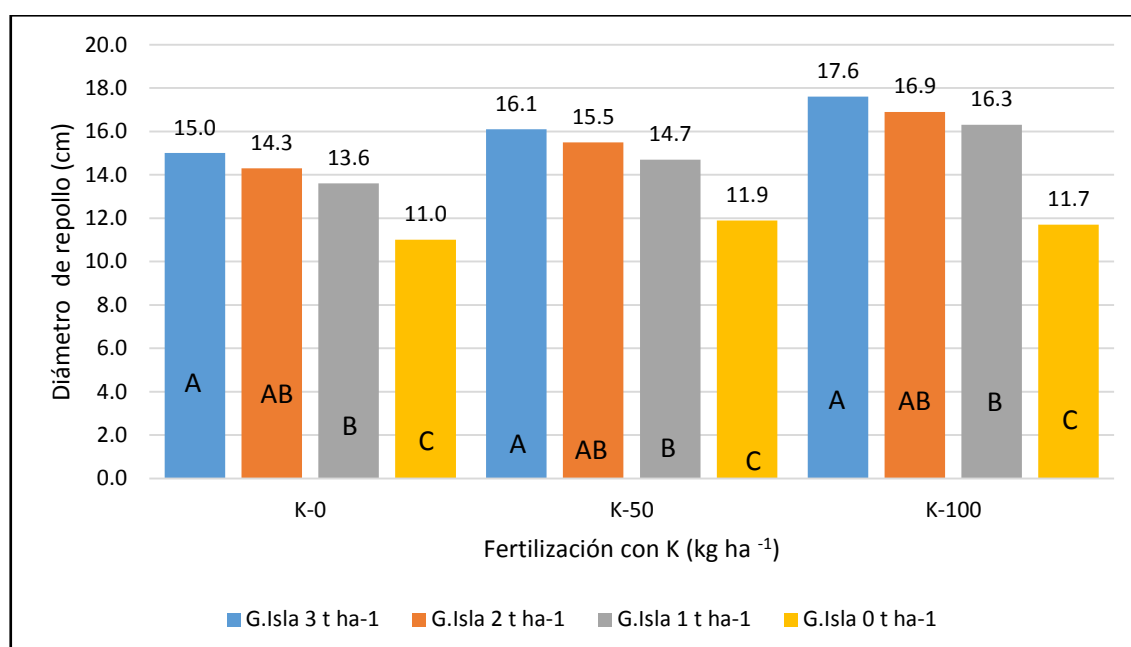


Figura 3.3. Prueba de Tukey del efecto simple del diámetro de repollo en las dosis de guano de islas en cada nivel de potasio. Canaán 2750 msnm

La figura 3.3 muestra los valores con mayor respuesta en el diámetro de repollo cuando se incrementa el Guano de Isla, observándose la mayor respuesta cuando se tiene el mayor nivel de potasio con valores de 16.3, 16.9 y 17.6 cm sin diferencia estadística entre ellos. Se observa también que no existe mayor influencia de la fertilización potásica cuando no se aplica el abonamiento de guano de islas.

Pomboza *et al* (2016) en la prueba de Duncan al 5 % para tratamientos en la variable diámetro del cogollo comercial de lechuga, indica que el tratamiento D3F2, tuvo la media más alta (25.90 cm), mientras que el diámetro promedio más bajo (22.91 cm) se obtuvo en el tratamiento D0F0 (testigo). La aplicación de dosis del 6 % de biol con frecuencias de 15 y 8 días proporcionó el mayor diámetro del cogollo comercial en tanto que el testigo registró el menor diámetro. Esta diferencia en el diámetro de la lechuga es un carácter muy influenciado por la variedad y en interacción con el ambiente. El experimento mencionado se desarrolló en el país de Bolivia. Además, la forma de la medición de esta característica.

Los resultados encontrados coinciden con Martínez y Garcés (2010) que reporta los valores más bajos de número de hojas, área foliar y de índices de crecimiento se obtuvieron con 0 mg L⁻¹ de K, mientras que la respuesta más favorable, se logró con 360 mg L⁻¹ de K. Por lo cual, 360 mg L⁻¹ de K es la dosis más recomendable para el cultivo de lechuga var. romana bajo condiciones de invernadero de cubierta plástica.

3.2.4. Peso de repollo

Tabla 3.5. Análisis de variancia del peso de repollo en los niveles de potasio y guano de islas en lechuga. Canaán 2750 msnm

F.V	GL	SC	CM	FC	P>F
Bloque	2	0.02	0.01	1.02	0.3777 ns
Potasio (K)	2	1.18	0.59	79.47	<0.0001 **
G. Isla (GI)	3	1.23	0.41	55.07	<0.0001 **
Inter (K x GI)	6	0.12	0.02	2.64	0.0438 *
Error	22	0.16	0.01		
Total	35	2.71			

C.V. = 9.27 %

La tabla 3.5 del análisis de variancia del peso de repollo, muestra alta significación estadística para el efecto principal niveles de potasio y niveles de guano de islas, además significación estadística para la interacción de estos factores, este resultado permite la evaluación del efecto simple. El coeficiente de variación 9.27 % es un valor de buena precisión del experimento

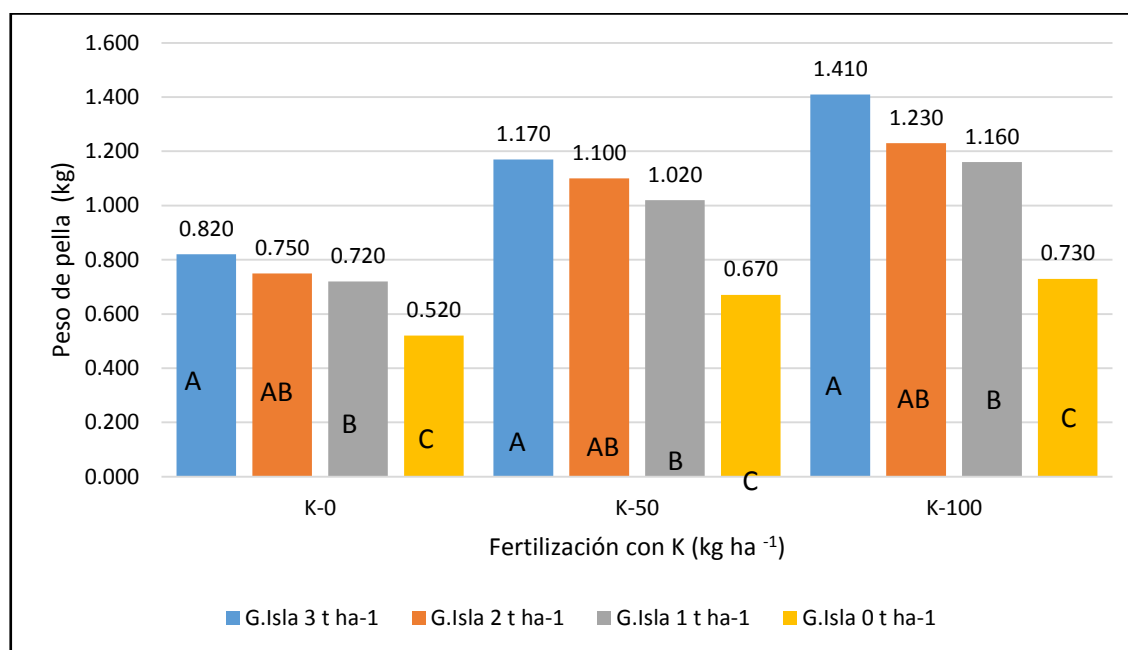


Figura 3.4. Prueba de Tukey del efecto simple del peso de repollo de lechuga en los diferentes niveles guano de islas en cada nivel de Potasio. Canaán 2750 msnm

La figura 3.4 muestra el análisis de la interacción del efecto simple de los diferentes niveles de guano de islas en cada nivel de potasio, donde se observa respuesta al incremento del peso de repollo cuando se aumenta los niveles de abonamiento y fertilización. La mayor respuesta se observa al mayor nivel de guano de islas con el mayor nivel de potasio. Fácilmente se puede observar una tendencia lineal del peso de repollo con el incremento del guano de islas en cada nivel de la fertilización potásica.

En lechuga, el potasio contribuye a formar cabezas firmes y duras, así como el fosforo, sin embargo, no debe exagerar de este último, por el peligro de la prematura formación del tallo floral, sobre todo cuando hay bajo contenido de nitrógeno (Yupanqui, 2011)

El potasio es activador de muchas enzimas esenciales en fotosíntesis y respiración, activa enzimas necesarias para formar almidón y proteínas, favorece la formación de

raíces, y las plantas resisten mejor la sequía, es un elemento de equilibrio y sanidad, aportando mayor resistencia a las heladas, a las plagas y a las enfermedades (Lacarra y García, 2011). Las plantas con deficiencia de potasio presentan hojas gruesas con un necrosamiento en los bordes que puede llegar a afectar a las zonas internervales. Las raíces no se desarrollan adecuadamente y las plantas no logran acogollar (Maroto et al, 1999)

Pomboza *et al* (2016) para la variable peso de repollo comercial indica alta significación a nivel del 1 % en repeticiones y tratamientos; en tanto que en frecuencias (F) e interacción (D x F) no reporta significación alguna; el coeficiente de variación para esta variable fue de 14.99 %. La prueba de Duncan para esta variable señala los pesos del repollo de la variedad Iceberg pesos desde 1.14 kg hasta 0.71 kg. Al utilizar el abono aplicado en forma foliar de biol, en dos frecuencias y dos dosis. Resultados que son semejantes a los obtenidos en el experimento.

3.2.5. Rendimiento de repollo

Tabla 3.6. Análisis de variancia del rendimiento de repollo en los niveles de potasio y guano de islas en lechuga. Canaán 2750 msnm

F.V	GL	SC	CM	FC	P>F
Bloque	2	20.07	10.03	0.45	0.6410 ns
Potasio (K)	2	3044.23	1522.11	68.84	<0.0001 **
G. Isla (GI)	3	2306.50	768.83	34.77	<0.0001 **
Inter (K x GI)	6	47.46	7.91	0.36	0.8976 ns
Error	22	486.44	22.11		
Total	35	5904.69			

C.V. = 8.82 %

La tabla 3.6 del análisis de variancia del rendimiento de repollo, muestra alta significación estadística para los efectos principales de niveles de guano de islas y la fertilización potásica. Este resultado permite la evaluación de la prueba de Tukey para indicar el mejor nivel de estos factores. El coeficiente de variación 8.82 % es un valor de buena precisión del experimento.

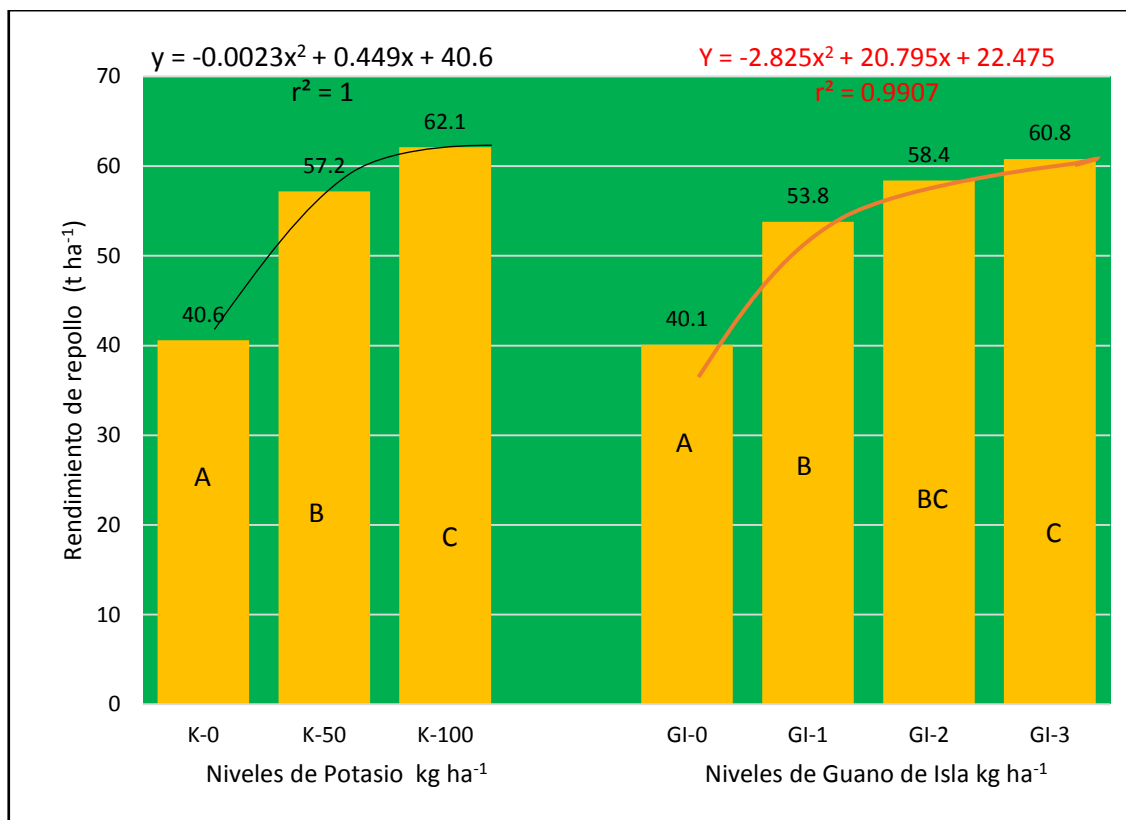


Figura 3.5. Prueba de Tukey de los efectos principales de los niveles de potasio y de guano de islas en el rendimiento de lechuga. Canaán 2750 msnm

La figura 3.5 muestra la prueba de Tukey donde en promedio de los niveles de guano de islas se observa una respuesta al uso del potasio con diferencia estadística para el nivel de 100 kg ha⁻¹. De otra parte, también se puede observar en el promedio de los niveles de potasio, los niveles de guano de islas de 2.0 y 3.0 t ha⁻¹ tienen los más altos rendimientos de repollo con valores de 58.4 y 60.8 t ha⁻¹ sin diferencia estadística entre ellos. Los menores rendimientos se obtienen cuando no se incorpora ningún abonamiento. En el análisis de la tendencia los efectos principales del potasio y el guano de islas siguen la función cuadrática con alta correlación positiva.

Chávez y Siura (2018) reportan resultados obtenidos en el Huerto (UNA La Molina) en un ensayo con dos siembras de 10 cultivares de lechuga, donde el cultivar Royal Oak en la primera siembra alcanzo un rendimiento de 75.7 t ha⁻¹ y en la segunda siembra obtuvo 43.0 t ha⁻¹; la variedad Red salad bowl a la primera siembra arrojó rendimiento de 52.1 t ha⁻¹ y a la segunda siembra 38.0 t ha⁻¹, estos valores son semejantes a los obtenidos en el presente, rendimiento obtenido con el mayor nivel de potasio (100 kg ha⁻¹ en promedio del nivel de Guano de Isla) obteniendo un valor de 62.1 t ha⁻¹.

La deficiencia de potasio produce la pérdida de turgencia y marchitamiento, que se ve más acentuada al existir déficit hídrico, también genera la descomposición del tejido parenquimatoso por el incremento en la actividad de ciertas hidrolasas o de oxidasas, como la polifenoloxidasas; además produce cambios químicos importantes que incluyen la acumulación de carbohidratos solubles y compuestos solubles de nitrógeno, así como la disminución en el contenido de almidón (Martínez y Garcés, 2010).

Los resultados encontrados coinciden con Barrera (2016) quien señala que los tratamientos con 30 y 40 t/ha de gallinaza de postura, obtuvieron mayores rendimientos, con 41695 y 37881,97 kg.ha⁻¹, así como en la rentabilidad económica que fue de 18,16 % y 15,69 % de rentabilidad económica.

Tabla 3.7. Rendimiento de repollo en los tratamientos obtenidos de la combinación de potasio y guano de islas. Canaán 2750 msnm

Niveles de Potasio (kg ha ⁻¹)	Niveles de Guano de Isla (t ha ⁻¹)	Rendimiento t ha ⁻¹	ALS(T)	
100	3.0	70.370	a	
100	2.0	68.160	a	b
50	3.0	65.260	a	b
100	1.0	62.990	a	b
50	2.0	62.700	a	b
50	1.0	56.170	b	c
100	0.0	46.870	c	d
0	3.0	46.830	c	d
50	0.0	44.580	c	d
0	2.0	44.420	c	d
0	1.0	42.180	d	
0	0.0	28.970		e

La tabla 3.7 muestra los tratamientos bajo la prueba de Tukey donde se observa a los mejores tratamientos productivos sin diferencia estadística a los niveles 100 y 3.0, 100 y 2.0, 50 y 3.0, 100 y 1.0 t ha⁻¹ de fertilización con potasio y guano de islas. El tratamiento sin fertilización potásica y sin guano de islas tiene el menor rendimiento de repollo llegando a tener 28.970 t ha⁻¹.

Los resultados encontrados coinciden con Martínez y Garcés (2010) que reporta los valores más bajos de número de hojas, área foliar, peso seco de raíz, hojas y total, y de índices de crecimiento se obtuvieron con 0 mg L^{-1} de K, mientras que la respuesta más favorable, incluyendo producción, se logró con 360 mg L^{-1} de K. Por lo cual, 360 mg L^{-1} de K es la dosis más recomendable para el cultivo de lechuga var. romana bajo condiciones de invernadero de cubierta plástica.

Los resultados reportados por Agredo (2014) respaldan los resultados encontrados, pues este autor confirmó que el tratamiento de las lechugas tratadas con la fertilización del abono orgánico tipo *bocashi* presentó los mejores resultados en cuanto peso de las plantas.

En la actualidad el tema principal en todo aspecto es el consumo de alimentos, en especial los de consumo fresco como la lechuga, esa debe ser de calidad tratando de evitar el uso de pesticidas y el uso excesivo del abono mineral nitrogenado.

Por otro lado, los buenos resultados encontrados, incluido el testigo se debió a una adecuado manejo del cultivo y riegos oportunos, tal como señala La Rosa (2015) quien refiere que los buenos rendimientos obtenidos en su experimento son producto del uso y los beneficios que trae el riego por goteo en la producción de lechuga estos son: mejores rendimientos, mejor uniformidad del cultivo, menos escurrimientos y percolación profunda del agua y los fertilizantes. La fertilización a través del riego por goteo aporta mayores beneficios, en comparación con las aplicaciones de fertilizantes al costado de los surcos.

CONCLUSIONES

1. No hubo influencia del potasio y guano de islas en la precocidad de la lechuga var. Great Lakes. Así, mismo no hubo efecto del potasio y guano de islas en el número de plantas por parcela.
2. La longitud del repollo se incrementa con los niveles de guano de islas y cuando se tiene el mayor nivel de potasio, con 16.4, 16.8 17.2 cm. El diámetro de repollo se incrementa con el guano de islas, se observó mayor respuesta al mayor nivel de potasio con 16.3, 16.9 y 17.6 cm.
3. El mayor peso de pella de 1.410 kg se obtiene con el mayor nivel de fertilización potásica (100 kg ha^{-1}) y con el nivel de 3 t ha^{-1} de guano de islas.
4. El rendimiento de la lechuga con los niveles de potasio, presenta tendencia cuadrática en promedio de los niveles de guano de islas, alcanzando el mayor valor de 62.1 t.ha^{-1} . Así mismo los diferentes niveles de guano de islas en promedio de fertilización potásica presenta tendencia cuadrática alcanzando su mayor valor de 60.8 t. ha^{-1} .
5. Los tratamientos con 100 kg de potasio y 3 t.ha^{-1} de guano de islas, 100 kg de potasio y 2 t.ha^{-1} de guano de islas, 50 kg de potasio y 3 t.ha^{-1} de guano de islas, 100 kg de potasio 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}).

RECOMENDACIONES

1. Repetir el experimento en condiciones similares para lograr mayor confianza en el efecto del Potasio y Guano de Islas.
2. Se recomienda fertilizar con 100 kg de potasio y abonar con 2.0 t ha⁻¹ de Guano de Isla en la lechuga para las condiciones de Canaán y otros lugares similares.
3. Valorar la importancia del abonamiento orgánico en la producción de la lechuga de calidad y generar una agricultura sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGREDO, D. (2014). Comparación de la eficiencia en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en un suelo rehabilitado con abono orgánico *bocashi* y el mismo suelo con fertilizante químico N-P-K. Tesis Administrador Ambiental. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia.
- AGRONEGOCIOS (2004). “Guía Técnica del Cultivo de la Lechuga”. www.agronegocio.org.sv.
- ALZATE, J. F. & LOAIZA, L. F. (2008). Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p.
- AÑEZ, B. y E. TAVIRA. (1984). Aplicación de N y de estiércol en la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Turrialba, 34(4):527-530.
- ARCA, M. (1970). Manejo de Suelos, Departamento de Suelos y Geología. Programa de Agronomía U.N.A. La Molina. Lima, Perú.
- ARCHILA, J., U. CONTRERAS, H. PINZON Y H. LAVERDE. (1997). Absorción de nutrientes en cuatro materiales de lechuga, *Lactuca sativa* L. Disponible en: <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/25617-Article%20Text-89919-1-10-20111119.pdf>.
- BARRERA, C. (2016). Cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza de postura) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) Variedad “Grand Rapids Waldeman” S Strain”, bajo condiciones agroclimáticas en la provincia de Lamas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
- CAMASCA, A. (1984). Horticultura Práctica Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – COCYTEC. Ayacucho – Perú.
- CASSERES, E. (1980). Producción de Hortalizas. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- CHAVEZ, F. Y SIURA, S. (2018). Evaluación de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para producción de lechuga miniatura y madura bajo cultivo orgánico. UNA La Molina, apartado 12-056, Lima 12
- DELGADO DE LA FLOR, F; J. TOLEDO; A. CASAS, R. UGÁS Y S. SIURA. (1987). Datos básicos de Cultivos Hortícolas. . UNALM. Lima, Perú.
- DÍAZ, R., SALAS, J., GONZÁLEZ, H., MARTÍNEZ DE CARRILLO M. (1995). Producción de hortalizas. Maracay, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara, 206 pp.

- FASSBENDER, H. (1978). Química de Suelos. Editorial IICA, San José, Costa Rica.
- HESSAYON, D. (1988). Manual de horticultura. Editorial Blume. España.
- Infoagro. (2003). Hortalizas. El cultivo de la lechuga (en línea). Disponible en:
<http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- INIA-INDAP. (2017). Manual de producción de lechuga. Boletín INIA N° 374. INIA. Santiago, Chile.
- JARAMILLO, J., P. AGUILAR, E. ESPITIA, P. TAMAYO, O. ARGUELLO Y M. GUZMAN. (2014). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga en el oriente antioqueño. Minagricultura. Mosquera, Colombia.
- KANT, S. y KAFKAFI, U. (2019). Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. Universidad Hebrea. Rehovot. Israel.
- LA ROSA, O. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.
- MALLAR, A. (1978). La Lechuga. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- MAROTO, J. V. (1990). Horticultura Herbácea Especial. Edición Mundi-Prensa, Madrid, España.
- MAROTO, J.; GÓMEZ, A. y SORIA, C. (1999). La Lechuga y la Escarola. Edición Mundi Prensa. España, Valencia. 242 p.
- MARTINEZ, F. Y G. GARCÉS. (2010). Crecimiento y producción de lechuga. Disponible en:
file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Crecimiento_y_produccion_de_lechuga_Lactuca_sativa.pdf.
- MINAGRI. (2018). Manual de abonamiento con Guano de Islas. Disponible en:
<https://www.agrorural.gob.pe/wp->
- MORALES, A. (2001). Ventajas y desventajas de estiércol. Disponible en:
<http://www.enbuenasmanos.com/el-estiercol>.
- OSORIO, J. & LOBO, M. (1983). Hortalizas. Manual de asistencia Técnica N° 28. Instituto Colombiano Agropecuario. Colombia.
- POMBOZA, P.; LEÓN, O.; VILLACÍS, L.; ALDÁZ, J. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg. Artículo de investigación. SciELO. Universidad Nacional de Ambato, Bolivia.
- REYES, A. Y L. SOLLER. (2013). efecto de la fertilización nitrogenada y de la materia orgánica en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) C.V White Boston

- improved. y las propiedades del suelo en condiciones de Tapo-Huaribamba. Tesis ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- RINCON, L., A. PEREZ, C. PELLICER, J. SAEZ Y A.ABADIA. (2021). Influencia de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg. Disponible en:
<http://www.inia.es/IASPV/2002/vol17-2/rincons.pdf>.
- SANCHEZ, J. (1996). Enfermedades y plagas de hortalizas y su manejo. Editorial Promumedios. Edición Monserrat ICA. Colombia.
- SELKE, W. (1968). Los abonos. Editorial Academia. México.
- SOLÓRZANO, H. A. (1992). Producción de hortalizas de hoja en Tarapoto. Separata de Olericultura. DAAP- UNSM-T - Perú.
- TAMARO, (1960). Horticultura. Editorial Gustavo Gili. España.
- TISCORNIA, J. R. (1989). Manual de Horticultura de Hojas. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (UVA). (2013). El cultivo de la lechuga (en línea). Disponible en:
https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento2.pdf. Consultado el 26 de abril de 2014.
- VALADEZ, A. (1993). Producción de hortalizas. 4ta ed. ME. Limusa. México.
- VALENCIA, A. (1995). Cultivo de hortalizas de hojas: Col y Lechuga. INIA. Lima, Perú.
- VAN HAEFF, J. (1986). Horticultura. Manuales para la educación Agropecuaria. Editorial Trillas. México.
- VIGLIOLA, M. I. (1991). Manual de horticultura. Segunda edición. Buenos Aires – Argentina. Editorial Hemisferio del Sur.
- WHITAKER, T. & RYDER, E. J. (1964). La lechuga y su producción. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Servicios de Investigaciones Agrícolas, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, México, 53 pp.
- YUPANQUI, I. (2011). Efecto de tres soluciones orgánicas y solución mineral, en el rendimiento y calidad de *Lactuca sativa* L. bajo cultivo hidropónico, en Trujillo, La Libertad – Perú, 76 p.

ANEXOS

ANEXO 1. Longitud de repollo con los tratamientos K y guano de isla

K	0				50				100			
GL	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
I	10	15	14	14	13	15	16	17	12	17	17	17
	11	14	14	14	12	16	16	17	11	16	16	19
	12	13	15	15	11	15	15	16	10	17	17	17
	11	14	15	16	10	15	16	14	12	17	18	17
	12	13	13	13	12	14	15	16	12	16	17	18
	11.2	13.8	14.2	14.4	11.6	15.0	15.6	16.0	11.4	16.6	17.0	17.6
II	12	14	14	15	12	16	16	16	11	16	16	16
	11	13	15	15	11	17	16	15	12	17	18	17
	10	15	14	16	12	16	16	16	11	16	17	18
	12	15	16	16	12	16	17	16	11	17	17	17
	12	14	16	15	11	15	16	15	10	16	16	18
	11.4	14.2	15	15.4	11.6	16	16.2	15.6	11	16.4	16.8	17.2
III	12	14	14	15	10	15	15	16	10	16	17	16
	12	15	14	14	11	17	14	16	12	17	18	17
	11	14	15	15	11	14	16	15	12	16	16	16
	12	15	14	14	12	15	14	15	10	16	15	17
	12	14	16	16	12	13	17	16	12	16	17	18
	11.8	14.4	14.6	14.8	11.2	14.8	15.2	15.6	11.2	16.2	16.6	16.8

ANEXO 2. Diámetro de repollo con los tratamientos K y guano de isla

K	0				50				100			
Gl	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
I	11	15	15	16	12	16	17	15	11	16	16	18
	11	13	16	18	13	15	15	18	12	15	17	18
	12	14	14	14	12	14	13	17	12	17	17	18
	11	14	14	17	11	14	16	15	12	17	18	18
	10	15	15	14	12	15	16	15	11	17	18	17
	11	14.2	14.8	15.8	12	14.8	15.4	16	11.6	16.4	17.2	17.8
II	12	13	14	14	13	15	16	18	11	17	17	18
	11	14	14	17	12	14	17	15	12	16	18	18
	11	13	15	15	11	15	15	15	11	16	16	18
	12	14	15	15	12	16	16	18	12	16	17	17
	10	14	14	13	13	14	15	15	12	17	15	17
	11.2	13.6	14.4	14.8	12.2	14.8	15.8	16.2	11.6	16.4	16.6	17.6
III	10	13	14	14	11	14	15	17	12	17	16	18
	12	12	13	14	12	14	15	16	13	16	17	16
	11	14	13	15	12	15	16	16	12	17	16	18
	10	13	13	14	11	14	14	16	11	16	17	17
	11	13	15	15	12	15	17	15	11	15	18	18
	10.8	13	13.6	14.4	11.6	14.4	15.4	16	11.8	16.2	16.8	17.4

ANEXO 3. Peso de repollo con los tratamientos K y guano de isla

K	0				50				100			
GI	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
I	0.565	0.870	1.020	0.950	0.678	1.145	1.085	1.100	0.785	0.885	1.125	1.380
	0.456	0.690	0.662	0.645	0.785	0.815	1.115	1.310	0.825	0.840	1.370	1.585
	0.690	0.750	0.750	0.840	0.725	0.990	0.875	0.955	0.682	0.965	0.835	1.340
	0.568	0.690	0.690	1.300	0.568	0.935	0.950	1.090	0.687	1.425	1.225	1.200
	0.456	0.890	0.905	0.655	0.680	1.045	1.010	0.990	0.855	1.045	1.045	1.285
	0.547	0.778	0.805	0.878	0.687	0.986	1.007	1.089	0.767	1.032	1.120	1.358
II	0.486	0.700	0.890	0.875	0.658	1.350	1.020	1.150	0.653	1.100	1.715	1.605
	0.387	0.700	0.815	0.990	0.526	1.300	1.125	1.250	0.725	1.256	1.430	1.380
	0.615	0.765	0.900	0.915	0.623	0.900	1.035	1.075	0.678	1.175	1.065	1.020
	0.335	0.800	0.715	0.875	0.710	0.900	1.180	1.165	0.654	1.095	1.050	1.155
	0.620	0.860	0.635	0.630	0.690	0.895	1.050	1.120	0.856	1.050	1.000	1.845
	0.489	0.765	0.791	0.857	0.641	1.069	1.082	1.152	0.713	1.135	1.252	1.401
III	0.435	0.650	0.750	0.735	0.687	0.935	1.435	1.185	0.725	1.220	1.450	1.568
	0.510	0.590	0.805	0.800	0.758	1.100	1.275	1.452	0.632	1.560	1.690	1.385
	0.550	0.650	0.550	1.004	0.578	0.890	0.970	1.270	0.745	1.340	1.440	1.452
	0.526	0.710	0.725	0.525	0.678	0.975	1.315	1.100	0.825	1.290	1.135	1.485
	0.590	0.515	0.505	0.565	0.780	1.175	1.120	1.400	0.678	1.160	1.310	1.430
	0.522	0.623	0.667	0.726	0.696	1.015	1.223	1.281	0.721	1.314	1.405	1.464

ANEXO 4. Número de plantas por parcela en los tratamientos con K y guano isla

K	0				50				100			
Gl	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
I	31	34	33	31	32	32	33	33	32	30	31	29
II	32	33	33	30	32	32	32	31	31	31	30	30
III	33	32	30	28	32	30	31	31	30	32	30	30

ANEXO 5. Rendimiento de lechuga en t ha⁻¹ en los tratamientos con K y guano de isla

K	0				50				100			
Gl	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
I	30.000	48.500	47.250	47.400	44.203	55.800	60.192	63.888	49.300	54.800	60.700	69.800
II	27.600	42.600	45.800	45.300	45.215	58.700	60.800	63.488	48.200	62.562	65.800	68.500
III	29.300	35.442	40.200	47.800	44.328	54.000	67.100	68.415	43.100	71.600	77.973	72.800
Prom	28.967	42.181	44.417	46.833	44.582	56.167	62.697	65.264	46.867	62.987	68.158	70.367

ANEXO 6. Riqueza en nutrientes del Guano de Isla

Componentes	Fórmula/Símbolo	Concentración
Nitrógeno	N	10 – 14%
Fósforo	P ₂ O ₅	10 – 12%
Potasio	K ₂ O	2 - 3%
Calcio	CaO	8%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.032%
Zinc	Zn	0.0002%
Cobre	Cu	0.024%
Manganeso	Mn	0.020%
Boro	B	0.016%

Fuente: Agro Rural, Ministerio de Agricultura.

ANEXO 7. Análisis Físico Químico del suelo Centro Experimental Canaán (2750 msnm) 2016-2017

COMPONENTE	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
pH (H_2O)	8.19	Ligeramente alcalino
M.O (%)	1.51	Pobre
Nt (%)	0.08	Pobre
P (ppm)	35.7	alto
K (ppm)	170.6	Muy alto
Arena (%)	41.9	Clase textural Franco arcilloso
Limo (%)	25.9	
Arcilla (%)	33.1	

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del PIPG de la FCA-UNSCH.

ANEXO 8. Panel fotográfico



Foto 1. Trazado de unidades experimentales para la instalación de lechuga. Canaán 2735 msnm



Foto 2. Siembra de unidades experimentales para la instalación de lechuga. Canaán 2735 msnm



Foto 4. Cosecha de unidades experimentales. Canaán 2735 msnm



Foto 4. Parcela experimental del estudio de la investigación. Canaán 2735 msnm



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

Dosis de guano de islas y potasio en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Great Lakes. Canáan, 2750 m.s.n.m.- Ayacucho.

Autor : Alfredo Perez Tito

Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 27 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 28 de mayo de 2022

Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente de comisión

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

por Alfredo Perez Tito

Fecha de entrega: 27-may-2022 12:12p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1845482538

Nombre del archivo: TESIS_ALFREDO_P_REZ_TITO.docx (3.19M)

Total de palabras: 17085

Total de caracteres: 85025

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

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

docplayer.es

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

aprenderly.com

Fuente de Internet

2%

4

es.scribd.com

Fuente de Internet

1%

5

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.ipipotash.org

Fuente de Internet

1%

7

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	www.soccolhort.com Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 %
14	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1 %
15	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1 %
16	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
17	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
18	repositorio.uaaan.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repository.agrosavia.co Fuente de Internet	<1 %

21	portal.amelica.org Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.eujournal.org Fuente de Internet	<1 %
24	agroecologiamucuchies.files.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
25	www.engormix.com Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	<1 %
29	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1 %
30	foroarchivos.infojardin.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %

33	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
34	recursosbiblio.url.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
35	www.redpav-fpolar.info.ve Fuente de Internet	<1 %
36	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
38	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.untels.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	juniperpublishers.com Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.faxsa.com.mx Fuente de Internet	<1 %
43	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Apagado