

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**DENSIDAD DE PLANTAS Y NIVELES DE GUANO DE ISLAS
EN EL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Var.
GREAT LAKES. CANAÁN, 2750 msnm - AYACUCHO.**

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

**PRESENTADO POR:
JESÚS PALOMINO MUÑAQUI**

AYACUCHO – PERU

2014

Tesis
Ag 1103
Pal
Ej. 1

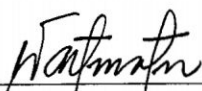
"DENSIDAD DE PLANTAS Y NIVELES DE GUANO DE ISLAS EN EL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Var. GREAT LAKES. CANAÁN 2750 msnm-Ayacucho

Recomendado : 12 de diciembre de 2014

Aprobado : 30 de diciembre de 2014



Dr. ROLANDO BAUTISTA GOMEZ
Presidente de Jurado



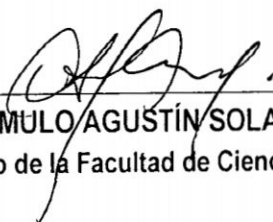
MSc. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro de Jurado



MSc. ALEX LAZARO NNEO BERMUDEZ
Miembro de Jurado



Ing. JUAN GIRON MOLINA
Miembro de Jurado



Dr. ROMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres: Esteban Palomino y Obdulia Muñaqui, por su abnegado sacrificio en mi formación profesional.

A mi hermana Liliana Palomino, por su invaluable apoyo moral y económico para la culminación de mi carrera.

A mi esposa List Madel Valdiviezo y mi hijo Alercy Anthony, que fueron mi apoyo e inspiración durante mi vida estudiantil y la conclusión de mi tesis.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma Mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a los docentes que fueron partícipes en mi formación.

Al Ing. Walter A. Mateu Mateo, por su asesoramiento, dirección y aporte en la realización del presente trabajo.

A todas aquellas personas, familiares y amigos que de una u otra forma contribuyeron en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Introducción	01
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	04
1.1 Origen	04
1.2 Taxonomía de la lechuga	05
1.3. Requerimientos de clima	05
1.4 Requerimientos de suelo	06
1.5 Manejo del cultivo	07
1.5.1 Preparación del terreno definitivo	07
1.5.2 Siembra	08
1.5.3 Trasplante	09
1.5.4 Densidad de plantas	10
1.5.5 Fertilización	11
1.5.6 Riegos y control de malezas	14
1.5.7. Cosecha, rendimiento y comercialización	15
1.6 Materia orgánica	16
1.7. Abonamiento orgánico	21
1.7.1. Guano de islas	22
1.7.2. Características del guano de islas	24
1.7.3. Tipos de guano de isla en el mercado	27
1.7.4. Empleo del guano de isla como abono	29
1.8. Papel de los Macronutrientes	31
1.8.1. Nitrógeno	31
1.8.2. Fósforo	32
1.8.3. Potasio	34

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	36
2.1 De la ubicación del experimento	36
2.2 Condiciones climáticas	37
2.3 Características del suelo	40
2.4 Características del guano de islas	41
2.5 Material experimental	42
2.6 Factores estudiados	42
2.7 Tratamientos	43
2.8 Diseño experimental	43
2.9 Análisis estadístico	44
2.10 Descripción del campo experimental	44
2.11 Variables evaluadas	46
2.11.1 Precocidad	46
2.11.2 Productividad	46
2.12 Instalación y conducción del cultivo	47
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1 PRECOCIDAD	50
3.1.1 Días a cosecha	50
3.2 PRODUCTIVIDAD	53
3.2.1 Diámetro de cabeza de lechuga	53
3.2.2 Peso de cabeza de lechuga	57
3.2.3 Rendimiento de cabezas de lechuga	61
3.2.4 Cantidad total de cabezas comerciales	69
3.2.5 Contenido de materia seca de cabezas de lechuga	72
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4.1 Conclusiones	75
4.2 Recomendaciones	76
RESUMEN	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXO	82

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L), es una hortaliza cultivada por sus hojas y es ampliamente consumida en diversos platos por lo que tiene una demanda permanente. La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías, alto porcentaje de agua (90-95%), folatos, beta-caroteno y cantidades apreciables de vitamina C, minerales como el potasio, magnesio y buena cantidad de fibra, lo que le proporciona una acción antioxidante, relacionadas con la prevención de enfermedades cardiovasculares e incluso ciertos tipos de cáncer y propiedades diuréticas, estimula la eliminación de orina, libera al organismo de las molestas flatulencias, previene la arteriosclerosis, disminuye el colesterol, controla las afecciones del aparato respiratorio y ayuda a combatir los ataques de asma y los espasmos bronquiales. (Ugaz, et al. 2000).

En el Perú, según las estadísticas de producción horto-frutícola en el año 2011, se cultivaron 49 014 hectáreas, con un rendimiento promedio de

12265 kg.ha⁻¹; en el departamento de Ayacucho se cultivaron 164 hectáreas con un rendimiento promedio de 4 970 kg.ha⁻¹.(MINAG, 2011).

Estos datos estadísticos son preocupantes, teniendo en consideración que el consumo de lechuga se ha incrementado notablemente pues está presente en las ensaladas, especialmente el pollo a la brasa y otros platos, lo que ha incrementado su demanda durante todo el año, induciendo a una producción sostenida para abastecer el mercado. Por ello urge incrementar la frontera agrícola del cultivo y la productividad tanto a nivel nacional y regional.

En los últimos años en el Perú, la incorporación de abono orgánico al terreno de cultivo, ha empezado a tomar importancia como una alternativa tecnológica válida, especialmente el guano de islas que se encuentran relativamente en cantidades abundantes accesibles para el agricultor, ya que mejoran la capacidad de trabajo del suelo conservando su equilibrio ecológico al mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales son determinantes para una productividad sostenible. El abono orgánico incorporado al suelo, más que un aportador de nutrientes es un mejorador de la parte física y biológica del suelo, haciendo más eficiente el uso de nutrientes existente en el suelo, entonces una propuesta sostenible para incrementar la productividad de la lechuga, cuidando el ambiente y reduciendo la contaminación del suelo y el agua es utilizando los abonos orgánicos, como el guano de islas, obteniéndose lechugas de alta calidad nutritiva y libre de residuos tóxicos.

Por las consideraciones expuestas, se planteó la realización del presente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Establecer la influencia de niveles de guano de islas en el rendimiento de lechuga.
2. Determinar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de lechuga.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. ORIGEN

Valadez (1994), citando a Vavilov (1951) y Thompson y Kelly, (1959), menciona que el origen de la lechuga es bastante antiguo, pues existen pinturas con la representación de esta hortaliza en una tumba de Egipto que data del año 4500 a.C. Añade que procede probablemente del Asia. La lechuga tipo cabeza empezó a aparecer hacia el año 1 500 de nuestra era. La lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L., clasificada como una maleza y difundida ampliamente en el Centro y Sur de Europa, así como en la región Sur de Rusia.

1.2. TAXONOMÍA DE LA LECHUGA

Valadez (1994), clasifica a la lechuga de la siguiente manera:

Familia	: Compositae
Sub familia	: Liguliflorales
Género	: Lactuca
Especie	: <i>Lactuca sativa</i> L.
Variedad Botánica	: capitata (Cabeza hojas crespas)
Nombre común	: Lechuga

Vigliola (1993), considera que la lechuga de cabeza de hojas crespas a su vez se puede dividir en dos Sub tipos: Imperial y Grandes Lagos. El subtipo Grandes Lagos son de cabeza muy compacta, de color verde oscuro, resistencia a la floración prematura y a la quemazón de las puntas: mayor resistencia al transporte pero de menor calidad culinaria, pueden tolerar temperaturas elevadas así como temperaturas bajas. Entre las variedades que se tienen en este grupo destacan: Great Lakes 118, Great Lakes 366 y Great Lakes 659.

1.3. REQUERIMIENTOS DE CLIMA

Según Vigliola (1993), la lechuga constituye un cultivo de clima templado fresco; Vigliola 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 óptimo : 15-18°C
- Promedio mensual mínimo : 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 ésta 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 y soporta mal el periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en algunos momentos responde a menos del 60%.

1.4. REQUERIMIENTOS DE SUELO

Según Infoagro.com (2013), los suelos preferidos por la 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 la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en lo posible la aparición de la podredumbre del cuello.

Vigliola (1993), añade que la lechuga requiere suelos fértiles. La fertilización es una práctica frecuente, principalmente con nitrógeno.

1.5. MANEJO DEL CULTIVO

1.5.1 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 malezas.
- Dificultar la propagación de ciertas plagas y patógenos.
- Incorporar materia orgánica al suelo.

La preparación del suelo es una de las labores más importantes y de ella depende gran parte del éxito del cultivo de lechuga. Para una buena preparación del terreno se recomienda seguir los siguientes pasos:

- a) Realizar un riego profundo, por lo menos con tres días de anticipación al trasplante para que la tierra no se torne lodosa.
- b) Limpieza del área, procurando extraer las malezas que se encuentran sobre la superficie del suelo.
- c) Arar el suelo a una profundidad de 30 cm, utilizando herramientas manuales, arado de yunta o tractor.
- d) Dejar el suelo roturado expuesto a la acción de los rayos solares, el frío, las aves, mamíferos, batracios, agentes microbiológicos y

demás controladores naturales por un tiempo no menos de ocho días.

- e) Realizar una cruzar del suelo con arado de yunta a una profundidad de 20 cm, a fin de desterronar el suelo.
- f) Rastrillar el suelo a fin de mullir y uniformizar la superficie.
- g) Nivelar el terreno a fin de tener una distribución más uniforme del agua, mejorar el drenaje superficial y evitar el encharcamiento.
- h) Elaborar los drenes para facilitar la evacuación de excesos de agua.

1.5.2 SIEMBRA

Valadez (1994), señala que en el cultivo de la lechuga se puede practicar también la siembra directa en la cual se pueden realizar aclareos y las plantas extraídas pueden trasplantarse. Cuando se realiza la siembra directa se recomienda utilizar de 2 a 3 kg.ha⁻¹ de semilla, aunque actualmente en el mercado se puede encontrar semillas peletizadas (cubierta de material inerte), los cuales rinden a razón de 1 kg.ha⁻¹. Mientras en siembra indirecta o trasplante se recomienda realizar la siembra en un almácigo de 50 m², distribuyendo de 200 a 300 g de semilla, la cual proporciona suficientes plantas para una hectárea; comercialmente se pueden obtener poblaciones de 66 000 a 72 000 plantas por hectárea, utilizando surcos de 0.92 a 1.0 m y de 30 a 35 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

Casseres (1980), señala que con 150 g se puede producir 10 000 plantas y con 1 kilos se producen suficientes plántulas para una hectárea. Si se siembra directamente en el terreno se requieren unos 2 a 3 kg.ha⁻¹.

El sustrato de los almácigos debe desinfectarse mediante la aplicación de cualquier tratamiento para evitar la presencia de agentes patógenos que producen el mal de semilleros o damping off. Entre los materiales tenemos a la ceniza vegetal a la dosis de 4 onzas/m², que también tiene propiedades fertilizantes; aspersiones al suelo con caldo bordalés 4 l.m⁻² y también aspersiones al suelo con suspensiones conidiales antagónicas (*Trichoderma viride*, *Glioclaium virens*) a una concentración de 4 * 10⁷2.5 g/lt.

1.5.3 TRASPLANTE

El trasplante de lechugas se realiza cuando las plántulas logran una altura de 5 cm, lo que ocurre a las tres semanas de sembrados los almácigos o semilleros. El trasplante se debe realizar en días nublados, en horas de la tarde y en suelo húmedo.

Casseres (1980), señala que al trasplantar no se deben 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; y cuando estas tengan de 4 a 6 hojas. Los distanciamientos para lechugas de cabeza del grupo Great Lakes requieren espaciamientos de 25 a 30 cm, hasta 45 cm y 75 cm entre surcos. Las plantitas tardan en el almácigo de 5 a 7 semanas (Valadez, 1994).

Maroto (1990), señala que el trasplante se hace a raíz desnuda, si bien también es posible realizar siembra sobre botes de turba prensada, bandejitas 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.

1.5.4. DENSIDAD DE PLANTAS

Según infoagro.com (2013), la densidad de plantas depende de la variedad y para la variedad Iceberg recomienda 80 000 plantas por hectárea.

Las distancias de siembra dependen del destino del producto final. En el mercado local, el tamaño de la lechuga que se expende es más bien grande (25 cm de alto), para lo cual se debe sembrar 36 plantas por metro cuadrado a una distancia de 17 cm entre sí.

Valadez (1994), por su parte menciona que en siembras comerciales de lechuga se pueden obtener poblaciones de 66 000 a 72 000 plantas por hectárea, utilizando un distanciamiento de 0.92 a 1.00 m entre surcos, de 30 a 35 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

Según Vigliola (1993), la densidad de siembra depende del tipo de siembra y de la época del año. Casseres (1980) por su parte, señala que

los cultivares de lechuga de cabeza o arpeollados, como las del grupo Great Lakes, requieren distanciamientos que oscilan entre 25 a 45 cm entre plantas.

1.5.5 FERTILIZACIÓN

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 las ideales y se recomienda de 20 a 30 t.ha⁻¹ y cuando no se aplica estiércol se prefiere los abonos inorgánicos. Un exceso de nitrógeno resulta en plantas que crecen muy rápido, con hojas suaves, quebradizas, en la que puede aparecer una necrosis fisiológica en los márgenes; las cabezas no se arpeollan debidamente quedando suaves y livianas (Casseres, 1980).

Knott (1962), citado por Holle y Montes (1982), menciona que la extracción para 31.7 t.ha⁻¹ de lechuga es de 47-15-117-30 de N, P₂O₅, K₂O y CaO.

Infoagro.com (2003), menciona que el 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo y éstas deben de suspenderse al menos una semana antes de la recolección. El aporte de estiércol en la lechuga se realiza a razón de 3 kg.m⁻² 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 abonado, especialmente el

nitrogenado, con el objetivo de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de cogollos. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras etapas de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto en forma preventiva como para la corrección de posibles carencias.

La fertilización de la lechuga debe hacerse en base a las recomendaciones resultantes de los análisis de suelos. Para mejorar la fertilidad de los suelos se cuenta con una serie de materiales de origen orgánico, mineral y químico sintético permitidos por los organismos internacionales de agricultura orgánica, que pueden utilizarse para realizar las enmiendas que los suelos requieren.

Debe tenerse en cuenta que la producción promedio de 60 toneladas de hoja de lechuga, es capaz de extraer del suelo 132 kg de nitrógeno (N), 48 kg de fósforo (P_2O_5), 268 kg de potasio (K_2O) por hectárea al año. Las enmiendas que se apliquen deberán incorporarse al suelo al momento de la preparación del terreno, esto cuando se está realizando las platabandas o los surcos. La incorporación de los materiales de fertilización se debe realizar en los primeros 15 cm del suelo. Como un aspecto complementario en la fertilización orgánica se recomienda el uso de fitoestimulantes presentes en el Biol, que permite la ampliación de la base radicular y foliar de las plantas.

Al fertilizar el suelo con 30 toneladas de estiércol de bovino compostado y 10 toneladas de humus de lombriz por hectárea se logró obtener una cosecha de 70 toneladas de lechuga por hectárea.

Un cultivo de lechuga que produce 4 kg de lechuga por m² extrae del suelo 100 kg de N, 20 kg de P y 200 kg de K por hectárea. Se debe evitar el exceso de nitrógeno ya que retrasa la formación del cogollo y además puede aumentar el contenido de nitrógeno en la hoja hasta niveles de riesgo. La producción depende del tamaño de las plantas en el momento de la recolección y del número de plantas por m². Se considera un buen rendimiento cuando se recogen entre 3 y 4 kg.m⁻² de lechugas (www.Fao.org/docrep.htm).

Infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm añade que el 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo. La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas, y al consumir más potasio absorbe más magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia.

Guerrero (1993), indica que las hortalizas que mejor responden a las aplicaciones de estiércol son aquellas cuyas hojas van a ser consumidas (Col, lechuga, acelga). Añade que este sistema de reutilización de los recursos orgánicos desde tiempos remotos ha permitido la producción de alimentos en cantidades suficientes.

1.5.6 RIEGOS Y CONTROL DE MALEZAS

Valadez (1994), menciona que no hay reportes específicos del riego 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. En suelos orgánicos se requiere una lámina de riego de 2.5 cm cada 10 a 14 días antes de formar cabeza (Var. Capitata) y cada 7 a 10 días durante la formación de cabeza.

Infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm, menciona que los sistemas de riego para el cultivo de lechuga son: el riego por goteo (en invernadero), y las cintas de exudación (en cultivo al aire libre). Existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez más, están en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20%, los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbre del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo.

Referente al control de malezas el mismo autor añade que es una práctica que ayuda la eliminación de malezas entre surcos, además ayuda a “aflojar” el suelo, sobre todo si es arcilloso; recomienda hacerlo a las tres semanas después del trasplante.

www.inta.gov.ar/anuario_2003/p136.htm, manifiesta que este cultivo en ningún caso admite deficiencia de humedad, aunque la parte superficial

del suelo conviene que esté seca para evitar en lo posible la aparición de la podredumbre del cuello. Es necesario que el suelo permanezca con adecuada humedad constante en los primeros centímetros, con ello se logra mantener la planta sin interrupción de crecimiento por stress hídrico durante todo su ciclo. Las exposiciones a la falta de humedad, aunque sean momentáneas, hacen que se induzca a la floración antes de alcanzar su estado óptimo de comercialización.

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.

1.5.7 COSECHA, RENDIMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN

Delgado de la Flor (1987), indica que en 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 4 000 docenas.ha⁻¹.

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.

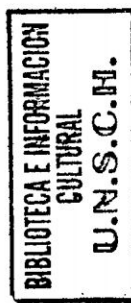
Maroto (1986), menciona que los rendimientos que pueden obtenerse varían entre 20 y 40 kg por cada 10 m².

Valencia (1995), hace referencia que se logran obtener rendimientos de 3 500 a 4 500 docenas.ha⁻¹. 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, se vende por docenas y al consumidor por unidades.

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

1.6 MATERIA ORGÁNICA

Al respecto Valencia (1995), señala que la materia orgánica debe ser incorporada con anticipación para que tenga el tiempo suficiente para 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.

La materia orgánica tiene la facultad de hacer solubles y aprovechables muchos compuestos minerales que se encuentran en forma no asimilable. Ello se realiza gracias al desprendimiento de anhídrido carbónico (CO_2) que se transforma en ácido carbónico (H_2CO_3), tiene actividad sobre los minerales. El incremento de la retención de la humedad es ampliamente sobre las bondades que tiene la materia orgánica por lo que recomienda el uso de fuente orgánica natural como guano natural o guano de islas.

Tineo (1999), afirma que el rol que cumple la materia orgánica en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, incluye el mejoramiento de las condiciones del suelo, que es determinante para un buen crecimiento vegetal y una buena cosecha. Podemos decir que la materia orgánica provee "de vida al suelo".

Propiedades químicas:

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico. La materia orgánica en forma de humus posee entre 300-400 meq por 100 g según se trate de suelos ácidos o alcalinos.
- Incrementando la disponibilidad del nitrógeno, fósforo y azufre, en especial del nitrógeno a través del lento proceso de mineralización.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización nitrogenada.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder tampón.

Propiedades físicas:

- Mejora la estructura dando soltura granular a los suelos pesados y compactos y ligazón a suelos sueltos y arenosos. Por consiguiente mejora la porosidad.
- Mejora la permeabilidad y aireación del suelo.
- Incrementa la capacidad retentiva de la humedad.
- Reduce la erodabilidad del suelo.
- Confiere color oscuro al suelo ayudando a la retentividad de la energía calórica y favorece las operaciones de labranza.

Propiedades biológicas:

- La materia orgánica constituye el substrato y fuente de energía para la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de pH, aireación y permeabilidad se incrementa la flora microbiana.

Arca (1970), hace mención en cuanto a los efectos de la materia orgánica sobre las condiciones del suelo tiene las siguientes ventajas:

- **Mejoramiento de la estructura:** El desarrollo de estructura granular que suministra tan buenas condiciones físicas a un suelo se halla supeditada a la presencia de la materia coloidal, sea esta bajo la forma de arcilla o bien esencialmente bajo la forma de materia orgánica. Esta materia orgánica al humedecerse se hincha y al secarse se encoge, lo cual parece tener relación con la

granulación, proceso en el cual los organismos juegan también un rol importante.

En el caso de los suelos arenosos la materia orgánica sirve para tener unidas las partículas de arena. En efecto la materia orgánica descompuesta se halla ampliamente distribuida sobre la superficie de las partículas minerales.

- Aumento de la capacidad del suelo para retener la humedad: Los suelos de textura gruesa, con bajo porcentaje de material fino, no retienen en forma adecuada la humedad; el agua atraviesa fácilmente los macro poros y se pierden sin ser mayormente aprovechada.

La materia orgánica moderadamente fresca, es una verdadera esponja que puede absorber y retener cantidades de humedad equivalentes a varias veces su propio peso.

- Reduce las pérdidas de material por erosión: Este efecto está relacionado con el desarrollo de la estructura granular. Los gránulos formados son muchos más grandes y de mayor estabilidad que las partículas finas de arcilla y limo, siendo por lo tanto más difíciles de ser arrastrados por el agua.
- Aumenta la actividad biológica y química del suelo: La materia orgánica es la fuente de la actividad microbiana en el suelo. La descomposición de la materia orgánica por los microorganismos en el suelo viene a constituir el reverso del proceso del desarrollo vegetal sobre el suelo.

Las plantas se desarrollan utilizando la energía solar y sintetizan el carbono, nitrógeno y todos los demás compuestos complejos. La energía almacenada en estos compuestos es posteriormente más o menos usada por los microorganismos cuya actividad dentro del suelo le permite la disponibilidad de elementos asimilables para las nuevas generaciones de plantas. Podemos decir que la materia orgánica provee de vida al suelo.

- Suministra al suelo nitrógeno aprovechado por las plantas: La materia orgánica proveniente de diversas fuentes y en diferentes estados de composición contiene cantidades variables de nitrógeno susceptibles de ser aprovechados por las plantas. Si no se suministra en forma adecuada la materia orgánica a un suelo que no se abona, el contenido de nitrógeno poco a poco irá decreciendo y la cosecha de los cultivos será igualmente afectado.
- Aumenta la temperatura del suelo: La materia orgánica, especialmente la porción que se encuentra bien descompuesta es de color oscuro, pardo oscuro o negro, y debido a su distribución sobre las partículas minerales imparte una coloración igualmente oscura. Los colores oscuros absorben más calor que los claros en los días soleados por lo tanto su temperatura es más alta.

Van Haeff (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.

1.7 ABONAMIENTO ORGÁNICO

Casseres (1980), refiere que para la lechuga los mejores suelos son los que poseen alto contenido de materia orgánica. El estiércol descompuesto o el compost suplementado con fertilizantes minerales, es ideal 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 arpeollan debidamente quedando suaves y livianas.

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 donde probaron 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.

Huamantínco (2003), en un experimento realizado en Canaán, probando niveles de guano de islas de 0.7, 1.4 y 2.1 t.ha⁻¹, logró las siguientes conclusiones:

- 1) El periodo de cosecha de repollos de lechuga fluctúa entre 130 a 133 días, no existiendo diferencias entre tratamientos.
- 2) A 0.40 m de distancia entre plantas y niveles crecientes de guano de isla existe una tendencia lineal en el diámetro de repollo de lechuga, alcanzando su mayor valor promedio de 11.406 cm.
- 3) A 0.20 m de distancia entre plantas, el incremento de guano de isla tiene poco efecto en el peso promedio del repollo de lechuga.
- 4) Las distancias de siembra de 0.30 y 0.40 m entre plantas y dosis crecientes de guano de isla provocan mayores incrementos en el peso del repollo de lechuga.
- 5) Mayores rendimientos totales de lechuga se obtienen con los máximos niveles de guano de isla y 0.20 m de distancia entre plantas; a distancias mayores 0.30 y 0.40 m, el rendimiento disminuye.
- 6) La mayor utilidad neta (S/. 18 329.93) y una rentabilidad del orden de 769%, se obtiene aplicando 2.1 t.ha⁻¹ de guano de isla en plantas distanciadas a 0.40 m.

1.7.1 GUANO DE ISLAS

Pro abonos (2007), señala que el guano de islas es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y

en el extranjero, donde a raíz del cese de su exportación se le recuerda todavía como "Guano del Perú", procede de las islas, islotes y puntas del litoral peruano, también se encuentra en la costa Chilena, pero en poca cantidad. El guano de islas es la acumulación de deyecciones (estiércoles) de las aves marinas: guanay, piquero y alcatraz (pelicano). El principal alimento de estas aves marinas es por lo general la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, machete, sardina, etc. El color del guano es muy variado y abarca toda una gama del color naranja en sus múltiples tonalidades y su olor es amoniacal bastante pronunciado.

Pro abonos (2007), señala que biológicamente el guano de islas juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de las raíces, tallos y hojas de las plantas, encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas. Tiene un buen contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos como el azufre, cloro, sodio, magnesio, silicio, hierro, manganeso, flúor y otros elementos, que los convierten el abono más completo del mundo.

El nitrógeno interviene en la formación de las proteínas que las plantas necesitan para producir buenos frutos. En suelos con buena cantidad de nitrógeno, las plantas crecen sanas, las hojas son de color verde oscuro y la producción de frutos es abundante. Cuando los suelos son pobres en nitrógeno, las plantas crecen débiles, disminuye la producción y las hojas son de color verde pálido.

En cuanto al fósforo, ayuda a la formación de abundantes raíces, a la fecundación y formación de frutos, granos y semillas, así como al rápido

crecimiento de la planta. La carencia de fósforo en los suelos retarda la floración, las plantas son de color pálido, las hojas de color rojizo y los frutos demoran en madurar. El potasio hace que las plantas sean de mejor calidad, que los tallos sean más fuertes y que presenten mayor resistencia al ataque de enfermedades. Además permite aprovechar mejor la humedad, especialmente en época de sequía.

1.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL GUANO DE ISLA

Pro abonos (2007), señala las siguientes características:

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- El guano de isla se presenta en forma de polvo de granulación uniforme.
- De color gris amarillento verdoso.
- Con olor fuerte a vapores amoniacales.
- Contiene una humedad de 16-18 %.

B. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

El guano de isla es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas rentables. Viene siendo utilizado en la producción orgánica de diferentes cultivos, con buenos resultados.

Contenido de nutrientes:

El guano de isla contiene:

- **Macronutrientes:** Nitrógeno, fósforo y potasio.
- **Elementos secundarios:** Calcio, magnesio y azufre.
- **Micronutrientes:** Hierro, zinc, cobre, manganeso, boro.

Cuadro 1.1: Contenido nutricional del guano de islas

MACROELEMENTOS			
Nitrógeno	N	10 - 14	%
Fósforo	P ₂ O ₅	10 -12	%
Potasio	K ₂ O	2 - 3	%
ELEMENTOS SECUNDARIOS			
Calcio	CaO	8	%
Magnesio	MgO	5	%
Azufre	S	16	%
MICROELEMENTOS			
Hierro	Fe	320	p.p.m.
Zinc	Zn	20	p.p.m.
Cobre	Cu	240	p.p.m.
Manganeso	Mn	200	p.p.m.
Boro	B	160	p.p.m.
TAMBIEN CONTIENE			
Flora Microbiana		Hongos y bacterias benéficas	

Mineralización:

La recolección del guano de isla se realiza cada 5-6 años en una misma isla o punta, durante ese periodo se va acumulando las deyecciones bajo condiciones climáticas de alta humedad relativa y temperaturas promedio de 16 °C en invierno y 25 °C en verano; estando presente diferentes microorganismos, entre estos hongos y bacterias benéficas que utilizan el guano de las islas como sustratos de alimentación, constituyéndose en millones de laboratorios biológicos que realizan una serie de reacciones bioquímicas de oxidación, transformando los productos complejos (orgánicos) en productos más simples (inorgánicos) que es la forma como las plantas toman los nutrientes.

Disponibilidad de nutrientes:

Formas de nitrógeno en el guano de Isla

Del nitrógeno total, en promedio el 35% se encuentra en forma disponible (33% en forma amoniacal -NH_4^+ y 2% en forma nítrica -NO_3^-); el 65% se encuentra en forma orgánica, por mineralizarse.

Formas de fósforo en el guano de isla

Del fósforo total, en promedio el 34% se encuentra en forma disponible (ácido fosfórico H_3PO_4) y el 66% se encuentra en forma orgánica.

El resto de los elementos nutritivos presentes en el guano de isla se van liberando en forma iónica conforme se realiza la mineralización de la materia orgánica (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , SO_4^- , Fe^{+++} , Zn^{++} , Cu^{++} , Mn , BO_3^-).

Potasio	K^+
Calcio	Ca^{++}
Magnesio	Mg^{++}
Azufre	SO_4^-
Hierro	Fe^{+++}
Zin	Zn^{++}
Cobre	Cu^{++}
Manganeso	Mn
Boro	BO_3^-

Al abonar con guano de isla, en promedio el 35% de nitrógeno, fósforo y demás nutrientes presentes en el guano, están disponibles para ser absorbidas por las raíces de las plantas en forma inmediata.

La forma orgánica continúa en el suelo, los cuales se van liberando en forma paulatina, aportando nutrientes gradualmente durante el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

C. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS:

El guano de isla es portador de una rica flora microbiana (hongos y bacterias) conformando millones de laboratorios biológicos que por acción de sus jugos gástricos y enzimas realizan la transformación de sustancias complejas a formas más simples.

El guano de isla aporta nutrientes y materia orgánica, los cuales son utilizados por las plantas y los microorganismos, el cual se suma a la existente en forma natural, mejorando su actividad microbiológica.

1.7.3 TIPOS DE GUANO DE ISLA EN EL MERCADO

Pro abonos (2007), señala que actualmente sólo se comercializa un solo tipo de guano que es el “virgen” o “bruto” que luego de ser sometido a un proceso artesanal de tamizado se le denomina guano de isla “Natural” con un contenido de 10 -14% (N), 10 – 12% (P_2O_5) y 2 – 3% (K_2O), elementos secundarios (hierro, zinc, cobre, magnesio, boro y molibdeno) y carga microbiana (bacterias nitrificantes y hongos).

Se presentan en sacos de polipropileno laminado de color crema, con bandas laterales color verde con la inscripción de guano de isla “Natural” en color negro, con la palabra “ARTESANAL” en letras de color rojo a manera de franja y peso de 50 kg.

De acuerdo a Villagarcía y Quevedo (1986), existen tres tipos de guano de islas:

a. Guano de islas Rico: tiene la composición media es lo siguiente:

- Nitrógeno: varía de 9 – 15 %. Existe bajo las tres formas posibles en proporciones variables: orgánica: 9 – 10 % (especialmente ácido úrico), amoniacal: 4 – 4.5 % (cloruro y bicarbonato de amonio) y nítrica.
- Ácido fosfórico: 8 % (del cual el 90 % es rápidamente asimilable) dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasa: 7 a 8 % K_2O (soluble en su totalidad).
- CaO : 7 a 8 %.
- MgO : 0.4 a 0.5 %
- Azufre: 1.5 a 1.6 %
- Humedad: 20 %
- Mayoría de oligoelementos
- pH: 6.2 a 7.0

b. Guano de islas Pobre: de formación antigua, llamado también fosfatados y de explotación limitada. Su contenido de elementos es el siguiente:

- Nitrógeno: 1 a 2 %
- Ácido fosfórico: 16 a 20 % de P_2O_5
- Potasa: 1 a 2 % de K_2O
- CaO : 16 a 19 %

- Existen dos clases de guano pobre: guano pobre tipo A (molido) y guano pobre tipo B (bruto).

c. Guano de islas balanceado: viene a ser el guano de islas pobre completado con Urea o Sulfato de Amonio, su contenido de elementos:

- Nitrógeno: 12 % de nitrógeno
- Ácido fosfórico: 9 a 10 % de P_2O_5
- Potasa: 2 % de K_2O

1.7.4. EMPLEO DEL GUANO DE ISLA COMO ABONO

El guano de isla para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta flora varía considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el guano secado al horno contiene pocos microorganismos, siendo el fresco rico en nitro bacterias.

Camasca (1994), señala que la utilización del guano de isla como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de 10 cm. por lo menos, a fin de evitar la pérdida de amoniacó bajo la forma de carbonato. A pesar de que la materia orgánica del guano se nitrifica rápidamente en los suelo, es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente con el guano, un tercio de nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio.

La asociación del guano de isla y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica. Igualmente el

guano de islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos compuestos, si son aplicados conjuntamente. El guano de isla puede ser aplicado antes o en mezcla con las clases de abono compuesto.

Tineo (1994), menciona que el guano de isla es un abono orgánico producido por las aves guaneras (guanay, piquero, alcatraz o pelicano) en algunas islas de la costa peruana. El guano de islas es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., los cuales experimentan un proceso de fermentación sumamente lento lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, así mismo es uno de los abonos naturales de buena calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes.

En la calidad de guano de islas incluyen los siguientes factores:

- Clase de ave: el guanay es la que da mayor porcentaje de nitrógeno a diferencia del piquero y del alcatraz.
- El tiempo que ha transcurrido desde el momento en que el ave ha defecado hasta que es recogido.
- El clima que predomina en la isla, cuanto más humedad esta es mas pobre.
- El sistema de explotación; así de acuerdo a la profundidad de donde se extrae, se ha observado que la parte superficial es más pobre debido a la acción de las lloviznas continuas que lavan y disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profundas.

1.8 PAPEL DE LOS MACRONUTRIENTES

1.8.1 NITRÓGENO

a) Funciones

Pro abonos (2007), menciona que este elemento proporciona prótidos de defensa a la planta contra plagas. Mejora la calidad de los frutos y almacena proteínas nutritivas que sirven para el consumo humano. La dosis adecuada de nitrógeno en la planta permite su crecimiento sano y producción abundante.

Donahue (1981), menciona que el nitrógeno es el constituyente primario de las proteínas de la planta, de la clorofila, los ácidos nucleicos y otras sustancias.

Tisdale y Nelson (1985), refiere que el nitrógeno es de gran importancia para el desarrollo de las plantas. Una adecuada aplicación de este elemento es asociado con vigoroso crecimiento vegetativo. El suministro de nitrógeno se relaciona con el uso de carbohidratos. Cuando las cantidades de nitrógeno no son suficientes los carbohidratos se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de esta. Sin embargo cuando están en cantidades adecuadas y en condiciones favorables se forman las proteínas a partir de los carbohidratos. Además menciona que cuando es utilizado con otros elementos y con un plan eficiente de cultivo eleva el rendimiento de la cosecha. Sin embargo en cantidades excesivas y bajo ciertas condiciones puede prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez.

b) Deficiencia de nitrógeno

García (1982), señala como signos de deficiencia de nitrógeno los siguientes:

- Floración exagerada, con flores incompletas, sin estambre
- Escaso desarrollo de la parte aérea
- Caída de flores y frutos

Valadez (1994), señala que la calidad y rendimiento de la lechuga son afectados por un inadecuado suministro de nitrógeno, debido a que se origina plantas pequeñas y amarillentas. En la variedad Capitata ocasiona el retraso de la formación de cabeza siendo más sueltas y livianas.

1.8.2 FÓSFORO

a) Funciones

Pro abonos (2007), señala que este elemento origina el desarrollo y vigor de la estructura de la planta. Favorece la fecundación, la formación y maduración de los frutos (precocidad).

Fassbender (1987), mencionan que las plantas pueden absorber los iones del ácido fosfórico que están en la solución suelo, por contacto directo de la fase sólida del suelo

Gros (1986), señala que el fósforo es un componente esencial de los vegetales cuya riqueza media en P_2O_5 es del orden de 0.5-1% de materia seca. Se encuentra en la planta en forma de ortofosfatos y en algunos casos como pirofosfatos.

Además hace referencia que el fósforo tiene interferencia en la fotosíntesis, en la división celular, en la formación y uso de los azúcares, grasas, proteínas, así como en el proceso de respiración.

Selke (1968), menciona que las formas del fósforo existente en la planta se pueden clasificar como compuestos de reserva y estructurales, así como compuestos del metabolismo intermedio. En el grupo de reserva está la fitina que se hidroliza enzimáticamente en la germinación, liberando el fosfato en forma inorgánica que es utilizado por la plántula para su desarrollo y crecimiento. Los fosfolípidos actúan como material de reserva en las semillas. Los ácidos nucleicos forman los genes de la planta.

Black (1975), señala que el transportador energético más importante es el adenosintrifosfato (ATP), en el que tres radicales se unen en forma lineal y eliminan una molécula de agua por cada grupo fosfato que se agrega a la parte orgánica de la molécula.

b) Deficiencia de fosforo

Tisdale y Nelson (1985), mencionan que su carencia es acompañada con un bajo crecimiento de la planta. A este elemento se le considera esencial en la formación de semillas y se concentra en grandes proporciones en semillas y frutos.

García (1982), señala que a la escasez de fósforo en el suelo se presentan los siguientes signos en las plantas:

- Deficiencia de raíces
- Falta de vigor vegetativo

- Coloración verde oscura en las hojas
- Prolongación del ciclo vegetativo
- Flores estériles
- Caída de flores y frutos con escaso desarrollo
- Frutos poco dulces
- Vuelco en los cereales
- Pobre en grasas, vitaminas y hormonas

La deficiencia del fósforo interfiere en la normal apertura de los estomas de ciertas plantas (Donahue, 1981).

1.8.3 POTASIO

a) Funciones

Pro abonos (2007), hace referencia que este elemento favorece a la formación de carbohidratos, sacarosa, almidón, proteínas y lípidos. Además contribuye a la mejor utilización de la reserva de agua y acelera el crecimiento de las raíces.

Davelouis (1975), señala las siguientes funciones del potasio en la planta:

- Catalizador de más de 60 enzimas.
- Interviene en el desarrollo del tejido meristemático.
- Interviene en la calidad de frutas y hortalizas.
- Regula la apertura de los estomas influenciando en las relaciones hídricas.

- Otorga resistencia a ciertas enfermedades ya que este elemento favorece a la presencia de células más grandes y una pared celular más gruesa.

Fassbender (1987), menciona que en función del material parental y de los procesos de meteorización, los valores de potasio en los suelos varían entre 0.04-3%. En suelos salinos excepcionalmente el potasio puede llegar al 8%.

b) Deficiencias de potasio

Tisdale y Nelson (1985), menciona que ha falta de potasio la fotosíntesis disminuye, mientras que la respiración puede aumentar al mismo tiempo. Esto reduce la formación de carbohidratos y como consecuencia el crecimiento de la planta disminuye.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DE LA UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

2.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se condujo en Centro Experimental de Canaán de la UNSCH, cuyas características geográficas son:

Longitud Oeste	: 74° 12´
Latitud Sur	: 13° 8
Región Natural	: Sierra
Zona de vida	: Montano bajo sub tropical
Altitud media	: 2 450 msnm

2.1.2. Ubicación Política

Se encuentra ubicado en:

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

2.1.3. Historia del terreno

En la campaña anterior (2012) se sembró cebolla utilizando nivel de fertilización bajo de NPK no determinado.

2.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos meteorológicos fueron registrados en el observatorio climatológico de Pampa del Arco, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ubicado a una altitud de 2760 msnm, situado entre las coordenadas de 74°13'06" longitud oeste y 13°08'00" latitud sur, datos que sirvieron para la elaboración de balance hídrico.

La temperatura máxima, media, mínima y la precipitación durante el periodo abril 2012 a marzo del 2013 se presentan en el cuadro 2.1 y se representan en la figura 2.1, durante este periodo la precipitación total, alcanzó los 587 mm. Las condiciones de temperatura máxima, media y mínima anual fueron de 24,81; 7,78 y 16,30 °C, respectivamente.

El balance hídrico correspondiente, presenta condiciones de déficit de humedad los meses de junio a diciembre 2012 y humedad en los meses de abril y mayo 2012 y enero, febrero y marzo del 2013.

El experimento se condujo en época seca proporcionándose humedad al campo de cultivo mediante la aplicación de riegos por gravedad.

Cuadro 2.1: Temperatura máxima, mínima, media, mm mínima y balance hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2013.
Estación Meteorológica Pampa del Arco- Ayacucho.

AÑO	2012-2013														
	MESES	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	21.40	24.60	24.20	24.00	24.00	25.00	25.20	24.00	26.50	25.50	26.10	26.00	25.20		24.81
T° Mínima (°C)	9.00	6.70	3.50	4.50	4.50	5.20	5.90	8.50	8.40	9.90	9.80	10.40	11.60		7.78
T° Media (°C)	15.20	15.65	13.85	14.25	14.25	15.10	15.55	16.25	17.45	17.70	17.95	18.20	18.40		16.30
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.80	4.96	4.96	4.65	4.96		
ETP(mm)	72.96	77.62	66.48	70.68	74.90	74.90	77.13	80.60	83.76	87.79	89.03	84.63	91.26	956.85	0.6135
Precipitación (mm)	141.80	91.00	21.00	15.10	6.40	0.00	6.40	1.00	13.60	37.70	74.00	104.70	80.70	587.00	
ETP Ajust. (mm)	44.76	47.62	40.78	43.36	45.95	45.95	47.32	49.45	51.38	53.86	54.62	51.92	55.99		
H del suelo (mm)	97.04	43.38	-19.78	-28.26	-40.92	-45.95	-40.92	-48.45	-37.78	-16.16	19.38	52.78	24.71		
Déficit (mm)			-19.78	-28.26	-40.92	-45.95	-40.92	-48.45	-37.78	-16.16					
Exceso (mm)	97.04	43.38								19.38	52.78	24.71			

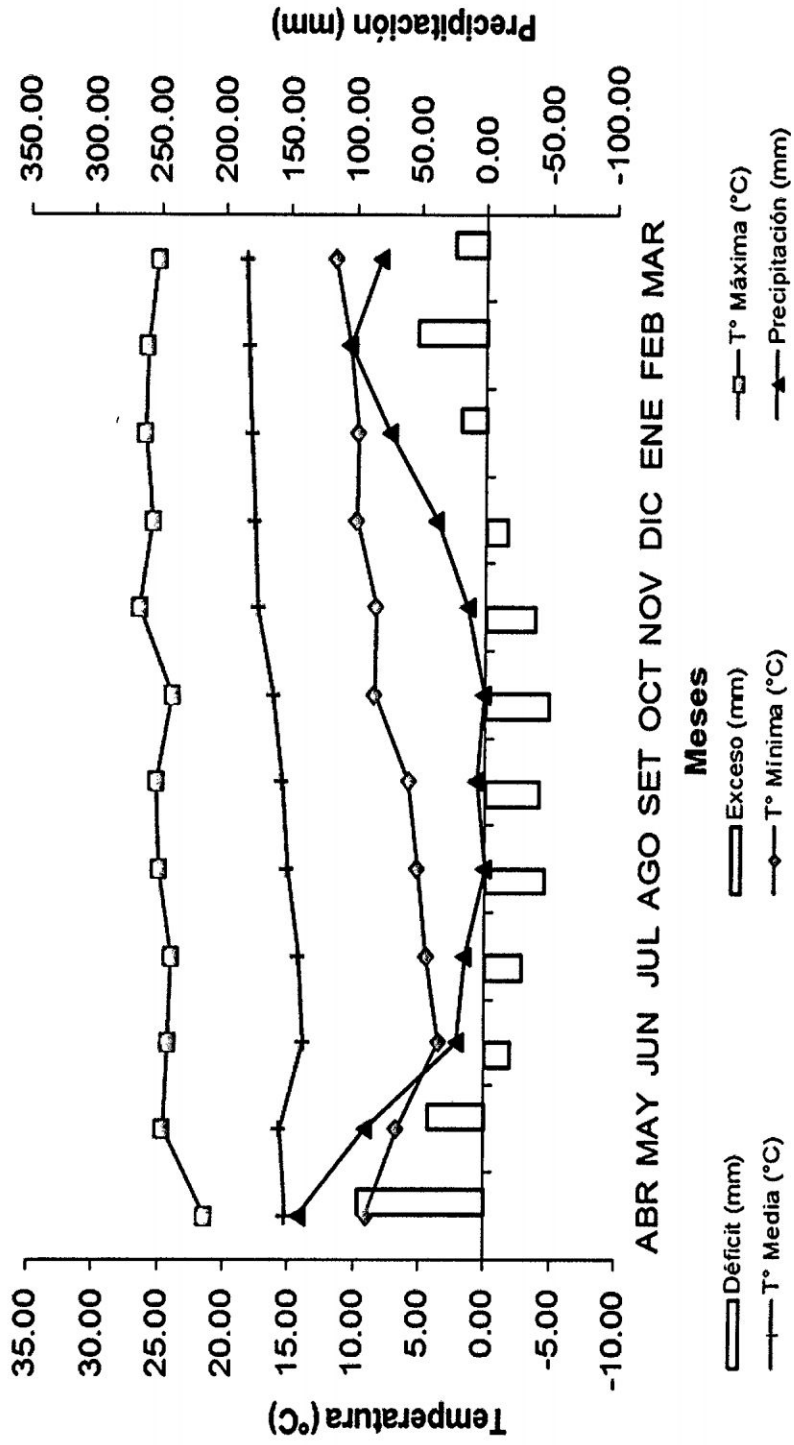


Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance Hídrico

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para conocer las características físicas y químicas del suelo, se efectuó el análisis físico-químico de una muestra representativa de suelo, de la capa superficial de 20 cm de profundidad. Para su respectivo análisis se llevó al Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestra en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2: Características físicas y químicas del suelo del campo experimental. Canaán 2750 msnm. Ayacucho, 2013.

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpretación
pH		6.7	Potenciometría	Lig. ácido
M.O	(%)	2.35	Walkley Black	Pobre
N-total	(%)	0.11	Micro Kjeldahl	Pobre
P disponible	(ppm)	23.1	Bray-Kurtz	Medio
K disponible	(ppm)	55.8	Turbidimetría	Medio
Arena	(%)	52.30	Hidrómetro de Bouyucus	
Limo	(%)	23.70		
Arcilla	(%)	24.0		
Clase textural			Triángulo textural	Franco Arcilloso

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

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 6.7, es ligeramente ácido, el mismo que no tiene restricción para el cultivo de lechuga.

De acuerdo a la clasificación de suelos posee un contenido pobre de materia orgánica y nitrógeno total. El contenido de fósforo y potasio disponible es medio. La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco Arcilloso (Ibáñez y Aguirre, 1983), que se encuentra dentro de las texturas recomendables para el cultivo de la lechuga.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL GUANO DE ISLA

El análisis químico del guano de isla se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad San Cristóbal de Huamanga. Para el análisis se tomó una muestra representativa de 1.0 kg. de guano de isla, el mismo que se realizó con la finalidad de determinar la cantidad de elementos N, P y K que contiene el guano de Isla, los que se encuentran dentro de los niveles que señalan las referencias oficiales para el cultivo de la lechuga (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3: Composición química del guano de Islas. Ayacucho, 2013.

%H	pH	% M.O	%N- total	%P ₂ O ₅	%K ₂ O	%CaO	%MgO	C.E. (dS.m ⁻¹)
8.6	7.90	16.8	11.3	12.4	2.9	11.9	1.8	0.492

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

2.5. MATERIAL EXPERIMENTAL

La variedad de lechuga empleada en el experimento es la Great Lakes, que corresponde a la variedad botánica Capitata, que forma una cabeza o repollo grande, compacto, crocante, tolerante al calor y de excelente calidad (Valencia, 1995).

2.6 FACTORES ESTUDIADOS

A. Niveles de guano de isla (G)

- g₀: 0 t.ha⁻¹ (Testigo)
- g₁: 1.0 tha⁻¹
- g₂: 2.0 t.ha⁻¹
- g₃: 3.0 t.ha⁻¹.

B. Densidad de plantas (D)

- d₁: 100 000 plantas.ha⁻¹ (0.5 m entre surcos y 0.20 m entre plantas)
- d₂: 66,667 plantas.ha⁻¹ (0.5 m entre surcos y 0.30 m entre plantas)
- d₃: 50,000 plantas.ha⁻¹ (0.5 m entre surcos y 0.40 m entre plantas)

2.7 TRATAMIENTOS

Tr.	Código	Descripción
T ₁	d ₁ x g ₀	100 000 plantas.ha ⁻¹ con 00 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₂	d ₁ x g ₁	100 000 plantas.ha ⁻¹ con 1.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₃	d ₁ x g ₂	100 000 plantas.ha ⁻¹ con 2.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₄	d ₁ x g ₃	100 000 plantas.ha ⁻¹ con 3.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₅	d ₂ x g ₀	66 667 plantas.ha ⁻¹ con 00 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₆	d ₂ x g ₁	66 667 plantas.ha ⁻¹ con 1.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₇	d ₂ x g ₂	66 667 plantas.ha ⁻¹ con 2.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₈	d ₂ x g ₃	66 667 plantas.ha ⁻¹ con 3.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₉	d ₃ x g ₀	50 000 plantas.ha ⁻¹ con 00 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₁₀	d ₃ x g ₁	50 000 plantas.ha ⁻¹ con 1.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₁₁	d ₃ x g ₂	50 000 plantas.ha ⁻¹ con 2.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas
T ₁₂	d ₃ x g ₃	50 000 plantas.ha ⁻¹ con 3.0 t.ha ⁻¹ de guano de islas

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo en el Diseño de Bloque Completo al azar (DBCA), con arreglo factorial de 4 G x 3 D, 12 tratamientos y 3 repeticiones. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \lambda_k + \alpha\lambda_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta del i-ésima repetición, j-ésimo nivel de guano de isla y k-ésima densidad de plantas

μ	=	Media general del experimento
β_i	=	Efecto o respuesta de la repetición
α_j	=	Efecto del j ésimo nivel de guano de isla
λ_k	=	Efecto del k ésima densidad de plantas
$\alpha\lambda_{jk}$	=	Efecto de la interacción
ϵ_{ijk}	=	Error experimental

2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los datos de campo de las variables definidas, se efectuó el Análisis de Variancia, y según resultaron significativos se realizó la Prueba de Duncan (0.05). A continuación se efectuó el estudio de las regresiones del rendimiento.

2.10. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

PARCELAS

- Número de parcelas por bloque : 12
- Largo de las parcelas : 4.0 m
- Ancho de las parcelas : 1.50 m
- Área total de parcela : 6.0 m²
- Distancia entre surcos : 0.5 m
- Números de surcos por parcela : 3
- Distancia entre surcos : 0.5 m
- Distancia entre plantas : 20,30 y 40 cm

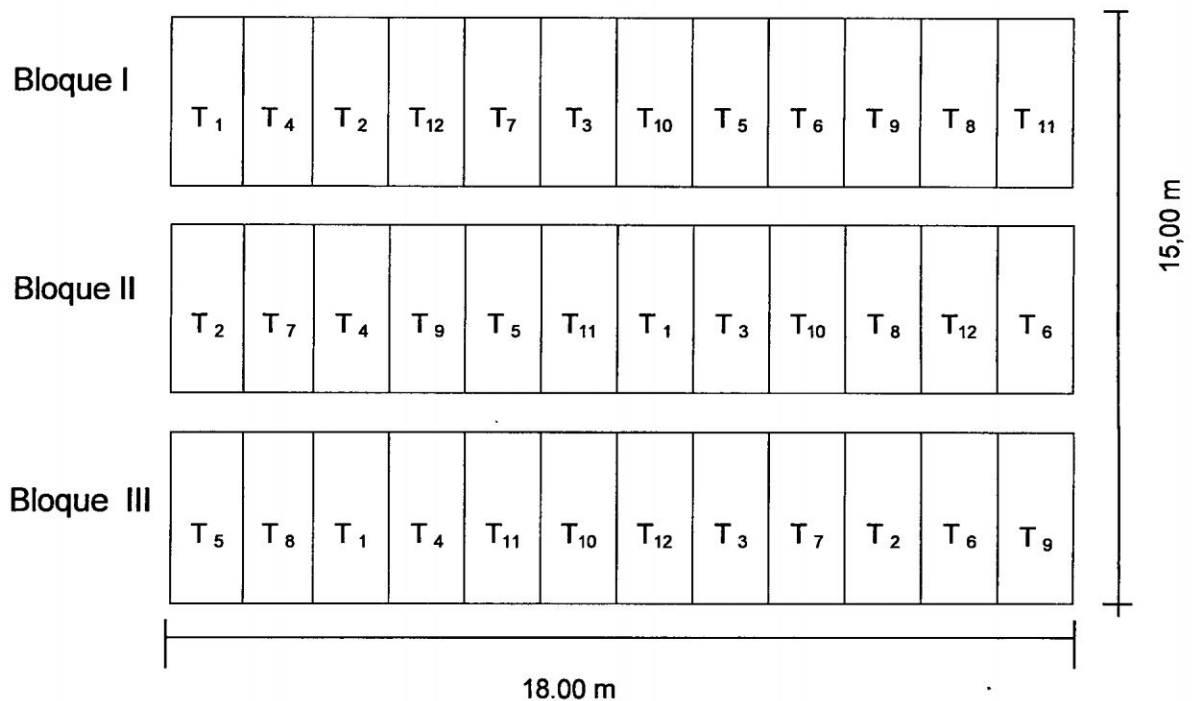
BLOQUES

- Número de bloques : 03
- Ancho de los bloques : 4.0 m
- Largo de los bloques : 18.0 m
- Área total del bloque : 72.0 m²
- Ancho de las calles : 1.5 m

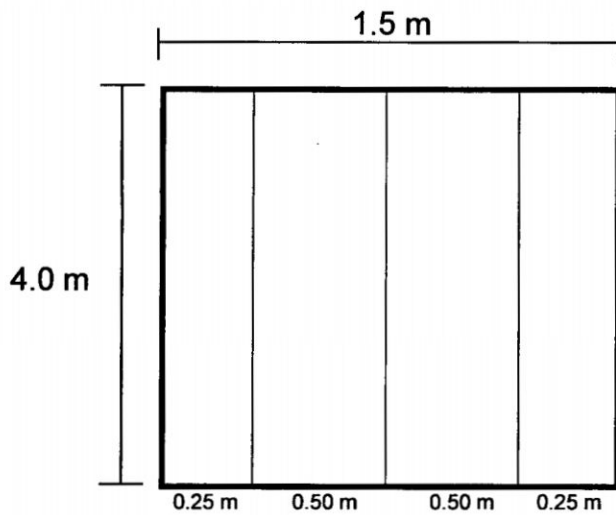
EXPERIMENTO

- Ancho : 15.0 m
- Largo : 18.0 m
- Área total : 270.0 m²
- Área efectiva : 216.0 m²

Figura. 2.2. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos en las unidades experimentales



CROQUIS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL



2.11 VARIABLES EVALUADAS

2.11.1 PRECOCIDAD

a. Días a inicio de cosecha de cabezas de lechuga

Se consideró desde el momento del trasplante a terreno definitivo, hasta que las plantas presenten un repollo bien conformado.

2.11.2 PRODUCTIVIDAD:

a. Diámetro de cabeza (cm)

Luego de la cosecha con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir el diámetro de cada uno de los repollos del surco central por tratamiento.

b. Peso de cabeza (kg)

El peso de cada uno de los repollos cosechados provenientes del surco central de cada tratamiento, se obtuvo empleando una balanza de precisión.

c. Rendimiento de cabezas de lechuga (kg/hectárea)

El rendimiento total de cabezas de lechuga por hectárea se obtuvo luego de cosechar cada uno de los tratamientos, se procede hacer las conversiones respectivas por hectárea.

d. Cantidad total de cabezas comerciales por hectárea.

Se contabilizaron todas las cabezas comerciales de lechuga en los surcos de la unidad experimental aptas para el mercado, en los diferentes momentos de cosecha.

e. Contenido de materia seca (%)

Se pesó una muestra de 100 g de un repollo recién cosechado, de cada una de las parcelas, que fue picado y expuesto al sol para su deshidratación, luego fue llevado a la estufa a 50 °C por 8 horas hasta alcanzar peso constante, luego en una balanza de precisión se realizó el pesado de las muestras y por relación se obtuvo el contenido de materia seca en porcentaje del peso fresco.

2.12. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

a. Preparación del terreno

Con el tractor agrícola se realizó la aradura y luego el gradeo con rastra de discos para romper los terrones que se levantaron en el terreno, posteriormente con el suelo mullido se realizó el surcado a una distancia de 0.50 m. Esta labor se realizó con anticipación de 10 días antes del trasplante, el 24 de mayo del 2013.

b. Estacado

Se realizó luego de realizar las medidas y delimitación del campo en bloques, parcelas y calles, utilizando estacas de madera. Para delimitar los bloques se utilizó cal y cordel.

c. Siembra del almácigo

Se realizó a 19 de febrero del 2013, en una cama de almácigo previamente acondicionada, de 1.0 m de ancho por 4.0 m de largo. Las semillas se depositaron en surquitos distanciados a 10 cm y a chorro continuo. Las atenciones que se le prestaron al almácigo son las que se efectúan normalmente. Las plantas estuvieron listas para el trasplante aproximadamente a los 45 días de la siembra.

d. Trasplante

Esta labor se realizó el 04 de junio del 2013 y se efectuó manualmente, colocando las plantitas en ambos costillares del surco a los distanciamientos planteados en el estudio, sobre terreno húmedo, luego del trasplante se efectuó un riego ligero por surcos.

e. Control de malezas

Se realizaron dos deshierbos manuales utilizando el azadón, el 04 y 24 de julio del 2013 a los 30 y 50 días después del trasplante (ddt).

f. Riegos

Se aplicaron riegos de acuerdo a la necesidad del cultivo hasta la finalización de la cosecha. El primer riego se realizó el 04 de junio (día de trasplante), el segundo riego el 07 de junio a los 03 días después de trasplante, luego cada 7 a 10 días de acuerdo al requerimiento del cultivo.

g. Abonamiento

El guano de Islas se aplicó de acuerdo a los tratamientos a chorro continuo en el fondo del surco en el momento del surcado, luego se cubrió con una capa de suelo y a continuación se aplicó un riego ligero.

h. Plagas y enfermedades

No se presentó plagas y enfermedades de importancia en el cultivo, motivo por lo cual no se aplicó ningún pesticida.

i. Cosecha

Se realizó previa observación del llenado de las cabezas de lechuga, para lo cual se utilizó un cuchillo con el que se efectuó un corte en la base de la planta. Posteriormente se efectuó la selección, conteo de cabezas comerciales y no comerciales y finalmente, el pesado del rendimiento. La cosecha se inició el 10 de agosto del 2013, a los 2.0 – 2.5 meses después del trasplante.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PRECOCIDAD

3.1.1. Días a la cosecha

El cuadro 3.1, muestra el ANVA de días a cosecha de cabezas de lechuga, donde se observa que existe alta significación estadística en los efectos principales de los factores estudiados, es decir, en niveles de guano de islas y densidades de plantas, mientras que a nivel de bloques y en la interacción de niveles de guano de islas y densidad de plantas no hubo significación, lo que indica que no existió influencia de los niveles de guano de islas en las densidades de plantas y viceversa. El coeficiente de variabilidad es 6.73%, encontrándose dentro del margen permisible.

La significación encontrada en los efectos principales sugiere realizar la prueba de contraste de Duncan.

184986

Cuadro 3.1: Análisis de Variancia de días a la cosecha de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	126	63	1.88
GI	3	792	264	7.87**
DENS	2	774	387	11.54**
GI*DENS	6	450	75	2.24
ERROR	22	738	33.55	
TOTAL	35	2880		

C.V. 6.73 %

El gráfico 3.1, muestra la prueba de Duncan de niveles de guano de isla para días a la cosecha de lechuga, donde se observa que con 0.0 t.ha⁻¹ de guano de islas se reporta menor días de cosecha con 78 días, diferenciándose estadísticamente del resto de los niveles de guano de islas que reportaron valores de 90, 88 y 88 días con 2.0, 3.0 y 1.0 t.ha⁻¹ de guano de islas, respectivamente. Los resultados nos indican que al no incorporar el guano de islas al suelo las plantas de lechuga tratan de cumplir con su periodo vegetativo lo más antes posible, al no existir nutrientes en suficiente cantidad y no contar con las condiciones físicas y biológicas adecuadas del suelo, ello podría atribuirse a que el contenido de nitrógeno y otros nutrientes contenidos en el guano de islas alargan la madurez de cosecha, por lo que se debe tomar en cuenta que la lechuga es una hortaliza de hojas, tiene mayores exigencias especialmente de nitrógeno, que influye en el crecimiento y periodo vegetativo.

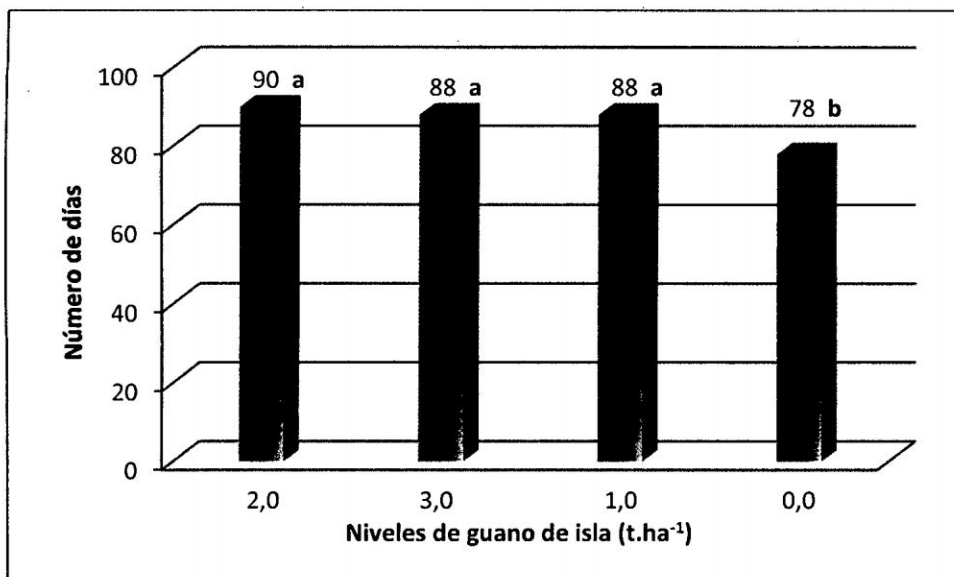


Gráfico 3.1: Prueba de Duncan (0.05) de días a la cosecha de lechuga en niveles de guano de isla. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

El gráfico 3.2 muestra la prueba de Duncan de densidades de plantas para los días de cosecha de lechuga, donde con la densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ reporta 79.50 días a la cosecha, alcanzando en menor tiempo ese estado fenológico, diferenciándose estadísticamente de las densidades de plantas de 66 667 y 50 000 plantas.ha⁻¹ que reportaron 88.50 y 90 días a la cosecha, respectivamente. Estos resultados se deben a la competencia intraespecífica que existe entre plantas de lechuga por nutrientes, agua, luz y espacio.

Por otro lado la densidad de plantas que regula la competencia por nutrientes y otros factores del crecimiento también influye en los días a la cosecha. En este caso, las plantas con mayor espacio o menores densidades de plantas (densidades de 50 000 y 66 667 plantas.ha⁻¹), tienen mayor disponibilidad de espacio, nutrientes, humedad, etc., lo que influye en el desarrollo y productividad de las lechugas y por lo tanto

maduran más tardíamente que los tratamientos con altas densidades de plantas.

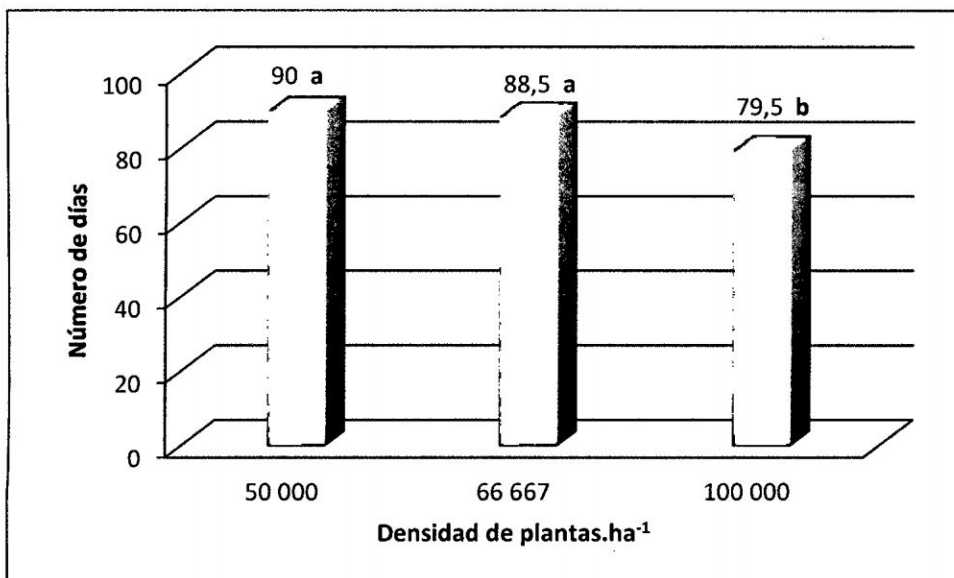


Gráfico 3.2: Prueba de Duncan (0.05) de días de cosecha de lechuga en densidades de plantas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

Huamantínco (2006) en Canaán probando 0.7, 1.4 y 2.1 t.ha⁻¹ de guano de islas encontró que el periodo de cosecha de repollos de lechuga fluctúa entre 130 a 133 días, no existiendo diferencias entre tratamientos. Los resultados encontrados por Huamantínco (2006) han alcanzado en mucho mayor tiempo la cosecha, considerándose más tardío que los encontrados en el presente experimento.

3.2. PRODUCTIVIDAD

3.2.1 Diámetro de cabeza de lechuga

El cuadro 3.2, muestra el ANVA del diámetro de cabezas de lechuga, donde se encontró alta significación estadística en los factores principales

de niveles de guano de islas y densidad de plantas. No se encontró significación en la interacción guano de islas y densidad de plantas. El coeficiente de variabilidad es de 4.37% que indica que el experimento se encuentra dentro del margen de error permisibles para experimentos en campo. La significación en los efectos principales nos sugiere realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 3.2: Análisis de Variancia del diámetro de cabezas de lechuga con diferentes niveles de guano de isla y densidades de plantas. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	0.39	0.19	1.20
GI	3	2.44	0.81	5.05 **
DENS	2	1.07	0.98	6.11 **
GI*DENS	6	0.28	0.05	0.29
ERROR	22	3.54	0.16	
TOTAL	35	8.62		

C.V. = 4.37%

El gráfico 3.3, presenta la prueba de Duncan de niveles de guano de islas para el diámetro de cabezas de lechuga, donde con niveles de 3.0 y 1.0 t.ha⁻¹ de guano de islas se reportó los mayores diámetros de cabeza de lechuga con 9.60 y 9.21 cm, respectivamente. Con niveles de 2.0 y 0 t.ha⁻¹ de guano de islas reportan valores de 9.02 y 8.92 cm, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa.

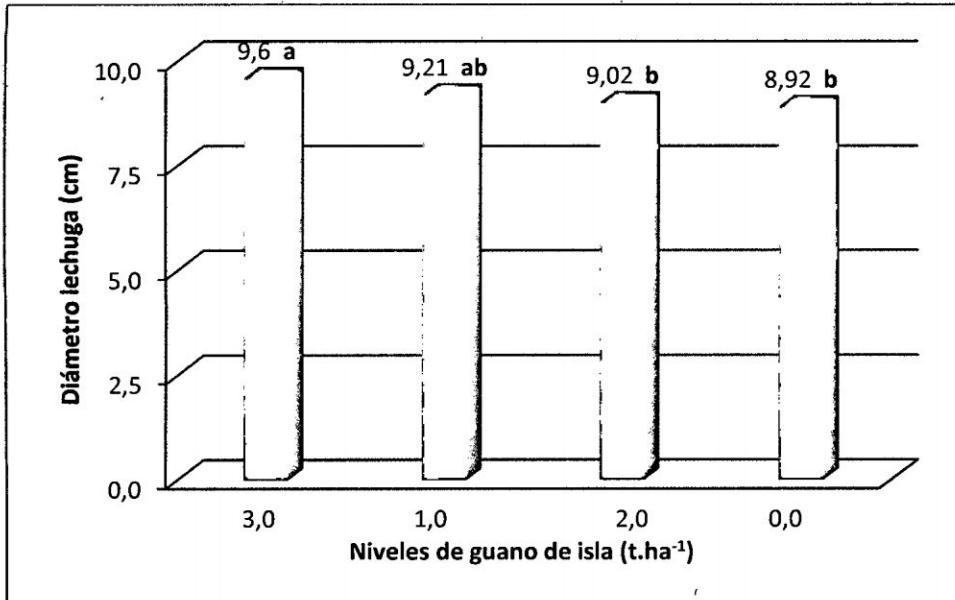


Gráfico 3.3: Prueba de Duncan (0.05) del diámetro de cabezas de lechuga en niveles de guano de islas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

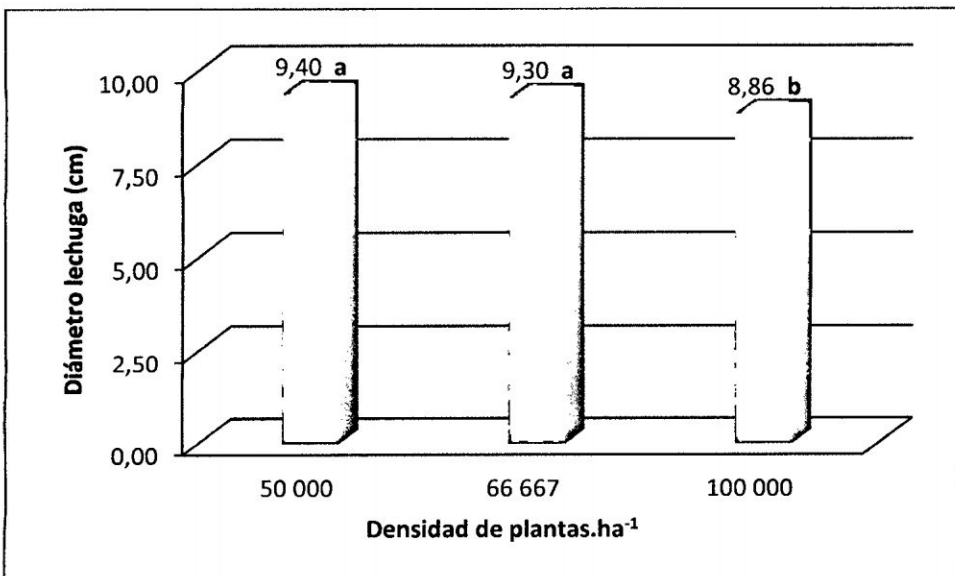


Gráfico 3.4: Prueba de Duncan (0.05) del diámetro de cabezas de lechuga en las densidades de plantas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

En el gráfico 3.4, se muestra la prueba de Duncan de las densidades de plantas para el diámetro de cabezas de lechuga, donde con las

densidades de 50 000 y 66 667 plantas.ha⁻¹, se alcanzaron los mayores valores con 9.40 y 9.30 cm, superando estadísticamente a la densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹, que reportó 8.86 cm.

Los resultados obtenidos en el diámetro de cabezas de lechuga muestra que la aplicación de niveles altos de guano de islas en el cultivo de lechuga influye en su diámetro, frente a la no aplicación, esta respuesta podría atribuirse a que la planta de lechuga al asimilar el nitrógeno y otros nutrientes contenidos en el guano de islas forma mayor biomasa frente al testigo. Se debe tomar en cuenta que la lechuga que es una hortaliza de hojas, tiene mayores exigencias especialmente de nitrógeno, que influye en el crecimiento y desarrollo de la cabeza o repollo.

Por otro lado la densidad de plantas regula la competencia por nutrientes y otros factores del crecimiento y como consecuencia también influye en el diámetro de lechugas o biomasa. En este caso, las plantas con mayor espacio o menores densidades de plantas (50 000 y 66 667 plantas.ha⁻¹), tienen a disponibilidad de espacio y consecuentemente mayor cantidad de nutrientes, agua, luz, etc., lo que influye en la productividad de las lechugas y por lo tanto las plantas de lechuga con menor competencia por dichos factores, alcanzan mayor diámetro de lechugas que el tratamiento con altas densidades (100 000 plantas.ha⁻¹) donde la competencia es mayor por nutrientes, agua, luz y otros factores.

Morales (2001), en un experimento con niveles de N (0 – 180) en condiciones de macetas, encontró una relación funcional del tipo lineal para el diámetro de repollo de lechuga con el incremento de nitrógeno,

alcanzando un mayor valor de 14.48 cm, con el aporte de 120 kg.ha⁻¹ de nitrógeno. Estos resultados son superiores a lo hallado en el presente experimento; sin embargo se trata en principio del aporte de una fuente de nutrientes cuya fracción de nitrógeno es orgánica, es decir, dependiente de la mineralización y de otro lado las condiciones en las cuales se realiza el experimento son de campo, donde existe fuerte interacción con el ambiente; lo cual pudo influir en nuestros resultados.

Huamantínco (2006), por su parte encontró que a 50 000 plantas.ha⁻¹ y niveles crecientes de guano de islas existe una tendencia lineal positiva en el diámetro de repollo de lechuga, alcanzando su mayor valor promedio de 11.406 cm, siendo ligeramente superior a lo hallado en el presente experimento, sin embargo las tendencias son similares.

3.2.2. Peso de cabeza de lechuga

El cuadro 3,3, presenta el ANVA del peso de cabezas de lechuga, donde se encontró significación estadística en la fuente de variación de bloques y una alta significación estadística en los factores principales de niveles de guano de islas y densidad de plantas. El coeficiente de variabilidad de 5.83% indica que el experimento se encuentra dentro de los niveles permisibles para experimentos en campo. La significación en los efectos principales sugiere realizar la prueba de contraste Duncan.

Cuadro 3.3: Análisis de Variancia de peso de cabezas de lechuga con diferentes niveles de guano de isla y densidad de plantas. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	0.000066	0.000033	0.02 *
GI	3	0.06	0.02	12.16 **
DENS	2	0.06	0.03	19.79 **
GI*DENS	6	0.02	0.0028	1.74
ERROR	22	0.04	0.0016	
TOTAL	35	0.17		

C.V. = 5.83 %

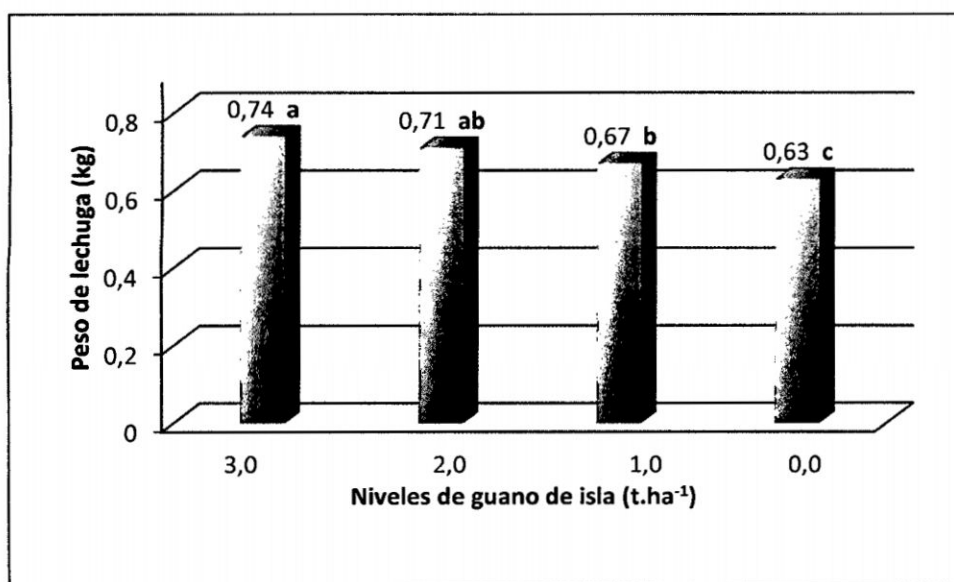


Gráfico 3.5: Prueba de Duncan (0.05) del peso de cabeza de lechuga en niveles de guano de islas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

En el gráfico 3.5, se presenta la prueba de Duncan de niveles de guano de islas para el peso de cabezas de lechuga, donde con el nivel de 3.0 t.ha⁻¹ de guano de islas se alcanza el mayor peso de cabezas de lechuga con 0.74 kg, seguido por el nivel de 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla con 0.71 kg,

no existiendo significación estadística entre ellos. Con la aplicación de 1.0 t.ha⁻¹ se encontró 0.67 kg y sin aplicación de guano de isla 0.63 kg.

El gráfico 3.6, muestra la prueba de Duncan de densidades de plantas para el peso de cabezas de lechuga, donde con la densidad de 50 000 plantas.ha⁻¹ se encontró 0.73 kg, seguido por la densidad de 66 667 plantas.ha⁻¹ con 0.70 kg, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa, mientras con la mayor densidad de plantas (100 000 plantas.ha⁻¹) se reportó un menor valor en el peso promedio de lechugas con 0.63 kg.

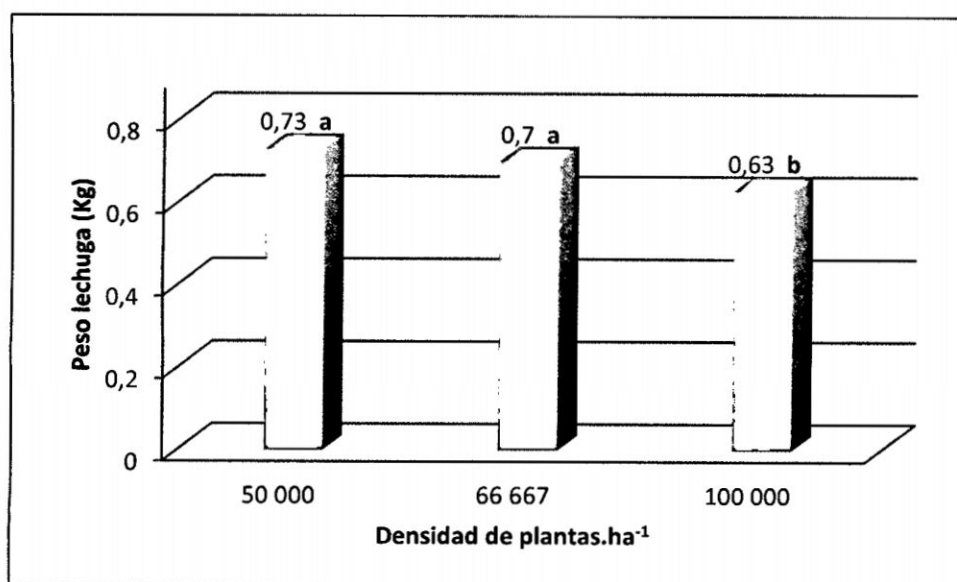


Gráfico 3.6: Prueba de Duncan (0.05) del peso de cabezas de lechuga en densidades de plantas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

Los resultados obtenidos del peso de lechugas muestra que la aplicación de guano de islas al cultivo de lechuga influye en el peso de cabezas de lechuga en contraste a la no aplicación de guano de islas, esta respuesta podría atribuirse a que la planta de lechuga al asimilar el nitrógeno y otros

nutrientes contenidos en el guano de islas forma mayor biomasa frente al testigo. Se debe tomar en cuenta que la lechuga que es una hortaliza de hojas, tiene mayores exigencias especialmente de nitrógeno, que influye en el crecimiento y desarrollo de las cabezas de lechuga.

Por otro lado la densidad de plantas regula la competencia por nutrientes y otros factores del crecimiento y como consecuencia también influye en el peso de cabezas de lechuga o biomasa. En este caso, las plantas con mayor espacio o menores densidades de plantas (50 000 y 66 667 plantas.ha⁻¹), tienen mayor disponibilidad de nutrientes, espacio, agua, etc., lo que influye en la productividad de las lechugas y por lo tanto las lechugas con menor competencia por dichos factores, alcanzan mayor peso o biomasa que las plantas que se siembran a mayores densidades, donde la competencia es mayor por nutrientes y otros factores. Se observa en ambos casos, que a 3.0 t.ha⁻¹ así como a 50 000 plantas.ha⁻¹, la demanda de la planta de lechuga se cubre por lo que el incremento de ambos factores justifica el aumento de peso de las lechugas.

Huamantínco (2006), en su trabajo con niveles de guano de islas y con los mismos distanciamientos entre plantas encontró que a 0.20 m de distancia entre plantas, el incremento de guano de isla tiene poco efecto en el peso promedio del repollo de lechuga. Las distancias de siembra de 0.30 y 0.40 m entre plantas y dosis crecientes de guano de isla provocan mayores incrementos en el peso del repollo de lechuga. Dichos resultados concuerdan con los encontrados en el presente experimento.

3.2.3. Rendimiento de cabezas de lechuga

El cuadro 3.4, presenta el ANVA del rendimiento de cabezas de lechuga por hectarea, donde se encontró alta significación en los factores principales de niveles de guano de islas y densidad de plantas. El coeficiente de variabilidad es de 9.35% indica que el experimento se encuentra dentro de los niveles permisibles para experimentos en campo. La significación en los efectos principales nos sugiere realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 3.4: Análisis de Variancia del rendimiento de cabezas de lechuga con diferentes niveles de guano de isla y densidad de plantas. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	76.78	38.39	2.51
GI	3	621.01	207.000	13.54 **
DENS	2	298.21	141.11	9.75 **
GI*DENS	6	28.67	4.78	0.31
ERROR	22	336.32	15.29	
TOTAL	35	1360.99		

C.V. = 9.35%

El gráfico 3.7, muestra la prueba de Duncan de niveles de guano de islas para el rendimiento de lechuga por hectárea, donde con el nivel de 3.0 t.ha⁻¹ de guano de islas se encontró el mayor rendimiento de lechuga con 79366.7 kg, seguido por el nivel de 2.0 t.ha⁻¹ que presenta 73183.3 kg, entre los cuales no existe diferencia significativa. Con la aplicación de 1.0

t.ha⁻¹ de guano de islas se reportó 63650.0 kg, mientras sin la aplicación de guano de islas se obtuvo 62666.7 kg.

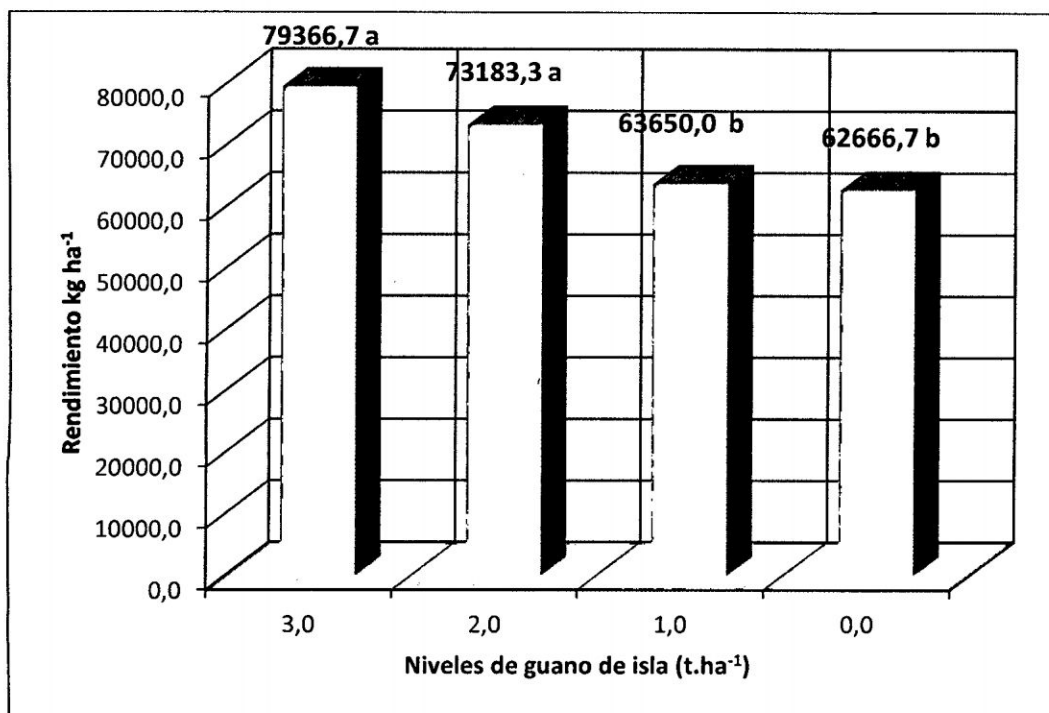


Gráfico 3.7: Prueba de Duncan (0.05) del rendimiento de lechuga en los niveles de guano de islas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

El gráfico 3.8, presenta la prueba de Duncan de densidades de plantas para el rendimiento de cabezas de lechuga, donde se observa que la densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ se obtuvo 75783.3 kg superando estadísticamente a las densidades de 66 667 y 50 000 plantas.ha⁻¹ con 69300.0 y 64066.7 kg, respectivamente, entre los cuales no existe diferencia estadística significativa.

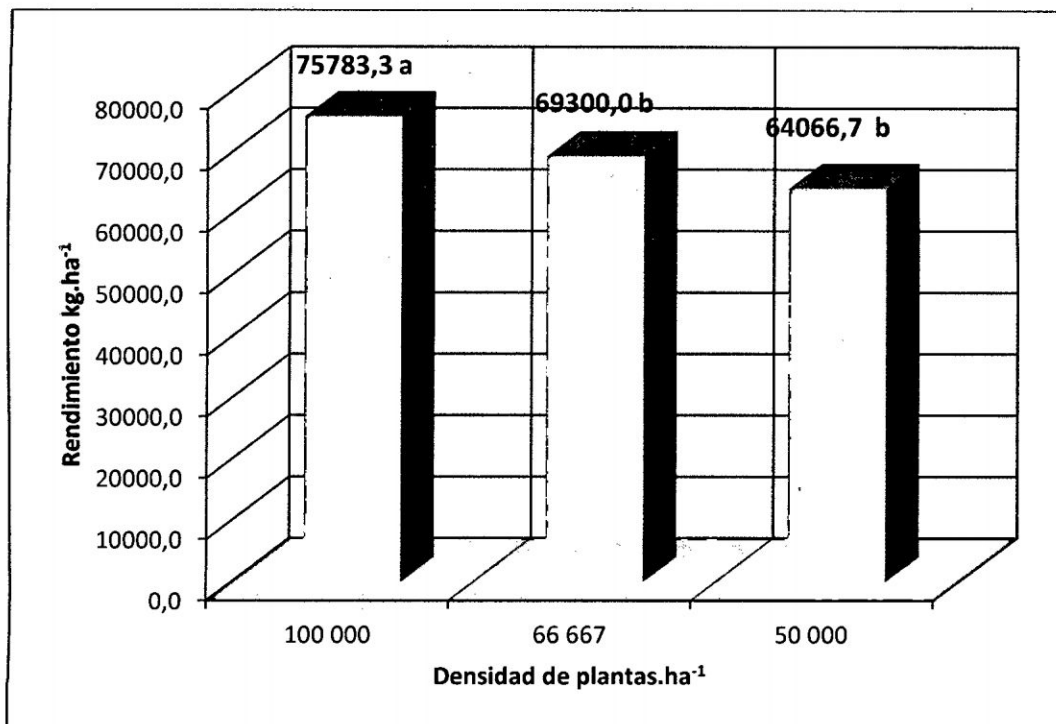


Gráfico 3.8: Prueba de Duncan (0.05) del rendimiento de cabezas de lechuga en las densidades de plantas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de 3.0 y 2.0 t.ha⁻¹ de guano de islas al cultivo de lechuga influye en el rendimiento de lechugas frente a la aplicación de 1.0 t.ha⁻¹ y la no aplicación de guano de islas, ésta respuesta podría atribuirse a que la planta de lechuga al asimilar el nitrógeno y otros nutrientes contenidos en el guano de islas, así como tener mejores condiciones físicas químicas y biológicas en el suelo logra mayor rendimiento con la aplicación de los niveles mayores de guano de islas frente al nivel 1.0 t.ha⁻¹ y sin aplicación de guano de islas. Sin embargo esta respuesta no es directamente proporcional al incremento del guano de isla sino que se satura al nivel de 2.0 t.ha⁻¹.

Por otro lado, cuando se trata del rendimiento con densidad de plantas, el tratamiento con mayor número de plantas alcanza mayor rendimiento de lechugas, producto del número de plantas cosechadas, frente a las menores densidades donde el número de plantas es menor. Esto puede explicarse porque un mayor número de plantas con menor peso promedio al final resulta teniendo mayor rendimiento que el tratamiento con menor número de plantas pero de mayor peso. En el experimento la densidad con 100 000 plantas.ha⁻¹ tiene mayor rendimiento que 66 667 y 50 000 plantas.ha⁻¹.

Al respecto Domínguez (1983), señala que la interacción del nitrógeno con otros elementos nutritivos es importante, en particular con el fósforo y el potasio; la aplicación conjunta de estos tres elementos produce aumentos muy superiores a los producidos por cada uno de los elementos aplicados por separado. Por su parte también Van Haeff (1986), hace mención a 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, dado que llega un momento en que una dosis suplementaria de abono no proporciona ningún tipo de aumento en los rendimientos (Ley de los incrementos decrecientes del abonamiento).

Al respecto Valencia (1995), hace referencia que se pueden obtener rendimientos de 3 500 a 4 500 docenas/ha, y dependiendo del distanciamiento se pueden obtener de 60 a 80 000 plantas.ha⁻¹. Por su

parte Maroto (1986), señala que el rendimiento obtenido con lechugas arrepolladas puede ser de 20 000 a 30 000 Kg.ha⁻¹.

Huamantínco (2006), encontró que los mayores rendimientos totales de lechuga se obtienen con los máximos niveles de guano de isla y 0.20 m de distancia entre plantas; a distancias mayores 0.30 y 0.40 m, el rendimiento disminuye. Estas tendencias coinciden con nuestro experimento, sin embargo los rendimientos son menores a los obtenidos en el presente experimento.

Con respecto a esta variable (rendimiento), se puede realizar su interpretación utilizando como herramienta la metodología del Análisis Funcional de la Varianza o ANAFUNVA (cuadro a.2 del anexo), que indica respuesta lineal al abonamiento con guano de islas en las tres densidades de plantas (d_1 : 100 000 plantas.ha⁻¹, d_2 : 66 667 plantas.ha⁻¹ y d_3 : 50 000 plantas.ha⁻¹). A partir de este resultado se elaboraron los gráficos 3.9, 3.10 y 3.11.

En el gráfico 3.9 se observa la influencia de los niveles de guano de isla en el rendimiento de lechuga para cada densidad de planta.

Para la densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ (0.20 m entre plantas) la respuesta del abonamiento con guano de islas obedece al modelo $Y = 5292.2 X + 67848$, lo que indica que por cada tonelada de guano de isla aplicado al rendimiento de lechuga se incrementa en 5292.2 kilos por hectárea. Para 0.30 m entre plantas la respuesta del abonamiento con guano de islas obedece al modelo $Y = 6165.6 X + 60054$, lo que indica que por cada tonelada de guano de isla aplicado al rendimiento de

lechuga se incrementa en 6165.6 kilos por hectárea y para 0.40 m entre plantas la respuesta del abonamiento con guano de isla obedece al modelo $Y = 6431.7 X + 54415$, lo que indica que por cada tonelada de guano de isla aplicado al rendimiento de lechuga se incrementa en 6431.7 kilos por hectárea.

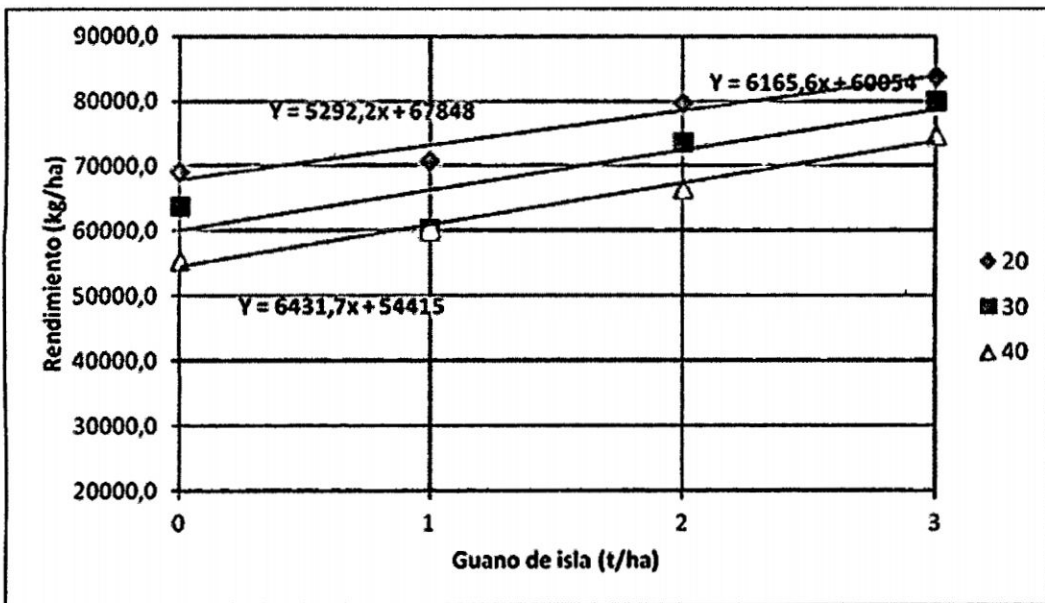


Gráfico 3.9: Respuesta lineal del rendimiento de cabezas de lechuga en los niveles de guano de isla. Canaán 2750 msnm- Ayacucho.

En el gráfico 3.10 se observa la influencia de las densidades de plantas por cada nivel de guano de isla. Para la aplicación de 3 t.ha⁻¹, la respuesta a la densidad de plantas obedece al modelo $Y = -459.72 X + 93160$, lo que indica que por cada cm de ampliación en el distanciamiento entre plantas a partir de los 0.20 m, el rendimiento disminuye en 459.72 kilos por hectárea. Para 2 t.ha⁻¹, la respuesta a la densidad de plantas obedece al modelo $Y = -656.67 X + 92881$, lo que indica que por cada cm de

ampliación en el distanciamiento entre plantas a partir de los 0.20 m, el rendimiento disminuye en 656.67 kilos por hectárea y para 1 t.ha⁻¹, la respuesta a la densidad de plantas obedece al modelo $Y = -539.72 X + 79842$, lo que indica que por cada cm de ampliación en el distanciamiento entre plantas a partir de los 0.20 m, el rendimiento disminuye en 539.72 kilos por hectárea.

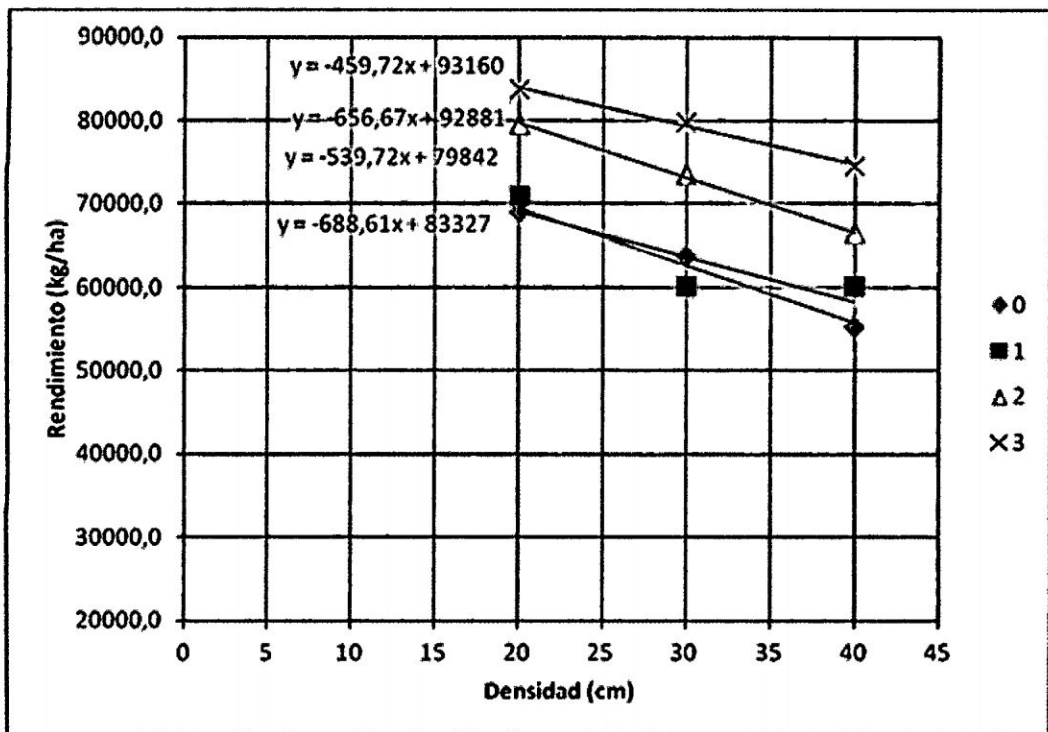


Gráfico 3.10: Respuesta lineal de densidades del rendimiento de cabezas de lechuga en las densidades de plantas Canaán 2750 msnm-Ayacucho.

En el gráfico 3.11 se observa que cuando se incrementa el nivel de guano de islas existe un aumento del rendimiento de cabezas de lechuga, pero este incremento es más significativo cuando la densidad de plantas de lechuga es mayor.

En esta variable una mejor respuesta del rendimiento de cabezas de lechuga se obtiene con una densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ de cabezas de lechuga, cuando se aplica el nivel máximo de guano de islas (3.0 t.ha⁻¹). La tendencia polinomial de los diferentes niveles de guano de islas en 100 000 plantas.ha⁻¹ de lechuga se observa con mayor detalle en el gráfico 3.11.

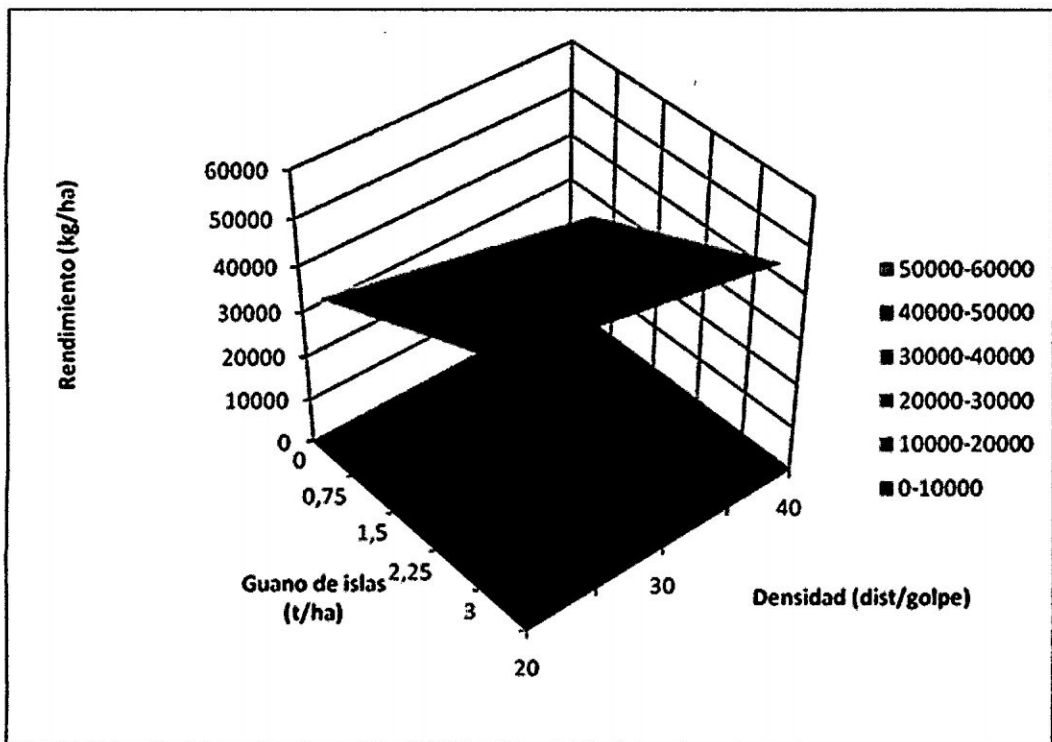


Gráfico 3.11: Superficie de respuesta para el rendimiento de cabezas de lechuga. Con diferentes niveles de guano de islas y densidades de plantas. Canaán 2750 msnm-Ayacucho.

3.2.4. Cantidad total de cabezas comerciales por parcela

El cuadro 3.5, presenta la prueba de ANVA del número de repollos comerciales de lechuga, donde se encontró que existe significación en la fuente de variación de niveles de guano de islas. No se encontró significación en las fuentes de densidad de plantas y en la interacción guano de islas y densidades de plantas. El coeficiente de variabilidad de 7.31% se encuentra dentro del rango permisible para este tipo de experimentos en campo.

Cuadro 3.5 Análisis de Variancia del número de cabezas comerciales de lechugas con diferentes niveles de guano de isla y densidad de plantas. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	6.17	3.08	0.14
GI	3	745.19	248.40	11.68 *
DENS	2	2797.17	1398.58	65.77
GI*DENS	6	232.39	38.73	1.82
ERROR	22	467.83	21.27	
TOTAL	35	4248.75		

C.V. = 7.31%

El gráfico 3.12, muestra la prueba de Duncan de niveles de guano de islas para el número de lechugas comerciales, donde con los niveles de guano de islas de 2.0, 1.0 y 3.0 t.ha⁻¹ con rango de 112400, 108150 y 107600 de lechugas comerciales, respectivamente, sin diferencia estadística entre ellos, superan al tratamiento testigo, sin guano de islas que alcanzó 92400 lechugas comerciales.

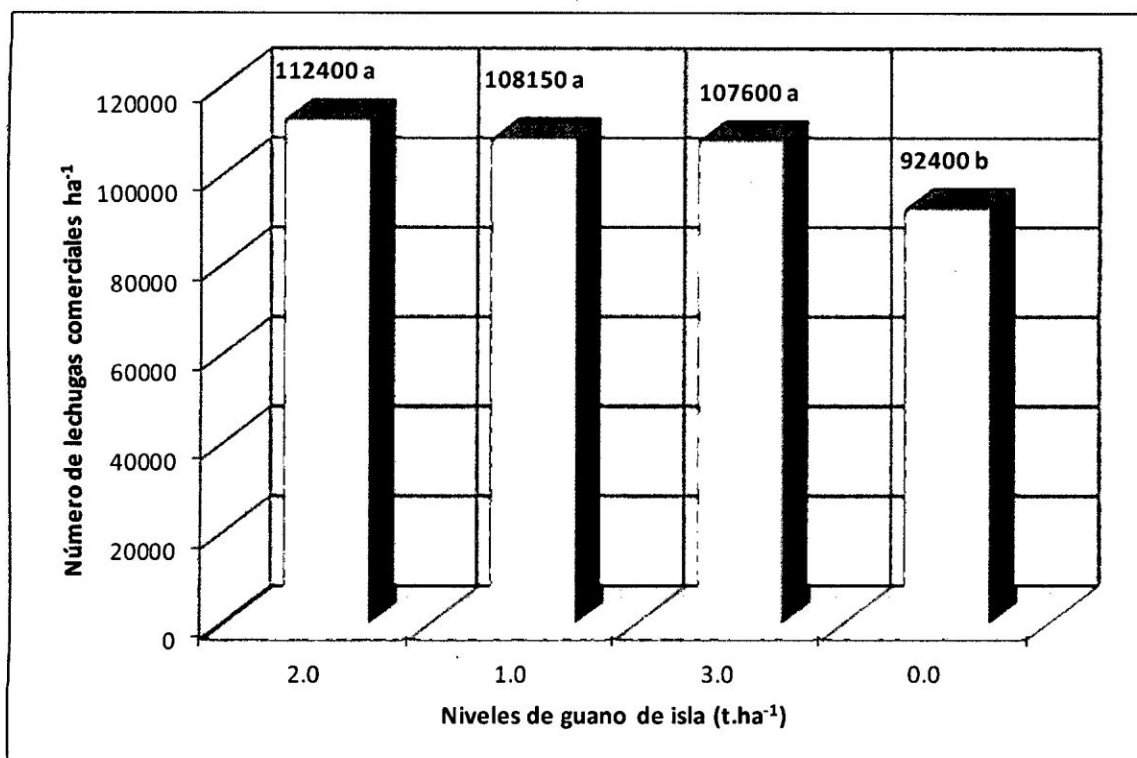


Gráfico 3.12: Prueba de Duncan (0.05) del número de lechugas comerciales en los niveles de guano de islas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

En el gráfico 3.13, se observa la prueba de Duncan de densidades de plantas para el número de lechugas comerciales, donde la densidad de 100 000 plantas·ha⁻¹ con 124300.0 lechugas comerciales es superior a 66 667 y 50 000 plantas·ha⁻¹ con 102500.0 y 88616 lechugas comerciales, respectivamente.

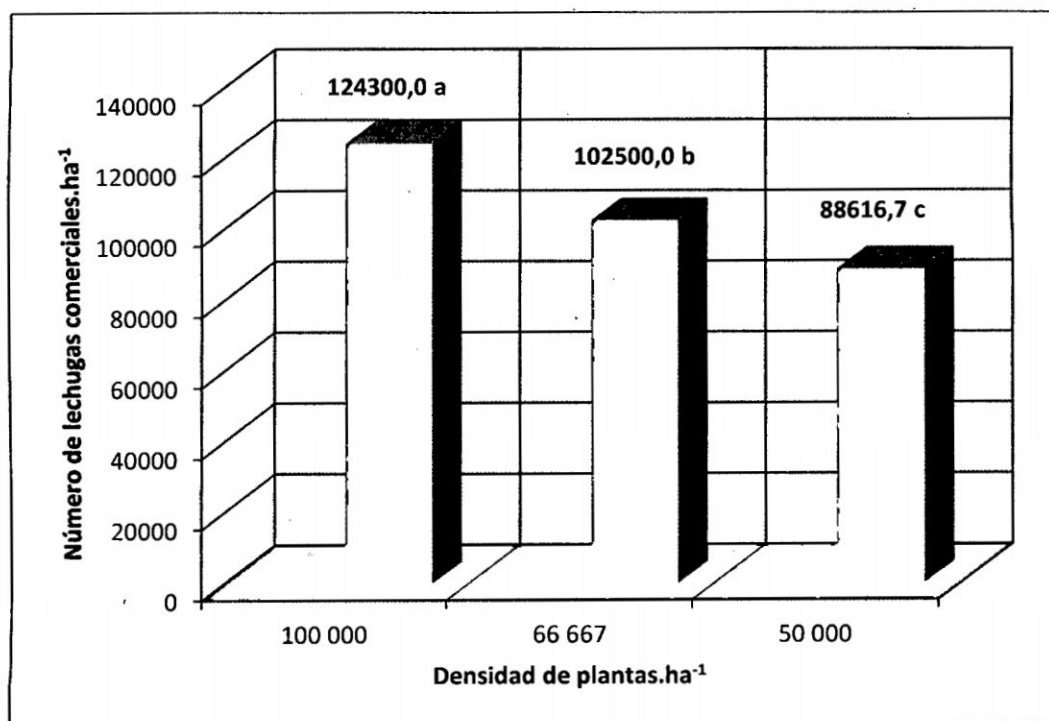


Gráfico 3.13: Prueba de Duncan (0.05) del número de lechugas comerciales en las densidades de plantas. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

Los resultados encontrados con la aplicación de 2.0, 1.0 y 3.0 t.ha⁻¹ de guano de islas al cultivo de lechuga influyen en el número de lechugas comerciales frente al testigo sin guano de islas. Esta respuesta se atribuye a que la aplicación de guano de islas, además de aportar nutrientes al cultivo también mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y consecuentemente mejora la calidad comercial de las plantas de lechuga y por ende el número de lechugas comerciales. No existe mejora en el número de lechugas comerciales luego de aplicar 1.0 t.ha⁻¹, como se observa en el gráfico 3.9, inclusive con el nivel 3.0 t.ha⁻¹ se logra menor número de lechugas comerciales aunque no sea significativo.

Por otro lado, las densidades de plantas también influyen en el número de lechugas comerciales, en esta variedad, Great Lakes se producen mayor número de lechugas comerciales con la densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ que se podría considerar suficiente para esta variedad y que proporciona lechugas de un tamaño adecuado y con buena aceptación en el mercado.

3.2.5. Contenido de materia seca de cabezas de lechuga

El cuadro 3.6, muestra el ANVA de contenido de materia seca de cabezas de lechuga, donde se encontró significación en el factor principal de niveles de guano de islas. En las otras fuentes no existe significación.

Cuadro 3.6: Análisis de Variancia del contenido de materia seca de cabezas de lechuga con diferentes niveles de guano de isla y densidades de plantas. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
Bloque	2	0.17	0.08	0.40
GI	3	1.70	0.57	2.72 *
DENS	2	0.32	0.16	0.77
GI*DENS	6	1.02	0.17	0.82
ERROR	22	4.58	0.21	
TOTAL	35	7.78		

C.V. = 12.35%

El coeficiente de variabilidad es de 12.35% indica que el experimento se encuentra dentro de los niveles permisibles para experimentos en campo. La significación en los efectos principales nos sugiere realizar la prueba de contraste de Duncan.

En el gráfico 3.14, se presenta la prueba de Duncan de niveles de guano de isla para el contenido de materia seca de lechuga, donde con el nivel de 2.0, 1.0 y 0 t.ha⁻¹ de guano de islas con 3.87, 3.80 y 3.78% de materia seca, alcanzan los mayores valores, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa, superando al nivel de guano de islas de 3.0 t.ha⁻¹ que reportó sólo un 3.32 %.

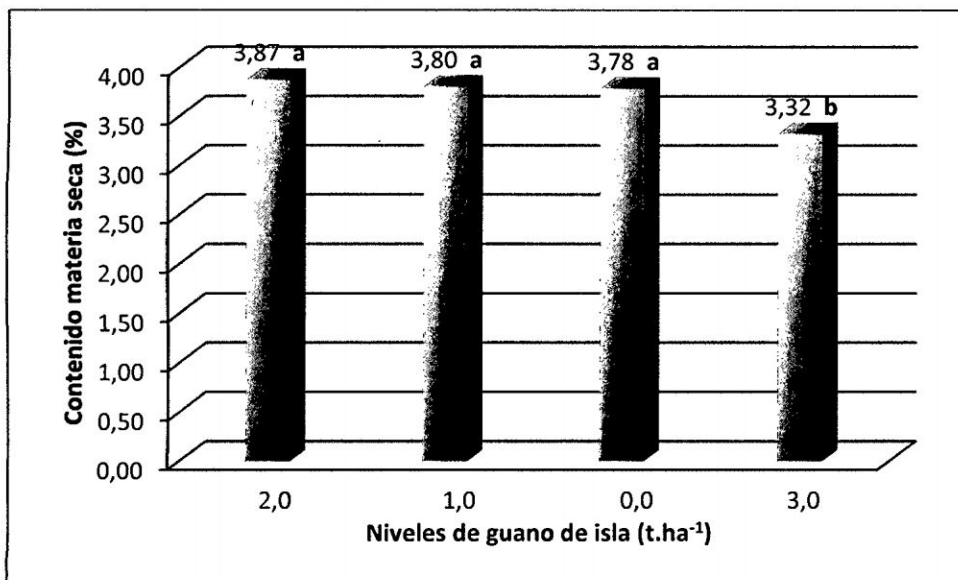


Gráfico 3.14: Prueba de Duncan (0.05) del contenido de materia seca de lechuga en los niveles de guano de isla. Canaán, 2750 msnm. Ayacucho.

Estos resultados, posiblemente se deben a que las plantas de lechuga con los niveles bajos de guano islas acumulan mayor materia seca y consecuentemente son menos suculentas frente al nivel más alto de guano de islas (3.0 t.ha⁻¹) que presenta las plantas más grandes, más suculentas, pero con menor contenido de materia seca. Este resultado se refuerza con la afirmación de que las plantas que absorben más

nitrógeno, producto de la aplicación de mayores niveles de guano de islas, tienen tejidos suculentos, constituyendo plantas más grandes.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se realizó el experimento se arribó a las siguientes conclusiones:

1. La precocidad está influenciada por el carácter varietal del genotipo evaluado, el nivel de guano de islas y densidad de plantas, de tal manera se alcanza la madurez de cosecha con niveles altos de guano de islas y a bajas densidades de plantas con 90, 88 y 90, 88.50 días, respectivamente. Sin la aplicación de guano de islas reporta menor tiempo en la madurez de cosecha.
2. El rendimiento de cabezas comerciales de lechuga responde en forma favorable a la aplicación del guano de islas, logrando mayor rendimiento a niveles crecientes de guano de islas.
3. Se alcanzó mayores rendimientos de cabezas de lechuga con 3.0 y 2.0 t.ha⁻¹, con 79366.7 y 73183.3 kg.ha⁻¹, respectivamente.

4. La densidad de plantas que reporta el mayor rendimiento de cabezas de lechuga fue de 100000 plantas.ha⁻¹, con 75783.3 kg.ha⁻¹.

4.2. RECOMEDACIONES

1. Cultivar la lechuga variedad Great Lakes con 2 t.ha⁻¹ de guano de islas y a 100 000 plantas.ha⁻¹, con las cuales se obtuvieron rendimientos adecuados.
2. El guano de islas es una buena alternativa frente al uso de fertilizantes sintéticos en el cultivo de lechuga, tendiente a una agricultura sostenible
3. Continuar con las investigaciones utilizando otras variedades de lechuga y otras fuentes de abonamiento orgánico disponibles.

RESUMEN

El experimento se realizó en el Centro Experimental de Canaán, ubicado en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Andrés A. Cáceres, a una altitud de 2 750 msnm, entre los meses de junio y agosto del 2013, con la finalidad de establecer la influencia de niveles de guano de isla (0.0, 1.0, 2.0 y 3.0 t.ha⁻¹) y densidad de plantas (100 000, 66 667 y 50 000 planta.ha⁻¹) en el rendimiento de la lechuga. Las parcelas fueron de 1.5 metros de ancho por 4 metros de largo. El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques Completos Randomizados con arreglo factorial 4GI*3D. La conducción del experimento se realizó similar a un campo comercial de lechuga. Se arribaron a las conclusiones siguientes: 1) La cosecha de cabezas de lechuga con aplicación de guano de islas se produjo entre los 88 y 90 días, mientras que con la densidad de 66 667 y 50 000 plantas.ha⁻¹ ocurre entre los 88.5 y 90 días. 2) El mayor peso de lechuga (0.71kg) se logró con 2.0 t.ha⁻¹ de GI, y 0.70 kg con la densidad 66 667 plantas.ha⁻¹ 3) El mayor diámetro de cabezas de lechuga (9.60 kg) se logró con 3.0 t.ha⁻¹ de GI, mientras que las densidades de 66 667 y 50 000 plantas.ha⁻¹ produjeron lechugas con diámetro de 9.40 y 9.30 cm, respectivamente. 4) Los mayores rendimientos de cabezas de lechuga se obtuvo con 3.0 y 2.0 t.ha⁻¹ de guano de islas con 79366.7 y 73183.3 kg y la densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ con 75783.3 kg. 5) La densidad de 100 000 plantas.ha⁻¹ produjo la mayor cantidad de cabezas comerciales con 124300.0 lechugas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AÑEZ, B. y TAVIRA, E. 1981. Aplicación de nitrógeno y de estiércol al Cultivo de Lechuga. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 6(3): 795-801. Mérida, Venezuela.
- ARCA, M. 1970 Manejo de Suelos. Programa de Agronomía. Departamento de Suelos y Geología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- BLACK, C.A. 1975. Relaciones Suelo Planta. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional. T II.
- CAMASCA, A. 1994. Horticultura Práctica. CONCYTEC. Ayacucho, Perú.
- CASSERES, E. 1990. Producción de hortalizas. IICA. San José, Costa Rica.
- DAVELOUIS, J. 1975 Fertilidad del Suelo. Edit. CEA. Lima, Perú.
- DELGADO DE LA FLOR, F. et al 1987. Datos Básicos de Cultivos Hortícolas. La Molina. Lima, Perú.
- DOMINGUEZ, A. 1997. Tratado de fertilización. Edit. Ediciones Mundi Prensa. 3^{ra} Edic. revisada y ampliada. Madrid, España.
- DONAHUE, R. et al 1981. Introducción a los Suelos y el Crecimiento de las Plantas Edit. PHI. Cali, Colombia.
- FASSBENDER, H. 1987. Química de Suelos con Énfasis en suelos de América Latina. Edit. IICA. San José, Costa Rica.

- GARCÍA, F. 1982. Edafología y Fertilización Agrícola. 7^{ma}. Edic. Edit. Mundi-prensa. Madrid, España.
- GUERRERO, J. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el Manejo Ecológico de los Suelos. RAAA. Lima, Perú.
- GROS, A. 1992. Abonos, Guía Práctica de Fertilización. Edit. Mundi-prensa S.A. Barcelona, España.
- HOLLE, M. y MONTES, A. 1985. Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. IICA, San José, Costa Rica. 224 p.
- IBAÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Guía de Prácticas de Fertilidad de Suelos. Ayacucho, Perú.
- HUAMANTINCO, O. 2006. Influencia de la densidad de plantas y aplicación de guano de isla en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) var. Great Lakes. Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- MAROTO, B. 1986. Horticultura Herbácea Especial. Edit. Mundi-prensa. Madrid, España.
- Ministerio de Agricultura, Oficina de Información Agraria, 2011. Boletín Informativo Agrario. Ayacucho, Perú.
- MORALES, D. 2001. Determinación de curvas de respuesta a niveles de N-P en la Lechuga (*Lactuca sativa* L), Var. Great Lakes, Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho, Perú.

- PRO ABONOS. 2007. Guano de las Islas Peruanas. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
- SELKE, W. 1968. Los abonos. Edit. Academia León S.A. Barcelona, España.
- TINEO. A. 1999. Manejo y conservación de suelos. Guía de estudio. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- TISDALE, S. y NELSON, K. 1985. Fertilidad de los Suelos y Fertilización. Edit. Montaner S.A. Barcelona, España.
- UGAS, R. et al. 2000. Hortalizas. Datos básicos. Edit. Ediciones UNA La Molina. 3^{ra} Edic. Lima, Perú.
- VALADEZ, A. 1994. Producción de Hortalizas. Edit. UTEHA Noriega Editores. México.
- VALENCIA, L. 1995. Cultivo de Hortalizas de hoja: Col y Lechuga. Editado y producido por el Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia. INIA. Lima, Perú.
- VAN HAEFF, 1986. Horticultura. Manuales para la educación. México.
- VIGLIOLA, M. 1993. Manual de Horticultura. Edit. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina.
- VILLAGARCIA, S. y QUEVEDO, F. 1986. Fertilidad de Suelos. INIPA-UNALM-AID. Chiclayo, Perú.

BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL

Infoagro. com. 2013. Agricultura. Cultivo de la lechuga. Disponible en:
[www. Infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm). Consultado: 23 de
Noviembre del 2014.

[www.inta.gov.ar/anuario 2003/p 136.htm](http://www.inta.gov.ar/anuario_2003/p_136.htm). Requerimiento Hídrico del
cultivo de Lechuga consultado: 27 de octubre del 2014.

ANEXO

Anexo a.1

CUADRO ORDENADO DE LAS VARIABLES EVALUADAS

GI	DEN	REP	P.U.	DIAM	Kg-P	M.S.	CAB	D. COS
0	20	I	0.55	8.33	39.74	2.95	60.00	78.00
0	30	I	0.62	9.60	37.06	3.90	55.00	78.00
0	40	I	0.67	9.50	32.48	4.23	52.00	78.00
1	20	I	0.61	8.67	32.12	3.83	64.00	78.00
1	30	I	0.61	8.65	27.58	3.73	61.00	96.00
1	40	I	0.74	9.64	36.79	4.10	60.00	78.00
2	20	I	0.70	9.76	46.42	4.30	83.00	78.00
2	30	I	0.76	9.52	40.94	3.80	68.00	96.00
2	40	I	0.76	9.17	39.16	3.86	54.00	96.00
3	20	I	0.74	9.60	52.39	2.39	84.00	78.00
3	30	I	0.74	9.70	48.87	3.16	58.00	96.00
3	40	I	0.76	9.79	45.81	3.76	55.00	96.00
0	20	II	0.62	8.46	42.54	4.42	67.00	78.00
0	30	II	0.66	8.54	40.20	4.19	56.00	78.00
0	40	II	0.63	8.79	30.05	3.24	48.00	78.00
1	20	II	0.58	9.31	45.55	3.83	87.00	78.00
1	30	II	0.71	9.58	40.19	3.58	61.00	78.00
1	40	II	0.71	9.67	32.83	3.44	51.00	96.00
2	20	II	0.64	8.16	50.74	3.28	77.00	78.00
2	30	II	0.72	8.93	41.35	4.25	68.00	96.00
2	40	II	0.76	9.13	38.83	3.40	55.00	96.00
3	20	II	0.72	9.00	50.01	3.29	82.00	78.00
3	30	II	0.73	9.57	48.02	3.51	59.00	78.00
3	40	II	0.74	9.90	44.14	3.06	53.00	96.00
0	20	III	0.51	8.47	41.96	2.95	60.00	78.00
0	30	III	0.69	9.27	37.46	3.90	56.00	78.00
0	40	III	0.72	9.30	36.92	4.23	45.00	78.00
1	20	III	0.56	8.56	49.79	3.83	78.00	96.00
1	30	III	0.75	9.71	40.45	3.73	64.00	96.00
1	40	III	0.77	9.11	38.41	4.10	58.00	96.00
2	20	III	0.60	8.60	46.06	4.30	77.00	78.00
2	30	III	0.70	8.80	50.09	3.80	68.00	96.00
2	40	III	0.72	9.07	41.59	3.86	57.00	96.00
3	20	III	0.73	9.41	48.34	3.39	76.00	78.00
3	30	III	0.73	9.67	46.77	3.16	64.00	96.00
3	40	III	0.75	9.75	44.24	4.17	50.00	96.00

GI: Guano de Isla.
P.U: Peso unitario.
M.S: Materia seca.

DEN: Densidad.
DIAM: Diámetro.
CAB: Cabezas de lechuga.

REP: Repeticiones.
Kg-P: Kilogramos/parcela.
D.COS: Días de cosecha.

Anexo a.2

CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (SC Tipo III)

F.V	S.C	GL	C.M	F_c	p-valor
MODELO	1024.41	13	78.80	5.15	0.0004
GUANO	620.93	3	206.98	13.54	<0.0001
DENSIDAD	297.99	2	148.99	9.74	0.0009
BLOK	76.81	2	38.41	2.51	0.1041
GUANO*DENSI	28.68	6	4.78	0.31	0.9235
Error	336.38	22	15.29		
Total	1360.79	35			

Anexo a.3

FOTOGRAFÍAS DEL EXPERIMENTO



Foto 01: Deshierbo del cultivo de lechuga



Foto 02: Riego del cultivo de lechuga



Foto 03: Formación de cabezas de lechuga



Foto 04: Lechugas óptimas para comercializar



Foto 05: Cabezas de lechuga



Foto 06: Primera cosecha

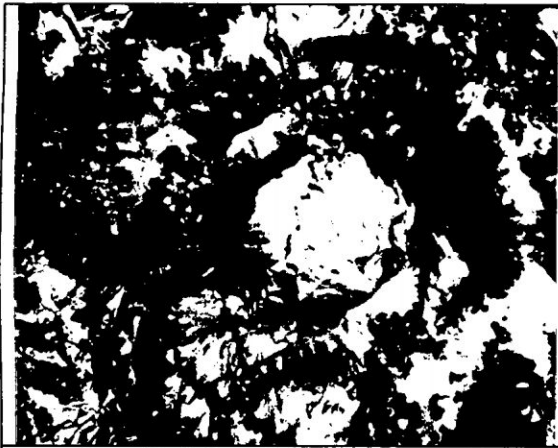


Foto 07: Cabeza de lechuga comercial



Foto 08: Peso de cabezas de lechuga



Foto 09: Peso inicial de lechuga para materia seca

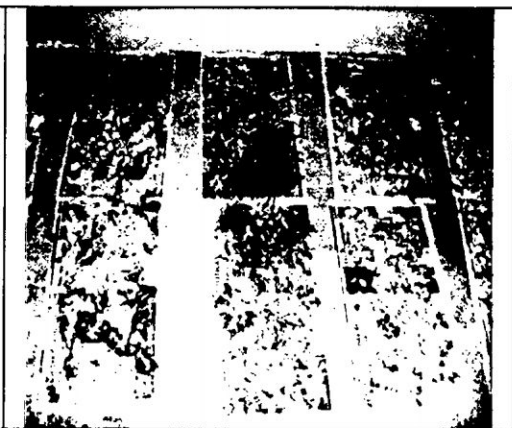


Foto 10: Picado y secado de lechuga para M.S