



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).
Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD GRAND RAPIDS
WALDEMAN'S STRAIN, EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Bach: Juan Miguel Rivero Ruíz

ASESOR:

Ing. Jorge Luíz Peláez Rivera

**Tarapoto – Perú
2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD GRAND RAPIDS
WALDEMAN'S STRAIN, EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Bach: Juan Miguel Rivero Ruíz

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 16 de Mayo del 2017

.....
Ing. M.Sc. Armando Duval CUEVA BENAVIDES
Presidente

.....
Ing. María Emilia RUIZ SÁNCHEZ
Secretaria

.....
Ing. Marvin BARRERA LOZANO
Miembro

.....
Ing. Jorge Luis PELÁEZ RIVERA
Asesor

Declaración de Autenticidad

Yo, JUAN MIGUEL RIVERO RUÍZ, egresado(a) de la Facultad de CIENCIAS AGRARIAS de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 44557532, Domiciliado en: Jr. Mariscal Sucre N° 450 - Tarapoto, con la tesis titulada: “DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD GRAND RAPIDS WALDEMAN’S STRAIN, EN LA PROVINCIA DE LAMAS”.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndose a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 16 de Mayo del 2017



JUAN MIGUEL RIVERO RUÍZ

DNI N° 44557532



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	RIUERO RUIZ JUAN MIGUEL	
Código de alumno :	051127	Teléfono: 942824518
Correo electrónico :	Jaiveas87ruiz@gmail.com	DNI: 44557532

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de:	AGROPECUARIO

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (LACTUCA SATIVAL.) VARIEDAD GRAND RAPIDS WALDEMAN'S STRAIN, EN LA PROVINCIA DE LAMAS
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

02 / 08 / 2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi familia que con amor, paciencia y esfuerzo lograron que culminara esta etapa de mi vida muy importante, a mi padre **Miguel Rivero** y a mi madre **Clara Ruiz**, que día a día se han esforzado para hacer de mí una persona útil para la sociedad y a la patria, a mis hermanas Leyla y Clara por el apoyo q me han brindado en todo momento y así poder llegar a obtener mi tan anhelado título de ingeniero Agrónomo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por haber dado el don de la vida y la fortaleza necesaria para seguir adelante. Agradecer a mi familia por siempre estar a mi lado en los buenos y malos momentos.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, carrera profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín por brindarme los conocimientos y valores para enfrentar una futura vida profesional y agradecer a mi Asesor de la tesis Ing. Jorge Luis Peláez Rivera por su dedicación, conocimiento y apoyo en todo momento para realizar esta tesis, sin su apoyo no hubiera sido posible.

INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Origen de la lechuga.....	3
1.2. Clasificación taxonómica, morfología.....	3
1.3. Variedades.....	3
1.4. Requerimiento edafoclimático.....	4
1.5. Fertilización.....	5
1.6. Paquete tecnológico realizado con las variedades Grand Rapids y Great lakes 659.....	6
1.7. Conceptos agronómicos de densidades de siembra en el cultivo.....	7
1.8. Antecedentes de estudios sobre densidades de siembra.....	10
 CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	 13
2.1. Ubicación del campo experimental.....	13
2.2. Características edafoclimáticas.....	14
2.3. Metodología.....	25
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 23
3.1. Resultados.....	23
3.1.1. Altura de planta.....	23
3.1.2. Número de hojas por planta.....	24
3.1.3. Diámetro del cuello de la planta.....	25
3.1.4. Rendimiento kg/ha.....	27
3.1.5. Análisis económico.....	28
3.2. Discusiones.....	28
 CONCLUSIONES.....	 32
RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Condiciones climáticas del lugar del experimento Co-Lamas.....	14
Cuadro 2: Análisis físico – químico del suelo.....	15
Cuadro 3: Tratamientos estudiados.....	16
Cuadro 4: ANVA para la altura de planta (cm).....	23
Cuadro 5: ANVA para el número de hojas por planta transformados \sqrt{x}	24
Cuadro 6: ANVA para el diámetro del cuello de la planta (cm).....	25
Cuadro 7: ANVA para el rendimiento en kg/ha^{-1}	27
Cuadro 8: Costos de producción, rendimiento y beneficio / costo por tratamiento..	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1: Condiciones climáticas del lugar del experimento Co-Lamas.....	14
Gráfico 2: Análisis físico – químico del suelo.....	15
Gráfico 3: Tratamientos estudiados.....	16
Gráfico 4: ANVA para la altura de planta (cm).....	23
Gráfico 5: ANVA para el número de hojas por planta transformados \sqrt{x}	24
Gráfico 6: ANVA para el diámetro del cuello de la planta (cm).....	25
Gráfico 7: ANVA para el rendimiento en kg/ha^{-1}	27
Gráfico 8: Costos de producción, rendimiento y beneficio / costo por tratamiento..	28

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivos; evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. “Grand Rapids Waldeman’S Strain”, en la provincia de Lamas, determinar las características y comportamiento agronómico bajo diferentes densidades de siembra con mayor rendimiento y a la vez determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio, se realizó en el fundo El Pacifico, ubicado políticamente en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín geográficamente consta de una latitud Sur de 06°16’15”, longitud Oeste de 76°42’45” y una altitud de 920 msnm, en la selva alta del Perú y se encuentra en zona de vida de Bosque seco Tropical (Bs-T), para la ejecución del experimento se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al Azar con cuatro bloques, cuatro tratamientos haciendo un total de 16 unidades experimentales. Se procesó los datos estadísticos generados con el programa SPSS22 para obtener el análisis de varianza hasta una $P < 0,01$ y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a una $P < 0,05$ del coeficiente de Determinación y el Coeficiente de Variabilidad. Los componentes estudiados fueron la densidad de siembra en el cultivo de lechuga variedad Waldemans strains. Cuyos tratamientos estudiados fueron T1 (0,1 m entre planta y 0,2 m entre fila) densidad/ha (500 000), T2 (0,2 m entre planta y 0,2 m entre fila) densidad/ha (250 000), T3 (0,3 m entre planta y 0,2 m entre fila) densidad/ha (166 666), T4 (0,4 m entre planta y 0,2 m entre fila) densidad/ha (125 000), para la conducción del experimento se dio con el almácigo, limpieza del terreno, preparación del terreno, diseño del campo, siembra, en las labores culturales tenemos el control de maleza, riego y cosecha; las variables evaluadas que se realizaron son altura de planta (cm), diámetro de la base del tallo (cm), número de hojas, peso por planta (g), rendimiento en la producción en t/ha, análisis económico; llegando a las conclusiones que el Tratamiento T4 (0,4 m x 0,2 m) logró los mejores promedios del peso de la planta con 219,7 g, diámetro del cuello de la planta con 2,19 cm y con el mayor número de hojas por planta con 23,5 hojas, superando estadísticamente a los demás tratamientos, los mayores promedios de rendimiento fueron alcanzados por los Tratamientos T1 (0,1 m x 0,2 m), T4 (0,4 m x 0,2 m) y T2 (0,2 m x 0,2 m) siendo estadísticamente iguales entre sí con 27 325,0 kg.ha⁻¹; 26 209,4 kg.ha⁻¹ y 25 506,3 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente En función al análisis económico, con el tratamiento T1 (0,1 m x 0,2 m), se logró el mayor Beneficio / costo con 0,36 y el mayor beneficio neto con S/. 2166,00 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4, T2 y T3 quienes obtuvieron valores de 0,31; 0,28 y 0,09 de B/C y S/. 1853,63; S/. 1656,76 y S/. 516,35.

Palabras claves: Densidades, rendimiento, lechuga, estadístico.

SUMMARY

The following research work had as objectives the following: evaluate the effect of four planting densities on the yield of the Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Var. "Grand Rapids Waldeman'S Strain", in the province of Lamas, determine the characteristics and agronomic behavior under different densities of sowing with higher yield and at the same time determine the economic analysis of the treatments under study, was carried out in the El Pacifico farm, located politically in the district and province of Lamas, department of San Martín geographically it consists of a South latitude of $06^{\circ}16'15''$, west longitude of $76^{\circ}42'45''$ and an altitude of 920 m.a.s.l., in the high jungle of Peru and is located in the tropical dry forest life zone (Bs-t), for the execution of the experiment the statistical design of blocks was used at random with four blocks, four treatments making a total of 16 experimental units. The statistical data generated with the SPSS22 program was processed to obtain the analysis of variance up to $P < 0.01$ and the Duncan Multiple Range Test at $P < 0.05$ of the Determination coefficient and the Variability Coefficient. The components studied were the density of sowing in the cultivation of lettuce variety Waldemans strains. Whose studied treatments were T1 (0.1 m between plant and m between row) density / ha (500 000), T2 (0.2 m between plants and m between rows) density / ha (250 000), T3 (0.3 m between plants and 0.2 m between rows) density / ha (166 666), T4 (0.4 m between plants and 0.2 m between rows) density / ha (125 000), for the conduct of the experiment occurred with the seedling, cleaning of the land, preparation of the land, design of the field, planting, in the cultural work we have the control of weeds, irrigation and harvest; the variables evaluated were plant height (cm), diameter of the stem base (cm), number of leaves, weight per plant (g), production yield in t/ha, economic analysis; arriving at the conclusions that treatment T4 (0.4 mx 0.2 m) achieved the best averages of the weight of the plant with 219.7 g, diameter of the neck of the plant with 2.19 cm and with the highest number of leaves per plant with 23.5 leaves, statistically surpassing the other treatments, the highest average yields were achieved by the T1 treatments (0.1 mx 0.2 m), T4 (0.4 mx 0.2 m) and T2 (0.2 mx 0.2 m) being statistically equal to each other with 27 325.0 kg.ha⁻¹, 26 209.4 kg.ha⁻¹ and 25 506.3 kg.ha⁻¹ of yield respectively. According to the economic analysis, with the T1 treatment (0.1 m x 0.2 m), the highest benefit / cost was achieved with 0.36 and the highest net profit with S /. 2166.00 soles, followed by the treatments T4, T2 and T3 who obtained values of 0.31; 0.28 and 0.09 of B / C and S/. 1853.63; S/. 1656.76 and S/. 516.35.

Key words: Densities, yield, lettuce, statistics.



INTRODUCCIÓN

La lechuga es una hortaliza de temporada fresca, que requiere un buen suelo y bastante agua, pero para obtener productos de alta calidad es necesario contar con un buen clima. Esta hortaliza crece mejor con temperaturas diurnas entre 18 y 25°C y nocturnas entre 10 a 15°C, condiciones que se dan en primavera y otoño en la zona central, donde se produce más del 80% de las lechugas del país. Sin embargo, en la actualidad hay variedades adecuadas para producción invernal y veraniega al aire libre, pero en zonas templadas (Manual de Producción de lechuga) INIA-INIAP-Boletín N°9, 2017.

Es una especie anual que necesita de clima templado a cálido para su desarrollo, aunque soporta bien las bajas temperaturas. Requiere suelos fértiles, profundos, ricos en materia orgánica y bien drenada. El punto óptimo de pH se encuentra entre el 6 hasta 6.5 ya que es una especie sensible a la acidez en los primeros estados de desarrollo. Posee vitaminas A, B (B1 y B2), C y D y el valor energético es de 0.19 calorías por gramo.

La lechuga en nuestro país es cultivada ampliamente en los valles templados, así mismo en nuestra región San Martín, en la provincia y ciudad de Lamas, en la actualidad se cultiva lechuga de la variedad Great Lake y Grand Rapid Waldemans Strains, en rotación con pepinillo, cebolla china y tomate. En este cultivo se deben emplear buenas prácticas de campo para obtener productos en cantidad y de buena calidad. Sin embargo una de las limitantes para el desarrollo de la horticultura en esta zona de la región San Martín son los problemas nutricionales de suelos, las enfermedades causadas por hongos y el requerimiento de peso y tamaño por planta; utilizando el distanciamiento de 0,2 m entre planta y 0,2 m entre fila con una densidad de siembra de 250 000 plantas/ha.

La hipótesis utilizada en el informe de investigación fue que al menos una de las densidades de siembra evaluadas tendrá un buen desenvolvimiento en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. “Grand Rapids Waldeman’S Strain”, en la provincia de Lamas.

El objetivo en general fue de evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. “Grand Rapids Waldeman’S Strain”, en la provincia de Lamas.

Y los específicos fueron: Determinar las características y comportamiento agronómico bajo diferentes densidades de siembra con mayor rendimiento en el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. “Grand Rapids Waldeman’S Strain”, en la provincia de Lamas y por último determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen de la lechuga

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, algunos autores afirman que procede de la India. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2 500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (Aranceta y Pérez, 2006).

1.2 Clasificación taxonómica, morfología

La lechuga es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia Asteraceae y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L; el genero *Lactuca* pertenece al Reino Plantae, Filo Tracheophyta; Clase Magnoliopsida; Orden Asterales; Especie *sativa* L. y fue determinado por www.species2000.org (2013).

Infoagro (2009), menciona que la raíz que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones; las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado; el tallo es cilíndrico y ramificado; consta de una inflorescencia que son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos; las semillas están provistas de un vilano plumoso.

1.3 Variedades

Los cultivares modernos de lechuga pueden ser agrupados de acuerdo a la forma de la planta y su uso predominante (Di Benedetto, 2005; Wien, 1997; Ryder y Whitaker, 1995). Así, los principales grupos botánicos son:

- a. Acogolladas (*Lactuca sativa* var. *capitata*), estas lechugas forman una cabeza o cogollo apretado de hojas. Dentro de este grupo hay dos variedades principales:
- Lechuga mantecosa o troncadero (Butterhead lettuces): forman una cabeza floja con hojas de textura suave, de aspecto aceitoso.
 - Lechuga Iceberg (Crisphead lettuce): forman una cabeza compacta con hojas apretadas de textura quebradiza que se asemejan al repollo. Muy popular en Estados Unidos.
- b. Romana
- Tiene hojas erectas, elongadas, con bordes enteros y nervaduras central ancha. No forman una verdadera cabeza o cogollo de lechuga. Dentro de este grupo se encuentran la lechuga “Baby” y la lechuga criolla de invierno.
- c. De hojas sueltas
- Grand Rapids Waldeman’S Strain de porte grande, no forma cogollo con hojas sueltas, tipo de planta recostada arrugada, la forma de la hoja es crespa, de un color verde claro. La cosecha se produce a los 70 – 80 días (Angulo, 2008) al contrario de Ríos, M (2015), reporta que su periodo vegetativo es de 55 días desde la siembra hasta la comercialización en la ciudad de Lamas-San Martín, las semillas adquiridas son certificadas adquiridas en tienda importadora.

1.4 Requerimiento edafoclimático

Temperatura. La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 - 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 - 18 °C por el día y 5 - 8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 - 5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus

hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Infoagro, 2010).

- ❖ **Humedad relativa.** El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Infoagro, 2010).

- ❖ **Suelo.** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos. En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido (Angulo, 2008; Infoagro, 2010).

1.5 Fertilización

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 kg/ m² cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores (Sánchez, 2009).

Un adecuado plan de nutrición se debe ajustar a los requerimientos del cultivar, condiciones de fertilidad, disponibilidad de los elementos en el suelo, sustrato de crecimiento, intensidad en el manejo del cultivo en términos de densidad de siembra, control de variables climáticas, especialmente luz, temperatura y precipitación, y expectativas de rendimiento por planta o por unidad productiva (Vallejo y Estrada, 2004).

Dependiendo del análisis de suelo, en general la fertilización utilizada está entre 4 y 8 t/ha de materia orgánica (gallinaza), 500 a 800 kg/ha de un fertilizante completo y 500 a 600 kg de cal dolomítica (Jaramillo et al., 1998).

El abonado de fondo puede realizarse a base de complejo 8N-15P-15K, a razón de 50 g/m². Posteriormente, en sistema de riego tradicional por gravedad, un abonado de cobertera orientativo consistiría en el aporte de unos 10 g/m² de nitrato amónico. En suelos de carácter ácido, el nitrato amónico puede ser sustituido por nitrato de cal a razón de unos 30 g/m², aportados en cada riego, sin superar el total de 50 g/m². También son comunes las aplicaciones de nitrógeno vía foliar, en forma de urea, cuando los riegos son interrumpidos y las necesidades de nitrógeno elevadas (Infoagro, 2009).

1.6 Paquete tecnológico realizado con las variedades GRAND RAPIDS Y GREAT LAKES 659 (UNA – La Molina, 2000).

Menciona que el tamaño de planta mide de 0,2 m, con un diámetro de 0,3 m, debe tenerse en cuenta el clima que no tolera temperaturas mayores de 25 °C; el tipo de siembra es directa y trasplante de plántula con tres hojas verdaderas Mixta; las cantidad de semillas es de 0,5 – 0,6 kg/ha; las semillas deben ser por gramo de 800 a 1 000; tener un distanciamiento entre plantas 0,3 m entre surcos 0,8 m y 02 hileras de planta por surco; los suelos sueltos, ricos en materia la lechuga de transplante es medianamente tolerante a la salinidad, poco tolerante a la acidez, pH óptimo de 6,0 a 6,8; para el abonamiento y fertilización se aplicaron materia orgánica (gallinaza) a la preparación del terreno, se hizo aplicaciones de 1/3 del nitrógeno después del desahije (siembra directa) o del deshierbo (transplante) y el

resto 20 días después; la dosis es de 120 – 0 – 0; los riegos deben ser ligeros y frecuentes, incluso durante la cosecha, evitar el exceso de humedad; el control de malezas debe ser manual de utilizarse herbicidas no selectivos con campanas de protección para las plantas, debe de evitarse el contacto de las personas con el producto.

Las plagas comedoras de hojas, gusano de tierra, mosca minadora, mosquillas de los brotes, pulgonas.

Enfermedades como chupaderas, floración prematura, mildiú, pudrición gris virosis.

Momento de la cosecha cuando el repollo de hojas es consistente y no cede la presión de los dedos (lechuga de cabeza) o cuando las hojas han alcanzado su máximo desarrollo (lechuga de hojas) y son tiernas y suaves; el periodo de cosecha se inicia a los 60 – 80 días después de la siembra; la duración es de 15 a 25 días, y el rendimiento es de 5 000 docenas/ha.

1.7 Conceptos agronómicos de densidades de siembra en el cultivo

Arcila (2007), la densidad de siembra se define como el número de plantas por unidad de área de terreno. Tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo y se considera como un insumo, de la misma forma que se considera por ejemplo, un fertilizante. La densidad de siembra está relacionada con los efectos que produce en la planta la competencia de otras plantas de la misma o de otra especie y además, con una mayor o menor eficiencia de captación de la radiación solar.

La FAO-Bolivia (2011). (Producción de hortalizas) hace referencia que la distancia entre hileras es de 20 cm, entre plantas 20 cm, población en 10 m² 245, rendimiento en 10 kg/m² 60, ciclo vegetativo en días es de 60.

Las plantas responden a las altas densidades de siembra de varias formas: aumento de la altura y la longitud de los entrenudos, y reducción del número de

ramas, nudos, hojas, flores y frutos (Willey, 1994). Entre los factores más importantes que determinan la densidad de siembra óptima para un cultivo se encuentran: la longitud del período de crecimiento, las características de la planta, el nivel de recursos disponible para el crecimiento y el arreglo espacial (Willey, 1994).

Arcila (2007), las plantas que tienen un período de crecimiento muy corto, tienen menos tiempo para alcanzar un tamaño suficiente para utilizar completamente los recursos, por consiguiente se necesitan muchas plantas para alcanzar la máxima producción por unidad de área. En cultivos cuyo producto comercial es la parte vegetativa (repollo, lechuga) son necesarias mayores densidades para las siembras tardías o situaciones de cosecha temprana.

El mismo autor hace mención que en cultivos cuyo producto comercial es la parte reproductiva (maíz, algodón), debido a que una determinada variedad tiene un período crítico para maduración, requieren densidades más altas para los cultivares de maduración temprana (Arcila, 2007).

Dentro de un cultivo específico, mientras más se despliegue la planta individualmente para interceptar la radiación, menor será la densidad de población.

En las legumbres de grano por ejemplo, los tipos extendidos, ramificados o trepadores tienen menores densidades óptimas de población, aunque esto también se asocia al hecho de que estas variedades también tienen períodos de crecimiento más largos. En los cereales, muchos de los cultivares modernos que además tienen vástagos y hojas erectas, requieren mayores densidades de población que las variedades convencionales que no poseen estas características. Estas variedades de cereales, también ilustran la probable necesidad de mayores poblaciones para las variedades enanas ya que las plantas de porte más bajo frecuentemente tienen menor capacidad de alcanzar en forma temprana una buena cobertura del terreno.

A su vez, el porte bajo puede estar asociado con la longitud del período de crecimiento, al presentar en algunos casos maduración temprana (Willey, 1994).

En cultivos de producción reproductiva que tienen un óptimo de población más o menos crítico (por ejemplo, aquellos en los que la curva de respuesta tiene un punto de inflexión relativamente agudo), el óptimo de población se ha observado que frecuentemente es más alto a mayor disponibilidad de recursos.

La misma tendencia se ha observado para el suministro de agua, aunque con frecuencia se ha sugerido que en condiciones de estrés hídrico moderado pueden ser necesarias densidades de población un poco más altas para estimular el crecimiento radical a mayores profundidades (Willey, 1994; Da Matta, 2004).

Un aspecto integral de la densidad de población es el arreglo espacial, es decir, el patrón de distribución de las plantas sobre el terreno. Dentro de unos límites razonables, el arreglo espacial tiene menos efecto en la producción que el número de plantas.

En muchos cultivos, particularmente aquellos en los cuales las plantas individuales son grandes, por ejemplo: el cafeto, el número de plantas y el arreglo espacial pueden controlarse en forma muy precisa. En otros cultivos, el control se hace mediante el peso inicial o número de semillas sembradas (tasa de semilla) lo cual es menos preciso (Arcila, 2007).

Cuando el arreglo espacial difiere del ideal lo suficiente como para que se reduzca la producción, el óptimo de población generalmente es más bajo. A medida que aumenta la población disminuye la producción media por planta, debido a un incremento de la competencia por los recursos necesarios para el crecimiento (Willey y Heath, 1969).

Sobre la base de área, sin embargo, incrementar el número de plantas permite una mayor utilización de los recursos y como consecuencia, la producción biológica total aumenta en la forma de una curva de rendimientos decrecientes que se nivela cuando la población de plantas es lo suficientemente alta para la máxima utilización de los recursos y a partir de este punto con un aumento adicional de la densidad de población, la producción total por unidad de área permanece generalmente constante (Willey y Heat, 1969).

La distribución inadecuada de plantas en el terreno ocasiona una ineficiente intercepción de la luz solar sobre el dosel del cultivo, y por tanto una disminución en la fotosíntesis, lo que repercute en una baja producción de semilla (Andrade *et al.*, 2002).

Una de las estrategias que se tienen para optimizar el uso de los recursos ambientales (luz, humedad, suelo y nutrimentos), contribuir a contrarrestar el problema de la sensibilidad de las plantas al fotoperiodo e incrementar el rendimiento del cultivo, es el empleo de un adecuado distanciamiento entre surcos y densidad de población de plantas (Seiter *et al.*, 2004).

Infoagro (2010), cita que en lo que se refiere a siembra indirecta o de trasplante, que es lo más utilizado comercialmente, si se realiza a campo abierto se recomienda la distribución de las plantas entre planta y planta de 20 a 30 cm.

1.8 Antecedentes de estudios sobre densidades de siembra en diferentes cultivos

- Rapaccioli, G. L. - Fernández, N. N. - Aguirre, C. M. (2000), en su trabajo titulado: “Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad de siembra en lechuga (*Lactuca sativa*) en suelos arenosos de Corrientes”.

El tratamiento T1(50 kg N.ha⁻¹) fue suficiente como para incrementar los rendimientos en las dos densidades ensayadas, a pesar de que sólo recibió el aporte de 50 kg N/ha y, como materia orgánica adicional, estiércol de corral en dosis equivalente a 50 kg N/ha, , en tanto que las dosis superiores disminuían los mismos, Los resultados obtenidos sugieren que tratándose de un suelo de textura gruesa, pobre en nutrientes, con poca retención hídrica y poca cantidad de materia orgánica, puede ser mejorado con la aplicación de estiércol de corral bien descompuesto y fertilizante nitrogenado. Con respecto a las densidades, se obtuvieron los rendimientos promedios mayores en la densidad de 15 cm x 20 cm, considerando que había una densidad mayor de plantas que en la densidad de 20 cm x 40 cm, en detrimento de la calidad y pesos individuales.

- Alcalá, (1998). "Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la fertilización nitrogenada". Las aplicaciones de nitrógeno aumentaron considerablemente los rendimientos del cultivo de lechuga. Existieron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y los demás tratamientos (T1, T2, T3) que sí recibieron fertilizantes. Mientras que, entre los tratamientos T1, T2 y T3, y por ende, entre las distintas dosis de fertilizantes, no se presentaron tales diferencias.
- Rojas C. y Flores E. (2012) en su trabajo de tesis mencionan que de los resultados obtenidos y dentro de los límites y condiciones del estudio, enriquecidos por la literatura consultada, se concluye que la aplicación de humus de lombriz ayudó a reducir el porcentaje de mortalidad y a estabilizar con mayor eficiencia a las plantas de repollo.

La aplicación de densidades de siembra ensayadas solamente influyó significativamente en el rendimiento del cultivo, esto por la mayor cantidad de cabezas de repollo y el peso obtenido por cada uno de ellos.

Las dosis de humus de lombriz aplicadas describieron un comportamiento lineal positivo sobre el desarrollo del cultivo, evidenciados en la altura de planta, área foliar, número de hojas funcionales, peso y diámetro de la cabeza y el rendimiento del cultivo.

La dosis de 7000 kg.ha⁻¹ de humus de lombriz alcanzó los promedios más altos de altura de planta (12,23 cm), área foliar (95,68 cm²), número de hojas funcionales (11.21), diámetro de la cabeza (11.07 cm) y el rendimiento del cultivo (31 185,67 kg.ha⁻¹).

Todos los tratamientos obtuvieron ganancias favorables, variando desde un B/C de 3,21 para el T11 (0,50 X 0,40 + 7000 kg.ha⁻¹ de humus de lombriz) hasta 4,40 para el T10 (0,50 x 0,40 + 5000 kg.ha⁻¹ de humus de lombriz). Los tratamientos testigo (T4, T8 y T12) alcanzaron relaciones B/C bastante interesantes de 4,28, 4,02 y 3,82 respectivamente, a pesar de haber obtenido los menores

rendimientos por hectárea y que el precio de venta fue de S/. 0,50 nuevos soles debido a que los tamaños de las cabezas fueron más pequeños.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se realizó entre los meses de enero a abril del 2015 en el fundo “El Pacífico” de propiedad del Sr. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el distrito de Lamas, provincia de Lamas, departamento San Martín, en el terreno experimental se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial en constante movimiento de cultivos como cebolla china, culantro, lechuga, pepinillo, repollo morado, ruda, romero, albahaca, sacha culantro y otros, utilizando fertilizantes y fungicidas orgánicos dentro de la producción; cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veintinueve años hasta la actualidad y presenta las siguientes características:

2.1.1 Ubicación política

Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Departamento	:	San Martín
Región	:	San Martín

2.1.2 Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	06° 16' 15''
Longitud Oeste	:	76° 42' 45''
Altitud	:	920 m.s.n.m.m

2.1.3 Condiciones ecológicas

Holdridge (1987), indica que el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú.

2.2 Características edafoclimáticas

2.2.1 Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación es una zona de vida caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T), (Holdridge, 1987) teniendo una Temperatura media mensual promedio de 24°C, una precipitación total mensual promedio de 204,56 y una humedad relativa de 84,33 %.

En el Cuadro 1 se muestra los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2015), que a continuación se indican:

Cuadro 1:

Condiciones climáticas del lugar del experimento Co-Lamas

Meses	Temperatura media mensual (°C)	Precipitación total mensual (mm)	Humedad relativa (%)
Enero	24,5	218,9	84
Febrero	24,0	222,7	84
Marzo	23,5	172,1	85
Total	72	613,7	253
Promedio	24	204,56	84,33

Fuente: SENAMHI (2015).

2.2.2 Características edáficas

El Fundo “El Pacífico” tiene una clase textural franco arcillo arenoso, con un contenido de materia orgánica de 2,26 %, con un pH de 5,79, nitrógeno normal, fósforo (ppm) alto, K₂O (ppm) alto. En el cuadro 2, se muestra las características físicas y químicas del suelo (Laboratorio de Suelos UNSM-T, 2015).

Cuadro 2:**Análisis físico-químico del suelo**

Elementos		Lamas (Fundo Pacífico) 835 m.s.n.m.m	Características
pH		5,79	Moderadamente ácido
M.O. (%)		2,26	Medio
P (ppm)		65,32	Alto
K ₂ O (ppm)		178,2	Medio
N (%)		0,113	Normal
Análisis Mecánico (%)	Arena	52,3	Franco Arcillo Arenoso
	Limo	16,2	
	Arcilla	31,5	
	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso	
CIC (meq)		22,46	Moderadamente alta
Cationes Cambiabes (meq)	Ca ²⁺	18,32	Normal
	Mg ²⁺	2,36	Normal
	K ⁺	0,456	Alto
Suma de bases		16,071	

Fuente: Laboratorio de suelos de la FCA (2015).

2.3 Metodología

2.3.1 Diseño y características del experimento

Para la ejecución del presente experimento se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al azar (DBCA) con cuatro bloques, cuatro tratamientos y con un total de 16 unidades experimentales. El procesamiento de los datos estadísticos generados se realizaron con el Programa estadístico SPSS22 para la obtención del análisis de varianza (ANVA) hasta una $P < 0,01$, la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a una $P < 0,05$, el Coeficiente de Determinación (R^2), el Coeficiente de variabilidad (C.V.).

2.3.2 Uso del análisis de regresión lineal

Se utiliza para estudiar la relación entre variables con el objetivo de proporcionar los fundamentos del análisis de regresión lineal y como interpretar los resultados, tal como se muestra.

Modelo matemático

Está definido por el modelo lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad ; i = 1, \dots, a \quad ; \quad j = \dots, b$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta o ecuación de cualquier observación.

μ = media global o general.

T_i = efecto de tratamiento i -ésimo.

β_j = efecto del bloque j -ésimo (efecto ambiental)

ε_{ij} = efecto del error experimental (efecto residual) o compuesto aleatorio observado en el bloque j -ésimo para el tratamiento i -ésimo.

Cuadro 3:

Tratamientos estudiados

Tratamientos	Distanciamiento	Densidades/ha
T1	0,1 m entre planta y 0,2 m entre fila.	D 1 = 500 000
T2	0,2 m entre planta y 0,2 m entre fila.	D 2 = 250 000
T3	0,3 m entre planta y 0,2 m entre fila.	D 3 = 166 666
T4	0,4 m entre planta y 0,2 m entre fila.	D 4 = 125 000

Fuente: Elaboración propia (2015).

2.3.3 Componentes estudiados

- Densidad de siembra
- Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Waldemans strains.

2.3.4 Características del campo experimental

Bloques

Nº de bloques	: 04
Ancho	: 1,50 m
Largo	: 17,50 m
Área total del bloque	: 26,25 m ²
Área total de experimento	: 105,00 m ²
Separación entre bloque	: 0,50 m.

Parcela

Nº de parcelas	: 16
Ancho	: 1,50 m
Largo	: 4,0 m
Área	: 6,0 m ²

2.3.5 Conducción del experimento

a) Almacigo

Este proceso se realizó el 10 de enero del 2015, con el uso de bandejas almacigueras de 512 celdas, las cuales son llenadas con sustratos de algas marinas (premix 3), colocado de dos a tres semillas por celda, después de germinado se realizó el desahijé dejando una planta por celda, permaneciendo en ella por espacio de 15 días para su trasplante.



Figura 1: Realizando proceso de almacigo
Foto: Juan Rivero, 2015

b) Limpieza del terreno

La limpieza se realizó el 20 de enero del 2015, utilizando para ello machete y lampa para eliminar las malezas que se encontraron presentes en el área de trabajo.

c) Preparación del terreno

Esta actividad se realizó el 21 de enero de 2015, esparciendo la materia orgánica (gallinaza), se esparció al boleó uniformemente en todos los tratamientos, luego de remover el suelo con el uso de un motocultor, seguidamente se empezó a nivelar las parcelas.



Figura 2: Esparciendo materia orgánica y nivelada de parcelas de acuerdo a las distancias de siembra, Foto: Juan Rivero, 2015

d. Diseño del campo

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques y dieciséis unidades experimentales, esta actividad se efectuó el 21 de enero de 2015.

e. Siembra

La siembra se hizo el 25 de enero de 2015 esta actividad fue por trasplante en campo definitivo usando plantines de la variedad Grand rapids Waldeman'S Strain, cuya semilla se obtuvo de la Casa Importadora de semillas certificadas de Lima.



Figura 3: Sembrado de los plantines y riego
Foto: Juan Rivero, 2015

2.3.6 Labores culturales

a. Control de malezas

El 05 de febrero del 2015, se realizó el control de malezas de manera frecuente, manual y cuando el cultivo lo ameritaba; es decir cuando las malezas comenzaban a crecer nuevamente, teniendo en cuenta que la primera desmalezada se realizó a los 10 días del trasplante de forma manual y siendo el único cultivo.

b. Riego

Se efectuaron en el sistema de aspersión utilizando aspersadora de pie, de manera continua y cuando se lo ameritaba (en los días secos).



Figura 4: Riego antes y durante la siembra y cosecha
Foto: Juan Rivero, 2015

c. Cosecha

Se realizó en el mes de marzo 2015 la fecha 10, cuando las variedades alcanzaron su madurez comercial, en forma manual.



Figura 5: Listas para la cosecha y su comercialización
Foto: Juan Rivero, 2015

2.3.7 Variables evaluadas

a. Altura de planta (cm)

Se evaluó, al momento de la cosecha, tomando al azar 10 plantas por tratamiento con la ayuda de una regla graduada; la altura se midió desde el suelo hasta la parte alta de la hoja.



Figura 6: Midiendo la altura de la planta
Foto: Juan Rivero, 2015

b. Diámetro de la base del tallo (cm)

Se midió del cuello basal de la planta, tomando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó empleando un vernier, al momento de la cosecha.



Figura 7: Midiendo el diámetro de la base del tallo
Foto: Juan Rivero, 2015

c. Número de hojas

Esta actividad se realizó al momento de la cosecha cogiendo las 10 plantas seleccionadas al azar, procediendo a deshojar las plantas para su respectivo conteo.



Figura 8: Conteo de las hojas
Foto: Juan Rivero, 2015

d. Rendimiento en la producción en kg/ha^{-1}

Se pesaron 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, se usó una balanza, el resultado se convertido a kg/ha^{-1} .



Figura 9: Plantas de cada tratamiento.
Foto: Juan Rivero, 2015

e. Análisis Económico

Costo de producción, rendimiento y beneficio/costo por tratamiento.

$$\text{Beneficio /Costo} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \left(\frac{B}{C} - 1 \right) \times 100$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1 Altura de planta

Cuadro 4:
ANVA para la Altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	S.C.	G.L.	C. M.	FC	P-valor	Sig.
Bloques	3,982	3	1,327	1,207	0,362	N.S.
Tratamientos	88,407	3	29,469	26,788	0,000	**
Error experimental	9,901	9	1,100			
Total	102,289	15				

$R^2 = 90,3\%$ C.V. = 3,9%

N.S. No significativo **altamente significativo ($P < 0,01$)

El procesamiento de los datos nos arrojó un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 3,9% lo que implica la confiabilidad necesaria, puesto además que este valor se encuentra dentro del rango de aceptación propuesto por Calzada (1982). La fuente de variabilidad Tratamientos reportó una alta significancia estadística ($P < 0,01$) (cuadro 4) y el efecto que han ejercido los tratamientos (densidades de siembra) sobre la altura de planta lo ha determinado el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 90,3%.

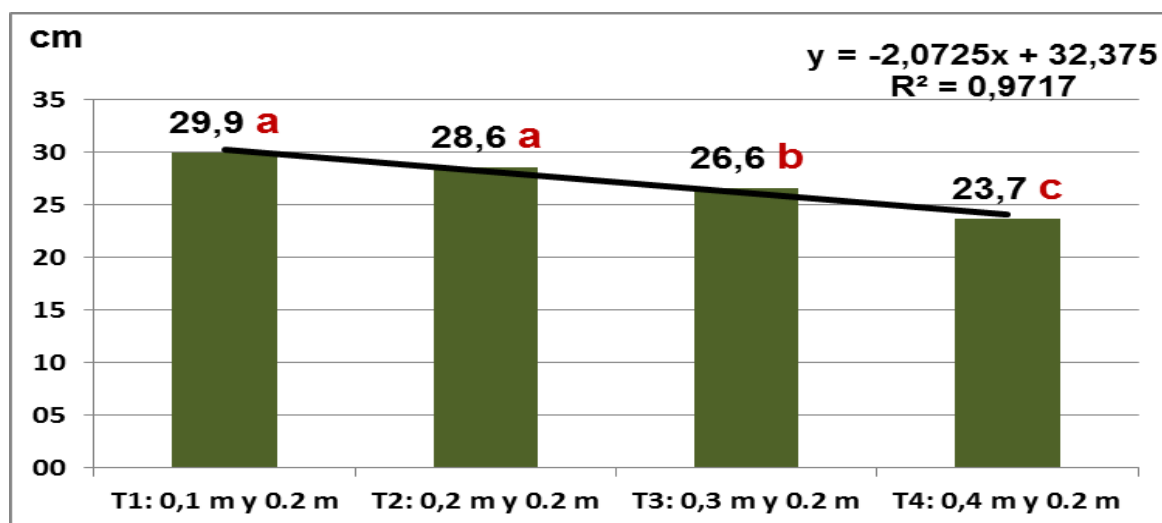


Gráfico 1: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en altura de planta (cm).

La Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de los tratamientos (gráfico 1) determinó que con los Tratamientos T1 (0,1 m x 0,2 m) y al T2 (0,2 m x 0,2 m) se lograron los mayores promedios con 29,9 cm y 28,6 cm de altura de planta respectivamente y superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T3 (0,3 m x 0,2 m) y T4 (0,4 m x 0,2 m) quienes lograron promedios de 26,6 cm y 23,7 cm de altura de planta respectivamente. Observamos además que a medida que el distanciamiento entre plantas se incrementó, la altura de planta disminuyó, lo que implicó una función respuesta de forma lineal negativa descrita por la ecuación $Y = - 2,0725 x + 32,375$ y estableciendo un alto valor del Coeficiente de Correlación (r) de 98,6% ($r = \sqrt{R^2}$).

3.1.2 Número de hojas por planta

Cuadro 5:

ANVA para Cuadro : ANVA para el Número de hojas por planta (transformado \sqrt{x})

Fuente de variabilidad	S.C.	G.L.	C. M.	FC	P-valor	Sig.
Bloques	0,065	3	0,022	1,016	0,430	N.S.
Tratamientos	3,547	3	1,182	55,761	0,000	**
Error experimental	0,191	9	0,021			
Total	3,803	15				

$R^2 = 95,0\%$ C.V. = 3,5%

N.S. No significativo **altamente significativo ($P < 0,01$)

El procesamiento de los datos nos arrojó un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 3,5% lo que implica la confiabilidad necesaria, puesto además que este valor se encuentra dentro del rango de aceptación propuesto por Calzada (1982). La fuente de variabilidad Tratamientos reportó una alta significancia estadística ($P < 0,01$) (cuadro 5) y el efecto que han ejercido los tratamientos (densidades de siembra) sobre el número de hojas por planta lo ha determinado el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 95,0%.

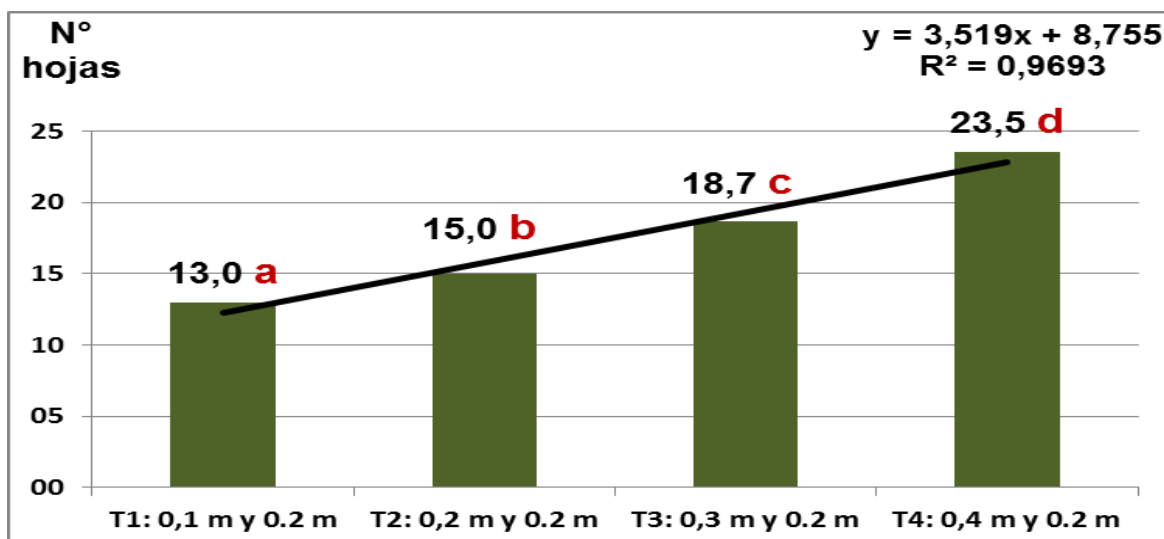


Gráfico 2: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en el número de hojas por planta

La Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de los tratamientos (gráfico 2) determinó que con el Tratamiento T4 (0,4 m x 0,2 m) se logró el mayor promedio con 23,5 hojas por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (0,3 m x 0,2 m), T2 (0,2 m x 0,2 m) y T1 (0,1 m x 0,2 m) con los que se lograron promedios de 18,7 hojas, 15,0 hojas y 13,0 hojas por planta. La evaluación de esta variable determinó que a medida que el distanciamiento entre plantas se incrementó, el número de hojas también se incrementó, lo que implicó una función respuesta de forma lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 3,519x + 8,755$ y estableciendo un alto valor del Coeficiente de Correlación (r) de 98,4% ($r = \sqrt{R^2}$).

3.1.3 Diámetro del cuello de la planta

Cuadro 6:

ANVA para el Diámetro del cuello de la planta (cm)

Fuente de variabilidad	S.C.	G.L.	C. M.	FC	P-valor	Sig.
Bloques	0,026	3	0,009	1,072	0,409	N.S.
Tratamientos	4,517	3	1,506	187,172	0,000	**
Error experimental	0,072	9	0,008			
Total	4,616	15				

$R^2 = 98,4\%$ C.V. = 6,6%

N.S. No significativo **altamente significativo ($P < 0,01$)

El procesamiento de los datos nos arrojó un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 6,6% lo que implica la confiabilidad necesaria, además que este valor se encuentra dentro del rango de aceptación propuesto por Calzada (1982). La fuente de variabilidad Tratamientos reportó una alta significancia estadística ($P < 0,01$) (cuadro 6) y el efecto que han ejercido los tratamientos (densidades de siembra) sobre el diámetro del cuello de la planta lo ha determinado el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 98,4%.

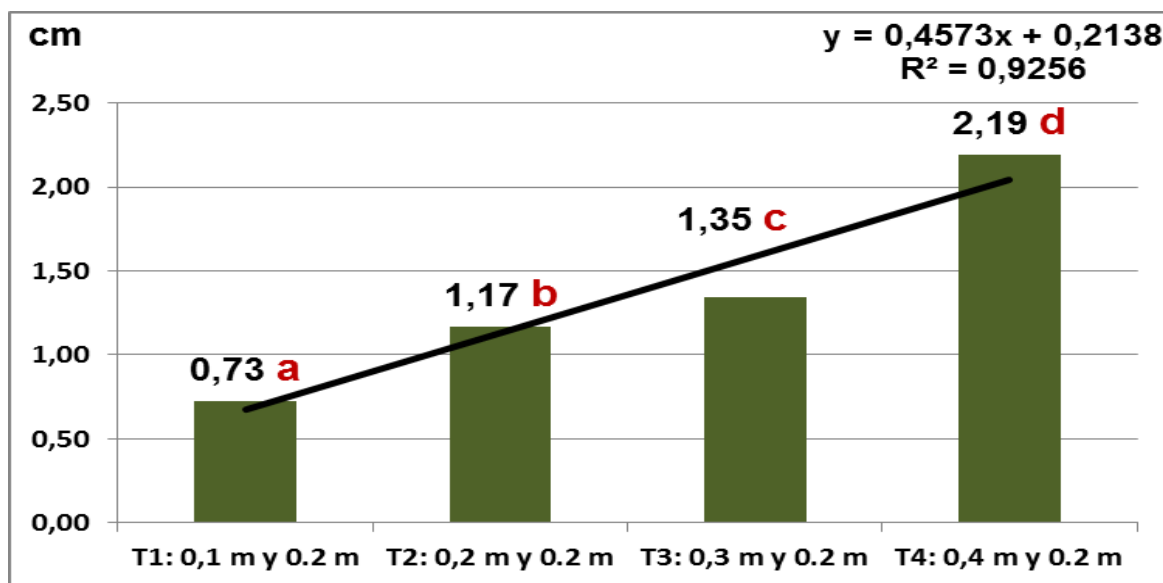


Gráfico 3: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de tratamientos en el diámetro del cuello de la planta

La Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de los tratamientos (gráfico 3) determinó que con el Tratamiento T4 (0,4 m x 0,2 m) se logró el mayor promedio con 2,19 cm de diámetro del cuello de la planta, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (0,3 m x 0,2 m), T2 (0,2 m x 0,2 m) y T1 (0,1 m x 0,2 m) con los que se lograron promedios de 1,35 cm; 1,17 cm y 0,73 cm de diámetro del cuello de la planta respectivamente. La evaluación de esta variable determinó que a medida que el distanciamiento entre plantas se incrementó, el diámetro del cuello de la planta también se incrementó, lo que implicó una función respuesta de forma lineal positiva descrita por la ecuación $Y = 0,4573 x + 0,2138$ y estableciendo un alto valor del Coeficiente de Correlación (r) de 96,2% ($r = \sqrt{R^2}$).

3.1.4 Rendimiento kg/ha

Cuadro 7:

ANVA para el Rendimiento en kg.ha⁻¹

Fuente de variabilidad	S.C.	G.L.	C. M.	FC	P-valor	Sig.
Bloques	25837997,042	3	8612665,681	2,428	0,132	N.S.
Tratamientos	79156513,673	3	26385504,558	7,438	0,008	**
Error expl.	31928005,563	9	3547556,174			
Total	136922516,28	15				

$R^2 = 76,7\%$ C.V. = 7,5%

N.S. No significativo **altamente significativo (P<0,01)

El procesamiento de los datos nos arrojó un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 7,5% lo que implica la confiabilidad necesaria, además que este valor se encuentra dentro del rango de aceptación propuesto por Calzada (1982). La fuente de variabilidad Tratamientos reportó una alta significancia estadística (P<0,01) (cuadro 7) y el efecto que han ejercido los tratamientos (densidades de siembra) sobre el rendimiento lo ha determinado el Coeficiente de Determinación (R^2) en un 76,7%.

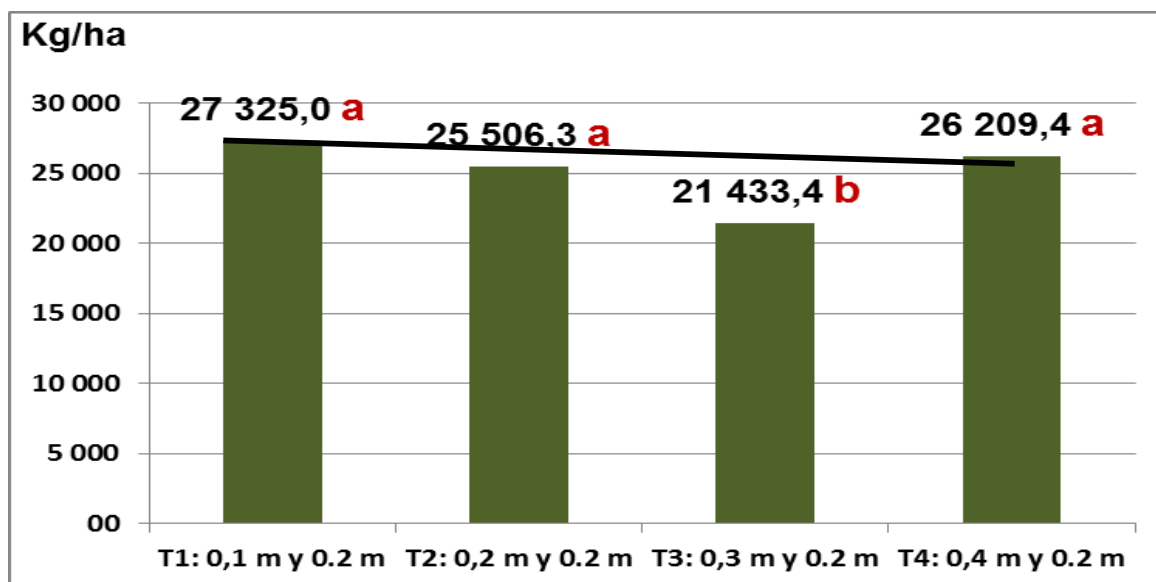


Gráfico 5: Prueba de Duncan (P<0,05) para los promedios de tratamientos en el rendimiento

La Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de los tratamientos (gráfico 5) determinó que con los Tratamientos T1 (0,1 m x 0,2 m); T4 (0,4 m x 0,2 m) y T2 (0,2 m x 0,2 m) se lograron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí con 27 325,0 kg.ha⁻¹, 26 209,4 kg.ha⁻¹ y 25 506,3 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente y los cuales superaron estadísticamente al tratamiento T3 (0,3 m x 0,2 m) con quien se obtuvo un promedio de 21 433,4 kg.ha⁻¹ de rendimiento.

3.1.6 Análisis económico

Cuadro 8:

Costos de producción, rendimiento y Beneficio / costo por tratamiento

Trats	Rdto (kg.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T1 (0,1 x 0,2)	27 325,00	5 272,5	0,30	8 197,50	2 925,00	1,55	55,48
T2 (0,2 x 0,2)	25 506,30	5 170,13	0,30	7 651,89	2 481,76	1,48	48,00
T3 (0,3 x 0,2)	21 433,40	5 022,67	0,30	6 430,02	1 407,35	1,28	28,02
T4 (0,4 x 0,2)	26 209,40	5 217,19	0,30	7 862,82	2 645,63	1,51	50,71

Como se puede observar en el cuadro 8, el beneficio se calculó sobre la base del precio de venta en el mercado local de S/. 0,30 nuevos soles por kilogramo de lechuga fresca. Este precio puede variar de acuerdo a la ley de la oferta y la demanda. Con el tratamiento T1 (0,1 m x 0,2 m), se logró el mayor Beneficio / costo con 1,55 y el mayor beneficio neto con S/. 2925,00 soles, seguido de los tratamientos 0,4 m x 0,2 m), T2 (0,2 m x 0,2 m) y T3 (0,3 m x 0,2 m) con quienes se obtuvo valores de 1,51, 1,48 y 1,28 de B/C y S/. 2645,63, S/. 2481,76 y S/. 1407,35 soles respectivamente.

3.2 Discusiones

3.2.1 De la altura de planta

Según Agundis y Valtierra (1972), la distancia entre hileras influye en el crecimiento en altura en búsqueda de luz y por lo tanto en un mayor consumo de energía acumulada, reduciéndose las posibilidades de obtener mayores rendimientos, apreciación que concuerda con los resultados obtenidos del presente

trabajo, principalmente con el tratamiento T0 (0,3 m x 1,0 m), indudablemente estas apreciaciones son contundentes, pero con cultivos que tienen crecimiento determinado.

Por otro lado (Alcala 1998 y Pérez et al, 1999), concuerdan en su trabajo de investigación, donde mencionan que la altura de planta fue similar a las tres densidades de plantación y ligeramente mayor en plantas fertilizadas con boro.

3.2.2 Del número de hojas por planta

Deducimos que el T4 obtuvo mejores números de hojas por el distanciamiento, ya que como dice (Semillas Arroyave, reporte técnico), en la elección del espaciamiento se debe tener en cuenta también que a menores distancias cada cabeza tendrá menor peso, pero se obtendrá mayor número y por lo tanto mayor rendimiento por hectárea. En general, a mayor distancia de siembra, mayor peso y tamaño de las cabezas. La distancia de siembra más utilizada en la producción de lechuga Batavia o de cabeza es de 35 a 40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. A una distancia de siembra de 40 cm por 40 cm se tiene una población de 56.100 plantas por hectárea. Para lechugas tipo mantequilla y romana, las distancias son de 30 cm por 30 cm. En cambio (Serrano, 1996) hace referencia que el marco de plantación depende de la envergadura que alcance la variedad; en el caso de variedades de tamaño pequeño se pueden plantar hasta 18 plantas por metro cuadrado, sembrando en eras o en llano total a distancias de 25 cm por 25 cm o en caballón a una distancia de 50 cm entre caballones y dos hileras por planta por caballón, separadas 25 cm entre sí.

3.2.3 Del diámetro del cuello de la planta

Podemos observar que el T4 obtuvo un mejor rendimiento en lo que se refiere a distanciamiento siendo el T1 con menos diámetro, asumimos que se debió a la mayor y menor densidad de siembra por lo que a menor densidad menos serán los diámetros de cuello en las plantas, pero para (Calderon et al, 2005) afirma que las densidades de planta experimentadas, no influenciaron significativamente en el diámetro de las cabezas, estando ésta definida únicamente por las dosis de humus

de lombriz. (Serrano, 1996), en cambio menciona que la lechuga en crecimiento debe disponer de agua para riego en las épocas secas; agua de alta calidad, libre de contaminantes biológicos y químicos. El momento oportuno de regar es en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde; si se riega cuando el suelo y la planta tienen temperatura elevada, se pueden originar desequilibrios que den lugar a amarilleamiento de hojas y paralización del crecimiento necesita un suelo constante y suficientemente húmedo; no obstante, el suelo debe estar aparentemente seco en la capa superficial para evitar pudriciones en el cuello de la planta y en las hojas que tienen contacto con el suelo.

En otro trabajo con repollo Rojas y Flores, (2012) no detectó diferencias entre sus promedios de los niveles del Factor A (Densidad de siembra), siendo que el nivel A1 (0,50 m x 0,30 m), A2 (0,50 m x 0,35 m) y A3 (0,50 m x 0,40 m) con promedios de 9,92 cm; 10,03 cm y 10,27 cm respectivamente resultaron estadísticamente iguales entre sí. La prueba Duncan para los promedios de los niveles del Factor B (Dosis de humus de lombriz) detectó diferencias significativas entre tratamientos, donde el nivel B3 (7000 kg/ha) arrojó el mayor promedio con 11,07 cm, siendo estadísticamente igual al B2 (5000 kg/ha) quién alcanzó un promedio de 10,87 cm. El nivel B1 (3000 kg/ha) y B4 (Testigo) alcanzaron 51 promedios de 9,96 cm y 8,40 cm respectivamente. Corroborando los estudios realizados.

3.2.4 Del rendimiento

Es importante indicar que la siembra de este cultivo a menores distancias entre plantas (Mayor densidad por unidad de área) puede implicar mayor competencia por luz, agua y nutrientes, siendo el comportamiento contrario cuando la distancia entre plantas es mayor. Por otro lado es importante contrastar con el hecho que el rendimiento, es una función del número de plantas cosechadas, siendo posible que el mayor aprovechamiento de los nutrientes en el suelo también es una función del número de plantas que la aprovechan, es decir, que si dotación de nutrientes en el suelo es aprovechada por el menor número de plantas estos se desarrollaran mejor que cuando el número de plantas es mayor.

Dada las características de la materia orgánica y siendo además un factor importante la aplicación de 30 Tn de gallinaza que al parecer ha sido suficiente para dotar de condiciones al tratamiento T1 para obtener el mejor resultados.

Uno de los elementos que más influye en los rendimientos agrícolas, lo constituye la cantidad de plantas por hectárea o lo que es lo mismo la densidad de plantación. Todos los cultivos requieren una densidad óptima, determinada por el área vital necesaria para un adecuado desarrollo de cada planta. Si esta área vital resulta insuficiente, ocurre el fenómeno de competencia de las plantas por los elementos esenciales para su desarrollo: nutrientes, agua y luz (Baez *et al.*, 1998 y Gutiérrez, 2010).

Los resultados del presente trabajo indican que el tratamiento T4, usando un distanciamiento de 1,5 metros entre plantas y 1,0 metros entre filas, fue la densidad óptima que obtuvo el promedio más alto de rendimiento con 5 332,6 kg.ha⁻¹, evaluándose dicho rendimiento en una sola cosecha. En cambio para (Abu-Rayyan *et al.*, 2004), la lechuga ya que es un cultivo anual de ciclo corto e intensivo, este último provoca que la distancia entre plantas sea un factor crítico en el rendimiento, por lo que es necesario encontrar la distancia óptima (distancia mínima entre plantas que produce el máximo rendimiento), ya que a menor distancia entre plantas existe mayor competencia por luz y nutrimentos

3.2.5 Del análisis económico

Se puede decir que influenciaron los distanciamientos entre plantas, el riego, el clima y posiblemente la fertilización tal como lo indica (Semillas Arroyave, reporte técnico) que los abonos orgánicos como acondicionadores de suelo mantienen una buena fertilidad física, química y biológica. Se tiene una amplia gama de fuentes de abonos, pero se recomienda que hayan pasado por un proceso de compostaje que los estabilice y elimine potenciales patógenos para el cultivo y para la salud humana.

CONCLUSIONES

- Con el Tratamiento T4 (0,4 m x 0,2 m) se logró los mejores promedios del peso de la planta con 219,7 g, diámetro del cuello de la planta con 2,19 cm y con el mayor número de hojas por planta con 23,5 hojas, superando estadísticamente a los demás tratamientos.
- Los mayores promedios de rendimiento fueron alcanzados por los Tratamientos T1 (0,1 m x 0,2 m), T4 (0,4 m x 0,2 m) y T2 (0,2 m x 0,2 m) con 27 325,0 kg.ha⁻¹, 26 209,4 kg.ha⁻¹ y 25 506,3 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente, por lo que esto dependió de la densidad de plantas por unidad de área y la competencia por luz, agua y nutrientes. Debido a la densidad de plantas y básicamente a la competencia por luz con los Tratamientos T1 (0,1 m x 0,2 m) y T2 (0,2 m x 0,2 m) se lograron los mayores promedios con 29,9 cm y 28,6 cm de altura de planta respectivamente.
- En cuanto a las características de comportamiento podemos mencionar que si se pueden determinar características con un buen comportamiento agronómico en densidades de siembra con (0,1 m x 0,2 m) y (0,4 m x 0,2 m), obteniendo resultados satisfactorios.
- En función al análisis económico, con el tratamiento T1 (0,1 m x 0,2 m), se logró el mayor Beneficio / costo con 1,55 y el mayor beneficio neto con S/. 2925,00 nuevos soles, seguido de los tratamientos 0,4 m x 0,2 m), T2 (0,2 m x 0,2 m) y T3 (0,3 m x 0,2 m) con quienes se obtuvo valores de 1,48; 1,28 y 1,51 de B/C y S/. 2481,76; S/. 1407,35 y S/. 2645,63 soles respectivamente.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones y características edafoclimáticas de la zona en estudio, recomendamos para el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Grand Rapids Waldeman's Strain y el análisis económico, recomendamos:

- La aplicación de 30 Tn de gallinaza antes de la siembra con un distanciamiento de 0,1 m entre plantas y 0,2 m entre hileras, por haberse obtenido el mejor rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Rayyan, A., B. H. Kharawish, and K. Al-Ismail. (2004). *Nitrate content in lettuce (Lactuca sativa L) heads in relation to plant spacing, nitrogen form and irrigation level*. J. Sci. Food Agric. 84: 931-936
- Agundis, O. M.; Valtierra, A (1972). *Períodos críticos de competencia entre frijol y malezas*. Agricultura Técnica en México 2(2): 87-90.
- Alcala (1998). *Respuesta del cultivo de lechuga Lactuca sativa L. a la fertilización nitrogenada*.
- Andrade, F.; Calviño P.; Cirilo, A. y Barbieri, P. (2002). *Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception*. Agronomy Journal 94:975-980.
- Angulo, M. (2008). *Producción de Lechuga*. www.monografias.com/.../producción-lechuga/produccion-lechuga2.shtml
- Aranceta, J y Pérez, C. (2006). *Frutas, verduras y salud*. www.uylibros.com/verlibro.asp?xprod.
- Biotecnología de Microorganismos Eficientes. (2008). *Importancia de Microorganismos Eficientes*. <http://www.bioem.com.pe>
- Arcila, J. (2007). *Densidad de siembra y productividad de los cafetales*. Capítulo 6. Sistemas de producción en Colombia. Centro de Investigaciones del Café. Manizales, Colombia. 309 p.
- Báez, J., R. Antequera, J. Ramos, W. Gutiérrez y C. Medrano. (1998). *Densidad de siembra y control de malezas en el cultivo de la yuca Manihot esculenta Crantz en siembra directa bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo*. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15(5):429-438.
- Calderón, F. López, F.J.M., Ticante, R.A. Espino, A.J.A.J., Rodríguez, M.C. (2005). *Respuesta del cultivo de lechuga (Lactuca sativa var. Coolguard) con diferentes dosis de abono orgánico en Palmar de Bravo, Puebla*. Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur 6301. Col. San Manuel, Puebla. 1 p.
- Calzada Benza J. (1982). "Métodos estadísticos para la investigación. 5a. ed. Milagros. Lima - Perú. 605p.
- Da Matta, F. (2004). *Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review*. Field Crops Research 86 (2-3): 99-114.

- Di Benedetto (2005). *Manejo de cultivos hortícolas: bases ecofisiológicas y tecnológicas*. Primera edición. Buenos Aires, Orientadora gráfica Editora, 384 p.
- FAO – Bolivia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2011). *Producción de hortalizas*.
- Gutiérrez MC. (2010). *El cultivo de la lechuga en Cantabria*. Gobierno de Cantabria, Consejería y desarrollo rural, ganadería, pesca y biodiversidad, Centro de investigación y formación agrarias, 24 pp.
- Holdridge, R.L. (1987). “*Ecología Basada en zonas de Vida*”. Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
- Infoagro. (2009).
www.infoagro.com/.../1315_agricultura_constata_que_biosolarizacion_es_una_he.asp
- Infoagro (2010). *Cultivo de lechuga*. En línea. Consultada 26 de abril de 2016. Disponible <http://www.infoagro.com/hortalizas/lactucasativa.htm>.
- INIA-INIAP-Boletín N°9, (2017). (*Manual de Producción de lechuga*).
- Jaramillo Noreña J, Tamayo Vélez A, Suaza D, Rodas MG. (1998). *Fertilización química y orgánica en lechuga (Lactuca sativa Great Lakes) en suelos Andisoles del municipio de Marinilla, Oriente Antioqueño*. Frutos de investigación 1994-1998. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 165 pp.
- Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T. (2015). *Análisis físico-químico del suelo*.
- Pérez F, Pita JM. (1999). *Dormancia de semillas*. Hojas Divulgadoras No. 2103. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 20 pp.
- SENAMHI (2015). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología*.
- Semillas Arroyave. Reporte técnico. *Cultivo de la lechuga*. Bogotá, 6 pp.
- Seiter, S; Altemose, CE; Davis, MH. (2004). *Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance*. Agronomy Journal. 96: 966-970.
- Ryder E.J., Whitaker T.W. (1995). Lettuce. (pp.53-57). En: *Evolution of crop plants*. Smartt J., Simmonds N.W. (Eds.) Longman Scientific and Technical, Londres.
- Rios, MDP. (2015). *Trabajo para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo titulado: Evaluación de tres dosis de ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos, en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Grand Rapids Waldeman'S Strain, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas, San Martín-Perú*. Pág. 26.

- Rojas, C. y Flores, E.J. (2012). *Tesis “Efecto de tres dosis de humus y roca fosfórica en tres densidades de siembra, en repollo (Brassica oleracea L.) en el fundo Aucaloma – UNSM-T, pág. 54*
- Sánchez. EJA. (2009). “*Manual de manejo y fertilización de suelos cafetaleros en Satipo – Perú*”, Pág. 26 y 27.
- Semillas Arroyave. Reporte técnico. *Cultivo de la lechuga*. Bogotá, 6 pp.
- Serrano, Z. (1996). *Veinte cultivos de hortalizas en invernadero*. 638 pp.
- Universidad Nacional Agraria “La Molina”. (2000). *Paquete Tecnológico de las lechugas, empleando las variedades Grand Rapids y Great Lakes 659*.
- Vallejo A, y Estrada E. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 347 pp.
- Wien H.C. (1997). *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB INTERNATIONAL, New York. (672 p.).
- Willey, R. (1994). *Plant population and crop yield*. In: Rechcigl Jr. M. *CRC handbook of agricultural productivity*. Boca Raton, CRC Press, p. 201-207.
- Willey, R. y Heath, S. (1969). *The quantitative relationship between plant population and crop yield*. *Advances in Agronomy* 21:281-321.

Linkografía

www.species2000.org (2013).

<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-035.pdf> (2000)

www.lafao.producciondehortalizas.org.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de la caracterización del suelo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN – SUELOS

SOLICITANTE: JUAN MIGUEL RIVERO RUIZ

FECHA DE MUESTREO:

TESISTA : JUAN MIGUEL RIVERO RUIZ

FECHA DE REPORTE: 22/01/2015

PROVINCIA: LAMAS

CULTIVO: LECHUGA

FUNDO: PACÍFICO

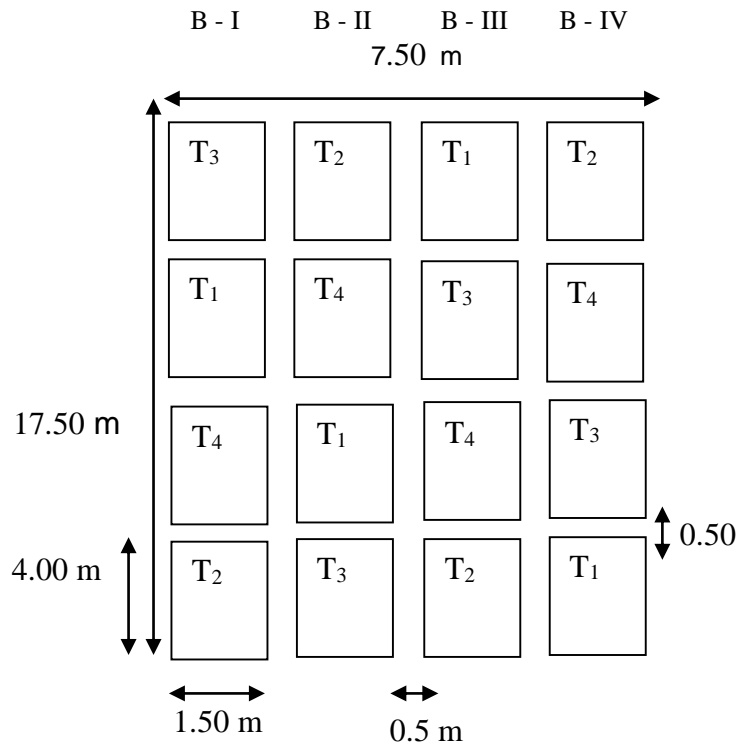
N° M	Análisis Físico			Clase Textural	pH	C.E. (μ S)	% M.O.	Elementos Disponibles			CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura							% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+ H
	% Are	% Arc	% Lim														
T1	52.3	31.5	16.2	Franco arcillo arenoso	5.79	1310	2.26	0.113	65.32	178.2	22.46	18.32	2.36	1.3200	0.456	0.00	0.00

pH	C.E. (μ S)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al	Al + H
5.79	1310	2.26	0.113	65.32	178.23	18.32	2.36	1.3200	0.00	0.000
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Muy alto	Normal	Alto		

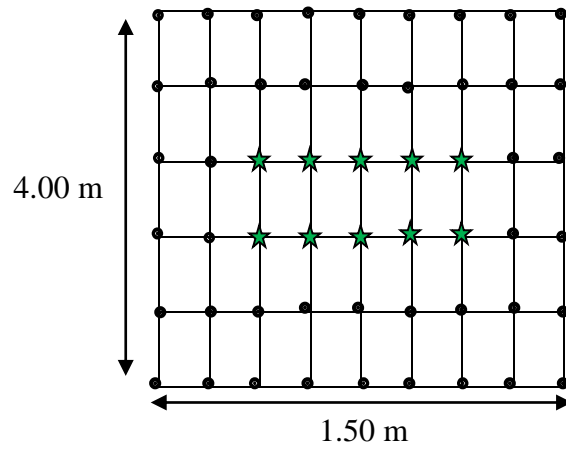
DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0.5M; pH 8.5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK
NOTA: El Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliars de la Facultad de Ciencias Agrarias no es responsable de la toma de muestras en éstos análisis.	

Jr. Amorarca Cdra 3 - Morales, Telf.
042521402; RPM # 985800927

Anexo 2: Croquis de campo experimental



Anexo 3: Detalle de la unidad experimental



Anexo 4: Datos de campo

Bloques	Trats.	Altura de planta	N° de hojas	N° de hojas (transformado)	Diámetro de cuello (cm)	Rdto. (kg.ha ⁻¹)
I	1	31,30	12,80	3,58	0,80	22 700,00
II	1	28,40	13,00	3,61	0,70	27 150,00
III	1	29,80	12,90	3,59	0,80	31 300,00
IV	1	30,20	13,20	3,63	0,60	28 150,00
I	2	29,30	15,30	3,91	1,19	25 575,00
II	2	27,50	14,90	3,86	1,15	24 600,00
III	2	28,40	15,00	3,87	1,17	28 550,00
IV	2	29,10	14,90	3,86	1,16	23 300,00
I	3	27,30	18,40	4,29	1,39	21 566,71
II	3	25,60	18,70	4,32	1,30	21 433,38
III	3	28,10	19,20	4,38	1,28	21 066,71
IV	3	25,40	18,40	4,29	1,41	21 666,71
I	4	23,20	19,90	4,46	2,30	24 800,00
II	4	24,10	23,50	4,85	2,21	26 687,50
III	4	22,70	24,20	4,92	1,99	27 687,50
IV	4	24,70	26,50	5,15	2,26	25 662,50
Promedios		27,19	17,55	4,16	1,36	25 118,50

Anexo 5: Costos de producción de cada tratamiento

T1 (25 Kg/ha de MCF)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1 800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				1 410.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	8	240.00
Estibadores	Jornal	30	4	120.00
c. Insumos				70.00
Gallinaza	tn	50	30	
Semilla	kg	140	0.5	70.00
d. Materiales				1 125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	27.3250	546.50
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3 210.00
Gastos Administrativos (10%)				321.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				1 741.50
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				5 272.50

T2 (50 Kg/ha de MCF)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1 800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				1 350.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	7	210.00
Estibadores	Jornal	30	3	90.00
c. Insumos				70.00
Gallinaza	tn	50	30	
Semilla	kg	140	0.5	70.00
d. Materiales				1 125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	25.5063	510.13
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3 150.00
Gastos Administrativos (10%)				315.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				1 705.13
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				5 170.13

T3 (75 Kg/ha de MCF)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1 800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				1 290.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	5	150.00
Estibadores	Jornal	30	3	90.00
c. Insumos				70.00
Gallinaza	tn	50	30	
Semilla	kg	140	0.5	70.00
d. Materiales				1 125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	21.4334	428.67
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3 090.00
Gastos Administrativos (10%)				309.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				1 623.67
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				5 022.67

T4 (100 Kg/ha MCF)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1 800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				1 380.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	5	150.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	7	210.00
Estibadores	Jornal	30	4	120.00
c. Insumos				70.00
Gallinaza	tn	50	30	
Semilla	kg	140	0.5	70.00
d. Materiales				1 125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	26.2094	524.19
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3 180.00
Gastos Administrativos (10%)				318.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				1 719.19
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				5 217.19