

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el
rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great
Lakes. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. Yury CCARHUAYPIÑA ORE

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto MATEU MATEO

AYACUCHO - PERÚ

2024

A Dios, por guiar y cuidar mis pasos.

A mis padres; Fortunato y Aurelia, por su ejemplo de perseverancia y lucha. A mis hermanos por su apoyo incondicional.

A mi esposa Anita por su paciencia e incondicional apoyo y en especial a las niñas de mis ojos Abigail Sofia y Alessia Yuriana.

AGRADECIMIENTO

Estoy eternamente agradecido con mi alma máter, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme una educación invaluable y por permitirme pasar mis años de formación. Agradezco especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Agronomía.

Gracias al M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, mi asesor, por toda la ayuda que me brindó mientras trabajaba para terminar mi proyecto de investigación.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez, M.Sc. Álex Lázaro Tineo Bermúdez, al Ing. Edgar Tenorio Mansila, jurados de la presente investigación.

Del mismo modo, me gustaría agradecer a los empleados del Centro Experimental Canaán, así como a mi familia, amigos y conocidos tanto dentro como fuera de la Universidad, por todos sus ánimos y útiles recomendaciones que me permitieron llevar a cabo este estudio.

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	3
1.1. ORIGEN DEL CULTIVO	3
1.2. TAXONOMÍA.....	3
1.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	4
1.3.1. Raíz.....	4
1.3.2. Tallo	4
1.3.3. Hoja	4
1.3.4. Inflorescencia.....	4
1.3.5. Frutos	4
1.4. VARIEDADES DE LECHUGA.....	5
1.5. CONDICIONES AGROECOLÓGICAS	6
1.5.1. Clima	6
1.5.2. Suelo	6
1.5.3. Agua	7
1.5.4. Intensidad luminosa.....	8
1.6. MANEJO AGRONÓMICO	8
1.6.1. Preparación del terreno.....	8
1.6.2. Almácigo	8
1.6.3. Densidad de siembra.....	9
1.6.4. Riego.....	10
1.6.5. Control de malezas	10
1.6.6. Abonamiento	10

1.7. PLAGAS DE LA LECHUGA	11
1.8. ENFERMEDADES DE LA LECHUGA	12
1.9. COSECHA Y RENDIMIENTO	13
1.10. CICLO FENOLÓGICO DE LA LECHUGA	13
1.11. IMPORTANCIA DEL CULTIVO	14
1.11.1. Valor nutricional	14
1.11.2. Propiedades medicinales.....	14
1.12. DENSIDAD DE SIEMBRA	15
1.13. DISTANCIAMIENTO EN LECHUGA	15
1.14. ABONAMIENTO ORGÁNICO	16
1.15. ESTIÉRCOL DE CUY	17

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	19
2.1. UBICACIÓN DEL TERRENO EXPERIMENTAL	19
2.1.1. Ubicación del experimento	19
2.1.2. Antecedentes del campo experimental	19
2.1.3. Características físicas y químicas del suelo.....	19
2.1.4. Características climatológicas	20
2.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	24
2.2.1. Material genético	24
2.2.2. Análisis químico del estiércol de cuy	24
2.2.3. Equipos y herramientas utilizados	25
2.3. FACTORES EN ESTUDIO	25
2.4. TRATAMIENTOS.....	26
2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	26
2.6. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	27
2.6.1. Unidad experimental.....	27
2.6.2. Bloque.....	27
2.6.3. Campo experimental.....	27
2.7. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	28
2.7.1. Preparación del terreno	28
2.7.2. Demarcación de terreno.....	28
2.7.3. Surcado	29

2.7.4. Abonamiento	29
2.7.5. Trasplante	29
2.7.6. Recalce.....	29
2.7.7. Riego.....	29
2.7.8. Control de malezas	29
2.7.9. Control de plagas y enfermedades.....	29
2.7.10. Cosecha.....	30
2.8. VARIABLES DEPENDIENTES EVALUADAS.....	30
2.8.1. Estados fenológicos	30
2.8.2. Rendimiento	30
2.8.3. Rentabilidad económica	31

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD	32
3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO	33
3.2.1. Longitud de repollo o cabeza.....	33
3.2.2. Diámetro de repollo o cabeza	35
3.2.3. Peso de repollo o cabeza.....	36
3.2.4. Rendimiento de cabeza de lechuga.....	38
3.3. MÉRITO ECONÓMICO.....	45
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Clasificación de lechuga tipo iceberg en base a peso y diámetro.....</i>	13
Tabla 1.2. <i>Contenido de humedad y mineral según estiércol del animal</i>	17
Tabla 1.3. <i>Composición química del estiércol de cuy</i>	18
Tabla 2.1. <i>Características físico - químicas del suelo agrícola del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019</i>	20
Tabla 2.2. <i>Características climáticas de la campaña agrícola 2019 – 2020. Estación Meteorológica INIA - Ayacucho</i>	22
Tabla 2.3. <i>Composición química del estiércol de cuy</i>	24
Tabla 2.4. <i>Descripción de los tratamientos</i>	26
Tabla 3.1. <i>Variables de precocidad de la lechuga en los diferentes tratamientos. Canaán 2750 msnm</i>	32
Tabla 3.2. <i>Análisis de variancia de la longitud de cabeza de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	33
Tabla 3.3. <i>Análisis de variancia del diámetro de cabeza de lechuga con diferentes densidades de planta y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm.</i>	35
Tabla 3.4. <i>Análisis de variancia de peso de cabezas de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	37
Tabla 3.5. <i>Análisis de variancia del rendimiento de lechuga de la categoría primera con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm.....</i>	38
Tabla 3.6. <i>Análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría segunda con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	40
Tabla 3.7. <i>Análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría tercera con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	41
Tabla 3.8. <i>Análisis de variancia del rendimiento total de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	43
Tabla 3.9. <i>Análisis de regresión para el rendimiento total de lechuga, por influencia de la densidad de plantas y estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	43

Tabla 3.10. <i>Prueba de T para los coeficientes de regresión del modelo polinomial del rendimiento total de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm.....</i>	44
Tabla 3.11. <i>Valorización, comercialización y análisis de rentabilidad en la producción de lechuga según tratamiento. Canaán 2750 msnm.....</i>	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. <i>Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020. Estación Meteorológica INIA - Ayacucho</i>	23
Figura 2.2. <i>Croquis de la unidad experimental.....</i>	28
Figura 2.3. <i>Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos</i>	28
Figura 3.1. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud promedio de cabezas de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	34
Figura 3.2. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro en promedio de cabezas de lechuga en diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	35
Figura 3.3. <i>Prueba de Tukey de los efectos simples en peso de cabezas de lechuga en las diferentes densidades en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	37
Figura 3.4. <i>Prueba de Tukey de los efectos simples en el rendimiento de lechuga categoría primera con diferentes densidades de plantas en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	39
Figura 3.5. <i>Prueba de Tukey de los efectos simples en el rendimiento de lechuga categoría segunda con diferentes densidades de plantas en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	41
Figura 3.6. <i>Prueba de Tukey de los efectos principales en el rendimiento de lechuga categoría tercera en diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm</i>	42
Figura 3.7. <i>Superficie de respuesta para el rendimiento total de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm.....</i>	45

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos del rendimiento de repollo o cabeza de lechuga	57
Anexo 2. Cuadro ordenado de las variables evaluadas.....	58
Anexo 3. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 0.0 t.ha ⁻¹ de estiércol de cuy	62
Anexo 4. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 4.0 t.ha ⁻¹ de estiércol de cuy	63
Anexo 5. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 8.0 t.ha ⁻¹ de estiércol de cuy	64
Anexo 6. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 12.0 t.ha ⁻¹ de estiércol de cuy	65
Anexo 7. Panel fotográfico	66

RESUMEN

El estudio examinó el impacto de la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cuyes en la producción de lechuga var. Great Lakes en el Centro Experimental UNSCH Canaan, que se encuentra a 2750 metros sobre el nivel del mar. La Costa Este. Se utilizó un diseño experimental conocido como DBCA, que incluyó un diseño factorial con tres densidades de plantas (d_1 : 125 000, d_2 : 83 350 y d_3 : 62 500 plantas.ha⁻¹) y 4 dosis de estiércol de cuy (c_1 : 0.0, c_2 : 4.0, c_3 : 8.0 y c_4 : 12.0 t.ha⁻¹), 12 tratamientos. Los resultados obtenidos fueron, en diámetro y longitud de repollo, 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy reportó 14.43, 13.35 cm y 15.09, 13.83 cm, respectivamente; con 62 500 y 83 360 plantas.ha⁻¹ se obtuvo 14.48, 13.70 cm en longitud y 14.12, 13.39 cm en diámetro de repollo. En peso de repollo, las densidades de siembra 83 350, 62 500 plantas.ha⁻¹ con 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy obtuvieron 0.964 y 0.937 kg/planta, respectivamente; el rendimiento total de lechuga de la interacción densidad de planta y dosis de estiércol de cuy, obedece a un modelo polinomial de segundo orden: $Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_{12} - 174.595X_{22} - 43.328X_1X_2$, donde se cosechó la mayor cosecha con 11 314 kg.ha⁻¹ de estiércol de cuy y densidad de 112,500 plantas.ha⁻¹ (22.21 cm entre plantas y 40 cm entre surcos); La rentabilidad de producir cabezas de lechuga se ve afectada por la densidad de la planta y las dosis de estiércol de cuyes, T3 (125 000 plantas.ha⁻¹ + 8.0 t.ha⁻¹ estiércol de cuy) obtuvo el mayor índice de rentabilidad de 2.44.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., densidad de plantas, estiércol de cuy.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), esta hoja verde siempre tiene demanda debido a lo popular que es y las muchas formas en que la gente la come. Entre las lechugas, muchos beneficios para la salud son su bajo contenido calórico, alto contenido de agua (90-95%), ácido fólico, betacaroteno, vitamina C, potasio, magnesio y contenido de fibra. Los dos últimos contribuyen a la acción antioxidante de la planta y a su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres. El primero también aumenta la capacidad natural del cuerpo para eliminar productos de desecho, como la orina, mientras que el segundo ayuda con problemas como la flatulencia, reduce el colesterol y regula afecciones respiratorias como el asma y los espasmos bronquiales. (Ugás, et al. 2000).

Debido a que se puede cultivar tanto en campo abierto como en áreas protegidas, utilizando técnicas de suelo o hidropónicas, este cultivo tiene la capacidad de adaptarse durante todo el año y proporcionar rendimientos significativos (Martínez et al., 2015).

Además del espaciamiento de los trasplantes, otra consideración en la producción de lechuga es la densidad de siembra, que puede aumentarse o disminuirse según el tipo de lechuga. Para que la planta alcance su máximo potencial productivo, es crucial mantener una distancia adecuada (Oliveira et al., 2011).

Varias fuentes afirman que, entre otras cosas, la densidad de población de la lechuga se verá afectada por el tipo y el cultivo de lechuga que se esté cultivando, además de cómo se desarrollan normalmente. Ugaz et al. (2000), por otro lado, no diferencia entre los dos y enumera 83.333 plantas.ha⁻¹ como su densidad de plantación única, actualmente se utiliza en Perú.

El abonamiento es otro método que afecta significativamente los rendimientos de lechuga, aunque aún es inadecuado en el departamento de Ayacucho. El siguiente paso es

estudiar los efectos del fertilizante mineral orgánico en la producción y calidad de los cultivos. Para preservar la salud del suelo y al mismo tiempo ser consciente del medio ambiente, se recomienda utilizar fertilizantes orgánicos además de los químicos, que son más costosos y tienen una vida media más corta.

Ante esta situación, con esta investigación se pretende buscar nuevas formas de incrementar el rendimiento, mayor beneficio/costo, sin emplear elementos químicos y obtener un producto libre de los elementos contaminantes. Bajo los lineamientos establecidos se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia de la densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga, variedad Great Lakes bajo condiciones de Canaán a 2750 msnm.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la densidad de plantas en el rendimiento de lechuga.
2. Determinar el efecto de las dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga.
3. Evaluar el mérito económico de los tratamientos estudiados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN DEL CULTIVO

Nadie sabe a ciencia cierta de dónde viene la lechuga. Según algunos, se origina en la India, mientras que otras fuentes lo ubican en las zonas templadas de América del Norte y Eurasia, descendiente de la especie *Lactuca serriola* (Vera, 2008). Es una planta cultivada durante mucho tiempo que conocían los sumerios, egipcios, persas, griegos y romanos; los registros escritos indican que los romanos ya estaban familiarizados con muchos cultivares y métodos de cultivo. Los muchos tipos de lechuga que se cultivan ahora son descendientes de híbridos entre varias especies (Lakhsmi, 2009).

1.2. TAXONOMÍA

Una planta dicotiledónea, la lechuga crece una vez al año. La planta es conocida por su nombre científico, *Lactuca sativa* L., y es principalmente un miembro autógamo de la familia Compositae. La lechuga silvestre, *Lactuca serriola*, es un pariente cercano. La planta produce menos látex, un jugo lechoso, a medida que envejece. Algunas plantas adicionales de la familia Asterácea, que incluye las Compuestas, también tienen usos terapéuticos. Estos incluyen cardos, diente de león, palabra clave y alcachofa. (Osorio & Lobo, 1983; Díaz et al., 1995; Valadez, 1997).

Reyno	: Vegetal
División	: Espermatofita
Clase	: Angiosperma
Sub Clase	: Dicotiledónea
Familia	: Compositae (Asterácea)
Género	: Lactuca
Variedad botánica	: Capitata (lechuga de cabeza)
	Longifolia: Romana o cos
	Inibabecea: lechuga de hoja o foliares

1.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

1.3.1. Raíz

Además de un sistema radicular giratorio que puede extenderse 30 cm por debajo del suelo, Además, varias raíces de absorción lateral emergen cerca de la superficie del suelo (Saavedra et al., 2017).

1.3.2. Tallo

En el pico de la cosecha, el tallo es diminuto, cilíndrico y sin ramificaciones. Sin embargo, una vez finalizada la etapa comercial, se ramifica hasta una longitud máxima de 1,20 m, y contiene las ramas florecientes en sus puntas (Jaramillo et al., 2016).

1.3.3. Hoja

Su diversidad determina si parecen brillantes u opacos; pueden ser redondos, oblongos, ramificados, crestados o lisos; y hay muchos de ellos, creciendo en enormes rosetas (Ávila, 2015). Un tallo delgado rodea una densa roseta de hojas sésiles, que se extienden en forma de espiral (Saavedra et al., 2017).

1.3.4. Inflorescencia

Cada racimo de flores, o corimbo, tiene entre diez y veinte floretes blanquecinos (Marhuenda, 2016). La planta se caracteriza por su cáliz y receptáculo filiformes en la base plana, que están rodeados por brácteas entrelazadas. Las flores tienen pétalos ligulados alrededor de los bordes y una corola tubular con márgenes hendidos. En la base de la corola, hay cinco estambres adnatos, y el androceo comprende cinco anteras fusionadas que transportan los tubos polínicos. El gineceo es unicarpelado, presentando un ovario inferior y un estigma bifido (Jaramillo et al., 2016). La fertilización ocurre espontáneamente. Sus procesos de fertilización se cruzan al exterior de 1 – 2% (Japon, 1977).

1.3.5. Frutos

La semilla es característica de los aquenios y es plana, picuda y compuesta de albúmina. Botánicamente, es una fruta ovalada que está aplanada y tiene de tres a cinco costillas a cada lado. La longitud de una fruta puede variar de 2 a 5 mm, y su color puede ser blanco, amarillo, marrón o negro (Jaramillo et al., 2016). En las dos semanas

posteriores a la fertilización, el aquenio se convierte en un óvulo que puede ser de cualquier color, desde blanco hasta marrón y amarillo (Saavedra et al., 2017).

1.4. VARIEDADES DE LECHUGA

Los cultivares de lechuga varían ampliamente en tamaño, color y forma. Mou (2011) divide la lechuga en cinco tipos distintos: tallo, hojas sueltas, iceberg, mantecoso.

Saavedra (2017) las describe brevemente:

- ***L. sativa L. var. Longifolia:*** Comúnmente conocida como lechuga romana o cos. Las hojas son gruesas y anchas, con costillas pronunciadas y una forma erecta y alargada. Este tipo no produce repollo real, sino una disposición vertical que forma una cabeza cónica o cilíndrica. Su peso máximo es de 750 gramos.
- ***L. sativa L. var. Crispa:*** También conocida como lechuga "iceberg" o lechuga de cabeza. Esta variedad, cuando se cultiva al aire libre, produce una cabeza robusta y esférica que pesa entre 700 y 1000 gramos. Las primeras hojas son largas y delgadas cuando la planta está en la etapa de roseta. Las hojas comienzan a rizarse y superponerse después de diez o doce hojas, creando el marco para la cabeza. Cuando un repollo alcanza la madurez comercial, sus hojas habrán crecido hasta ocupar toda la planta. Batavia es un subtipo de esta raza que alcanza la madurez pesando alrededor de 500 gramos y tiene un cráneo más delgado y blando.
- ***L. sativa L. var. Capitata:*** En otras palabras, batería. Una cabeza más pequeña es el resultado de esta variante en comparación con la forma de iceberg. Sus hojas son orbiculares, grandes, lisas y delgadas; también son delicadas y aceitosas.
- ***L. sativa L. var. Acephala:*** Se les llama lechuga de hojas sueltas "Loose leaf". Debido a que sus hojas no están muy compactas, esta variedad no produce repollo. Aunque se pueden vender enteras, es más común que los huertos pequeños recojan las hojas por separado.
- ***L. sativa L. var. Augustana:*** Cultivadas principalmente en China, estas variedades de lechuga a veces se conocen como lechuga de espárragos o lechuga de tallo. En comparación con otras variedades, esta puede alcanzar una altura de 50-60 cm y tiene un tallo carnoso de 4-10 cm de diámetro. Las hojas largas y delgadas son lanceoladas y no se convierten en repollo.

1.5. CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

1.5.1. Clima

Las condiciones ideales de cultivo de la lechuga son las regiones frías y templadas (Giacconi y Escaff, 2004). Sin embargo, la ingeniería genética moderna ha dado como resultado tipos de lechuga que son más adecuados para regiones cálidas y otros para regiones más frías (Qin et al., 2007).

Ugás et al., (2000) según su investigación, el rango de temperatura ideal para el desarrollo del cultivo es de 10 a 20 °C, y las temperaturas superiores a 25 °C son perjudiciales. Por otro lado, según Goites (2008), las temperaturas medias mensuales para el desarrollo del cultivo deberían oscilar entre 13-18 °C, con una posible variación de 7-24 °C. Por otro lado, Quintero et al., (2000) citados por Martínez et al., (2015) las condiciones ideales para el crecimiento, según sus afirmaciones, son 18-23°C durante el día y 7-15°C por la noche. Cultivar lechuga a temperaturas variadas durante el día y la noche es esencial para el cultivo (Casaca, 2005).

Aunque puede tolerar temperaturas tan bajas como -6°C, este cultivo es más vulnerable al daño por heladas en los días previos a la cosecha, cuando las temperaturas no deben caer por debajo de -0.2°C. Por el contrario, 30°C es la restricción máxima de temperatura (CIREN, 2017). El calor extremo aumenta el riesgo de floración temprana y tiene un efecto multiplicador en la reducción de la calidad del producto a medida que se acumula látex amargo en las venas y arterias de la planta (Casseres, 1980).

Respecto a la humedad relativa favorable para el cultivo, Turini et al., (2011) la lechuga prospera en humedades relativas entre el 60 y el 80%, mientras que puede sobrevivir a una humedad más baja. Los mohos, hongos y otras enfermedades prosperan en ambientes húmedos con altas humedades relativas (Jaramillo et al., 2016).

1.5.2. Suelo

Según Rincón (2008), Aunque le va mejor en suelos ligeros y bien drenados, la lechuga puede tolerar una amplia variedad de tipos de suelo. El suelo no plantea restricciones específicas para el crecimiento o la producción de raíces cuando las plantas se riegan mediante riego por goteo. Pero las propiedades del suelo deben estar ahí:

- Resistente a la pudrición de la raíz y la asfixia debido a la alta capacidad de penetración del agua; evita que el agua se acumule en la profundidad de la raíz.
- Ausencia de impedimentos mecánicos que restrinjan el desarrollo radicular.
- Nivel medio-alto de materia orgánica.
- pH próximo a la neutralidad, oscilando entre 6,8 y 7,4. La lechuga es altamente sensible a la acidez del suelo y en menor grado a la alcalinidad, presentando una elevada tolerancia a la caliza.
- Contenidos bajos de cloruros (Cl⁻) y de sodio (Na⁺).
- Contenidos medios-altos de fósforo asimilable (50-60 ppm con extracción Olsen-Watanabe) y de K (650-800 ppm extracción con Ac-NH₄).
- Conductividad Eléctrica en extracto de saturación del suelo menor de 3,5 dS/m.

El suelo con una cantidad saludable de materia orgánica es beneficioso en cualquier época del año. El calentamiento del suelo es deseable para los cultivos de primavera, y promueve eso. A pesar de tener un alto índice de materia orgánica, la lechuga es bastante susceptible al exceso de sal, lo que la convierte en una de las plantas más vulnerables. Aunque no se recomienda agregar demasiada materia orgánica descompuesta antes de plantar, el estiércol de color oscuro promueve el calentamiento del suelo (Halsouet y Miñambres, 2005).

1.5.3. Agua

La estructura delgada de la raíz de la lechuga la hace muy sensible al agua; esto, a su vez, afecta la capacidad del cultivo para producir materia verde, lo que requiere niveles de agua en el suelo cercanos a la capacidad del campo (Defilipis et al., 2006). Aunque lo ideal es que el suelo esté seco para evitar la aparición de podredumbre del cuello, este cultivo no tolera la sequedad (Casaca, 2005).

La calidad y el rendimiento de los cultivos se ven afectados por las caídas del nivel de humedad del suelo o los retrasos en el riego, independientemente de la tecnología de riego utilizada. El estrés hídrico hace que las hojas de lechuga se encojan en tamaño y grosor, que es el efecto más notable. Junto con esto viene una disminución significativa en la calidad del producto, lo que dificulta su venta (Saavedra et al., 2017).

La planta necesita un suministro adecuado de agua en todas las etapas de su ciclo de vida productivo para desarrollarse y producir la mayor cantidad posible. Esto es especialmente cierto durante la etapa de formación de cabezas, cuando una escasez tendría el efecto más devastador en los rendimientos (Jaramillo et al., 2016).

1.5.4. Intensidad luminosa

La lechuga necesita alrededor de 12 horas de luz al día para crecer productivamente, y eso sin siquiera tener en cuenta sus rasgos de color, sabor o textura (Ávila, 2015).

Jaramillo et al., (2016) para determinar una densidad de población adecuada, sugiere tener en cuenta que las hojas son delgadas debido a la falta de insolación y que, en más de una ocasión, las cabezas están sueltas y no son particularmente compactas.

1.6. MANEJO AGRONÓMICO

1.6.1. Preparación del terreno

Debido a que ayuda a que las plántulas echen raíces, las raíces se extiendan, las plantas crezcan de manera saludable y el agua y los fertilizantes se distribuyan de manera más uniforme, es la primera etapa para lograr altas cosechas (Saavedra et al., 2017).

Valencia (1995) afirma que la lechuga requiere un suelo algo aireado. Para concluir, los objetivos que se persiguieron y la importancia de la preparación del terreno son:

- Elevar el contenido de aire del suelo en su capa cultivable mejora su capacidad para absorber y retener más agua.
- Estimula la maduración del sistema radicular de la planta.
- Evite que broten malas hierbas.
- Reducir la probabilidad de propagación de ciertas enfermedades y plagas.
- Agregue materiales orgánicos (como abono verde, rastrojo o estiércol).

1.6.2. Almácigo

Valencia (1995) la semilla botánica se usa para la multiplicación de la lechuga. En circunstancias ideales, la semilla negra, marrón o blanca puede permanecer viable

hasta por cuatro años. La germinación es más efectiva entre 15 y 20 grados centígrados. A temperaturas inferiores a 10°C y superiores a 30°C, las tasas de germinación caen por debajo del 50%, respectivamente. La germinación se lleva a cabo en dos a cuatro días en circunstancias ideales.

Casseres (1980) según la información proporcionada, un kilogramo de plántulas puede cubrir una hectárea, mientras que ciento cincuenta gramos pueden producir diez mil plantas. La siembra directa requiere de 2-3 kg.ha⁻¹, mientras que la siembra en el semillero requiere una siembra escasa o una segunda siembra en el semillero dos o tres semanas antes de la germinación.

Valadez (1997) También destaca el hecho de que la lechuga se puede sembrar directamente, lo que permite el aclareo y posterior trasplante de las plantas cosechadas. Se aconseja plantar de dos a tres kg de semilla al plantar directamente. ha⁻¹, mientras que hay semillas paletizadas (recubiertas con sustancia inerte) disponibles que producen 1 kilogramo por lote.1 ha. Un semillero de 50 m², lleno con alrededor de 250 g de semilla, producirá suficientes plantas para cubrir una hectárea, ya sea plantado indirectamente o trasplantado.

1.6.3. Densidad de siembra

La forma en que se prepara el área para plantar y la densidad de las plantas pueden variar mucho. Las variedades, los tipos de suelo y los patrones climáticos influyen en las distancias óptimas de siembra. Un rango de 40,000 a 120,000 plantas por hectárea es típico para la densidad de plantas. Las plantas en dos hileras deben estar separadas entre 0,80 y 1,00 m, con tres bolillos hasta un máximo de 0,30 m entre cada una. El espaciado ideal varía según la variedad (Rodríguez y Santana, 2011).

Valadez (1997), afirma que la lechuga se puede comprar comercialmente con poblaciones que oscilan entre 66.000 y 72.000 plantas.ha⁻¹, con surcos que oscilan entre 0,90 y 1,00 metros, con espaciamiento de 30-35 cm entre plantas y 25 cm entre hileras.

Al retrasar la madurez de la yema, una plantación más densa mejora la duración del ciclo del cultivo (Maroto et al., 1999).

1.6.4. Riego

Como la mayoría de las plantas, la lechuga necesita mucha agua para crecer. El tipo de suelo, la etapa de desarrollo de la planta y el clima influyen en la determinación de la frecuencia y la cantidad de agua que se necesita (Martínez, 2008).

El suelo tiene que estar a la capacidad del campo o cerca de ella antes de que se pueda realizar el trasplante. Después del trasplante, mantenga un nivel de humedad en la zona de la raíz que esté cerca de la capacidad del campo. Además, asegúrate de tener suficiente agua, especialmente mientras siembras, trasplantas y cultivas la corona (Jaramillo et al., 2016).

Dependiendo del tipo específico de lechuga, el ciclo de riego puede oscilar entre 300 y 600 mm. Evite regar durante períodos de alta temperatura, ya que esto puede provocar desequilibrios como el amarillamiento de las hojas, y en su lugar riegue por la mañana o al final de la tarde (Cámara de comercio de Bogotá, 2015).

1.6.5. Control de malezas

Valadez (1997) sugiere hacerlo tres semanas después del trasplante para ayudar a eliminar las malas hierbas en los surcos y aflojar el suelo, lo cual es particularmente útil si el suelo es arcilloso.

Las primeras tres semanas después del trasplante son un momento crucial para que las lechugas compitan. En los días inmediatamente posteriores al trasplante, se pueden usar equipos físicos como azadas, tijeras para deshierbar, guadañas y palas para deshierbar. Es mejor manejar las infestaciones a mano para proteger las hojas del cultivo si ocurren después de que se haya desarrollado (Vallejo y Estrada, 2004).

1.6.6. Abonamiento

Los diferentes tipos de lechuga, sus respectivas tasas de desarrollo y cultivares tienen diferentes necesidades dietéticas (Vallejo y Estrada, 2004). Se puede desarrollar un plan de fertilización extenso considerando los resultados del estudio del suelo, el clima local, la duración de la temporada de crecimiento y los rasgos varietales específicos del cultivo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Se requiere preparación del suelo con 15 a 20 t.ha⁻¹ de estiércol bien fermentado antes de la fertilización. Además, si la prueba del suelo muestra que no hay suficiente potasio o fósforo, es mejor aplicar fertilizantes junto con estiércol para que la concentración de estos macronutrientes alcance el nivel deseable (Rincón, 2004).

García (2013) es esencial proporcionar un fuerte suministro de nitrógeno para cultivar coles de alta calidad, dice, ya que la lechuga tiene una baja eficiencia en el uso del nitrógeno; mientras que Casaca (2005), menciona que la lechuga requiere mucho fertilizante de potasio, por lo que es importante prestar atención a las cantidades de este elemento, especialmente cuando el clima es frío.

1.7. PLAGAS DE LA LECHUGA

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

- **Larvas de lepidópteros comedores de hojas:** Las lechugas protegidas son especialmente vulnerables a este tipo de ataques porque pueden aparecer diferentes tipos de podredumbre si la lesión ocurre justo antes de arrepentirse y las hojas se superponen para ocultar la herida, incluso si se mata al insecto.
- **Gusano gris (*Agrotis sp.*):** Cultivarán lechugas jóvenes comiendo sus collares de raíces y, tal vez, sus hojas.
- **Gusanos alambre:** Siempre son las larvas, y nunca los adultos, las que perjudican la cosecha. Hay dos tipos principales de daños que pueden ocurrir en los cultivos de lechuga en diferentes etapas de desarrollo. Cuando las plantas son jóvenes, las larvas mordisquean el área enterrada del cuello, lo que puede hacer que las plántulas se corten la garganta. Cuando las plantas son más viejas, las larvas atacan el sistema radicular, perforando los tejidos y creando galerías en las raíces principales. El daño a los cultivos suele ser sustancial si la población es grande.
- **Trips:** El primer tipo de daño que estas plagas le hacen a la lechuga es directo, ya que los insectos se comen las hojas blandas de lechuga, y el segundo tipo es indirecto, y es el peor tipo, ya que implica la propagación del virus del bronceado del tomate.
- **Pájaros:** En parcelas de lechuga sin labranza o con plantas recién trasplantadas, las aves pueden hacer mucho daño. Es bastante raro ver hojas

picoteadas en plantas maduras, aunque el daño generalmente no es significativo a menos que el ataque sea particularmente severo.

1.8. ENFERMEDADES DE LA LECHUGA

- **Pudrición blanda:** Sánchez (1996) Él dice que la pudrición blanda es una enfermedad devastadora que afecta a muchas suculentas cuando están en el suelo o almacenadas, causando "dumping-off" dentro de los semilleros y eventualmente en plantas completamente desarrolladas a medida que se descomponen. Aproximadamente 360 especies de plantas se ven afectadas, incluidas lechuga, pepinos, crucíferas, zanahorias, alcachofas, apio y rábano.
- **Moho gris:** Cuando el moho gris (micelio) invade un huésped, ingresa directamente al huésped o se propaga a través de esporas transportadas por el viento, el agua de riego, las herramientas o incluso porciones de plantas o animales. Después de la infiltración, el hongo necrotiza el tejido vegetal, provocando el desarrollo de esclerocios en la superficie o la aparición de un recubrimiento esponjoso de color grisáceo que es el resultado de la fructificación del hongo.
- **Mildiu veloso:** El mildiu, durante todo su ciclo de vida, puede infectar la lechuga, provocando que los cotiledones muestren signos como volverse amarillos, caerse y morir demasiado pronto. Debido al daño causado, las plantas infestadas son más vulnerables a futuras infestaciones de parásitos (Maroto, 2000).
- **Antracnosis:** Sánchez (1996) según el artículo, la antracnosis es una dolencia de la piel que comienza como pequeñas lesiones moradas del tamaño de un alfiler y rápidamente se convierte en parches más grandes de color cereza de alrededor de cuatro milímetros de diámetro. Las manchas desarrollan lo que parece ser un agujero de pellets a medida que sus siglos caen con la edad.
- **Botrytis:** Los ataques a las plántulas u otras plantas jóvenes pueden matarlas instantáneamente o incluso evitar que broten. La mayoría de los ataques de parásitos en plantas jóvenes comienzan en las bases de las hojas y luego se extienden hacia abajo, proporcionando las condiciones ideales para el crecimiento de los parásitos.

1.9. COSECHA Y RENDIMIENTO

El momento en que los cultivos están listos para la cosecha depende de factores que incluyen el tipo de cultivo y la duración del ciclo de crecimiento. Una lechuga cabezona debe cumplir con ciertos estándares de peso, volumen y compactación para ser considerada de alta calidad (Vallejo y Estrada, 2004).

Tabla 1.1

Clasificación de lechuga tipo iceberg en base a peso y diámetro

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

Fuente: Vallejo y Estrada (2004)

Delgado (1987) la temporada de cosecha comienza cuando las hojas de lechuga están completamente maduras y flexibles cuando se exprimen (lechuga de cabeza) o cuando las hojas de col son uniformes y producen cuatro mil cabezas por hectárea (lechuga de hoja).

Valencia (1995) afirma que se producen cosechas que oscilan entre 3.500 y 4.500 docenas por hectárea. La variedad, el cultivar y el tipo de lechuga influyen en el rendimiento. Se necesitan de 70 a 80 días después de la siembra para cosechar en campo abierto. Después de 46 días de cultivo en invernadero o sistema hidropónico, el cultivo está listo para la cosecha. Si bien se vende a los consumidores en unidades, se vende en docenas para marketing de campo.

1.10. CICLO FENOLÓGICO DE LA LECHUGA

Martínez (2008) menciona que son las siguientes:

- **Etapa plántula:** El ciclo de vida de una planta comienza durante la germinación y termina con la tercera y última hoja emergiendo. La duración es de tres a cinco semanas.
- **Etapa roseta:** En este punto, la planta ha producido de 12 a 14 hojas maduras y su proporción de hojas se ha reducido.
- **Formación de cabeza:** A medida que la planta crece, su costilla central se dobla sobre el punto de crecimiento, lo que indica que la relación

longitud/ancho de las hojas emergentes continúa disminuyendo. Las hojas externas eventualmente encierran las hojas curvas, pero las hojas no dejan de emerger. Algunos tipos no logran desarrollar una corona.

- **Madurez:** En este punto se ha desarrollado un brote robusto debido a la formación de varias hojas internas. Durante 60-120 días, persiste.
- **Floración:** El tallo floral asoma la cabeza por la superficie superior del capullo. Las flores tardan de 50 a 70 días en desarrollarse. Cuando el involucro se seca y se abre después de 12-4 días de crecimiento de la flor, produce semillas.

1.11. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

1.11.1. Valor nutricional

Debido a su alto contenido de vitaminas y minerales, la lechuga es una opción alimenticia nutritiva. Las vitaminas A, C, tiamina, B1, B2 y niacina están presentes, además de proteínas, calcio, hierro y vitamina A. Su perfil nutricional es comparable al de otras verduras, incluidas las judías verdes, el apio y los espárragos. Debido a su bajo contenido calórico, se ha convertido en un componente esencial de muchos planes de dieta (Whitaker & Ryder, 1964).

Esta verdura es baja en calorías y está repleta de vitamina C; las hojas exteriores son especialmente buenas para ti. Debido a que contiene mucha vitamina K, ayuda a prevenir la osteoporosis. Las vitaminas A, E y ácido fólico también son prominentes en la lechuga. No solo es 94% de agua, sino que también contiene mucho potasio y fósforo (Alzate & Loaiza, 2008).

1.11.2. Propiedades medicinales

Si sufre de estreñimiento, dispepsia, digestión lenta o exceso de mucosidad en la garganta o el pecho, intente comer algunas hojas frescas. Se dice que las hojas tienen un impacto estimulante, relajante, fortalecedor y delicioso. Son perfectos para reducir los niveles de azúcar en la sangre y ayudar a las personas a dormir bien por la noche calmando los nervios. Como narcótico y analgésico, el látex tiene varios usos (Alvarado et al., 2001).

Para una serie de problemas médicos, incluidos gases, acidez, insomnio, dolor de muelas, inflamación de las encías, nefralgia, dolores reumáticos, tos, catarro bronquial,

resfriado y ronquidos, se recomienda hacer una decocción y consumirla de una vez (Lardizábal, 2005).

1.12. DENSIDAD DE SIEMBRA

Arcila (2007) aumenta significativamente los rendimientos agrícolas al definir la densidad de siembra como la cantidad de plantas plantadas en una parcela de tierra determinada.

Al decidir la densidad de plantación óptima, es importante tener en cuenta muchos parámetros. Estos incluyen, entre otros, los siguientes: tipo de cultivo, variedad de cultivo o híbridos, fertilidad del suelo, pendiente del terreno, disponibilidad de agua, humedad relativa e intensidad de la luz (Jaramillo et al., 2016).

Por último, pero no menos importante, la densidad de siembra influye en varios parámetros agrícolas, incluida la altura de la planta, el recuento de brotes, el área foliar, el diámetro del tallo, la biomasa y muchos más.

1.13. DISTANCIAMIENTO EN LECHUGA

Según Martínez et al. (2015) se debe determinar la densidad óptima para la lechuga, ya que el cultivo tiene un ciclo de vida corto e intenso, lo que hace que el rendimiento entre plantas sea un componente crucial para determinar tanto el rendimiento como la calidad.

Al cultivar lechuga, uno de los factores más críticos para maximizar la producción de cultivos es seleccionar el espacio de siembra adecuado para promover un crecimiento vegetativo óptimo. Al mantener una densidad de población ideal, se puede garantizar que las plantas crezcan de manera uniforme y saludable, hagan un uso eficiente de los recursos disponibles y, en última instancia, cosechen una gran cantidad de lechuga (Firoz et al., 2009; Hasan et al., 2017).

Esas variedades más pequeñas de lechuga no necesitan tanto espacio como la lechuga y la lechuga crepé. Deje 20-45 cm de espacio entre las plantas de lechuga de hoja y 25-45 cm de espacio entre las variedades de cabezas. Separe las plantas muy juntas en el surco, a unos 10 a 20 cm de distancia, para las lechugas que crecen erguidas o tienen

plantas pequeñas. Los surcos están separados de 35 a 42 cm en cultivos comercialmente sustanciales que se riegan. La siembra directa en surcos gemelos es una práctica popular en vastas regiones bajo riego (Vallejo y Estrada, 2004).

FAO (2011) Indica que una población de 245 000 plantas.ha⁻¹, con un espaciamiento de 20 cm entre hileras de plantas, es una cantidad apropiada para la técnica biointensiva. Por otro lado, Jaramillo et al., (2016), Encuentran que de 35 a 40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos es el espacio de siembra más común para la lechuga en Colombia. Las hojas de lechuga romana y lechuga mantequilla necesitan un espacio de 30 x 30 cm, mientras que las lechugas foliares requieren de 20 a 30 cm entre plantas y de 20 a 30 cm entre surcos.

Ugás et al. (2000) en Perú, establece un espaciamiento uniforme de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas de doble hilera para todas las variedades y cultivares de lechuga, lo que da como resultado una densidad de 83.333 plantas.ha⁻¹.

1.14. ABONAMIENTO ORGÁNICO

Selke (1981) explica que, a diferencia de los fertilizantes inorgánicos, que incluyen una variedad de nutrientes minerales, los fertilizantes orgánicos contienen elementos orgánicos que la planta debe convertir en compuestos inorgánicos debido a su falta de absorción directa.

Arca (1970), el papel de la materia orgánica en la nutrición de los cultivos, la estructura del suelo y la mano de obra agrícola es sustancial. Las tres categorías principales de materia orgánica son humus, materia orgánica muerta y organismos en diversas etapas de la vida. Para mantener un alto nivel de fertilidad del suelo, las personas emplean estiércol, que consiste en productos de desecho animal tanto sólidos como líquidos. La tasa de descomposición, la técnica de conservación y el valor de los componentes individuales juegan un papel en la determinación del precio final. Incorporar estiércol al suelo es una buena manera de agregar materia orgánica y humus, pero solo cuando las circunstancias son adecuadas para una descomposición continua.

El estiércol de una variedad de animales, incluidos cerdos, caballos, pollos, cobayas y vacas, se puede usar para crear fertilizantes orgánicos. Aquí se detallan los componentes nutricionales de cada estiércol.

Tabla 1.2

Contenido de humedad y mineral según estiércol del animal

Especie	Humedad %	Nitrógeno %	Fosforo %	Potasio %
Cuy	30	1.90	0.80	0.90
Caballo	59	0.70	0.25	0.77
Vacuno	79	0.78	0.23	0.62
Ave	55	1.00	0.80	0.39
Cerdo	74	0.49	0.34	0.47

Fuente: Adaptado de Plan de introducción de carne de cuy en Lima metropolitana: Estudio de mercado y propuesta empresarial, por Ordoñez Noriega, 2003.

1.15. ESTIÉRCOL DE CUY

Según Montes (2012), los desechos orgánicos que se recolectan de las granjas o unidades de cría de estos animales se conocen como cuyinaza o estiércol cortado. Además de excrementos, también contiene alimentos desechados, pelos de animales y otras sustancias. Una alta concentración de nitrógeno, potasio y fósforo componen cuyinaza.

García et al., (2007) señala que el estiércol de cobaya es fácil de recolectar en comparación con otros estiércol de animales, ya que los cerdos a menudo se encuentran en cobertizos. Un conejillo de indias generará de 2 a 3 kilogramos de estiércol por cada 100 kg de peso vivo.

Molina (2012) menciona los muchos usos del estiércol de cobaya, incluido su alto contenido nutricional, particularmente de elementos menores, y su uso en la fabricación de fertilizantes orgánicos. Junto con el estiércol de caballo, el estiércol de cobaya ofrece varios beneficios, que incluyen no producir olores desagradables, no atraer moscas y estar disponible en forma de polvo. El uso de este fertilizante orgánico en los cultivos de una manera eficaz y respetuosa con el medio ambiente es crucial.

Záldivar (2005) el estiércol de conejillo de indias se aplica a los campos para enriquecerlos con nutrientes, lo que permite que cultivos como las verduras florezcan y

produzcan más alimentos seguros para comer. Con un manejo cuidadoso, el estiércol, el fertilizante orgánico más común, puede servir como fuente de nutrición para las plantas y al mismo tiempo mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. Solo alrededor del 20% del alimento que comen animales como ovejas, vacas, camélidos y conejillos de indias realmente llega a sus cuerpos; el otro 50% termina en la orina y las heces. Por lo general, es probable que las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio en las heces de cobaya sean las siguientes: 25% de fósforo, 0,5 de potasio y 0,5 de nitrógeno. Una tonelada métrica de estiércol generalmente produce 5 kilogramos de nitrógeno, 2.5 kilogramos de fósforo y 5 kilogramos de potasio. Eliminar el estiércol de su hábitat natural generalmente reduce su utilidad.

Pantoja (2014) ventajas de utilizar el estiércol de cuy son:

- Se preserva la fertilidad del suelo, se mejora la retención de agua y se mejora la actividad biológica.
- No tóxico y respetuoso con el medio ambiente, no deja rastro.
- Contiene más materia seca, lo que significa que es más pesada que el agua.
- Permite la entrega de nutrientes.
- Los cultivos están sanos y las cosechas son buenas.
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Como no huele mal, no atraerá moscas.

Tabla 1.3

Composición química del estiércol de cuy

Nutrientes (ppm)	%
Nitrógeno	0.70
Fosforo	0.05
Potasio	0.31
pH	10

Fuente: Pantoja (2014)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL TERRENO EXPERIMENTAL

2.1.1. Ubicación del experimento

Las siguientes coordenadas son el lugar exacto donde se colocaron estos estudios: en los terrenos del Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga:

Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga
Distrito	: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
Lugar	: Centro Experimental Canaán
Coordenadas UTM	: Este (X): 586264.70; Norte (Y): 8544068 : 13°18'8.4" Latitud Sur y 74°12'12.35" LW
Altitud	: 2750 msnm
Región natural	: Quechua

2.1.2. Antecedentes del campo experimental

En la campaña anterior (2018-2019), se sembró maíz morado utilizando fertilización bajo en NPK.

2.1.3. Características físicas y químicas del suelo

Análisis físico-químico: Para conocer las cualidades físicas y funciones del suelo, se realizó un estudio descriptivo en una muestra de suelo que se recolectó al azar del campo a una profundidad de 20 cm. Las muestras fueron examinadas en el Laboratorio Almas, Plantas y Aguas del Programa de Investigación Animal y Ganadera Nicolás Roulet de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1

Características físico - químicas del suelo agrícola del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019

Características del suelo analizado	U.M.	Contenido	Método	Interpretación
<u>Características químicas</u>				
pH	H ₂ O	7.88	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
C.E.	dS/m	2.23	Extracto acuoso (1:1)	Ligeramente salino
CaCO ₃	%	1.0	Volumétrico	Nivel medio
M.O.	%	1.68	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno total	%	0.08	Semi-micro Kjeldahl	Bajo
Fósforo disponible	ppm	32.2	Bray Kurtz I	Alto
Potasio disponible	ppm	186.8	Extracción con acetato de sodio	Medio
Ca+2	Cmol(+)/Kg	8.94	Remplazamiento con acetato de amonio	
Mg+2	Cmol(+)/Kg	3.98	Remplazamiento con acetato de amonio	
K+	Cmol(+)/Kg	0.94	Fotometría de llama	
Na+	Cmol(+)/Kg	0.82	Fotometría de llama	
Al+3	Cmol(+)/Kg	0.0	Yuan	
H+	Cmol(+)/Kg	0.0	Yuan	
C.I.C.	Cmol(+)/Kg	18.2	Saturación con acetato de amonio	Medio
<u>Características físicas</u>				
Arena (Ao)	%	40.9		
Limo (L)	%	20.3	Hidrómetro de	Fr-Ar
Arcilla (Ar)	%	38.8	Bouyoucos	
Clase textural			Franco arcilloso	

Fuente: Laboratorio de Suelos, plantas y aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería - UNSCH.

Se ha determinado que el suelo es franco arcilloso con un pH ligeramente ácido de 7,88, según el examen físico y químico (tabla 2.1) y los parámetros establecidos por Ibáñez y Aguirre (1983). La materia orgánica del suelo es baja, su nitrógeno total es promedio, su P accesible es alto y su K es promedio. La fertilidad del suelo es óptima para una capacidad de intercambio catiónico (CIC) media.

2.1.4. Características climatológicas

A partir de julio de 2019 y hasta octubre de 2019, los datos climáticos utilizados en este estudio experimental provinieron de la Estación Meteorológica del INIA. La estación es propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho y se

encuentra a 13° 10'09" de Latitud Sur, 74° 12'82" de Longitud Oeste, con una elevación de 2750 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra en el distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

Como se muestra en la Figura 2.3 y se proporciona en la Tabla 2.3, la precipitación, la temperatura promedio, la temperatura más baja y la temperatura máxima para el período de junio de 2019 a mayo de 2020 son las siguientes. A lo largo de este tiempo, las temperaturas más altas y más bajas registradas fueron de 24,85 °C y 17,26 °C y 9,66 °C, respectivamente. La precipitación anual totalizó 449,90 milímetros.

Según el balance hídrico, diciembre de 2019 tendrá condiciones húmedas, mientras que de enero a abril de 2020 tendrá condiciones secas.

Utilizando riego por goteo para hidratar el campo agrícola durante la estación seca, se llevó a cabo el experimento.

En la Tabla 2.3, podemos ver que el experimento se realizó de julio a octubre de 2019 con una precipitación promedio de 14,57 mm y temperaturas que oscilaron entre 24,99 °C y 8,51 °C en su punto más bajo y 16,75 °C en su punto más alto.

En cuanto a la humedad relativa que se midió durante el experimento, fue del 74,03% en julio de 2019 y bajó al 67,99% en octubre del mismo año, arrojando un promedio del 70,76%.

Aquí están las condiciones climáticas anuales y el balance hídrico.

Tabla 2.2

Características climáticas de la campaña agrícola 2019 – 2020. Estación Meteorológica INIA - Ayacucho

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

Altitud : 2750 msnm

Provincia : Huamanga

Latitud : 13° 10' 09" S

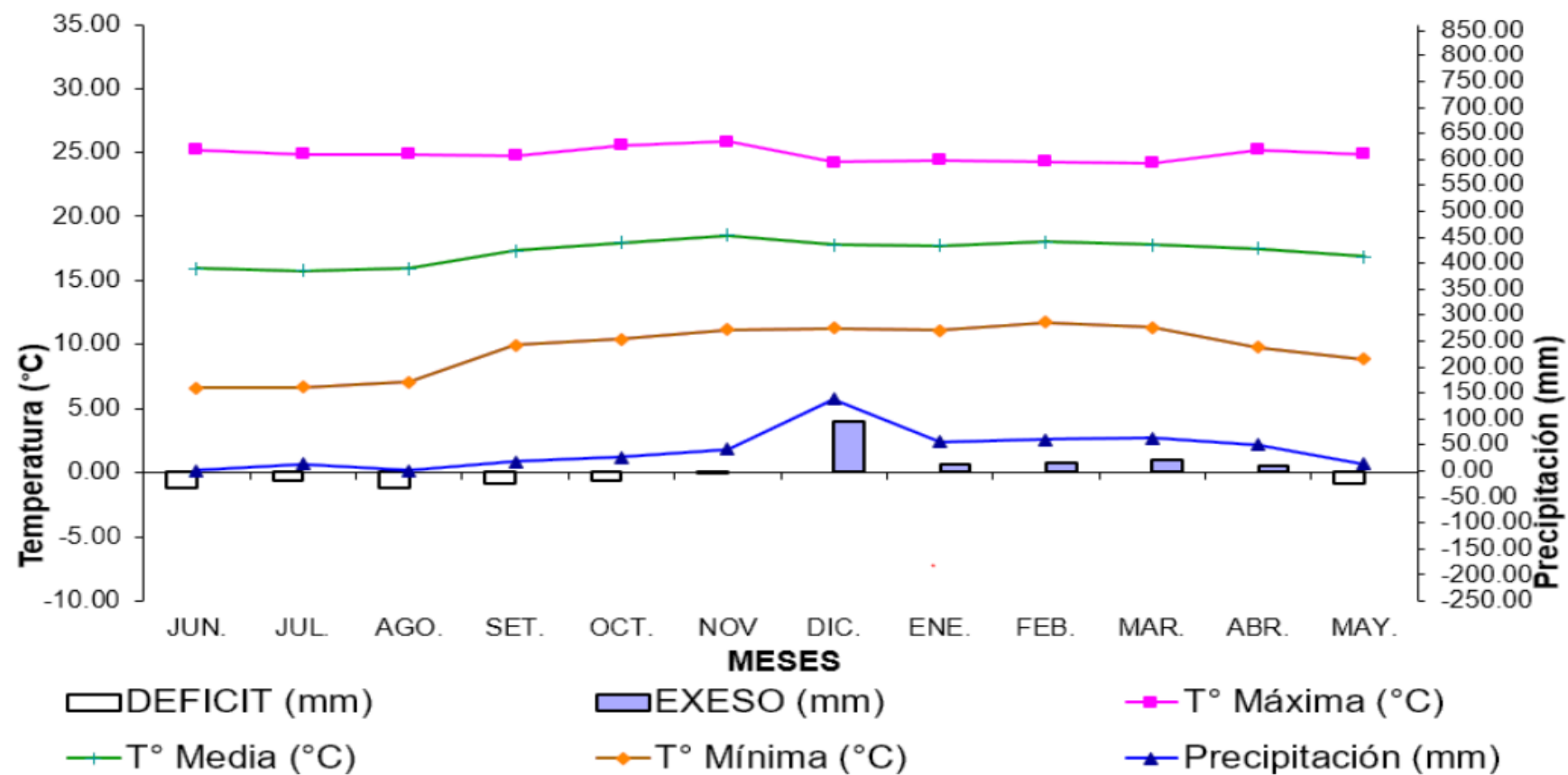
Departamento : Ayacucho

Longitud : 74° 12' 82" W

Año	2019							2020					Total	Promedio
Mes	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May		
T° Máxima (°C)	25.19	24.83	24.86	24.73	25.55	25.85	24.21	24.40	24.30	24.19	25.20	24.85		24.85
T° Mínima (°C)	6.63	6.67	7.06	9.93	10.41	11.15	11.30	11.09	11.76	11.34	9.76	8.84		9.66
T° Media (°C)	15.91	15.75	15.96	17.33	17.98	18.50	17.76	17.75	18.03	17.77	17.48	16.85		17.26
Factor	5.77	5.68	5.80	6.57	6.94	7.25	6.81	6.81	6.97	6.82	6.65	6.29		
ETP (mm)	91.80	89.46	92.57	113.86	124.78	134.13	120.91	120.84	125.67	121.16	116.24	105.96	1,357.37	113.11
Humedad Relativa (%)	74.17	74.03	69.38	71.62	67.99	70.58	76.84	75.77	75.31	75.49	73.90	71.73		
Precipitación (mm)	0.50	14.16	0.00	17.70	26.00	42.50	138.30	56.70	60.80	63.60	50.00	13.50	483.76	40.31
ETP Ajustada (mm)	32.72	31.88	32.99	40.58	44.47	47.80	43.09	43.07	44.79	43.18	41.43	37.76		
H. del suelo (mm)	-32.22	-17.72	-32.99	-22.88	-18.47	-5.30	95.21	13.63	16.01	20.42	8.57	-24.30		
Déficit (mm)	-32.22	-17.72	-32.99	-22.88	-18.47	-5.30						-24.30		
Exceso (mm)							95.21	13.63	16.01	20.42	8.57			

Figura 2.1

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



2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.2.1. Material genético

La planta de era Innovaciones Agrícolas-Zanabria SRL nos proporcionó las plántulas de la variedad lechuga Great Lakes, que es la misma que la variedad botánica capitada. Lo que sigue es una descripción de las características principales: Las hojas de lechuga en roseta son algo rígidas y miden de 25 a 30 cm de diámetro. Pueden ser de cualquier tono de verde o verde oscuro, y tienen un borde dentado y una forma de falda plisada cuando se pliegan. Grande (puede pesar hasta 1 kilogramo), compacto, muy delicado y delicado es la mejor manera de describir el repollo. Los métodos de siembra convencionales producen plantas con una formación de tallos florales muy lenta y rendimientos de hasta 12,60 t. ha⁻¹.

2.2.2. Análisis químico del estiércol de cuy

La composición química del estiércol de cuyes se determinó en el Laboratorio de Suelos, plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Aquí se recolectó una muestra de un kilogramo de estiércol uniforme de cuyes.

A continuación, se muestra una muestra de los hallazgos adquiridos:

Tabla 2.3

Composición química del estiércol de cuy

Componentes	U.M.	Cantidad
Humedad	%	9.4
pH	H ₂ O	8.63
C.E. (1:1)	mS/cm	68.5
M.O total	%	48.2
N - total	%	2.1
P ₂ O ₅	%	1.3
K ₂ O	%	1.8
CaO	%	8.91
MgO	%	3.68
SO ₄ ⁼	%	0.25

Fuente: Laboratorio de Suelos, plantas y aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería - UNSCH.

El estiércol de cuy empleado se obtuvo de una granja familiar ubicado en el anexo de Curipata, distrito de Huamangüilla, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.

2.2.3. Equipos y herramientas utilizados

Herramientas

- Pico
- Rastrillo
- Azadones
- Estacas de madera
- Cuaderno de campo
- Cinta de riego
- Cuchillos

Equipos

- Balanza graduada
- Cámara fotográfica
- Mochila de fumigar
- Computadora (Excel, Word, SAS, PowerPoint)

2.3. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores considerados para el presente experimento son:

a. Densidad de plantas (D)

d_1 : 125 000 plantas.ha⁻¹ (0.40 m entre surco y 0.20 m entre plantas)

d_2 : 83 350 plantas.ha⁻¹ (0.40 m entre surco y 0.30 m entre plantas)

d_3 : 62 500 plantas.ha⁻¹ (0.40 m entre surco y 0.40 m entre plantas)

b. Dosis de estiércol de cuy (C)

c_1 : 0.0 t.ha⁻¹ (testigo)

c_2 : 4.0 t.ha⁻¹

c_3 : 8.0 t.ha⁻¹

c_4 : 12.0 t.ha⁻¹

2.4. TRATAMIENTOS

Tabla 2.4

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T ₁	d ₁ x c ₁	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 0.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₂	d ₁ x c ₂	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 4.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₃	d ₁ x c ₃	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 8.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₄	d ₁ x c ₄	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 12.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₅	d ₂ x c ₁	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 0.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₆	d ₂ x c ₂	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 4.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₇	d ₂ x c ₃	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 8.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₈	d ₂ x c ₄	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 12.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₉	d ₃ x c ₁	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 0.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₁₀	d ₃ x c ₂	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 4.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₁₁	d ₃ x c ₃	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 8.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₁₂	d ₃ x c ₄	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 12.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio actual utilizó un enfoque inductivo y fue de naturaleza experimental, operando a nivel aplicado. Los experimentos de campo se realizaron utilizando un diseño de ACB con una disposición factorial de tres densidades de plantas y cuatro dosis de estiércol de cobaya, como se muestra en la Tabla 2.4. El diseño se repitió tres veces para lograr un total de doce unidades experimentales. La investigación examinó la fenología del cultivo y cómo interactuaban entre sí los elementos destinados a aumentar la producción y la rentabilidad económica. Para analizar los hallazgos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), la prueba de contraste de Tukey (0,05) y la investigación de regresión de las características relevantes.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \delta_i + \alpha_j + (\delta_i * \alpha_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : una observación en la unidad experimental del i-ésimo densidad de plantas, correspondiente al j-ésimo dosis de estiércol de cuy, en el k-ésimo bloque.

μ : Media general.

- β_k : Efecto del k-ésimo bloque.
- δ_i : Efecto de la i-ésima densidad de plantas.
- α_j : Efecto de j-ésimo dosis de estiércol de cuy.
- $(\delta_i * \alpha_j)$: Efecto de la interacción de densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy.
- ε_{ijk} : Error Experimental.
- i = 1, 2, 3 densidad de plantas.
- j = 1, 2, 3, 4 dosis de estiércol de cuy.
- k = 1, 2, 3 repeticiones (bloques).

2.6. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En un área de 150,00 m², dividida en tres bloques de 1,20 m de ancho por 30,00 m de largo, se instalaron doce unidades experimentales con tres ranuras separadas por 0,40 m y 2,50 m de largo para el estudio.

2.6.1. Unidad experimental

Numero de parcelas/bloque	: 12
Ancho de la parcela	: 1.20 m
Largo de la parcela	: 2.50 m
Área total de parcela	: 3.00 m ²
Distancia entre surcos	: 0.4 m
N° de surcos/parcela	: 3
Distancia entre plantas	: 20, 30 y 40 cm

2.6.2. Bloque

N° de Bloques	: 03
Largo del bloque	: 30.00 m
Ancho del bloque	: 1.20 m
Área del bloque	: 36.00 m ²
Ancho de las calles	: 0.7 m

2.6.3. Campo experimental

Largo	: 30.00 m
Ancho	: 5.00 m
Área total del experimento	: 150.00 m ²

Figura 2.2

Croquis de la unidad experimental

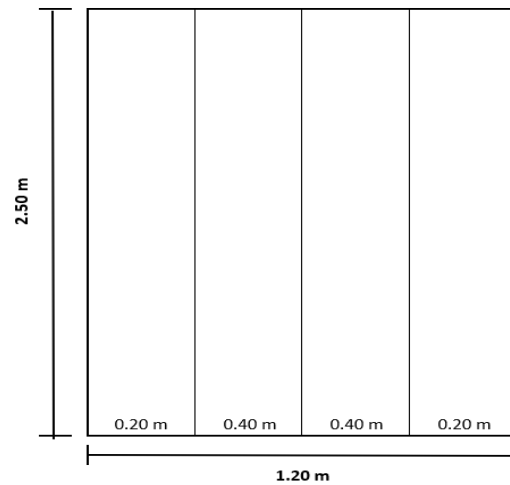
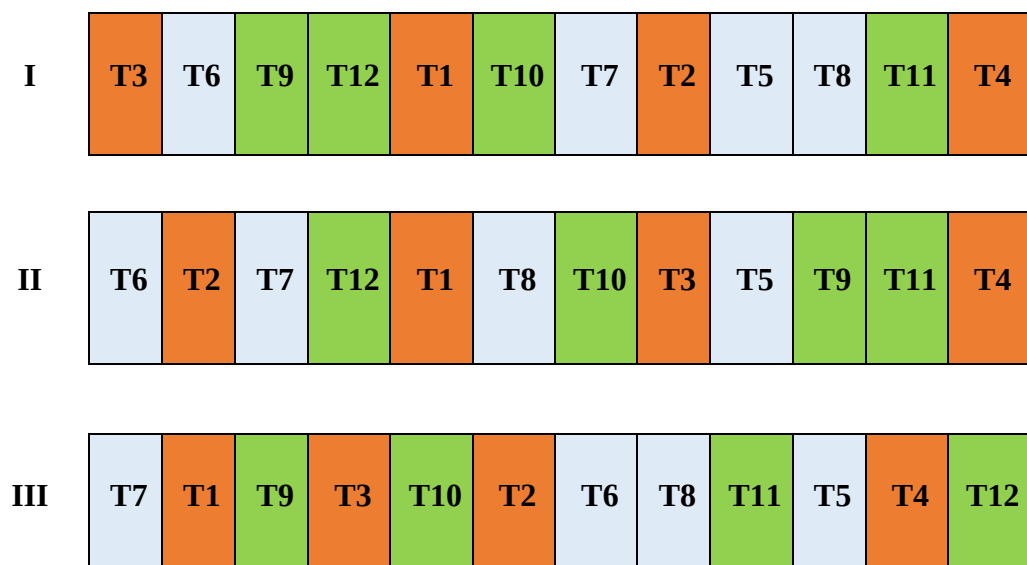


Figura 2.3

Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos



2.7. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.7.1. Preparación del terreno

A partir del 10 de julio de 2019, se preparó el terreno con un tractor agrícola arado de discos y una grada empujada a una profundidad de 20 cm.

2.7.2. Demarcación de terreno

El 12 de julio de 2019, el área fue demarcada usando clavijas, cabrestante, cuerda, yeso, pico y marcadores de identificación. Las manzanas, calles y surcos se delinearon de acuerdo con las medidas indicadas en la descripción del campo experimental y la Figura 2.5.

2.7.3. Surcado

Se realizó el 14 de julio del 2019, luego de haber realizado la delimitación del campo en bloques, parcelas y calles, se utilizó el azadón y cordel para el alineamiento tomando en cuenta la distancia entre surcos.

2.7.4. Abonamiento

Se realizó el 14 de julio del 2019, para la aplicación del estiércol de cuy, se realizó el triturado y pesado correspondiente (0.0, 4.0, 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ respectivamente), posteriormente, se depositó en las ranuras preparadas previamente utilizando un chorro continuo de acuerdo con la asignación aleatoria de 12 tratamientos a cada uno de los tres bloques.

2.7.5. Trasplante

El 17 de julio de 2019 se realizó el trasplante luego de un período de riego suave de 30 minutos utilizando el sistema de riego por goteo. Después de crear los agujeros, se plantaron las plántulas de lechuga en ellos, con un espaciado de 0,20, 0,30 y 0,40 m entre cada planta, y 0,40 m entre cada surco.

2.7.6. Recalce

Se sustituyó las plantas muertas por un nuevo material vegetativo, esta práctica se realizó a los cuatro días del trasplante.

2.7.7. Riego

Se utiliza riego por goteo, lo que hace más efectivo el proceso de riego al dirigirlo directamente a la zona radicular. La cantidad y frecuencia de riego fueron determinadas por el clima y los requerimientos del cultivo durante su etapa vegetativa.

2.7.8. Control de malezas

Trabajar a mano con una azada o una lámpara permitió evitar la competencia por la luz, el agua y los nutrientes. Este procedimiento se llevó a cabo veinticinco y cuarenta días después del trasplante.

2.7.9. Control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del experimento se realizó oportunamente el control fitosanitario. La enfermedad que se presentó en el cultivo es el Oídium (*Erysiphe*

cichoreacearum), para lo cual se aplicó el Difenol y Cosavet DF, la aplicación se realizó a los 40 días después del trasplante.

2.7.10. Cosecha

Cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial, que se determinó palpando la rigidez de la cabeza de lechuga con la mano, se recogieron las plantas de forma escalonada. El proceso comienza con un cuchillo afilado cortado al nivel del suelo, seguido del descarte de las hojas sucias o degradadas. Luego viene la selección, seguida de un recuento de cabezas (comercial y no comercial) y, por último, el pesaje de la cosecha. Setenta a ochenta y cinco días después del trasplante, comenzó la cosecha.

2.8. VARIABLES DEPENDIENTES EVALUADAS

2.8.1. Estados fenológicos

Esto se calcula sumando todos los días que han pasado desde el principio de los tiempos hasta que un determinado porcentaje de plantas alcanza una etapa fisiológica específica; incluyen:

- a. Días a inicio formación de cabeza.** La cantidad de tiempo que ha transcurrido desde el último trasplante de campo antes de que las hojas de la planta se expandan en longitud y desarrollen una curva del eje central, rodeando las hojas recién creadas.
- b. Días a madurez comercial.** Se midió la duración entre el trasplante final de campo y el desarrollo de las plantas de un repollo compacto y bien formado.

2.8.2. Rendimiento

- a. Longitud de cabeza (cm).** Se midieron cinco cabezas de lechuga con un vernier entre el cuello de la raíz y el extremo vertical, luego de extraerlas de los surcos centrales de la unidad experimental.
- b. Diámetro de cabeza (cm).** Se tomó la medida de 5 cabezas de lechuga obtenidas de los surcos centrales de la unidad experimental, a través del uso de un instrumento de medida (vernier) entre el eje horizontal.
- c. Peso de cabeza (kg).** Usando una balanza de precisión, medimos el peso de cinco cabezas de lechuga recolectadas de los surcos centrales de cada unidad experimental.

d. Rendimiento por categorías (kg.ha⁻¹). La cantidad recolectada por cada categoría se proyectó en una hectárea en función de los tratamientos.

- **Categoría primera.** Se seleccionaron todas las cabezas de lechuga por cada tratamiento con peso mayor a 800 gramos, para luego pesar en una balanza calibrada para a si interpolar a una hectárea.
- **Categoría segunda.** Se seleccionaron todas las cabezas de lechuga por cada tratamiento con peso entre 600 a 800 gramos, para luego pesar en una balanza calibrada para a si interpolar a una hectárea.
- **Categoría tercera.** Se seleccionaron todas las cabezas de lechuga por cada tratamiento con peso entre 300 a 600 gramos para luego pesar en una balanza calibrada para a si interpolar a una hectárea.

e. Rendimiento total (kg.ha⁻¹). Con cada tratamiento, se registró el peso combinado en kilogramos de los tres tipos de cabezas de lechuga. Extrapolamos el peso total a una hectárea.

2.8.3. Rentabilidad económica

La rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos se determinó en base a los siguientes rubros:

- Precio unitario de venta
- Valor total de la cosecha
- Costo de producción
- Utilidad neta

Se realizó los cálculos con la siguiente fórmula:

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

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

Tabla 3.1

Variables de precocidad de la lechuga en los diferentes tratamientos. Canaán 2750 msnm

Trat.	Densidad de plantas (plantas.ha ⁻¹)	Dosis de estiércol de cuy (t.ha ⁻¹)	Prendimiento (días)	Inicio de formación de cabeza (ddt)	Formación de cabeza (ddt)	Cosecha (ddt)
T ₁	125 000	0.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₂	125 000	4.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₃	125 000	8.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₄	125 000	12.00	8-10	15-30	55-60	75-85
T ₅	83 350	0.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₆	83 350	4.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₇	83 350	8.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₈	83 350	12.00	8-10	15-30	55-60	75-85
T ₉	62 500	0.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₁₀	62 500	4.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₁₁	62 500	8.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₁₂	62 500	12.00	8-10	15-30	55-60	75-85

ddt: Días después del trasplante

Según Valencia (1995), el promedio de días hasta la cosecha de un cultivo de lechuga de los Grandes Lagos es de 70 a 80 días después de la siembra (como se muestra en la Tabla 3.1). Dado que el ciclo vegetativo de la lechuga depende de la temperatura, el Centro Experimental Canadiense proporciona las condiciones ideales para el cultivo. La Tabla 2.2 muestra que, durante el tiempo del experimento, las temperaturas oscilaron entre un máximo de 25 ° C y un mínimo de 10 °C.

Sin embargo, Valadez (1997) menciona que la lechuga Capitata tiene una etapa vegetativa de 90 a 100 días después de formar su cabeza.

Así mismo, notablemente, la duración del período vegetativo de la lechuga se vio afectada por las dosis de estiércol de cuy. Específicamente, la aplicación de 12,0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy extendió el período de recolección de 75 a 85 días después del trasplante, lo que resultó en una menor precocidad en comparación con los tratamientos con dosis más bajas.

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Longitud de repollo o cabeza

La Tabla 3.2 muestra los resultados de un análisis de varianza para las longitudes de las cabezas de repollo y lechuga en función de la densidad de la planta. Los principales impactos de la densidad de plantas y los niveles de estiércol de cuy en la longitud de la cabeza de lechuga son muy significativos. Esta respuesta muestra cómo los factores de investigación están actuando de manera independiente. Una cifra precisa sería el coeficiente de varianza, que se sitúa en el 8,91%.

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la longitud de cabeza de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	5.60	2.80	1.81	0.165 ns
Densidad de plantas (D)	2	93.82	46.91	30.32	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	354.92	118.31	76.46	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	16.30	2.72	1.76	0.1074 ns
Error	346	535.36	1.55		
Total	359	1005.99			

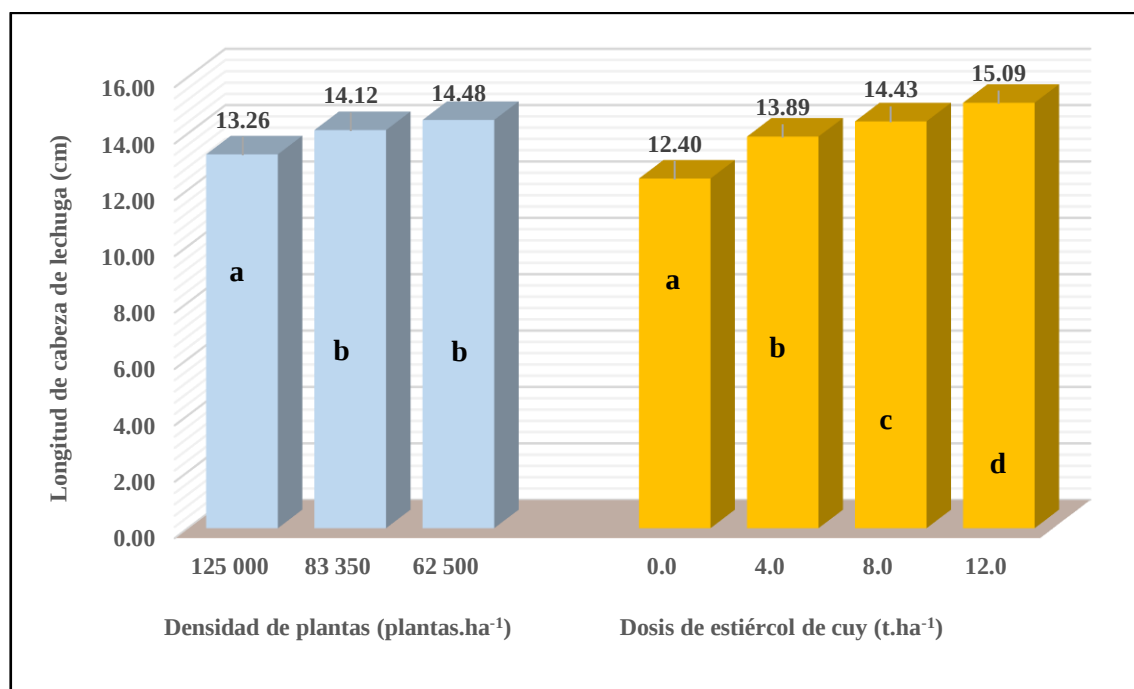
C.V. = 8.91 %

En la Figura 3.1, podemos ver los resultados de la prueba de Tukey para los efectos principales (densidad de la planta y dosis de estiércol). Con una densidad de 62 500 plantas.ha⁻¹, las cabezas de lechuga son las más largas con 14,48 cm. Con una densidad de 83 350 plantas.ha⁻¹, las cabezas son las segundas más largas con 14,12 cm, pero no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las dos. Las cabezas de lechuga

más largas midieron 15.09 y 14.43 cm, respectivamente, se cultivaron en un área con un nivel de estiércol de cobaya de 12.0 y 8.0 t.ha⁻¹, frente a los tratamientos con menor (0.0 y 4.0 t.ha⁻¹) dosis de estiércol de cuy, con diferencia estadística entre sí.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud promedio de cabezas de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



Por el contrario, las especies de plantas determinan cuánta competencia existe por los nutrientes y otros elementos de crecimiento, lo que a su vez afecta la longitud de la cabeza de la lechuga. Plantas menos densamente plantadas (62.500 y 83.350 plantas.ha⁻¹, respectivamente) tienen más espacio para crecer, lo que significa que tienen acceso a más nutrientes, agua, luz, etc., lo que aumenta la productividad de la lechuga. En consecuencia, las plantas en este tratamiento pueden cultivar hojas de lechuga más largas que las del tratamiento de alta densidad (125.000 plantas.ha⁻¹), donde hay más competencia por estos recursos y factores intraespecíficos.

Los resultados indican que si se quiere tener lechugas de mayor cabeza estas responden a una menor densidad de plantas y altos niveles de estiércol de cuy.

3.2.2. Diámetro de repollo o cabeza

Los impactos primarios de la densidad de plantas y la dosificación de estiércol de cobaya mostraron ser altamente estadísticamente significativos en la Tabla 3.3 del ANVA. Este hallazgo allana el camino para el análisis de efectos aparte de los factores bajo evaluación. Un coeficiente de variación del 8,75% sugiere que el experimento se realizó bien en el campo.

Tabla 3.3

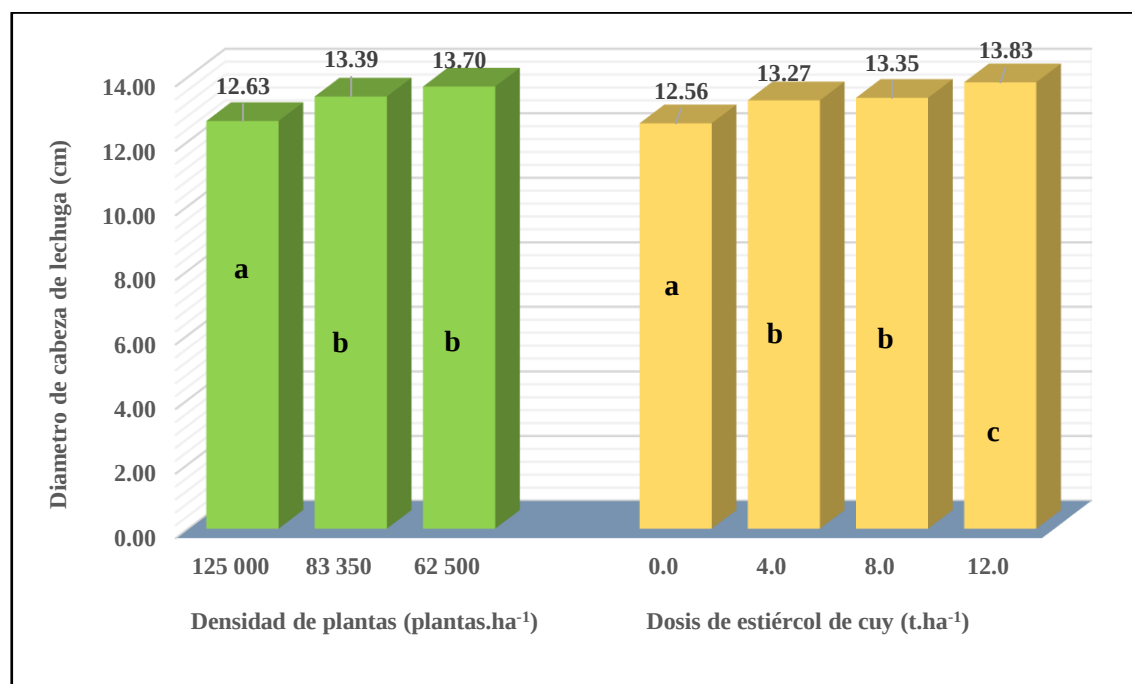
Análisis de variancia del diámetro de cabeza de lechuga con diferentes densidades de planta y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	3.90	1.95	1.45	0.2357 ns
Densidad de Plantas (D)	2	66.24	33.12	24.62	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	74.27	24.76	18.41	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	16.72	2.79	2.07	0.0559 ns
Error	346	465.35	1.34		
Total	359	626.49			

C.V. = 8.75 %

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro en promedio de cabezas de lechuga en diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



La figura 3.2, muestra la prueba de Tukey de los efectos principales con mayor respuesta en el diámetro de cabeza de lechuga, donde con densidades de 62 500 y 83 350 plantas.ha⁻¹, se alcanzaron los mayores valores en diámetro (13.70 y 13.39 cm respectivamente), superando estadísticamente a la de mayor densidad 125 000 plantas.ha⁻¹, el cual reportó 12.63 cm. A sí mismo a mayor dosis de estiércol de cuy 12.0 y 8.0 t.ha⁻¹, se alcanzó los mayores diámetros de cabeza de lechuga con 13.83 y 13.35 cm respectivamente; con dosis de 8.0 y 4.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se reportan valores de 13.35 y 13.27 cm, no existiendo diferencia estadística significativa entre ellos.

Palomino (2014) mientras realizaba una investigación a una altitud de 2.730 metros, descubrió que los diámetros de cabeza de lechuga más grandes eran de 9,60 y 9,21 cm, respectivamente, al aplicar concentraciones de 3,0 y 1,0 t.ha⁻¹ de guano insular. El guano insular presenta valores de diámetro de 9,02 y 8,92 cm con cantidades de 2,0 y 0,0 t.ha⁻¹. También establece que la densidad de las plantas afecta el diámetro de la cabeza de la lechuga, con densidades más bajas que producen cabezas con dimensiones de 9,30 a 9,40 cm y 66.000 plantas.ha⁻¹, respectivamente. Los informes indican una densidad máxima de 100.000 plantas por hectárea a 8,86 cm.

De los resultados obtenidos en el presente experimento se observan que en forma general un mayor diámetro de cabeza, es el resultado que se debe principalmente al manejo agronómico, proporcionado por el mayor nivel de estiércol de cuy y el riego por goteo. A mayor distanciamiento de siembra, existe una menor población de plantas. Por tanto, se refleja en un mayor diámetro de cabeza o repollo de lechuga, de igual forma a mayor dosis de estiércol de cuy también se manifiesta en un mayor diámetro de cabeza de lechuga.

3.2.3. Peso de repollo o cabeza

La Tabla 3.4 muestra los resultados del análisis de la varianza en el peso de la lechuga. Las fuentes de variación, que incluyen la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cobaya, así como los efectos de la interacción (D x C), proporcionan resultados estadísticamente significativos. Esto permite un análisis dependiente de las variables en sus efectos de interacción simple. Si bien el coeficiente de variación del 10,88% es muy preciso, los efectos del suelo, el riego y el medio ambiente sobre el peso de la lechuga varían significativamente incluso dentro de los tratamientos.

Tabla 3.4

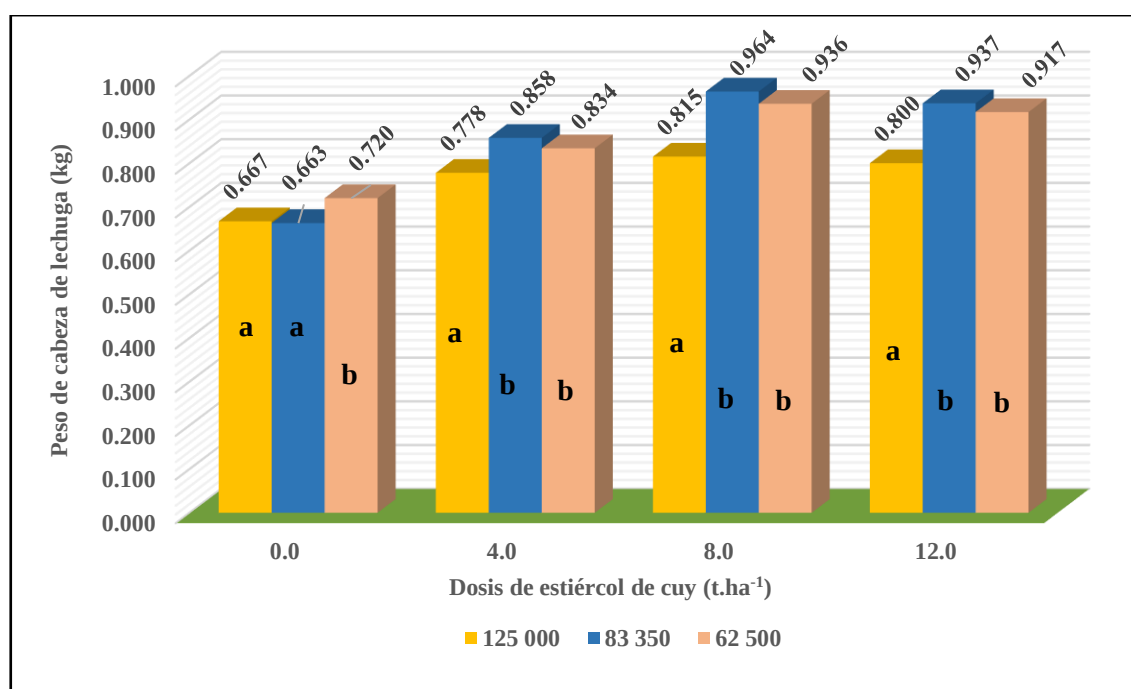
Análisis de variancia de peso de cabezas de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	3314.44	1657.22	0.21	0.8137 ns
Densidad de Plantas (D)	2	629084.36	314542.18	39.15	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	2693176.23	897725.41	111.74	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	239341.18	39890.20	4.97	0.0001 **
Error	346	2779774.46	8034.03		
Total	359	6344690.66			

C.V. = 10.88 %

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos simples en peso de cabezas de lechuga en las diferentes densidades en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



En la Figura 3.3 se muestra una relación lineal entre la cantidad de estiércol de cobaya aplicada a las plantas de lechuga y el peso de sus cabezas, que es una prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción de la densidad de la planta con cada dosis creciente de estiércol de cobaya. Existe una relación inversa entre la densidad de siembra y el peso de las cabezas de lechuga; a medida que aumenta la densidad, las cabezas de lechuga pesan menos y viceversa.

Martinez et al., (2015) Mejorar el uso del espacio, el agua, la luz y los nutrientes conduce a un aumento en el peso fresco por planta a medida que uno se aleja, según su argumento.

Huamantínco (2006) cuando probó diferentes cantidades de guano de la isla y plantas espaciadas a 0,20 m de distancia, descubrió que el peso promedio de la col de lechuga no se veía afectado por el aumento del guano. El peso de la col de lechuga crece más con intervalos de siembra de 0,30 y 0,40 m entre plantas y con dosis crecientes de guano isleño.

Dichos resultados concuerdan con los encontrados en el presente experimento, pero en cuanto a los niveles crecientes del estiércol de cuy se puede indicar que el incremento a 12.0 t.ha⁻¹ en forma general no afecta para mayor incremento en el peso de cabeza de la lechuga en comparación con el nivel de 8.0 t.ha⁻¹, este resultado indica que el nivel apropiado para un mayor peso de cabeza es el de 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

3.2.4. Rendimiento de cabeza de lechuga

a) Rendimiento categoría primera

Tabla 3.5

Análisis de variancia del rendimiento de lechuga de la categoría primera con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	4760995.50	2380497.75	0.21	00.0133 ns
Densidad de Plantas (D)	2	140866852.17	70433426.08	39.15	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	275338652.75	91779550.92	111.74	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	32207001.83	5367833.64	4.97	<0.0001 **
Error	22	9898842.50	449947.39		
Total	35	463072344.75			

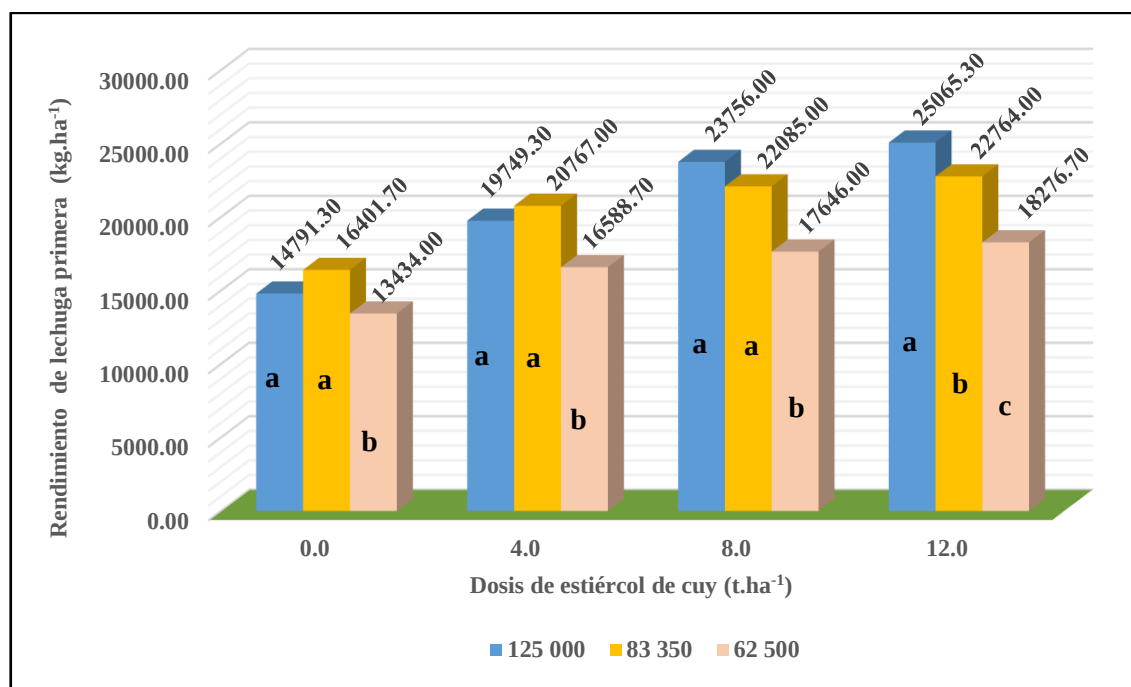
C.V. = 3.43 %

La tabla 3.5 muestra el análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría primera, donde se observa alta significación estadística en las fuentes de variación: densidad de plantas, dosis de estiércol de cuy y en los efectos de la interacción (D x C); este último resultado permite el análisis dependiente de las variables en sus efectos

simples de interacción. El estudio es completo debido a que el estudio se efectúa en forma dependiente de los diferentes factores en cada uno de sus niveles. El coeficiente de variación 3.43 % nos indica un valor de buena precisión para experimentos en campo.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos simples en el rendimiento de lechuga categoría primera con diferentes densidades de plantas en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



La figura 3.4 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción densidad de plantas en cada dosis creciente de estiércol de cuy; se observa un mayor rendimiento (25 065.30 kg.ha⁻¹) de lechuga categoría primera con una densidad de 125 000 plantas.ha⁻¹ obtenida a una menor distancia de siembra (20 cm) y una alta dosis de abonamiento (12.0 t.ha⁻¹) de estiércol de cuy; así mismo este valor es similar cuando se utiliza 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, donde con densidades de 125 000 y 83 350 plantas.ha⁻¹ se obtiene rendimientos de 23 756 y 22 085 kg.ha⁻¹ respectivamente, no existiendo diferencia significativa entre sí.

b) Rendimiento por categoría segunda

La Tabla 3.5 muestra los resultados del análisis de varianza para la segunda categoría de rendimiento de lechuga. Las fuentes de variación, que incluyen la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cobaya, así como los efectos de la interacción (D x

C), son estadísticamente altamente significativas. Este último resultado permite que el análisis dependa de las variables en sus efectos de interacción simple. La investigación es exhaustiva ya que tiene en cuenta todos los elementos relevantes en todos los niveles. Se puede considerar que los experimentos de campo tienen un alto grado de precisión con un coeficiente de variación del 4,38%.

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría segunda con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	11440784.22	5720392.11	0.86	0.0091 **
Densidad de Plantas (D)	2	201525277.06	100762638.53	103.20	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	372713002.97	91779550.92	127.24	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	33426837.61	5571139.60	5.71	<0.0001 **
Error	22	21480911.78	976405.08		
Total	35	640586813.64			

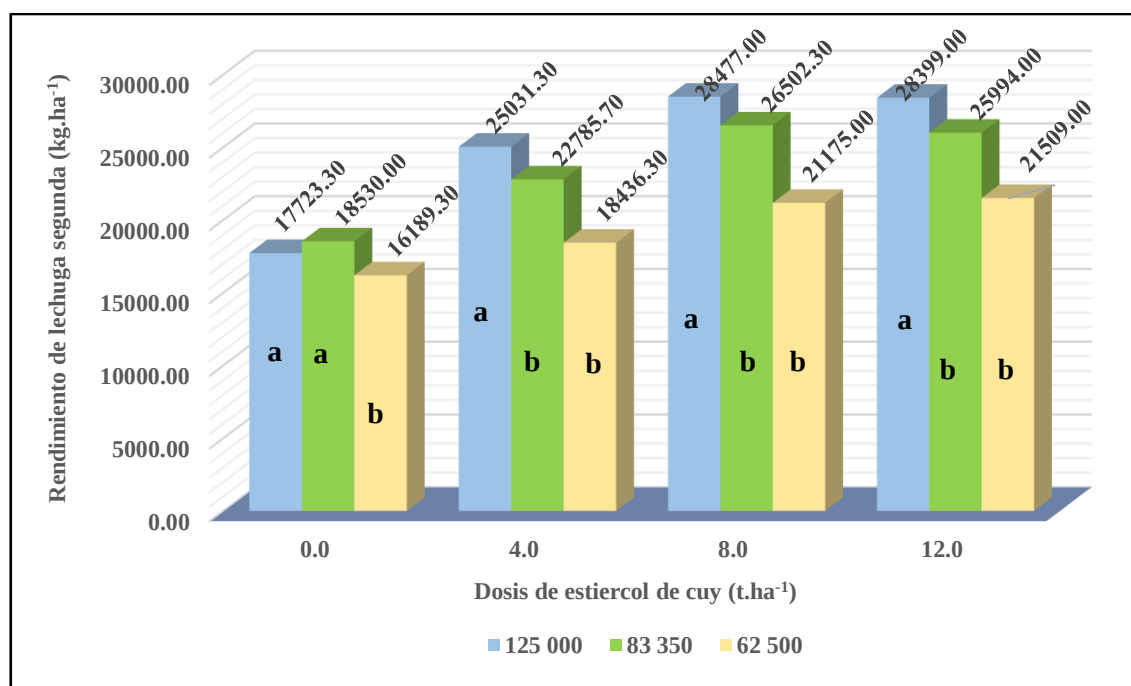
C.V. = 4.38 %

La figura 3.5 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción densidad de plantas en cada dosis creciente de estiércol de cuy; con una incorporación de 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy y una densidad de 125 000 plantas.ha⁻¹ se obtiene un rendimientos de 28 399 kg.ha⁻¹ de lechuga categoría segunda, así mismo este valor es similar cuando se utiliza 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, donde con densidades de 125 000 y 83 350 plantas.ha⁻¹ se obtiene rendimientos de 28 477 y 26 502.30 kg.ha⁻¹ respectivamente.

De los resultados en cuanto a los niveles crecientes del estiércol de cuy se puede indicar que el incremento a 12.0 t.ha⁻¹ en forma general no afecta para mayor rendimiento de lechuga categoría segunda en comparación con el nivel de 8.0 t.ha⁻¹, este resultado indica que el nivel apropiado para un mayor rendimiento de lechuga categoría segunda es el de 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy a una densidad de 125 000 y 83 350 plantas.ha⁻¹.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos simples en el rendimiento de lechuga categoría segunda con diferentes densidades de plantas en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



c) Rendimiento por categoría tercera

Tabla 3.7

Análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría tercera con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	3341903.72	1670951.86	1.67	0.212 ns
Densidad de Plantas (D)	2	38284645.39	19142322.69	19.08	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	71947068.75	23982356.25	23.91	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	14162476.83	2360412.81	2.35	0.0659 ns
Error	22	22067560.28	1003070.92		
Total	35	149803654.97			

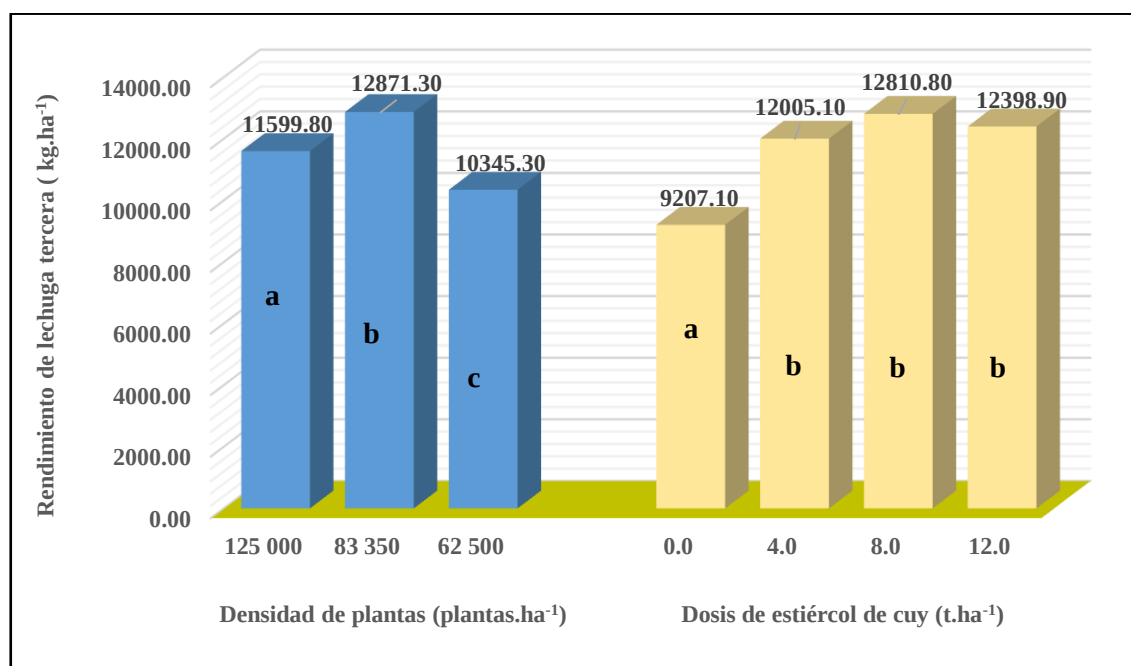
C.V. = 8.63 %

La Tabla 3.7 muestra los resultados del análisis de variancia para la tercera categoría de rendimiento de lechuga. Se encontró que los principales impactos, la densidad de la planta y la dosis de estiércol de cuy tenían un alto nivel de significación estadística. El objetivo

principal del estudio es examinar cada uno de los elementos expuestos por separado. Un número exacto para experimentos de campo es el coeficiente de variación, que es del 8,63%.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales en el rendimiento de lechuga categoría tercera en diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



La Figura 3.6 muestra los resultados de la prueba de Tukey, que muestran que a una densidad de 83 350 plantas.ha⁻¹, el rendimiento más alto es de 12 871,30 kg.ha⁻¹, que es estadísticamente significativamente mayor que los rendimientos en densidades de 125.000 y 62.500 plantas.ha⁻¹, respectivamente, que son 11.599, 80 y 10.345, 30 kg ha⁻¹. Por el contrario, a un nivel de 8,0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, se adquieren los mayores rendimientos (12 810.80 kg.ha⁻¹) de lechuga categoría tercera, seguido por niveles de 12.0 y 4.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy con rendimientos de 12 398.90 y 12 005.10 kg.ha⁻¹ de lechuga categoría tercera respectivamente, entre ellos no existe diferencia estadística significativa. Con un nivel de 0.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se obtuvo rendimientos de 9 207.10 kg.ha⁻¹.

d) Rendimiento total de lechuga

La Tabla 3.8 muestra los resultados del análisis de varianza del rendimiento total de lechuga. Las fuentes de variación, que incluyen la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cuy, así como los efectos de la interacción (D x C), son estadísticamente

altamente significativas. Este último resultado permite que el análisis dependa de las variables en sus efectos de interacción simple. Dado que los tratamientos afectaron la producción general de lechuga, la investigación está completa. Un resultado preciso para experimentos de campo se indica mediante un coeficiente de variación del 2,77%.

Tabla 3.8

Análisis de variancia del rendimiento total de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	2	12446629	6223315	3.39	0.052 ns
Densidad de Plantas (D)	2	957924863	478962432	261.05	<.0001**
Estiércol de cuy (C)	3	1940028603	646676201	352.45	<.0001**
Interacción (D x C)	6	111184784	18530797	10.1	<.0001**
Error	22	40365153	1834780		
Total	35	3061950032			

C.V.= 2.77%

Al realizar el análisis de regresión (tabla 3.9) para estimar la influencia de la densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy, en el rendimiento, se encontró alta significación estadística para los componentes: lineal, cuadrático y la interacción de ambos factores.

Tabla 3.9

Análisis de regresión para el rendimiento total de lechuga, por influencia de la densidad de plantas y estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	2987933856	597586771	242.21	<.0001**
Densidad de plantas(D)	1	752180870	752180870	304.87	<.0001**
Estiércol de cuy (C)	1	1658961483	1658961483	672.40	<.0001**
D ²	1	205743993	205743993	83.39	<.0001**
C ²	1	280936708	280936708	113.87	<.0001**
D*C	1	90110801	90110801	36.52	<.0001**
Error	30	74016176	2467206		
Total	35	3061950032			

C.V.= 2.94%

Tabla 3.10

Prueba de T para los coeficientes de regresión del modelo polinomial del rendimiento total de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm

Parámetro	Valor estimado	Error estándar	Valor T	Pr > T
T. indepen.	8281.613889	4926.226856	1.68	0.1031ns
X1	2742.913333	337.494698	8.13	<.0001**
X2	4912.913889	297.046926	16.54	<.0001**
X1 ^{^2}	-50.712917	5.553384	-9.13	<.0001**
X2 ^{^2}	-174.595486	16.361814	-10.67	<.0001**
X1X2	-43.327917	7.169388	-6.04	<.0001**

La tabla 3.9 muestra los coeficientes para el modelo de segundo orden del rendimiento total de lechuga por la influencia de la densidad de plantas (distanciamiento entre plantas) y dosis de estiércol de cuy. Se observa alta significación estadística para cada uno de los tratamientos del modelo (lineal, cuadrático e interacción). De esta manera el modelo polinomial (superficie de respuesta) es el siguiente:

$$f(x) = Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 + e$$

Donde:

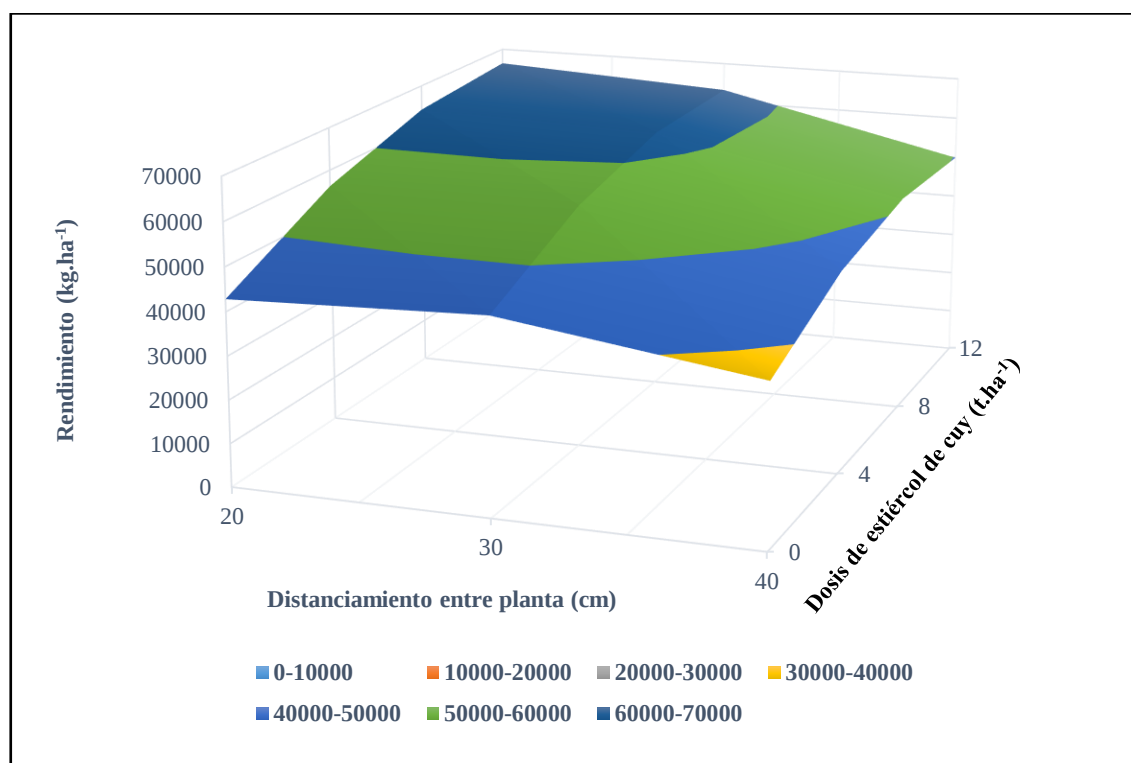
$$Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_1^2 - 174.595X_2^2 - 43.328X_1X_2$$

Con este modelo matemático se realizó el gráfico correspondiente (figura 3.7) cuya resolución permite determinar los niveles de ambos factores que maximizan el rendimiento total de lechuga (66 533.57 plantas.ha⁻¹); estos factores son 22.21 cm entre plantas (en surcos distanciados a 40 cm) y 11 314 kg.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

La figura de superficie de respuesta es el siguiente:

Figura 3.7

Superficie de respuesta para el rendimiento total de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm



3.3. MÉRITO ECONÓMICO

En la Tabla 3.9 se muestra el valor del costo de producción, los rendimientos por categoría (primera, segunda y tercera) y el análisis de rentabilidad de cada uno de los tratamientos que se evaluaron.

De la tabla 3.9, se observa que los costos de producción varían desde S/ 13,438.42 hasta S/ 18, 275.92 soles. Donde los costos se elevaron a medida que se incrementa las dosis de estiércol de cuy.

Con relación a la rentabilidad, los tratamientos T₃ (125 000 plantas.ha⁻¹ + 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy) y T₄ (125 000 plantas.ha⁻¹ + 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy) presentan la mayor utilidad bruta de la producción con S/ 48,835.70 y S/ 48,951.49 soles por hectárea con un índice de rentabilidad de 2.44 y 2.23 respectivamente. Los tratamientos con 0.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy son de baja rentabilidad, comparados con los tratamientos de 4.0 y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy; sin embargo, no se toma en cuenta el efecto residual para próximas campañas de siembra que proporcionan los tratamientos donde se incorpora el estiércol de cuy.

Cuando se aplica al suelo, el estiércol de cobaya sirve como fertilizante y, lo que es más importante, como medio para preservar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; de lo contrario, retrasará la mineralización y descomposición, lo que tiene graves consecuencias desde una perspectiva ecológica.

Tabla 3.11

Valorización, comercialización y análisis de rentabilidad en la producción de lechuga según tratamiento. Canaán 2750 msnm

TRAT.	DESCRIPCIÓN		Costo total de producción (S/*ha ⁻¹)	CATEGORÍA PRIMERA			CATEGORÍA SEGUNDA			CATEGORÍA TERCERA			Valor total de venta (S/)	Utilidad bruta (S/)	Índice de rentabilidad
	Densidad de planta (plantas. ha ⁻¹)	Dosis de estiércol de cuy (t.ha ⁻¹)		Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Costo unitario (S/)	Valor de venta (S/)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Costo unitario (S/)	Valor de venta (S/)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Costo unitario (S/)	Valor de venta (S/)			
T1	125000	0.00	13,438.42	14,791.30	1.20	17,749.56	17,723.30	0.80	14,178.64	10,403.45	0.50	5,201.73	37,129.93	31,154.18	1.76
T2	125000	4.00	15,050.92	19,749.30	1.20	23,699.16	25,031.30	0.80	20,025.04	11,802.45	0.50	5,901.23	49,625.43	42,359.68	2.30
T3	125000	8.00	16,663.42	23,756.00	1.20	28,507.20	28,477.00	0.80	22,781.60	12,205.30	0.50	6,102.65	57,391.45	48,835.70	2.44
T4	125000	12.00	18,275.92	25,065.30	1.20	30,078.36	28,399.00	0.80	22,719.20	11,999.35	0.50	5,999.68	58,797.24	48,951.49	2.22
T5	83350	0.00	13,438.42	16,401.70	1.20	19,682.04	18,530.00	0.80	14,824.00	11,039.20	0.50	5,519.60	40,025.64	34,049.89	1.98
T6	83350	4.00	15,050.92	20,767.00	1.20	24,920.40	22,785.70	0.80	18,228.56	12,188.20	0.50	6,094.10	49,243.06	41,977.31	2.27
T7	83350	8.00	16,663.42	22,085.00	1.20	26,502.00	26,502.30	0.80	21,201.84	12,841.05	0.50	6,420.53	54,124.37	45,568.62	2.25
T8	83350	12.00	18,275.92	22,764.00	1.20	27,316.80	25,994.00	0.80	20,795.20	12,635.10	0.50	6,317.55	54,429.55	44,583.80	1.98
T9	62500	0.00	13,438.42	13,434.00	1.20	16,120.80	16,289.30	0.80	13,031.44	9,776.20	0.50	4,888.10	34,040.34	28,064.59	1.53
T10	62500	4.00	15,050.92	16,588.70	1.20	19,906.44	18,436.30	0.80	14,749.04	11,175.20	0.50	5,587.60	40,243.08	32,977.33	1.67
T11	62500	8.00	16,663.42	17,646.00	1.20	21,175.20	21,175.00	0.80	16,940.00	11,578.05	0.50	5,789.03	43,904.23	35,348.48	1.63
T12	62500	12.00	18,275.92	18,276.70	1.20	21,932.04	21,509.00	0.80	17,207.20	11,372.10	0.50	5,686.05	44,825.29	34,979.54	1.45

CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones se extraen del estudio actual en función de los hallazgos y las circunstancias de la investigación:

1. La dosis de estiércol de cuy influye en la precocidad del cultivo de lechuga; los tratamientos con 0.0, 4.0 y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se tuvo mayor precocidad (70 a 80 días ddt) mientras que 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy es más tardía (75 a 85 días ddt). En diámetro y longitud de repollo, con 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se obtuvo 14.43, 13.35 cm y 15.09, 13.83 cm, respectivamente.
2. La densidad de plantas influyó en las características de longitud, diámetro y peso de repollo de lechuga. Con 62 500 y 83 360 plantas.ha⁻¹ se obtuvo 14.48, 13.70 cm en longitud y 14.12, 13.39 cm en diámetro de repollo. En peso de repollo, las densidades de siembra 83 350, 62 500 plantas.ha⁻¹ con 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy obtuvieron 0.964 y 0.937 kg/planta, respectivamente.
3. El rendimiento total de lechuga de la interacción densidad de planta y dosis de estiércol de cuy, obedece a un modelo polinomial de segundo orden: $Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_{12} - 174.595X_{22} - 43.328X_1X_2$, donde se alcanzó el mayor rendimiento con 11 314 kg.ha⁻¹ de estiércol de cuy y densidad de 112,500 plantas.ha⁻¹ (22.21 cm entre plantas y 40 cm entre surcos).
4. La densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy influyen en la rentabilidad de la producción de cabezas de lechuga; la mayor rentabilidad se obtiene en el tratamiento T₃ (125 000 plantas.ha⁻¹ + 8.0 t.ha⁻¹ estiércol de cuy) con un índice de rentabilidad de 2.44 y la menor rentabilidad se obtiene con T₁₂ (62 500 plantas.ha⁻¹ + 12.0 t.ha⁻¹ estiércol de cuy) con un índice de rentabilidad de 1.45.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo, se propone las siguientes recomendaciones:

1. Realizar la siembra de lechuga a una densidad de plantas 112,500 plantas/ha (22.21 cm entre planta y 0.40 m entre surco), para obtener mayores rendimientos en la producción de lechuga.
2. Realizar estudios utilizando otras fuentes de abono orgánico disponible y de menor costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, D; Chávez, F; Anna, K. (2001). Seminario de Agronegocios Lechugas hidropónicas. Universidad del Pacifico. Facultad de Administración y Contabilidad. Lima, Lima. p.96.
- Alzate, J. F. & Loaiza, L. F. (2008). Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p.
- Arca, M. (1970). Manejo de Suelos, Departamento de Suelos y Geología. Programa de Agronomía U.N.A. La Molina. Lima, Perú.
- Arcila, J (2007). Densidad de siembra y productividad de los cafetales en Ospina, H y Marín, S (Eds.), Sistema de Producción Café en Colombia (p. 132-143) Colombia: Cenicafé.
- Ávila, E. (2015). Manual de lechuga. Bogotá, Colombia.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Manual de Lechuga. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14316>
- Casaca, A. D. (2005) El cultivo de la lechuga. Documento Técnico. Promosta. Costa Rica. 11 p
- Casseres, E. (1980). Producción de Hortalizas. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- CIREN. (2017). Cartilla hortofrutícola Lechuga. Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortícolas priorizadas de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región de Biobío. Chile.
https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/26474/Car_hort_Lechuga2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Defilipis, C; Pariani, S; Jiménez, A; Bouzo, C. (2006) Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en invernadero. Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228910447_Respuesta_al_riego_de_lechuga_Lactuca_sativa_L_cultivada_en_invernadero
- Delgado De La Flor, F; J. Toledo; A. Casas, R. Ugás y S. Siura. (1987). Datos básicos de Cultivos Hortícolas. . UNALM. Lima, Perú.
- FAO. (2011) Producción de hortalizas. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf>
- Japón, J. (1977) La lechuga. Hoja divulgativa. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf

- Firoz, Z; Alam, M; Uddin, M; Khatun, S. (2009) Effect of sowing time and spacing on lettuce seed production in hilly región. 34(3): 531-536. doi: 10.3329/bjar.v34i3.3980
- García, F. (2007). Presentación realizada en el III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. INPOFOS Cono Sur, Buenos Aires. Disponible en: www.Produccion-animal.com.ar
- García, M. (2013) Cultivos herbáceos intensivos. Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/169802602/Cultivo-de-La-Lechuga>
- Giaconi, V; Escaff, M. (2004) Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria.
- Goites, E. (2008) Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar. Instituto Nacional de Tecnología – INTA. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_-.pdf
- Halsouet, P; Miñambres, M.S. (2005) La lechuga. Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Recuperado de <https://eneek.eus/files/2016/11/LECHUGA.pdf>
- Hasan, M; Tahsin, A; Islam, M; Ali; Uddain, J. (2017) Growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) influenced as nitrogen and plant spacing. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science 10(6):62-71. doi: 10.9790/2380-1006016271
- Hasan, M; Tahsin, A; Islam, M; Ali; Uddain, J. (2017) Growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) influenced as nitrogen and plant spacing. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science 10(6):62-71. doi: 10.9790/2380-1006016271
- http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/72/EDA_Manual_Produccion_Lechuga_02_09.pdf?sequence=1
- <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo6.pdf>
- Huamantínco, 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.
- Ibáñez, R. y Aguirre, G. (1983). Fertilidad del suelo. Manuel de prácticas Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 78 p.

- Jaramillo, J; Aguilar, P; Tamayo, P. (2016). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/352080037/MANUAL-DEL-CULTIVO-DE-LA-LECHUGA-pdf>
- Lakshmi, V. (2009). Las Plantas y sus Propiedades Curativas. Gnosis Internacional.
- Lardizábal, R. (2005). Programa de fertilización de lechuga: programa de cálculos, FINTRAC (en línea). Kingston, JAM. Consultado 2 Jun. 2009. Disponible en http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Sistemas%20de%20informacion%20de%20mercado/EDA_Mkt_Info_05_sa_03_production_12_07.pdf
- Marhuenda, J. (2016). Cultivos Hortícolas al aire libre. Lechuga. (C. Rural, Ed.) España. Obtenido de <https://www.floresyplantas.net/wp-content/uploads/libro-cultivoshorticolas-al-aire-libre.pdf>
- Maroto, J. (2000). Elementos de horticultura general. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Maroto, J.; Gómez, A. y Soria, C. (1999). La Lechuga y la Escarola. Edición Mundi-Prensa. España, Valencia. 242 p.
- Maroto, J. (2000). Horticultura herbácea especial. Barcelona: Aedos S.A.
- Martínez Pérez, Z. A. (2008). Algunos aspectos epidemiológicos del Moho Blanco de la lechuga en dos municipios. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Martínez, G; Lara, A; Padilla, L, Luna, M; Avelar; Llamas, J. (2015). Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno. Terra Latinoamericana, 33, 251-260. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792015000300251
- Martínez, Z. (2008). Algunos aspectos epidemiológicos del moho blanco de la lechuga (*Lactuca sativa*) en dos municipios productores de Cundinamarca. (Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperada de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8195/tesis110.pdf?sequence=1>
- Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola. (s/f). PROMOSTA. Costa Rica. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/63655419/lechuga>
- Molina, A. (2012). Producción de abono orgánico con estiércol de cuy. Obtenido de Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Bachiller

Agropecuario: <https://prezi.com/fag-scdj7tds/produccionde-abono-organico-con-estiercol-de-cuy/>

- Montes, T. (2012). Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. Disponible. <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/015-acrianza-tecnificada.pdf>. Recuperado el 02 de diciembre del 2017.
- Mou, B. (2011). Mutations in lettuce improvement. International Journal of Plant Genomics 2011: 1-7. doi: 10.1155/2011/723518
- Oliveira, RG de; Rodrigues, L; Seabra Jr, S; Silva, M; Nohama, M; Inagaki, A; Nunes, M. (2011). Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob o cultivo protegido e campo aberto. Horticultura Brasileira 29: 110-118. Recuperado de http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/a3661_t6418_comp.pdf
- Palomino, J. (2014). Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de lechuga Var Great Lakes. Canaán. 2750 msnm. Ayacucho, Perú: UNSCH.
- Pantoja Gordon, R. (2014). Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi". Obtenido de Tesis de grado: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/691/1/T-UTBFACIAG-AGR-000122.pf>
- Qin, L; He, J; Lee, S; Dodd, C. (2007). An assessment of the role of ethylene in mediating lettuce (*Lactuca sativa* L.) root growth at high temperatures. Journal of Experimental Botany, 58(11): 3017–3024. doi: 10.1093/jxb/erm156
- Quintero, I., J. Zambrano, M. Cabrita y R. Gil. (2000). Evaluación en campo y postcosecha de nueve cultivares de lechuga *Lactuca sativa* L. Rev. Fac. Agron. 17: 482-491.
- Rincón, L. (2004). Pautas para una correcta fertirrigación de la lechuga iceberg. Vida Rural 185: 38-42. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Vrural%2FVrural_2008_266_56_60.pdf
- Rincón, S. (2008). La Fertirrigación de la Lechuga Edit. Mundi-Prensa. España, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentación (IMIDA).

- Rodríguez, J. M. y Santana, H. F. (2011). Comportamiento de Tres Cultivares de Lechuga de Hoja (*Lactuca sativa* L.) con Cinco Distanciamientos de Siembra. Tesis Ing. Agr. Santa Ana, Manabí, EC, UTM. 60p
- Saavedra, G., Corradini, F., Felmer, S., & Estay, P. (2017). Manual de producción de lechuga. Santiago, Chile: INIA.
<https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6703>
- Sánchez, C. (2004). Hortalizas, cultivo y comercialización. Lima, Perú: RIPALME.
- Sánchez, J. (1996). Enfermedades y plagas de hortalizas y su manejo. Editorial Promumedios. Edición Monserrat ICA. Colombia.
- Selke, W. (1968). Los abonos. Editorial Academia. México.
- SELKE, W. (1981). Los abonos. Editorial Academia. León, España.
- Theodoracopoulos, M., Lardizabal, R., Arias, S. (2009). Manual de producción de lechuga.
https://issuu.com/sheencat90/docs/manual_del_cultivo_de_la_lechuga/146
- Tineo Bermúdez, A. (2006). *Superficie de respuestas: El Diseño 03 de Julio (Aplicaciones agronómicas)*. UNSCH.
- Turini, S; Cahn, M; Cantwell, M; Jackson, L; Koike, S; Natick, E; Takeke, E. (2011). Iceberg Lettuce Production in California. University of California, Vegetable Research and Information Center. Oakland, CA, USA. Recuperado de <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7215.pdf>
- Ugás, R; Siura, S; Delgado, F; Casas, A; Toledo, J. (2000). Datos básicos de hortalizas. Lima, Perú – UNALM
- Valadez, A. (1997). Producción de hortalizas. México, Noriega Editores, 298 pp.
- Valencia, L. (1995). Cultivo de Hortalizas de hojas: Col y Lechuga. Lima. Perú: Producción de Medios de Comunicación y Transferencia. INIA.
- Vallejo, F; Estrada, E. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=UpyfvNokkroC&printsec=frontcover&dq=Producci%C3%B3n+de+hortalizas+de+clima+c%C3%A1lido&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiArZbx4Jv1AhVGnq0KHYSpDh8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=Producci%C3%B3n%20de%20hortalizas%20de%20clima%20c%C3%A1lido&f=false>
- Whitaker, T. & Ryder, E. J. (1964). La lechuga y su producción. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Servicios de Investigaciones

- Agrícolas, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, México, 53 pp.
- Whitaker, T. & Ryder, E. J. (1964). La lechuga y su producción. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Servicios de Investigaciones Agrícolas, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, México, 53 pp.
- Zaldivar, L. (2005). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Universidad nacional agraria la Molina. Revista mundial de zootecnia. No 83.2/1995.

ANEXOS

Anexo 1. Datos del rendimiento de repollo o cabeza de lechuga

Bloque	Distancia entre plantas (cm)	Dosis de estiércol de cuy (t.ha⁻¹)	Rdto primera (kg.ha⁻¹)	Rdto segunda (kg.ha⁻¹)	Rdto tercera (kg.ha⁻¹)	Rdto total (kg.ha⁻¹)
I	20	0	13546	16356	9628	39530
I	20	4	19568	25647	11664	56879
I	20	8	23056	29468	12897	65421
I	20	12	23984	27452	14035	65471
I	30	0	15385	18462	10110	43956
I	30	4	21047	24056	13173	58276
I	30	8	22107	26529	14528	63164
I	30	12	21825	26190	14342	62356
I	40	0	13568	16487	8170	38225
I	40	4	15987	18958	10845	45790
I	40	8	17583	21099	11554	50236
I	40	12	18545	21547	11645	51737
II	20	0	15280	18336	10952	44569
II	20	4	20190	26568	11625	58383
II	20	8	23897	29256	11505	64658
II	20	12	24587	29758	12176	66521
II	30	0	16562	19003	9687	45252
II	30	4	19686	23623	12936	56245
II	30	8	21984	26381	14447	62812
II	30	12	22588	27105	14843	64536
II	40	0	13694	16433	8999	39125
II	40	4	17190	19472	10698	47360
II	40	8	17240	20688	11329	49256
II	40	12	18010	21612	11835	51457
III	20	0	15548	18568	9571	43687
III	20	4	19490	22879	12618	54987
III	20	8	24315	26707	12568	63590
III	20	12	26625	27987	9958	64570
III	30	0	17258	18125	7178	42561
III	30	4	21568	20678	14649	56895
III	30	8	22164	26597	14565	63325
III	30	12	23879	24687	13998	62564
III	40	0	13040	15648	8569	37256
III	40	4	16589	16879	9838	43306
III	40	8	18115	21738	11904	51758
III	40	12	18275	21368	8758	48401

Anexo 2. Cuadro ordenado de las variables evaluadas

Nº	Bloq.	Distancia (cm)	Estiércol (t.ha ⁻¹)	Long. Cabeza (cm)	Diám. Cabeza (cm)	Peso cabeza (g)	Nº	Bloq.	Distancia (cm)	Estiércol (t.ha ⁻¹)	Long. Cabeza (cm)	Diám. Cabeza (cm)	Peso cabeza (g)
1	I	20	0	14.00	12.00	568.00	181	II	20	0	12.00	11.00	587.00
2	I	20	0	14.00	12.50	700.00	182	II	20	0	11.00	12.00	645.00
3	I	20	0	13.00	12.00	655.00	183	II	20	0	11.00	12.00	751.00
4	I	20	0	12.00	12.00	610.00	184	II	20	0	12.00	12.00	658.00
5	I	20	0	15.00	12.00	758.00	185	II	20	0	12.00	12.00	715.00
6	I	20	4	15.00	15.50	825.00	186	II	20	4	15.00	13.00	775.00
7	I	20	4	13.00	14.00	720.00	187	II	20	4	13.00	12.00	750.00
8	I	20	4	14.00	15.00	785.00	188	II	20	4	12.00	11.00	780.00
9	I	20	4	12.00	12.00	810.00	189	II	20	4	11.00	12.00	800.00
10	I	20	4	14.00	13.00	765.00	190	II	20	4	11.00	12.00	805.00
11	I	20	8	14.00	13.00	801.00	191	II	20	8	12.00	12.00	789.00
12	I	20	8	17.00	13.50	715.00	192	II	20	8	16.00	12.00	812.00
13	I	20	8	14.00	13.00	857.00	193	II	20	8	14.00	13.00	882.00
14	I	20	8	12.00	14.00	880.00	194	II	20	8	14.00	13.00	867.00
15	I	20	8	12.50	13.00	905.00	195	II	20	8	15.00	13.00	675.00
16	I	20	12	13.00	13.00	820.00	196	II	20	12	15.00	14.00	895.00
17	I	20	12	15.00	14.00	785.00	197	II	20	12	16.00	15.00	900.00
18	I	20	12	13.00	12.00	758.00	198	II	20	12	17.00	15.00	815.00
19	I	20	12	16.00	13.00	956.00	199	II	20	12	13.00	13.00	812.00
20	I	20	12	14.50	14.50	842.00	200	II	20	12	14.00	13.00	857.00
21	I	30	0	11.00	11.00	654.00	201	II	30	0	12.00	12.00	647.00
22	I	30	0	12.00	11.00	685.00	202	II	30	0	12.00	13.00	458.00
23	I	30	0	13.00	13.00	685.00	203	II	30	0	13.00	13.00	758.00
24	I	30	0	12.50	12.00	705.00	204	II	30	0	13.00	13.00	856.00
25	I	30	0	12.00	13.00	652.00	205	II	30	0	14.00	13.00	623.00
26	I	30	4	11.50	14.00	885.00	206	II	30	4	13.00	13.00	854.00
27	I	30	4	11.00	13.00	867.00	207	II	30	4	14.00	13.00	882.00
28	I	30	4	12.50	12.00	755.00	208	II	30	4	16.00	16.00	925.00
29	I	30	4	13.00	13.00	915.00	209	II	30	4	15.00	18.00	758.00
30	I	30	4	14.00	13.50	856.00	210	II	30	4	17.00	14.00	867.00
31	I	30	8	14.00	14.00	956.00	211	II	30	8	15.00	14.00	956.00
32	I	30	8	14.50	13.00	1233.00	212	II	30	8	14.00	13.00	1015.00
33	I	30	8	15.00	13.00	845.00	213	II	30	8	13.00	13.00	860.00
34	I	30	8	15.00	13.00	958.00	214	II	30	8	15.00	13.00	857.00
35	I	30	8	14.50	14.00	812.00	215	II	30	8	14.00	14.00	1010.00
36	I	30	12	16.00	15.00	910.00	216	II	30	12	18.00	15.00	1006.00
37	I	30	12	16.00	13.50	935.00	217	II	30	12	17.00	15.00	845.00
38	I	30	12	14.00	14.00	910.00	218	II	30	12	14.00	14.00	920.00
39	I	30	12	15.00	15.50	987.00	219	II	30	12	14.00	14.00	970.00
40	I	30	12	18.00	14.50	812.00	220	II	30	12	15.00	14.00	1200.00

41	I	40	0	13.00	14.00	687.00	221	II	40	0	13.00	13.00	678.00
42	I	40	0	12.00	12.00	815.00	222	II	40	0	12.00	13.00	568.00
43	I	40	0	12.00	12.00	820.00	223	II	40	0	12.00	11.00	745.00
44	I	40	0	12.00	13.00	720.00	224	II	40	0	13.00	12.00	785.00
45	I	40	0	14.00	13.00	567.00	225	II	40	0	12.00	13.00	845.00
46	I	40	4	13.00	11.00	825.00	226	II	40	4	14.00	14.00	785.00
47	I	40	4	14.00	13.00	810.00	227	II	40	4	13.00	13.00	730.00
48	I	40	4	16.50	12.00	910.00	228	II	40	4	14.00	13.00	815.00
49	I	40	4	15.00	14.00	875.00	229	II	40	4	13.00	13.00	1052.00
50	I	40	4	14.00	12.50	856.00	230	II	40	4	15.00	13.00	897.00
51	I	40	8	13.00	12.00	947.00	231	II	40	8	14.00	13.00	896.00
52	I	40	8	17.00	15.00	831.00	232	II	40	8	14.00	14.00	840.00
53	I	40	8	14.00	12.00	980.00	233	II	40	8	14.00	13.00	874.00
54	I	40	8	15.00	15.00	1025.00	234	II	40	8	15.00	14.00	875.00
55	I	40	8	15.00	13.00	925.00	235	II	40	8	14.00	13.00	856.00
56	I	40	12	16.00	11.00	875.00	236	II	40	12	15.00	14.00	987.00
57	I	40	12	18.00	12.00	855.00	237	II	40	12	15.00	13.00	897.00
58	I	40	12	15.00	11.50	1023.00	238	II	40	12	14.00	12.00	983.00
59	I	40	12	14.00	13.50	856.00	239	II	40	12	17.00	15.00	1032.00
60	I	40	12	13.00	13.50	758.00	240	II	40	12	15.00	14.00	1052.00
61	I	20	0	12.00	12.00	640.00	241	III	20	0	11.00	12.00	500.00
62	I	20	0	12.00	12.00	856.00	242	III	20	0	11.00	12.00	568.00
63	I	20	0	13.00	13.00	654.00	243	III	20	0	12.00	12.00	860.00
64	I	20	0	12.00	13.00	565.00	244	III	20	0	11.00	12.00	635.00
65	I	20	0	12.00	12.50	615.00	245	III	20	0	12.00	12.00	780.00
66	I	20	4	13.00	13.00	728.00	246	III	20	4	13.00	11.00	897.00
67	I	20	4	12.00	12.00	802.00	247	III	20	4	13.00	12.00	758.00
68	I	20	4	13.00	12.00	810.00	248	III	20	4	14.00	12.00	718.00
69	I	20	4	15.00	15.00	750.00	249	III	20	4	13.00	12.00	687.00
70	I	20	4	14.00	13.00	785.00	250	III	20	4	12.00	13.00	845.00
71	I	20	8	15.00	15.00	741.00	251	III	20	8	12.00	11.00	785.00
72	I	20	8	12.00	14.00	862.00	252	III	20	8	14.00	13.00	812.00
73	I	20	8	12.50	13.50	810.00	253	III	20	8	12.00	11.00	815.00
74	I	20	8	13.00	13.00	715.00	254	III	20	8	15.00	12.00	842.00
75	I	20	8	12.00	12.00	815.00	255	III	20	8	14.00	13.00	825.00
76	I	20	12	14.00	13.00	955.00	256	III	20	12	14.00	12.00	756.00
77	I	20	12	14.00	13.00	856.00	257	III	20	12	16.00	14.00	726.00
78	I	20	12	15.00	14.00	847.00	258	III	20	12	13.00	12.00	812.00
79	I	20	12	13.00	13.00	875.00	259	III	20	12	14.00	13.00	748.00
80	I	20	12	15.00	14.00	525.00	260	III	20	12	14.00	13.00	789.00
81	I	30	0	12.00	11.00	668.00	261	III	30	0	11.00	12.00	568.00
82	I	30	0	12.00	13.00	905.00	262	III	30	0	12.00	13.00	730.00
83	I	30	0	12.00	12.00	695.00	263	III	30	0	12.00	12.00	542.00
84	I	30	0	11.00	12.00	455.00	264	III	30	0	11.00	12.00	715.00
85	I	30	0	12.00	11.00	560.00	265	III	30	0	12.00	13.00	740.00
86	I	30	4	13.00	13.00	842.00	266	III	30	4	18.00	13.00	758.00

87	I	30	4	13.00	13.00	835.00	267	III	30	4	13.00	13.00	958.00
88	I	30	4	14.00	14.00	879.00	268	III	30	4	12.00	13.00	895.00
89	I	30	4	13.00	13.00	845.00	269	III	30	4	14.00	13.00	705.00
90	I	30	4	13.00	13.00	887.00	270	III	30	4	15.00	15.00	995.00
91	I	30	8	14.50	12.00	956.00	271	III	30	8	16.00	15.00	856.00
92	I	30	8	14.00	14.50	1156.00	272	III	30	8	16.00	14.00	968.00
93	I	30	8	13.50	14.00	978.00	273	III	30	8	14.00	12.00	985.00
94	I	30	8	14.00	13.00	856.00	274	III	30	8	16.00	15.00	923.00
95	I	30	8	14.00	12.00	854.00	275	III	30	8	14.00	12.00	1056.00
96	I	30	12	15.00	14.50	987.00	276	III	30	12	16.00	15.00	845.00
97	I	30	12	16.00	14.00	1014.00	277	III	30	12	15.00	15.00	1050.00
98	I	30	12	16.50	14.50	850.00	278	III	30	12	16.00	15.00	912.00
99	I	30	12	15.50	14.00	862.00	279	III	30	12	15.00	14.00	875.00
100	I	30	12	13.50	12.50	842.00	280	III	30	12	16.00	15.00	875.00
101	I	40	0	12.00	12.00	687.00	281	III	40	0	12.00	12.00	568.00
102	I	40	0	14.00	15.50	689.00	282	III	40	0	13.00	13.00	580.00
103	I	40	0	13.00	13.00	785.00	283	III	40	0	13.00	13.00	740.00
104	I	40	0	14.00	14.00	725.00	284	III	40	0	15.00	15.00	830.00
105	I	40	0	13.50	13.00	680.00	285	III	40	0	15.00	13.00	885.00
106	I	40	4	15.00	14.50	758.00	286	III	40	4	16.00	16.00	874.00
107	I	40	4	13.00	13.00	890.00	287	III	40	4	15.00	15.00	885.00
108	I	40	4	15.00	13.00	695.00	288	III	40	4	15.00	15.00	845.00
109	I	40	4	12.00	12.50	540.00	289	III	40	4	18.00	16.00	825.00
110	I	40	4	14.00	13.00	725.00	290	III	40	4	14.00	14.00	855.00
111	I	40	8	15.00	14.00	1205.00	291	III	40	8	16.00	15.00	985.00
112	I	40	8	15.00	15.00	896.00	292	III	40	8	16.50	16.00	915.00
113	I	40	8	14.00	14.00	865.00	293	III	40	8	16.00	17.00	845.00
114	I	40	8	14.00	13.00	958.00	294	III	40	8	17.00	16.00	958.00
115	I	40	8	15.00	13.00	1056.00	295	III	40	8	15.00	14.00	1020.00
116	I	40	12	15.00	13.00	985.00	296	III	40	12	17.00	16.00	878.00
117	I	40	12	16.00	16.00	897.00	297	III	40	12	16.00	15.00	956.00
118	I	40	12	12.00	11.50	856.00	298	III	40	12	16.00	17.00	920.00
119	I	40	12	15.00	14.00	860.00	299	III	40	12	15.50	14.00	860.00
120	I	40	12	16.00	14.00	1010.00	300	III	40	12	15.00	15.00	930.00
121	II	20	0	12.00	13.00	657.00	301	III	20	0	13.00	13.00	666.00
122	II	20	0	12.00	12.00	625.00	302	III	20	0	13.00	13.00	740.00
123	II	20	0	12.00	13.00	623.00	303	III	20	0	12.00	14.00	658.00
124	II	20	0	11.00	12.00	756.00	304	III	20	0	12.00	13.00	645.00
125	II	20	0	11.00	13.00	650.00	305	III	20	0	10.00	12.00	680.00
126	II	20	4	13.00	12.00	845.00	306	III	20	4	11.00	12.00	756.00
127	II	20	4	14.00	12.00	756.00	307	III	20	4	13.00	11.00	812.00
128	II	20	4	13.00	13.00	746.00	308	III	20	4	12.00	11.00	745.00
129	II	20	4	13.00	12.00	715.00	309	III	20	4	14.00	12.00	758.00
130	II	20	4	15.00	12.00	812.00	310	III	20	4	14.00	12.00	813.00
131	II	20	8	14.00	13.00	890.00	311	III	20	8	13.00	13.00	856.00
132	II	20	8	15.00	13.00	735.00	312	III	20	8	12.00	11.00	875.00

133	II	20	8	14.00	12.00	740.00	313	III	20	8	14.00	13.00	758.00
134	II	20	8	13.00	12.00	860.00	314	III	20	8	12.00	11.00	758.00
135	II	20	8	13.00	12.00	885.00	315	III	20	8	13.00	10.00	874.00
136	II	20	12	13.00	14.00	745.00	316	III	20	12	14.00	13.00	879.00
137	II	20	12	14.00	13.00	720.00	317	III	20	12	14.00	12.00	756.00
138	II	20	12	16.00	15.00	905.00	318	III	20	12	15.00	13.00	789.00
139	II	20	12	14.00	14.00	756.00	319	III	20	12	14.00	13.00	568.00
140	II	20	12	16.00	15.00	710.00	320	III	20	12	12.00	11.00	845.00
141	II	30	0	13.00	12.00	658.00	321	III	30	0	11.00	12.00	810.00
142	II	30	0	15.00	14.00	678.00	322	III	30	0	12.00	12.00	590.00
143	II	30	0	13.00	13.00	647.00	323	III	30	0	11.00	11.00	770.00
144	II	30	0	14.00	14.00	568.00	324	III	30	0	12.00	12.00	568.00
145	II	30	0	14.00	14.00	756.00	325	III	30	0	13.00	12.00	542.00
146	II	30	4	14.00	14.00	875.00	326	III	30	4	11.00	12.00	832.00
147	II	30	4	17.00	15.00	856.00	327	III	30	4	15.00	13.00	800.00
148	II	30	4	15.00	14.00	856.00	328	III	30	4	13.00	13.00	856.00
149	II	30	4	15.00	14.00	845.00	329	III	30	4	14.00	11.00	835.00
150	II	30	4	14.00	15.00	875.00	330	III	30	4	13.00	12.00	975.00
151	II	30	8	15.50	14.00	1055.00	331	III	30	8	15.00	14.00	958.00
152	II	30	8	16.00	14.00	905.00	332	III	30	8	14.00	12.00	922.00
153	II	30	8	15.00	13.00	897.00	333	III	30	8	15.00	14.00	987.00
154	II	30	8	15.00	12.00	945.00	334	III	30	8	15.00	14.00	995.00
155	II	30	8	18.00	16.00	985.00	335	III	30	8	14.00	14.00	1180.00
156	II	30	12	15.00	14.00	945.00	336	III	30	12	14.00	14.50	857.00
157	II	30	12	17.00	14.00	923.00	337	III	30	12	17.00	16.00	980.00
158	II	30	12	15.00	13.00	862.00	338	III	30	12	14.00	14.00	823.00
159	II	30	12	18.00	14.00	862.00	339	III	30	12	14.00	14.00	1026.00
160	II	30	12	16.00	10.00	956.00	340	III	30	12	15.00	14.00	1255.00
161	II	40	0	12.00	13.00	855.00	341	III	40	0	14.00	13.00	568.00
162	II	40	0	11.00	12.00	785.00	342	III	40	0	13.00	13.00	840.00
163	II	40	0	12.00	13.00	726.00	343	III	40	0	13.00	13.00	785.00
164	II	40	0	12.00	13.00	658.00	344	III	40	0	12.00	13.00	658.00
165	II	40	0	13.00	14.00	580.00	345	III	40	0	13.00	13.00	756.00
166	II	40	4	17.00	12.00	710.00	346	III	40	4	14.00	15.00	820.00
167	II	40	4	14.00	15.00	965.00	347	III	40	4	15.00	16.00	878.00
168	II	40	4	16.00	15.00	856.00	348	III	40	4	16.00	15.00	860.00
169	II	40	4	16.00	15.00	956.00	349	III	40	4	15.00	15.00	830.00
170	II	40	4	14.00	13.00	835.00	350	III	40	4	15.00	14.00	865.00
171	II	40	8	13.00	12.00	1065.00	351	III	40	8	12.00	13.00	987.00
172	II	40	8	16.00	14.00	983.00	352	III	40	8	17.50	16.00	895.00
173	II	40	8	17.00	14.00	877.00	353	III	40	8	16.00	15.00	920.00
174	II	40	8	15.00	13.00	990.00	354	III	40	8	15.00	14.00	889.00
175	II	40	8	14.00	12.00	851.00	355	III	40	8	17.00	16.00	869.00
176	II	40	12	17.00	16.00	685.00	356	III	40	12	18.00	13.00	987.00
177	II	40	12	14.00	15.00	1135.00	357	III	40	12	16.00	15.00	962.00
178	II	40	12	16.00	13.00	1125.00	358	III	40	12	15.00	16.00	869.00
179	II	40	12	13.00	11.00	645.00	359	III	40	12	17.00	18.00	856.00
180	II	40	12	14.00	12.00	745.00	360	III	40	12	16.00	15.00	1030.00

Anexo 3. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 0.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)
I	COSTOS DIRECTOS				S/ 12,352.01
1.1	Preparación de terreno				760.00
1.1.1	Roturado	H.M.	4.00	70.00	280.00
1.1.2	Rastra	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.3	Surcado	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.4	Instalación de cintas de riego por goteo	Jornal	4.00	50.00	200.00
1.2	Trasplante				1300.00
1.2.1	Incorporación de estiércol de cuy	Jornal	5.00	50.00	250.00
1.2.2	Arranque, preparación y traslado de plántulas	Jornal	1.00	50.00	50.00
1.2.3	Colocación de plántulas	Jornal	20.00	50.00	1000.00
1.3	Labores culturales				2400.00
1.3.1	Deshierbo	Jornal	40.00	50.00	2000.00
1.3.2	Riego	Jornal	6.00	50.00	300.00
1.3.3	Abonamiento	Jornal	0.00	0.00	0.00
1.3.4	Control fitosanitario	Jornal	2.00	50.00	100.00
1.4	Cosecha				4992.01
1.4.1	Extracción	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.2	Clasificación	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.3	Flete	Kg	66533.57	0.06	3992.01
1.5	Insumos				2800.00
1.5.1	Plantines (Bandejas por 512 unidades)	Bandeja	180.00	15.00	2700.00
1.5.2	Abono compuesto (20-20-20 NPK)/(50 Kg.)	Saco	0.00	0.00	0.00
1.5.3	Estiércol de cuy/ (40 Kg.)	Saco	0.00	15.00	0.00
1.5.4	Fungicida	Lt.	1.00	100.00	100.00
1.6	Materiales				100.00
1.6.1	Costales, mantas y rafeas	Glb.	1.00	100.00	100.00
II	COSTOS INDIRECTOS				S/ 1,086.40
2.1	Servicios				160.00
2.1.1	Análisis de suelo	Und.	1.00	80.00	80.00
2.1.2	Análisis de estiércol de cuy	Und.	1.00	80.00	80.00
2.2	Otros				926.40
2.2.1	Gastos administrativos (5% CD)	Glb.	1.00	617.60	617.60
2.2.2	Imprevistos (2.5% CD)	Glb.	1.00	308.80	308.80
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				S/ 13,438.42	

Anexo 4. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 4.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)
I	COSTOS DIRECTOS				S/ 13,852.01
1.1	Preparación de terreno				760.00
1.1.1	Roturado	H.M.	4.00	70.00	280.00
1.1.2	Rastra	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.3	Surcado	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.4	Instalación de cintas de riego por goteo	Jornal	4.00	50.00	200.00
1.2	Trasplante				1300.00
1.2.1	Incorporación de estiércol de cuy	Jornal	5.00	50.00	250.00
1.2.2	Arranque, preparación y traslado de plántulas	Jornal	1.00	50.00	50.00
1.2.3	Colocación de plántulas	Jornal	20.00	50.00	1000.00
1.3	Labores culturales				2400.00
1.3.1	Deshierbo	Jornal	40.00	50.00	2000.00
1.3.2	Riego	Jornal	6.00	50.00	300.00
1.3.3	Abonamiento	Jornal	0.00	0.00	0.00
1.3.4	Control fitosanitario	Jornal	2.00	50.00	100.00
1.4	Cosecha				4992.01
1.4.1	Extracción	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.2	Clasificación	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.3	Flete	Kg	66533.57	0.06	3992.01
1.5	Insumos				4300.00
1.5.1	Plantines (Bandejas por 512 unidades)	Bandeja	180.00	15.00	2700.00
1.5.2	Abono compuesto (20-20-20 NPK)/(50 Kg.)	Saco	0.00	0.00	0.00
1.5.3	Estiércol de cuy/ (40 Kg.)	Saco	100.00	15.00	1500.00
1.5.4	Fungicida	Lt.	1.00	100.00	100.00
1.6	Materiales				100.00
1.6.1	Costales, mantas y rafeas	Glb.	1.00	100.00	100.00
II	COSTOS INDIRECTOS				S/ 1,198.90
2.1	Servicios				160.00
2.1.1	Análisis de suelo	Und.	1.00	80.00	80.00
2.1.2	Análisis de estiércol de cuy	Und.	1.00	80.00	80.00
2.2	Otros				1038.90
2.2.1	Gastos administrativos (5% CD)	Glb.	1.00	692.60	692.60
2.2.2	Imprevistos (2.5% CD)	Glb.	1.00	346.30	346.30
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				S/ 15,050.92	

Anexo 5. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)
I	COSTOS DIRECTOS				S/ 15,352.01
1.1	Preparación de terreno				760.00
1.1.1	Roturado	H.M.	4.00	70.00	280.00
1.1.2	Rastra	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.3	Surcado	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.4	Instalación de cintas de riego por goteo	Jornal	4.00	50.00	200.00
1.2	Trasplante				1300.00
1.2.1	Incorporación de estiércol de cuy	Jornal	5.00	50.00	250.00
1.2.2	Arranque, preparación y traslado de plántulas	Jornal	1.00	50.00	50.00
1.2.3	Colocación de plántulas	Jornal	20.00	50.00	1000.00
1.3	Labores culturales				2400.00
1.3.1	Deshierbo	Jornal	40.00	50.00	2000.00
1.3.2	Riego	Jornal	6.00	50.00	300.00
1.3.3	Abonamiento	Jornal	0.00	0.00	0.00
1.3.4	Control fitosanitario	Jornal	2.00	50.00	100.00
1.4	Cosecha				4992.01
1.4.1	Extracción	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.2	Clasificación	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.3	Flete	Kg	66533.57	0.06	3992.01
1.5	Insumos				5800.00
1.5.1	Plantines (Bandejas por 512 unidades)	Bandeja	180.00	15.00	2700.00
1.5.2	Abono compuesto (20-20-20 NPK)/(50 Kg.)	Saco	0.00	0.00	0.00
1.5.3	Estiércol de cuy/ (40 Kg.)	Saco	200.00	15.00	3000.00
1.5.4	Fungicida	Lt.	1.00	100.00	100.00
1.6	Materiales				100.00
1.6.1	Costales, mantas y rafeas	Glb.	1.00	100.00	100.00
II	COSTOS INDIRECTOS				S/ 1,311.40
2.1	Servicios				160.00
2.1.1	Análisis de suelo	Und.	1.00	80.00	80.00
2.1.2	Análisis de estiércol de cuy	Und.	1.00	80.00	80.00
2.2	Otros				1151.40
2.2.1	Gastos administrativos (5% CD)	Glb.	1.00	767.60	767.60
2.2.2	Imprevistos (2.5% CD)	Glb.	1.00	383.80	383.80
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				S/ 16,663.42	

Anexo 6. Costo de producción del cultivo de lechuga; abonamiento de 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/)	COSTO PARCIAL (S/)
I	COSTOS DIRECTOS				S/ 16,852.01
1.1	Preparación de terreno				760.00
1.1.1	Roturado	H.M.	4.00	70.00	280.00
1.1.2	Rastra	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.3	Surcado	H.M.	2.00	70.00	140.00
1.1.4	Instalación de cintas de riego por goteo	Jornal	4.00	50.00	200.00
1.2	Trasplante				1300.00
1.2.1	Incorporación de estiércol de cuy	Jornal	5.00	50.00	250.00
1.2.2	Arranque, preparación y traslado de plántulas	Jornal	1.00	50.00	50.00
1.2.3	Colocación de plántulas	Jornal	20.00	50.00	1000.00
1.3	Labores culturales				2400.00
1.3.1	Deshierbo	Jornal	40.00	50.00	2000.00
1.3.2	Riego	Jornal	6.00	50.00	300.00
1.3.3	Abonamiento	Jornal	0.00	0.00	0.00
1.3.4	Control fitosanitario	Jornal	2.00	50.00	100.00
1.4	Cosecha				4992.01
1.4.1	Extracción	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.2	Clasificación	Jornal	10.00	50.00	500.00
1.4.3	Flete	Kg	66533.57	0.06	3992.01
1.5	Insumos				7300.00
1.5.1	Plantines (Bandejas por 512 unidades)	Bandeja	180.00	15.00	2700.00
1.5.2	Abono compuesto (20-20-20 NPK)/(50 Kg.)	Saco	0.00	0.00	0.00
1.5.3	Estiércol de cuy/ (40 Kg.)	Saco	300.00	15.00	4500.00
1.5.4	Fungicida	Lt.	1.00	100.00	100.00
1.6	Materiales				100.00
1.6.1	Costales, mantas y rafeas	Glb.	1.00	100.00	100.00
II	COSTOS INDIRECTOS				S/ 1,423.90
2.1	Servicios				160.00
2.1.1	Análisis de suelo	Und.	1.00	80.00	80.00
2.1.2	Análisis de estiércol de cuy	Und.	1.00	80.00	80.00
2.2	Otros				1263.90
2.2.1	Gastos administrativos (5% CD)	Glb.	1.00	842.60	842.60
2.2.2	Imprevistos (2.5% CD)	Glb.	1.00	421.30	421.30
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				S/ 18,275.92	

Anexo 7. Panel fotográfico



Foto 1. Trazado de la unidad experimental.



Foto 2. Incorporación de estiércol de cuy según tratamiento.



Foto 3. Trasplante de plántulas de lechuga y distribución de cintas de goteo.

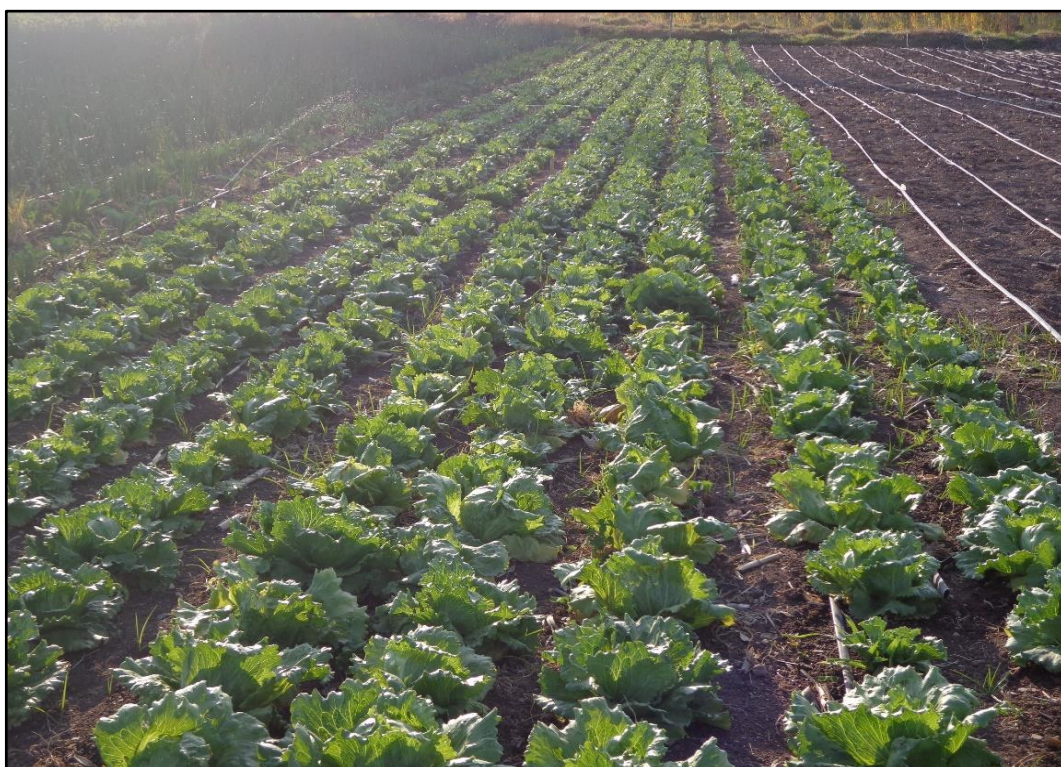


Foto 4. Formación de repollos en el campo experimental.



Foto 5. Control fitosanitario en el campo experimental.



Foto 6. Toma de datos; peso de cabeza o repollo de lechuga.



Foto 7. Peso de cabeza o repollo de lechuga.



Foto 8. Toma de datos; longitud y diámetro de cabeza o repollo de lechuga.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. YURY CCARHUAYPIÑA ORE
R.D. N° 229-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a un día del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, siendo las nueve con treinta horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Rolando Bautista Gómez Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Dr. Rolando Bautista Gómez, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez y el Ing. Edgar Tenorio Mancilla; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **YURY CCARHUAYPIÑA ORE**.

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

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Rolando Bautista Gómez	14	14	16	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	16	16	16	16
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez	15	14	14	14
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	15	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				15

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



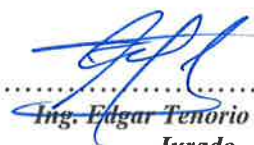
Dr. Rolando Bautista Gómez
Presidente



M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor



M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez
Jurado



Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Jurado



Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

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

Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

Autor : Yury CCARHUAYPIÑA ORE
Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintiuno (21 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2509319039

Ayacucho, 5 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de originalidad de
trabajos de investigación y de tesis

Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

por Yury CCARHUAYPIÑA ORE

Fecha de entrega: 05-nov-2024 10:16a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2509319039

Nombre del archivo: Tesis_Yury_Ccarhuaypiña_Ore_EPA.docx (4.93M)

Total de palabras: 19372

Total de caracteres: 97602

Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el
rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Great Lakes.
Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

10%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

8%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

5

www.enbuenasmanos.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

Área de Investigación: Medio Ambiente
Línea de investigación: Sistemas de Producción Agrícola
Yury Ccarhuaypiña Ore
yuri.ccarhuaypiña.01@unsch.edu.pe
Walter Augusto Mateu Mateo
walter.mateu@unsch.edu.pe

RESUMEN

El estudio examinó el impacto de la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cuyes en la producción de lechuga var. Great Lakes en el Centro Experimental UNSCH Canaan, que se encuentra a 2750 metros sobre el nivel del mar. La Costa Este. Se utilizó un diseño experimental conocido como DBCA, que incluyó un diseño factorial con tres densidades de plantas (d_1 : 125 000, d_2 : 83 350 y d_3 : 62 500 plantas.ha⁻¹) y 4 dosis de estiércol de cuy (c_1 : 0.0, c_2 : 4.0, c_3 : 8.0 y c_4 : 12.0 t.ha⁻¹), 12 tratamientos. Los resultados obtenidos fueron, en diámetro y longitud de repollo, 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy reportó 14.43, 13.35 cm y 15.09, 13.83 cm, respectivamente; con 62 500 y 83 360 plantas.ha⁻¹ se obtuvo 14.48, 13.70 cm en longitud y 14.12, 13.39 cm en diámetro de repollo. En peso de repollo, las densidades de siembra 83 350, 62 500 plantas.ha⁻¹ con 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy obtuvieron 0.964 y 0.937 kg/planta, respectivamente; el rendimiento total de lechuga de la interacción densidad de planta y dosis de estiércol de cuy, obedece a un modelo polinomial de segundo orden: $Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_{12} - 174.595X_{22} - 43.328X_1X_2$, donde se cosechó la mayor cosecha con 11 314 kg.ha⁻¹ de estiércol de cuy y densidad de 112,500 plantas.ha⁻¹ (22.21 cm entre plantas y 40 cm entre surcos); La rentabilidad de producir cabezas de lechuga se ve afectada por la densidad de la planta y las dosis de estiércol de cuyes, T3 (125 000 plantas.ha⁻¹ + 8.0 t.ha⁻¹ estiércol de cuy) obtuvo el mayor índice de rentabilidad de 2.44.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., densidad de plantas, estiércol de cuy.

Plant density and dose of guinea pig manure on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) var. Great Lakes. Canaan, 2750 meters above sea level – Ayacucho

SUMMARY

The study examined the impact of plant density and guinea pig manure dose on the production of lettuce var. Great Lakes at the UNSCH Canaan Experimental Center, which is located 2750 meters above sea level. The East Coast. An experimental design known as DBCA was used, which included a factorial design with three plant densities (d1: 125,000, d2: 83,350 and d3: 62,500 plants.ha⁻¹) and 4 doses of guinea pig manure (c1: 0.0, c2: 4.0, c3: 8.0 and c4: 12.0 t.ha⁻¹), 12 treatments. The results obtained were, in diameter and length of cabbage, 8.0 and 12.0 t.ha⁻¹ of guinea pig manure reported 14.43, 13.35 cm and 15.09, 13.83 cm, respectively; With 62,500 and 83,360 plants.ha⁻¹, 14.48, 13.70 cm in length and 14.12, 13.39 cm in diameter of cabbage were obtained. In cabbage weight, the planting densities of 83,350, 62,500 plants.ha⁻¹ with 8.0 and 12.0 t.ha⁻¹ of guinea pig manure obtained 0.964 and 0.937 kg/plant, respectively; The total lettuce yield from the interaction of plant density and dose of guinea pig manure obeys a second-order polynomial model: $Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_{12} - 174.595X_{22} - 43.328X_1X_2$, where the larger harvest with 11,314 kg.ha⁻¹ of guinea pig manure and density of 112,500 plants.ha⁻¹ (22.21 cm between plants and 40 cm between rows); The profitability of producing lettuce heads is affected by the density of the plant and the doses of guinea pig manure, T3 (125 000 plants.ha⁻¹ + 8.0 t.ha⁻¹ guinea pig manure) obtained the highest profitability index of 2.44.

Keywords: *Lactuca sativa* L., plant density, guinea pig manure.

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), esta hoja verde siempre tiene demanda debido a lo popular que es y las muchas formas en que la gente la come. Entre las lechugas, muchos beneficios para la salud son su bajo contenido calórico, alto contenido de agua (90-95%), ácido fólico, betacaroteno, vitamina C, potasio, magnesio y contenido de fibra. Los dos últimos contribuyen a la acción antioxidante de la planta y a su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres. El primero también aumenta la capacidad natural del cuerpo para eliminar productos de desecho, como la orina, mientras que el segundo ayuda con problemas como la flatulencia, reduce el colesterol y regula afecciones respiratorias como el asma y los espasmos bronquiales. (Ugás, et al. 2000).

Debido a que se puede cultivar tanto en campo abierto como en áreas protegidas, utilizando técnicas de suelo o hidropónicas, este cultivo tiene la capacidad de adaptarse durante todo el año y proporcionar rendimientos significativos (Martínez et al., 2015).

Además del espaciamiento de los trasplantes, otra consideración en la producción de lechuga es la densidad de siembra, que puede aumentarse o disminuirse según el tipo de lechuga. Para que la planta alcance su máximo potencial productivo, es crucial mantener una distancia adecuada (Oliveira et al., 2011).

Varias fuentes afirman que, entre otras cosas, la densidad de población de la lechuga se verá afectada por el tipo y el cultivo de lechuga que se esté cultivando, además de cómo se desarrollan normalmente. Ugaz et al. (2000), por otro lado, no diferencia entre los dos y enumera 83.333 plantas.ha⁻¹ como su densidad de plantación única, actualmente se utiliza en Perú.

El abonamiento es otro método que afecta significativamente los rendimientos de lechuga, aunque aún es inadecuado en el departamento de Ayacucho. El siguiente paso es estudiar los efectos del fertilizante mineral orgánico en la producción y calidad de los cultivos. Para preservar la salud del suelo y al mismo tiempo ser consciente del medio ambiente, se recomienda utilizar fertilizantes orgánicos además de los químicos, que son más costosos y tienen una vida media más corta.

Ante esta situación, con esta investigación se pretende buscar nuevas formas de incrementar el rendimiento, mayor beneficio/costo, sin emplear elementos químicos y obtener un producto libre de los elementos contaminantes. Bajo los lineamientos establecidos se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la influencia de la densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga, variedad Great Lakes bajo condiciones de Canaán a 2750 msnm.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la densidad de plantas en el rendimiento de lechuga.
2. Determinar el efecto de las dosis de estiércol de cuy en el rendimiento de lechuga.
3. Evaluar el mérito económico de los tratamientos estudiados.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL TERRENO EXPERIMENTAL

2.1.1. Ubicación del experimento

Las siguientes coordenadas son el lugar exacto donde se colocaron estos estudios: en los terrenos del Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga:

Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray
Lugar : Centro Experimental Canaán
Coordenadas UTM : Este (X): 586264.70; Norte (Y): 8544068
: 13°18'8.4" Latitud Sur y 74°12'12.35" LW
Altitud : 2750 msnm
Región natural : Quechua

2.1.2. Antecedentes del campo experimental

En la campaña anterior (2018-2019), se sembró maíz morado utilizando fertilización bajo en NPK.

2.1.3. Características físicas y químicas del suelo

Análisis físico-químico: Para conocer las cualidades físicas y funciones del suelo, se realizó un estudio descriptivo en una muestra de suelo que se recolectó al azar del campo a una profundidad de 20 cm. Las muestras fueron examinadas en el Laboratorio Almas, Plantas y Aguas del Programa de Investigación Animal y Ganadera Nicolás Roulet de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Se ha determinado que el suelo es franco arcilloso con un pH ligeramente ácido de 7,88, según el examen físico y químico y los parámetros establecidos por Ibáñez y Aguirre (1983). La materia orgánica del suelo es baja, su nitrógeno total es promedio, su P accesible es alto y su K es promedio. La fertilidad del suelo es óptima para una capacidad de intercambio catiónico (CIC) media.

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.2.1. Material genético

La planta de era Innovaciones Agrícolas-Zanabria SRL nos proporcionó las plántulas de la variedad lechuga Great Lakes, que es la misma que la variedad botánica capitada. Lo que sigue es una descripción de las características principales: Las hojas de lechuga en roseta son algo rígidas y miden de 25 a 30 cm de diámetro. Pueden ser de cualquier tono de verde o verde oscuro, y tienen un borde dentado y una forma de falda plisada cuando se pliegan. Grande (puede pesar hasta 1 kilogramo), compacto, muy delicado y delicado es la mejor manera de describir el repollo. Los métodos de siembra convencionales producen plantas con una formación de tallos florales muy lenta y rendimientos de hasta 12,60 t. ha⁻¹.

2.2.2. Análisis químico del estiércol de cuy

La composición química del estiércol de cuyes se determinó en el Laboratorio de Suelos, plantas y Aguas "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Aquí se recolectó una muestra de un kilogramo de estiércol uniforme de cuyes.

2.2.3. Equipos y herramientas utilizados

Herramientas

- Pico
- Rastrillo
- Azadones
- Estacas de madera
- Cuaderno de campo
- Cinta de riego
- Cuchillos

Equipos

- Balanza graduada
- Cámara fotográfica
- Mochila de fumigar
- Computadora (Excel, Word, SAS, PowerPoint)

2.3. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores considerados para el presente experimento son:

a. Densidad de plantas (D)

d_1 : 125 000 plantas.ha⁻¹ (0.40 m entre surco y 0.20 m entre plantas)

d_2 : 83 350 plantas.ha⁻¹ (0.40 m entre surco y 0.30 m entre plantas)

d_3 : 62 500 plantas.ha⁻¹ (0.40 m entre surco y 0.40 m entre plantas)

b. Dosis de estiércol de cuy (C)

c_1 : 0.0 t.ha⁻¹ (testigo)

c_2 : 4.0 t.ha⁻¹

c_3 : 8.0 t.ha⁻¹

c_4 : 12.0 t.ha⁻¹

2.4. TRATAMIENTOS

Tabla 2.1

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T ₁	$d_1 \times c_1$	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 0.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₂	$d_1 \times c_2$	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 4.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₃	$d_1 \times c_3$	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 8.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₄	$d_1 \times c_4$	125 000 plantas.ha ⁻¹ + 12.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₅	$d_2 \times c_1$	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 0.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₆	$d_2 \times c_2$	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 4.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₇	$d_2 \times c_3$	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 8.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₈	$d_2 \times c_4$	83 350 plantas.ha ⁻¹ + 12.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₉	$d_3 \times c_1$	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 0.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₁₀	$d_3 \times c_2$	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 4.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₁₁	$d_3 \times c_3$	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 8.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy
T ₁₂	$d_3 \times c_4$	62 500 plantas.ha ⁻¹ + 12.0 t.ha ⁻¹ estiércol de cuy

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio actual utilizó un enfoque inductivo y fue de naturaleza experimental, operando a nivel aplicado. Los experimentos de campo se realizaron utilizando un diseño de ACB con una disposición factorial de tres densidades de plantas y cuatro dosis de estiércol de cuy. El diseño se repitió tres veces para lograr un total de doce unidades experimentales. La investigación examinó la fenología del cultivo y cómo interactuaban entre sí los elementos destinados a aumentar la producción y la rentabilidad económica. Para analizar los hallazgos se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), la prueba de contraste de Tukey (0,05) y la investigación de regresión de las características relevantes.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \delta_i + \alpha_j + (\delta_i * \alpha_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : una observación en la unidad experimental del i-ésimo densidad de plantas, correspondiente al j-ésimo dosis de estiércol de cuy, en el k-ésimo bloque.

μ : Media general.

β_k : Efecto del k-ésimo bloque.

δ_i : Efecto de la i-ésima densidad de plantas.

α_j : Efecto de j-ésimo dosis de estiércol de cuy.

$(\delta_i * \alpha_j)$: Efecto de interacción de densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy.

ε_{ijk} : Error Experimental.

i = 1, 2, 3 densidad de plantas.

j = 1, 2, 3, 4 dosis de estiércol de cuy.

k = 1, 2, 3 repeticiones (bloques).

2.6. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En un área de 150,00 m², dividida en tres bloques de 1,20 m de ancho por 30,00 m de largo, se instalaron doce unidades experimentales con tres ranuras separadas por 0,40 m y 2,50 m de largo para el estudio.

2.6.1. Unidad experimental

Numero de parcelas/bloque	: 12
Ancho de la parcela	: 1.20 m
Largo de la parcela	: 2.50 m
Área total de parcela	: 3.00 m ²
Distancia entre surcos	: 0.4 m
Nº de surcos/parcela	: 3
Distancia entre plantas	: 20, 30 y 40 cm

2.6.2. Bloque

Nº de Bloques	: 03
Largo del bloque	: 30.00 m
Ancho del bloque	: 1.20 m
Área del bloque	: 36.00 m ²
Ancho de las calles	: 0.7 m

2.6.3. Campo experimental

Largo	: 30.00 m
Ancho	: 5.00 m
Área total del experimento	: 150.00 m ²

2.7. VARIABLES DEPENDIENTES EVALUADAS

2.7.1. Estados fenológicos

Esto se calcula sumando todos los días que han pasado desde el principio de los tiempos hasta que un determinado porcentaje de plantas alcanza una etapa fisiológica específica; incluyen:

- a. **Días a inicio formación de cabeza.** La cantidad de tiempo que ha transcurrido desde el último trasplante de campo antes de que las hojas de la planta se expandan en longitud y desarrollen una curva del eje central, rodeando las hojas recién creadas.
- b. **Días a madurez comercial.** Se midió la duración entre el trasplante final de campo y el desarrollo de las plantas de un repollo compacto y bien formado.

2.7.2. Rendimiento

- a. **Longitud de cabeza (cm).** Se midieron cinco cabezas de lechuga con un vernier entre el cuello de la raíz y el extremo vertical, luego de extraerlas de los surcos centrales de la unidad experimental.
- b. **Diámetro de cabeza (cm).** Se tomó la medida de 5 cabezas de lechuga obtenidas de los surcos centrales de la unidad experimental, a través del uso de un instrumento de medida (vernier) entre el eje horizontal.
- c. **Peso de cabeza (kg).** Usando una balanza de precisión, medimos el peso de cinco cabezas de lechuga recolectadas de los surcos centrales de cada unidad experimental.
- d. **Rendimiento por categorías (kg.ha⁻¹).** La cantidad recolectada por cada categoría se proyectó en una hectárea en función de los tratamientos.
 - **Categoría primera.** Se seleccionaron todas las cabezas de lechuga por cada tratamiento con peso mayor a 800 gramos, para luego pesar en una balanza calibrada para a si interpolar a una hectárea.

- **Categoría segunda.** Se seleccionaron todas las cabezas de lechuga por cada tratamiento con peso entre 600 a 800 gramos, para luego pesar en una balanza calibrada para a si interpolar a una hectárea.
 - **Categoría tercera.** Se seleccionaron todas las cabezas de lechuga por cada tratamiento con peso entre 300 a 600 gramos para luego pesar en una balanza calibrada para a si interpolar a una hectárea.
- e. Rendimiento total (kg.ha⁻¹).** Con cada tratamiento, se registró el peso combinado en kilogramos de los tres tipos de cabezas de lechuga. Extrapolamos el peso total a una hectárea.

2.7.3. Rentabilidad económica

La rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos se determinó en base a los siguientes rubros:

- Precio unitario de venta
- Valor total de la cosecha
- Costo de producción
- Utilidad neta

Se realizó los cálculos con la siguiente fórmula:

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

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

Tabla 3.1

Variables de precocidad de la lechuga en los diferentes tratamientos. Canaán 2750 msnm

Trat.	Densidad de plantas (plantas.ha ⁻¹)	Dosis de estiércol de cuy (t.ha ⁻¹)	Prendimiento (días)	Inicio de formación de cabeza (ddt)	Formación de cabeza (ddt)	Cosecha (ddt)
T ₁	125 000	0.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₂	125 000	4.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₃	125 000	8.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₄	125 000	12.00	8-10	15-30	55-60	75-85
T ₅	83 350	0.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₆	83 350	4.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₇	83 350	8.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₈	83 350	12.00	8-10	15-30	55-60	75-85
T ₉	62 500	0.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₁₀	62 500	4.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₁₁	62 500	8.00	8-10	15-30	48-55	70-80
T ₁₂	62 500	12.00	8-10	15-30	55-60	75-85

ddt: Días después del trasplante

Según Valencia (1995), el promedio de días hasta la cosecha de un cultivo de lechuga de los Grandes Lagos es de 70 a 80 días después de la siembra (como se muestra en la Tabla 3.1). Dado que el ciclo vegetativo de la lechuga depende de la temperatura, el Centro Experimental Canadiense proporciona las condiciones ideales para el cultivo. La Tabla 2.2 muestra que, durante el tiempo del experimento, las temperaturas oscilaron entre un máximo de 25 °C y un mínimo de 10 °C.

Sin embargo, Valadez (1997) menciona que la lechuga Capitata tiene una etapa vegetativa de 90 a 100 días después de formar su cabeza.

La duración del período vegetativo de la lechuga se vio afectada por las dosis de estiércol de cobaya. Específicamente, la aplicación de 12,0 t.ha⁻¹ de estiércol de cobaya extendió el período de recolección de 75 a 85 días después del trasplante, lo que resultó en una menor precocidad en comparación con los tratamientos con dosis más bajas.

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Longitud de repollo o cabeza

La Tabla 3.2 muestra los resultados de un análisis de varianza para las longitudes de las cabezas de repollo y lechuga en función de la densidad de la planta. Los principales impactos de la densidad de plantas y los niveles de estiércol de cobaya en la longitud de la cabeza de lechuga son muy significativos. Esta respuesta muestra cómo los factores de investigación están actuando de manera independiente. Una cifra precisa sería el coeficiente de varianza, que se sitúa en el 8,91%.

Tabla 3.2

Análisis de variancia de la longitud de cabeza de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

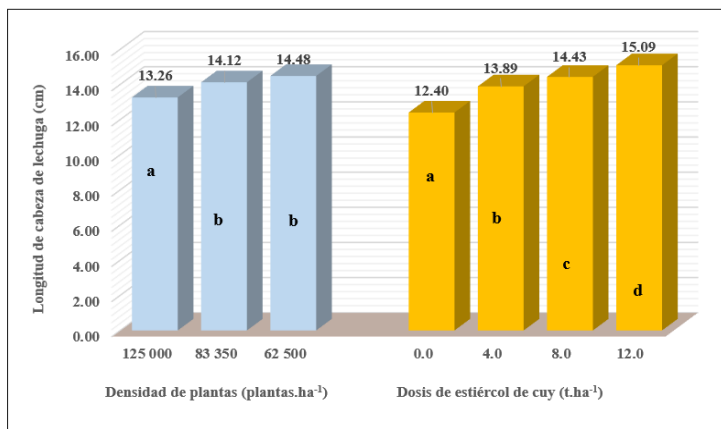
F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	5.60	2.80	1.81	0.165 ns
Densidad de plantas (D)	2	93.82	46.91	30.32	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	354.92	118.31	76.46	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	16.30	2.72	1.76	0.1074 ns
Error	346	535.36	1.55		
Total	359	1005.99			

C.V. = 8.91 %

En la Figura 3.1, podemos ver los resultados de la prueba de Tukey para los efectos principales (densidad de la planta y dosis de estiércol). Con una densidad de 62 500 plantas.ha⁻¹, las cabezas de lechuga son las más largas con 14,48 cm. Con una densidad de 83 350 plantas.ha⁻¹, las cabezas son las segundas más largas con 14,12 cm, pero no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las dos. Las cabezas de lechuga más largas midieron 15.09 y 14.43 cm, respectivamente, se cultivaron en un área con un nivel de estiércol de cobaya de 12.0 y 8.0 t.ha⁻¹, frente a los tratamientos con menor (0.0 y 4.0 t.ha⁻¹) dosis de estiércol de cuy, con diferencia estadística entre sí.

Figura 3.1

Prueba de Tukey de los efectos principales de la longitud promedio de cabezas de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



Por el contrario, las especies de plantas determinan cuánta competencia existe por los nutrientes y otros elementos de crecimiento, lo que a su vez afecta la longitud de la cabeza de la lechuga. Plantas menos densamente plantadas (62.500 y 83.350 plantas.ha⁻¹, respectivamente) tienen más espacio para crecer, lo que significa que tienen acceso a más nutrientes, agua, luz, etc., lo que aumenta la productividad de la lechuga. En consecuencia, las plantas en este tratamiento pueden cultivar hojas de lechuga más largas que las del tratamiento de alta densidad (125.000 plantas.ha⁻¹), donde hay más competencia por estos recursos y factores intraespecíficos.

Los resultados indican que si se quiere tener lechugas de mayor cabeza estas responden a una menor densidad de plantas y altos niveles de estiércol de cuy.

3.2.2. Diámetro de repollo o cabeza

Los impactos primarios de la densidad de plantas y la dosificación de estiércol de cuy mostraron ser altamente estadísticamente significativos en la Tabla 3.3 del ANVA. Este hallazgo allana el camino para el análisis de efectos aparte de los factores bajo evaluación. Un coeficiente de variación del 8,75% sugiere que el experimento se realizó bien en el campo.

Tabla 3.3

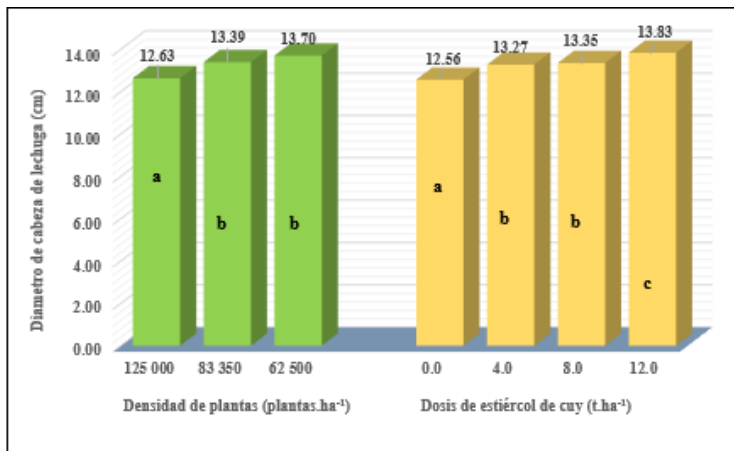
Análisis de variancia del diámetro de cabeza de lechuga con diferentes densidades de planta y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	3.90	1.95	1.45	0.2357 ns
Densidad de Plantas (D)	2	66.24	33.12	24.62	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	74.27	24.76	18.41	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	16.72	2.79	2.07	0.0559 ns
Error	346	465.35	1.34		
Total	359	626.49			

C.V. = 8.75 %

Figura 3.2

Prueba de Tukey de los efectos principales del diámetro en promedio de cabezas de lechuga en diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



La figura 3.2, muestra la prueba de Tukey de los efectos principales con mayor respuesta en el diámetro de cabeza de lechuga, donde con densidades de 62 500 y 83 350 plantas.ha⁻¹, se alcanzaron los mayores valores en diámetro (13.70 y 13.39 cm respectivamente), superando estadísticamente a la de mayor densidad 125 000 plantas.ha⁻¹, el cual reportó 12.63 cm. A sí mismo a mayor dosis de estiércol de cuy 12.0 y 8.0 t.ha⁻¹, se alcanzó los mayores diámetros de cabeza de lechuga con 13.83 y 13.35 cm respectivamente; con dosis de 8.0 y 4.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se reportan valores de 13.35 y 13.27 cm, no existiendo diferencia estadística significativa entre ellos.

Palomino (2014) mientras realizaba una investigación a una altitud de 2.730 metros, descubrió que los diámetros de cabeza de lechuga más grandes eran de 9,60 y 9,21 cm, respectivamente, al aplicar concentraciones de 3,0 y 1,0 t.ha⁻¹ de guano insular. El guano insular presenta valores de diámetro de 9,02 y 8,92 cm con cantidades de 2,0 y 0,0 t.ha⁻¹. También establece que la densidad de las plantas afecta el diámetro de la cabeza de la lechuga, con densidades más bajas que producen cabezas con dimensiones de 9,30 a 9,40 cm y 66.000 plantas.ha⁻¹, respectivamente. Los informes indican una densidad máxima de 100.000 plantas por hectárea a 8,86 cm.

De los resultados obtenidos en el presente experimento se observan que en forma general un mayor diámetro de cabeza, es el resultado que se debe principalmente al manejo agronómico, proporcionado por el mayor nivel de estiércol de cuy y el riego por goteo. A mayor distanciamiento de siembra, existe una menor población de plantas. Por tanto, se refleja en un mayor diámetro de cabeza o repollo de lechuga, de igual forma a mayor dosis de estiércol de cuy también se manifiesta en un mayor diámetro de cabeza de lechuga.

3.2.3. Peso de repollo o cabeza

La Tabla 3.4 muestra los resultados del análisis de la varianza en el peso de la lechuga. Las fuentes de variación, que incluyen la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cobaya, así como los efectos de la interacción (D x C), proporcionan resultados estadísticamente significativos. Esto permite un análisis dependiente de las variables en sus efectos de interacción simple. Si bien el coeficiente de variación del 10,88% es muy preciso, los efectos del suelo, el riego y el medio ambiente sobre el peso de la lechuga varían significativamente incluso dentro de los tratamientos.

Tabla 3.4

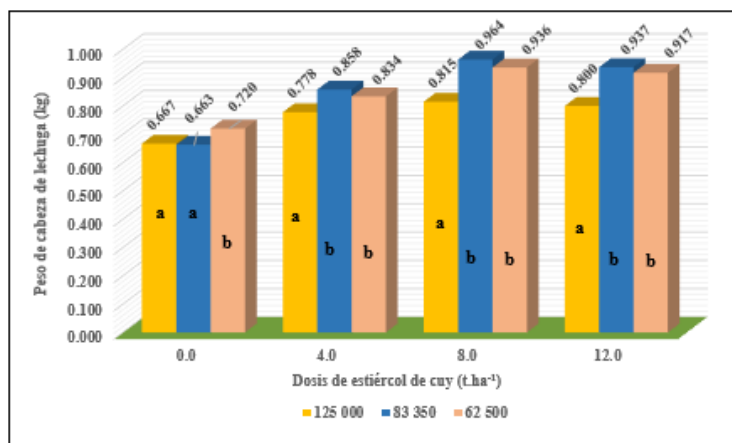
Análisis de variancia de peso de cabezas de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	3314.44	1657.22	0.21	0.8137 ns
Densidad de Plantas (D)	2	629084.36	314542.18	39.15	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	2693176.23	897725.41	111.74	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	239341.18	39890.20	4.97	0.0001 **
Error	346	2779774.46	8034.03		
Total	359	6344690.66			

C.V. = 10.88 %

Figura 3.3

Prueba de Tukey de los efectos simples en peso de cabezas de lechuga en las diferentes densidades en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



En la Figura 3.3 se muestra una relación lineal entre la cantidad de estiércol de cobaya aplicada a las plantas de lechuga y el peso de sus cabezas, que es una prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción de la densidad de la planta con cada dosis creciente de estiércol de cobaya. Existe una relación inversa entre la densidad de siembra y el peso de las cabezas de lechuga; a medida que aumenta la densidad, las cabezas de lechuga pesan menos y viceversa.

Martinez et al., (2015) Mejorar el uso del espacio, el agua, la luz y los nutrientes conduce a un aumento en el peso fresco por planta a medida que uno se aleja.

Huamantínco (2006) cuando probó diferentes cantidades de guano de la isla y plantas espaciadas a 0,20 m de distancia, descubrió que el peso promedio de la col de lechuga no se veía afectado por el aumento del guano. El peso de la col de lechuga crece más con intervalos de siembra de 0,30 y 0,40 m entre plantas.

Dichos resultados concuerdan con los encontrados en el presente experimento, pero en cuanto a los niveles crecientes del estiércol de cuy se puede indicar que el incremento a 12.0 t.ha⁻¹ en forma general no afecta para mayor incremento en el peso de cabeza de la lechuga en comparación con el nivel de 8.0 t.ha⁻¹, este resultado indica que el nivel apropiado para un mayor peso de cabeza es el de 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy.

3.2.4. Rendimiento de cabeza de lechuga

a) Rendimiento categoría primera

Tabla 3.5

Análisis de variancia del rendimiento de lechuga de la categoría primera con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

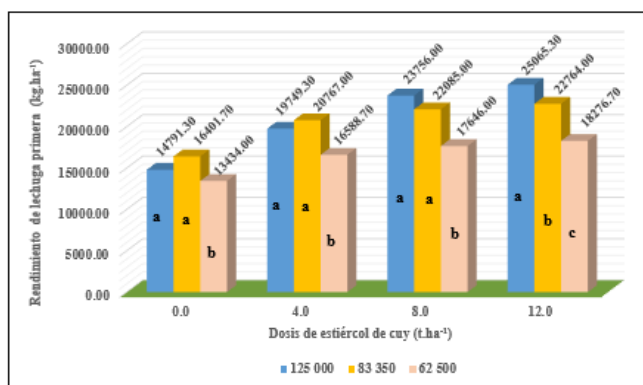
F. V.	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	2	4760995.50	2380497.75	0.21	00.0133 ns
Densidad de Plantas (D)	2	140866852.17	70433426.08	39.15	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	275338652.75	91779550.92	111.74	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	32207001.83	5367833.64	4.97	<0.0001 **
Error	22	9898842.50	449947.39		
Total	35	463072344.75			

C.V. = 3.43 %

La tabla 3.5 muestra el análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría primera, donde se observa alta significación estadística en las fuentes de variación: densidad de plantas, dosis de estiércol de cuy y en los efectos de la interacción (D x C); este último resultado permite el análisis dependiente de las variables en sus efectos simples de interacción. El estudio es completo debido a que el estudio se efectúa en forma dependiente de los diferentes factores en cada uno de sus niveles. El coeficiente de variación 3.43 % nos indica un valor de buena precisión.

Figura 3.4

Prueba de Tukey de los efectos simples en el rendimiento de lechuga categoría primera con diferentes densidades de plantas en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



La figura 3.4 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción densidad de plantas en cada dosis creciente de estiércol de cuy; se observa un mayor rendimiento ($25\,065.30\text{ kg.ha}^{-1}$) de lechuga categoría primera con una densidad de $125\,000\text{ plantas.ha}^{-1}$ obtenida a una menor distancia de siembra (20 cm) y una alta dosis de abonamiento (12.0 t.ha^{-1}) de estiércol de cuy; así mismo este valor es similar cuando se utiliza 8.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy, donde con densidades de $125\,000$ y $83\,350\text{ plantas.ha}^{-1}$ se obtiene rendimientos de $23\,756$ y $22\,085\text{ kg.ha}^{-1}$ respectivamente, no existiendo diferencia significativa entre sí.

b) Rendimiento por categoría segunda

La Tabla 3.5 muestra los resultados del análisis de varianza para la segunda categoría de rendimiento de lechuga. Las fuentes de variación, que incluyen la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cuy, así como los efectos de la interacción (D x C), son estadísticamente altamente significativas. Este último resultado permite que el análisis dependa de las variables en sus efectos de interacción simple. La investigación es exhaustiva ya que tiene en cuenta todos los elementos relevantes en todos los niveles. Se puede considerar que los experimentos de campo tienen un alto grado de precisión con un coeficiente de variación del 4,38%.

Tabla 3.6

Análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría segunda con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	11440784.22	5720392.11	0.86	0.0091 **
Densidad de Plantas (D)	2	201525277.06	100762638.53	103.20	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	372713002.97	91779550.92	127.24	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	33426837.61	5571139.60	5.71	<0.0001 **
Error	22	21480911.78	976405.08		
Error	35	640586813.64			

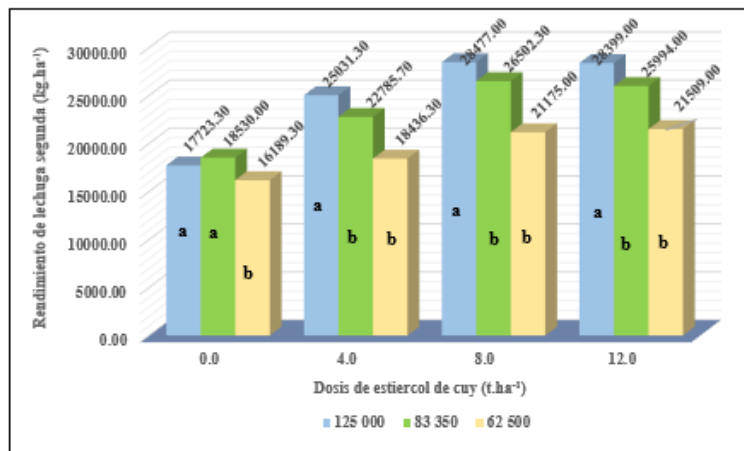
C.V. = 4.38 %

La figura 3.5 muestra la prueba de Tukey de los efectos simples de la interacción densidad de plantas en cada dosis creciente de estiércol de cuy; con una incorporación de 12.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy y una densidad de $125\,000\text{ plantas.ha}^{-1}$ se obtiene un rendimiento de $28\,399\text{ kg.ha}^{-1}$ de lechuga categoría segunda, así mismo este valor es similar cuando se utiliza 8.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy, donde con densidades de $125\,000$ y $83\,350\text{ plantas.ha}^{-1}$ se obtiene rendimientos de $28\,477$ y $26\,502.30\text{ kg.ha}^{-1}$ respectivamente.

De los resultados en cuanto a los niveles crecientes del estiércol de cuy se puede indicar que el incremento a 12.0 t.ha^{-1} en forma general no afecta para mayor rendimiento de lechuga categoría segunda en comparación con el nivel de 8.0 t.ha^{-1} , este resultado indica que el nivel apropiado para un mayor rendimiento de lechuga categoría 2° es el de 8.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy a una densidad de $125\,000$ y $83\,350\text{ plantas.ha}^{-1}$.

Figura 3.5

Prueba de Tukey de los efectos simples en el rendimiento de lechuga categoría segunda con diferentes densidades de plantas en cada dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



c) Rendimiento por categoría tercera

Tabla 3.7

Análisis de variancia del rendimiento de lechuga categoría tercera con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F. V.	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	2	3341903.72	1670951.86	1.67	0.212 ns
Densidad de Plantas (D)	2	38284645.39	19142322.69	19.08	<0.0001 **
Estiércol de cuy (C)	3	71947068.75	23982356.25	23.91	<0.0001 **
Interacción (D x C)	6	14162476.83	2360412.81	2.35	0.0659 ns
Error	22	22067560.28	1003070.92		
Total	35	149803654.97			

C.V. = 8.63 %

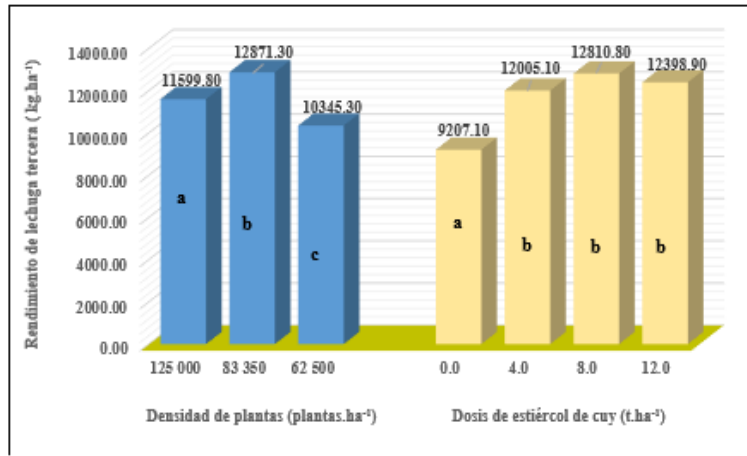
La Tabla 3.7 muestra los resultados del análisis de variancia para la tercera categoría de rendimiento de lechuga. Se encontró que los principales impactos, la densidad de la planta y la dosis de estiércol de cobaya tenían un alto nivel de significación estadística. El objetivo principal del estudio es examinar cada uno de los elementos expuestos por separado. Un número exacto para experimentos de campo es el coeficiente de variación, que es del 8,63%.

La Figura 3.6 muestra los resultados de la prueba de Tukey, que muestran que a una densidad de 83 350 plantas.ha⁻¹, el rendimiento más alto es de 12 871,30 kg.ha⁻¹, que es estadísticamente significativamente mayor que los rendimientos en densidades de 125.000 y 62.500 plantas.ha⁻¹, respectivamente, que son 11.599, 80 y 10.345, 30 kg ha⁻¹. Por el contrario, a un nivel de 8,0 t.ha⁻¹ de estiércol de cobaya, se adquieren los mayores rendimientos (12 810.80 kg.ha⁻¹) de lechuga categoría tercera, seguido por niveles de 12.0 y 4.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy con rendimientos de 12 398.90 y 12 005.10 kg.ha⁻¹ de lechuga categoría tercera respectivamente, entre ellos no existe

diferencia estadística significativa. Con un nivel de 0.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy se obtuvo rendimientos de $9\,207.10 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Figura 3.6

Prueba de Tukey de los efectos principales en el rendimiento de lechuga categoría tercera en diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm



d) Rendimiento total de lechuga

La Tabla 3.8 muestra los resultados del análisis de varianza del rendimiento total de lechuga. Las fuentes de variación, que incluyen la densidad de plantas y la dosis de estiércol de cuy, así como los efectos de la interacción (D x C), son estadísticamente altamente significativas. Este último resultado permite que el análisis dependa de las variables en sus efectos de interacción simple. Dado que los tratamientos afectaron la producción general de lechuga, la investigación está completa. Un resultado preciso para experimentos de campo se indica mediante un coeficiente de variación del 2,77%.

Tabla 3.8

Análisis de variancia del rendimiento total de lechuga con diferentes densidades de plantas y dosis de estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	2	12446629	6223315	3.39	0.052 ns
Densidad de Plantas (D)	2	957924863	478962432	261.05	<.0001**
Estiércol de cuy (C)	3	1940028603	646676201	352.45	<.0001**
Interacción (D x C)	6	111184784	18530797	10.1	<.0001**
Error	22	40365153	1834780		
Total	35	3061950032			

C.V.= 2.77%

Al realizar el análisis de regresión (tabla 3.9) para estimar la influencia de la densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy, en el rendimiento, se encontró alta significación estadística para los componentes: lineal, cuadrático y la interacción de ambos factores.

Tabla 3.9

Análisis de regresión para el rendimiento total de lechuga, por influencia de la densidad de plantas y estiércol de cuy. Canaán 2750 msnm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Modelo	5	2987933856	597586771	242.21	<.0001**
Densidad de plantas(D)	1	752180870	752180870	304.87	<.0001**
Estiércol de cuy (C)	1	1658961483	1658961483	672.40	<.0001**
D ²	1	205743993	205743993	83.39	<.0001**
C ²	1	280936708	280936708	113.87	<.0001**
D*C	1	90110801	90110801	36.52	<.0001**
Error	30	74016176	2467206		
Total	35	3061950032			

C.V.= 2.94%

Tabla 3.10

Prueba de T para los coeficientes de regresión del modelo polinomial del rendimiento total de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm

Parámetro	Valor estimado	Error estándar	Valor T	Pr > T
T. indepen.	8281.613889	4926.226856	1.68	0.1031ns
X1	2742.913333	337.494698	8.13	<.0001**
X2	4912.913889	297.046926	16.54	<.0001**
X1 ^{^2}	-50.712917	5.553384	-9.13	<.0001**
X2 ^{^2}	-174.595486	16.361814	-10.67	<.0001**
X1X2	-43.327917	7.169388	-6.04	<.0001**

La tabla 3.9 muestra los coeficientes para el modelo de segundo orden del rendimiento total de lechuga por la influencia de la densidad de plantas (distanciamiento entre plantas) y dosis de estiércol de cuy. Se observa alta significación estadística para cada uno de los tratamientos del modelo (lineal, cuadrático e interacción). De esta manera el modelo polinomial (superficie de respuesta) es el siguiente:

$$f(x) = Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2 + e$$

Donde:

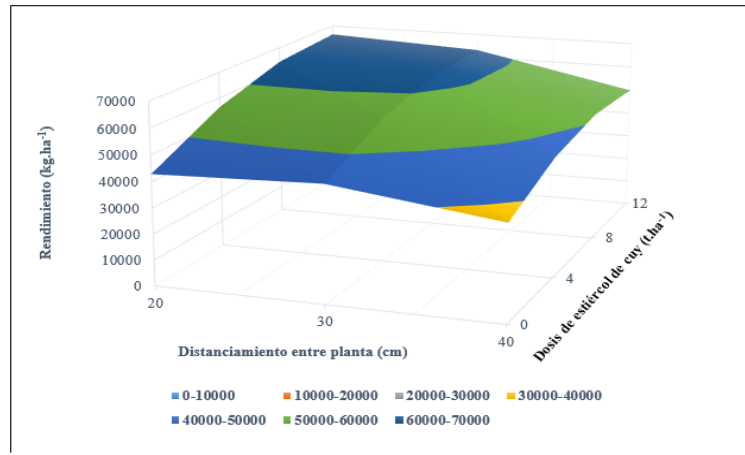
$$Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_1^2 - 174.595X_2^2 - 43.328X_1X_2$$

Con este modelo matemático se realizó el gráfico correspondiente (figura 3.7) cuya resolución permite determinar los niveles de ambos factores que maximizan el

rendimiento total de lechuga ($66\,533.57 \text{ plantas.ha}^{-1}$); estos factores son 22.21 cm entre plantas (en surcos distanciados a 40 cm) y $11\,314 \text{ kg.ha}^{-1}$ de estiércol de cuy.

Figura 3.7

Superficie de respuesta para el rendimiento total de cabezas de lechuga. Canaán 2750 msnm



3.3. MÉRITO ECONÓMICO

En la Tabla 3.9 se muestra el valor del costo de producción, los rendimientos por categoría (primera, segunda y tercera) y el análisis de rentabilidad de cada uno de los tratamientos que se evaluaron.

De la tabla 3.9, se observa que los costos de producción varían desde S/ 13,438.42 hasta S/ 18, 275.92 soles. Donde los costos se elevaron a medida que se incrementa las dosis de estiércol de cuy.

Con relación a la rentabilidad, los tratamientos T_3 ($125\,000 \text{ plantas.ha}^{-1} + 8.0 \text{ t.ha}^{-1}$ de estiércol de cuy) y T_4 ($125\,000 \text{ plantas.ha}^{-1} + 12.0 \text{ t.ha}^{-1}$ de estiércol de cuy) presentan la mayor utilidad bruta de la producción con S/ 48,835.70 y S/ 48,951.49 soles por hectárea con un índice de rentabilidad de 2.44 y 2.23 respectivamente. Los tratamientos con 0.0 y 12.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy son de baja rentabilidad, comparados con los tratamientos de 4.0 y 8.0 t.ha^{-1} de estiércol de cuy; sin embargo, no se toma en cuenta el efecto residual para próximas campañas de siembra que proporcionan los tratamientos donde se incorpora el estiércol de cuy.

Cuando se aplica al suelo, el estiércol de cobaya sirve como fertilizante y, lo que es más importante, como medio para preservar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; de lo contrario, retrasará la mineralización y descomposición, lo que tiene graves consecuencias desde una perspectiva ecológica.

CONCLUSIONES

1. La dosis de estiércol de cuy influye en la precocidad del cultivo de lechuga; los tratamientos con 0.0, 4.0 y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se tuvo mayor precocidad (70 a 80 días ddt) mientras que 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy es más tardía (75 a 85 días ddt). En diámetro y longitud de repollo, con 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy se obtuvo 14.43, 13.35 cm y 15.09, 13.83 cm, respectivamente.
2. La densidad de plantas influyó en las características de longitud, diámetro y peso de repollo de lechuga. Con 62 500 y 83 360 plantas.ha⁻¹ se obtuvo 14.48, 13.70 cm en longitud y 14.12, 13.39 cm en diámetro de repollo. En peso de repollo, las densidades de siembra 83 350, 62 500 plantas.ha⁻¹ con 8.0 y 12.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy obtuvieron 0.964 y 0.937 kg/planta, respectivamente.
3. El rendimiento total de lechuga de la interacción densidad de planta y dosis de estiércol de cuy, obedece a un modelo polinomial de segundo orden: $Y = 8281.614 + 2742.913X_1 + 4912.914X_2 - 50.713X_{12} - 174.595X_{22} - 43.328X_1X_2$, donde se alcanzó el mayor rendimiento con 11 314 kg.ha⁻¹ de estiércol de cuy y densidad de 112,500 plantas.ha⁻¹ (22.21 cm entre plantas y 40 cm entre surcos).
4. La densidad de plantas y dosis de estiércol de cuy influyen en la rentabilidad de la producción de cabezas de lechuga; la mayor rentabilidad se obtiene en el tratamiento T₃ (125 000 plantas.ha⁻¹ + 8.0 t.ha⁻¹ estiércol de cuy) con un índice de rentabilidad de 2.44 y la menor rentabilidad se obtiene con T₁₂ (62 500 plantas.ha⁻¹ + 12.0 t.ha⁻¹ estiércol de cuy) con un índice de rentabilidad de 1.45.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ibáñez, R. y Aguirre, G. (1983). Fertilidad del suelo. Manuel de prácticas Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 78 p.
- Martínez, G; Lara, A; Padilla, L, Luna, M; Avelar; Llamas, J. (2015). Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero, como alternativa para invierno. Terra Latinoamericana, 33, 251-260. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792015000300251
- Palomino, J. (2014). Densidad de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de lechuga Var Great Lakes. Canaán. 2750 msnm. Ayacucho, Perú: UNSCH.
- Ugás, R; Siura, S; Delgado, F; Casas, A; Toledo, J. (2000). Datos básicos de hortalizas. Lima, Perú – UNALM

Valadez, A. (1997). Producción de hortalizas. México, Noriega Editores, 298 pp.

Valencia, L. (1995). Cultivo de Hortalizas de hojas: Col y Lechuga. Lima. Perú:
Producción de Medios de Comunicación y Transferencia. INIA.