

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA
(*Lactuca sativa* L.) CV. ANGELINA BAJO CONDICIONES DE LA
MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

SILVANA VELÁSQUEZ MEDINA

LIMA – PERÚ

2019

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

“DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Lactuca sativa*
L.) CV. ANGELINA BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA”

SILVANA VELÁSQUEZ MEDINA

Tesis para optar por el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Jorge Luis Tejada Soraluz
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi padre, José

A mi hermana, Valeria

AGRADECIMIENTOS

A mi abuela, Berta, por ser un ejemplo de vida y perseverancia.

A mi mamá, Kathia, quien, desde el cielo, me protege.

A mi asesor, Ing, Mg. Sc. Andrés Casas Díaz, por el apoyo brindado durante este proceso.

A Augusto Benavides y Jorge Ramírez, amigos que me ayudaron y dieron ánimos en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	CULTIVO DE LA LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.)	3
2.1.1	Origen	3
2.1.2	Taxonomía	3
2.1.3	Descripción botánica	4
2.1.4	Grupos varietales	4
2.1.5	Requerimientos climáticos	5
	a. Clima	5
	b. Suelo	6
	c. Agua	7
	d. Intensidad luminosa	7
2.1.6	Manejo del cultivo	8
	a. Preparación de terreno	8
	b. Siembra	8
	c. Plantación	8
	d. Fertilización	9
	e. Riegos	10
	f. Control de maleza	11
	g. Plagas y enfermedades	11
	h. Cosecha y poscosecha	13
2.2	IMPORTANCIA DEL CULTIVO	16
2.2.1	Situación nacional del cultivo	16
2.2.2	Valor nutricional y medicinal	16
2.3	DENSIDAD DE SIEMBRA	18
2.3.1	Definición densidad de siembra	18
2.3.2	Distanciamiento en lechuga	19
2.3.3	Respuesta de la lechuga al distanciamiento	20
III.	METODOLOGÍA	21
3.1	UBICACIÓN	21
3.2	SUELO	21
3.3	CLIMA	22
3.4	CULTIVO	22
3.5	MATERIALES Y EQUIPOS	23
3.6	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	23
	a. Preparación del terreno	23
	b. Almacigado	23
	c. Trasplante	23
	d. Riego	23
	e. Desmalezado	24
	f. Control fitosanitario	24
	g. Cosecha	24
3.7	FACTORES EN ESTUDIO	24

3.7.1	Tratamientos	24
3.7.2	Diseño experimental	25
3.7.3	Características del campo experimental	25
3.7.4	Características evaluadas	27
	a. Rendimiento	27
	b. Calidad externa	27
	c. Porcentaje de materia seca	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1	RENDIMIENTO	28
	a. Rendimiento total	28
	b. Rendimiento comercial	29
	c. Rendimiento no comercial	30
	d. Distribución de cosechas	31
4.2	CALIDAD EXTERNA	32
4.2.1	Peso fresco promedio	33
4.2.2	Altura	34
4.2.3	Diámetro	35
4.3	PORCENTAJE DE MATERIA SECA	36
V.	CONCLUSIONES	38
VI.	RECOMENDACIONES	39
VII.	BIBLIOGRAFÍA	40
VIII.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Taxonomía de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	3
Tabla 2: Densidad poblacional en función a la variedad	9
Tabla 3: Fertilización de la lechuga	10
Tabla 4: Principales plagas de la lechuga en Huachipa	11
Tabla 5: Principales enfermedades de la lechuga en Huachipa	12
Tabla 6: Clasificación de lechuga tipo iceberg en base a peso y diámetro	14
Tabla 7: Especificaciones de producto por un supermercado en Perú	15
Tabla 8: Contenido nutricional en 100 gramos de porción comestible de lechuga	17
Tabla 9: Características físico-químicas del suelo en estudio	21
Tabla 10: Datos meteorológicos	22
Tabla 11: Tratamientos del ensayo. La Molina, 2019	24
Tabla 12: Esquema de análisis de varianza	25
Tabla 13: Efecto de la densidad poblacional en el rendimiento de lechuga cv. Angelina (plantas/ha). La Molina, 2019	28
Tabla 14: Efecto de la densidad poblacional en el rendimiento de lechuga cv. Angelina (tn/ha). La Molina, 2019	31
Tabla 15: Efecto de la densidad poblacional en la calidad de lechuga cv. Angelina. La Molina, 2019	33
Tabla 16: Efecto de la densidad poblacional en el porcentaje de materia seca de lechuga cv. Angelina. La Molina, 2019	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Distribución de los tratamientos en campo	26
Figura 2: Rendimiento total en función de la densidad poblacional (plantas/ha)	29
Figura 3: Rendimiento comercial y no comercial en función de la densidad poblacional	30
Figura 4: Distribución de cosechas	32
Figura 5: Peso fresco por planta en función de la densidad poblacional	34
Figura 6: Altura en función de la densidad poblacional	35
Figura 7: Diámetro en función de la densidad poblacional	36
Figura 8: Porcentaje de materia seca en función de la densidad poblacional	37

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Datos climatológicos mes a mes	52
Anexo 2: Cronograma de actividades en la lechuga cv. Angelina. La Molina, 2019	55
Anexo 3: Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento total (plantas/ha)	56
Anexo 4: Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento comercial (plantas/ha)	57
Anexo 5: Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento comercial (tn/ha)	58
Anexo 6: Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento no comercial	59
Anexo 7: Análisis de varianza (ANVA) para la distribución de cosechas	60
Anexo 8: Análisis de varianza (ANVA) para la variable peso fresco (gr/planta)	62
Anexo 9: Análisis de varianza (ANVA) para la variable altura (cm)	63
Anexo 10: Análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro (cm)	64
Anexo 11: Análisis de varianza (ANVA) para la variable de porcentaje de materia seca (%)	65

RESUMEN

La densidad de siembra óptima asegura el máximo rendimiento y calidad del cultivo, de igual manera asegura el uso eficiente de recursos tales como agua, luz, nutrientes y espacio. Densidades por encima de la óptima pueden resultar en una disminución del rendimiento debido a la competencia intra e interespecífica, así como por la proliferación de patógenos, mientras que a densidades muy bajas el rendimiento disminuye debido al uso poco eficiente del espacio. La lechuga es un cultivo, que en base a la variedad y cultivar requiere de una densidad de siembra diferenciada, sin embargo, en Perú no hay reportes de esta diferenciación. Con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de la lechuga cv. Angelina se instaló un ensayo en el período de mayo a julio del 2019 en lote “Cesar” de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El diseño experimental usado fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones. Los distanciamientos evaluados fueron 20, 25, 30, 35 y 40 cm entre plantas para dar densidades poblacionales de 125 000, 100 000, 85 000, 75 000 y 65 000 plantas/ha. Se evaluaron tanto, características de rendimiento: total, comercial y no comercial, así como de calidad del repollo: peso fresco, altura, diámetro y porcentaje de materia seca. Los resultados muestran mejor rendimiento total y comercial a mayores densidades poblacionales, mientras que las mejores características de calidad son superiores cuando las densidades poblacionales son menores. Se concluye que la lechuga cv. Angelina, bajo las condiciones evaluadas, es conveniente sembrarla a una densidad de 125 000 plantas/ha.

Palabras claves: densidad poblacional, distanciamiento, lechuga

ABSTRACT

Optimal planting densities assure maximum crop yield and quality, as well as efficient use of resources such as water, light, nutrients and space. Planting densities above optimal may result in yield decrease due to intra and interspecific competition, as well as proliferation of pathogens, while planting under optimal densities result in yield decrease due to inefficient use of space. Lettuce is a crop, that based on variety and cultivar requires differentiated planting densities, however, in Perú there are no reports of this differentiation. In order to evaluate the effect of different planting densities on lettuce yield and quality, a trial was conducted from May to July 2019 at the Universidad Nacional Agraria La Molina. The experimental design was a randomized block design with four replications. Treatments evaluated five different distances between plants: 20, 25, 30, 35 and 40 cm, to obtain populations of 125 000, 100 000, 85 000, 75 000 and 65 000 plants/hectare. Yield and quality characteristics were evaluated: total yield, commercial yield and non commercial yield. Also lettuce head weight, height, diameter and dry matter content (%). Results show the highest yield was obtained when the highest population was planted, on the other side better quality characteristics were shown when a lower planting density was used. It is concluded that lettuce cv. Angelina, under the conditions of the trial, is better planted at 125 000 plants/hectare.

Key words: plant density, lettuce, yield

I. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas es esencial en la alimentación y nutrición de la población global. La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas de hoja de mayor importancia a nivel nacional, siendo sembrada y consumida en la mayor parte del país (SIEA-MINAGRI).

La lechuga en sus diversas formas y colores, es una de las hortalizas más consumidas y producidas alrededor del mundo, esto se debe a su sencilla preparación para la alimentación humana, además de su sabor y su contenido nutricional (Santos et al., 2009, Li et al., 2010). Se la encuentra comúnmente en diferentes mixes de ensaladas y sándwiches. En algunos países orientales como China y Egipto, los tallos son consumidos en vez de las hojas, ya sean cocinadas, crudas, deshidratadas o como salsa (Mou, 2008).

Es un cultivo con elevado potencial de rendimiento que se adapta a lo largo de todo el año, esto se debe a que es producida tanto a campo abierto como en ambientes protegidos, así como en suelo o de forma hidropónica (Martínez et al., 2015). Sin embargo, su producción y calidad se ven beneficiadas por climas fríos y altas intensidades luminosas (Pavlou et al., 2007).

La producción total del cultivo se ve influenciada por la densidad de siembra, la cual se define como el número total de plantas por unidad de terreno (Chumbipuma, 2019). La densidad de siembra o densidad poblacional, está inversamente relacionada con el distanciamiento entre y sobre hilera. Además, se sabe que este último afecta de manera significativa el comportamiento de las plantas, afectando su arquitectura, desarrollo, peso, calidad y producción (Silva et al., 2000; Echer et al., 2001; Reghin et al., 2002). La utilización del distanciamiento adecuado es un factor determinante para que la planta pueda expresar su máximo potencial productivo (Oliveira et al., 2011).

Diversos autores afirman que la densidad poblacional de la lechuga va a depender del tipo y cultivar de lechuga que se va a producir, su hábito de crecimiento, entre otros factores. Sin embargo, Ugás et al. (2000) no hacen distinción e indican una única densidad de siembra de 83 333 plantas/ha, densidad que se usa en la actualidad de manera generalizada en Perú.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la densidad adecuada en términos del rendimiento y calidad de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Angelina bajo condiciones de La Molina.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

2.1.1 Origen

Existen tres teorías referentes al origen de la lechuga cultivada: 1. Originada a través de formas silvestres de *L. sativa*, 2. Originada por descendencia directa de *L. serriola* (especie silvestre) y 3. Originada a través de hibridaciones de diferentes especies (Lindqvist, 1960). A pesar de los estudios realizados para determinar el origen de la especie, los resultados no han sido concluyentes y su origen aún es incierto (Kesseli et al., 1991). Lo que sí se tiene claro es que *L. serriola* es uno de sus ancestros directos (Mou, 2008).

Los primeros registros de la lechuga como especie cultivada provienen de Egipto. Laurent-Täckholm (1951) citado por Lindqvist (1960) señala la existencia de jeroglíficos en templos y tumbas que datan de 2500 A.C. las cuales muestran a una lechuga de hojas largas siendo cultivada en esa época. Sin embargo, De Vries (1997) comparte la opinión de Rulkens (1987), quien afirma que el origen de la lechuga cultivada se encuentra en Mesopotamia y no en Egipto por lo tanto la especie se extendió del Sureste asiático hacia las distantes partes del mundo.

2.1.2 Taxonomía

En la Tabla 1 se muestra la taxonomía de la lechuga, perteneciente a la familia Asteraceae.

Tabla 1: Taxonomía de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophyta
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Asteranae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Lactuca</i> L.
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

Fuente: ITIS (Integrated Taxonomic Information System). 2011

2.1.3 Descripción botánica

La lechuga es una planta herbácea anual y autógama. Posee una raíz pivotante que puede llegar hasta los 30 cm de profundidad, además posee numerosas raíces laterales de absorción las cuales se desarrollan cerca de la superficie del suelo (Saavedra, 2017). El tallo es corto hasta el momento óptimo de la cosecha, sin embargo, una vez iniciada la etapa reproductiva se produce un alargamiento del mismo para dar lugar a la floración (Marhuenda y García, 2015). Las hojas tienen la característica de ser sésiles, distribuidas en forma de roseta densa alrededor del tallo. Dependiendo de la variedad, el desarrollo de la roseta puede continuar durante el desarrollo vegetativo, formar una cabeza redondeada o elongada. Así mismo, tanto las hojas como el borde de los limbos y el color son determinadas por la variedad y cultivar (Jaramillo et al., 2016).

2.1.4 Grupos varietales

Existe una gran diversidad de formas, tamaños y colores entre los cultivares de lechuga, Mou (2008) menciona que la clasificación del cultivo se basa principalmente por la forma de las hojas, tamaño y textura, formación de cabeza y tipo de tallos. Mou (2011) clasifica las lechugas en cinco grandes variedades: romana, iceberg, mantecosa, de hoja suelta y de tallo. Saavedra (2017) las describe brevemente:

- *L. sativa* L. var. *longifolia*: Conocida como la romana o lechuga tipo cos. Posee hojas grandes, elongadas, erguidas y gruesas con nervaduras prominentes. Se forma una cabeza cónica o cilíndrica por su disposición erecta, esta variedad no forma un verdadero repollo. Llegan a pesar hasta 750 gramos.
- *L. sativa* L. var. *crispa*: Comúnmente conocida como “iceberg” o lechuga de cabeza. Esta variedad produce una cabeza firme esférica que pesa entre 700 y 1000 gramos cuando se produce en campo. Las primeras hojas en el estado de roseta son elongadas, después de 10-12 hojas, estas cambian y se ponen curvadas superponiéndose a las anteriores para formar la estructura de cabeza, las hojas continúan creciendo dentro del repollo llenándolo hasta que la madurez comercial es alcanzada. Esta variedad incluye un subtipo denominado Batavia, el cual forma una cabeza menos densa y suave que pesa cerca de 500 gramos a la madurez.

- *L. sativa* L. var. *capitata*: También denominada mantecosas. Esta variedad produce una cabeza menos compacta que las tipo iceberg. Presentan hojas amplias, lisas, relativamente delgadas, orbiculares y con una textura suave y aceitosa.
- *L. sativa* L. var. *acephala*: Se les llama lechugas de hoja suelta (“Loose leaf”). Este tipo no forma repollo ya que las hojas están dispuestas de manera suelta y no envolvente. A pesar de poder ser comercializadas enteras, se aprecia que en pequeñas huertas se cosechan las hojas individualmente.
- *L. sativa* L. var. *augustana*: También denominada lechuga espárrago o lechuga de tallo, son cultivadas principalmente en China. Esta variedad presenta un tallo carnoso de 4-10 cm de diámetro y son de hábito más alto que las otras alcanzando una altura hasta de 50-60 cm, Presenta hojas lanceoladas, largas y angostas (4-6 cm) que no forman repollo.

2.1.5 Requerimientos climáticos

a. Clima

La lechuga es un cultivo que se prefiere climas templados frescos (Giaconi y Escaff, 2004), sin embargo, en la actualidad, gracias a los trabajos de mejoramiento genético, existen variedades de lechuga que poseen mejor adaptabilidad a climas templados y otras a climas cálidos (Qin et al., 2007).

Ugás et al. (2000) sostienen que la temperatura óptima de desarrollo del cultivo se encuentra entre los 10 y 20°C, y que no tolera temperaturas mayores a 25°C, mientras que Goites (2008) afirma que para un buen desarrollo del cultivo las temperaturas promedio mensuales deben oscilar entre los 13 y 18°C, con un rango comprendido entre los 7 y 24°C. Por otro lado, Quintero et al., (2000) citados por Martínez et al., (2015) afirman que las temperaturas óptimas de crecimiento son de 18 a 23°C durante el día y de 7 a 15°C durante la noche. La lechuga es un cultivo que exige una diferenciación entre la temperatura diurna y nocturna (Casaca, 2005).

Es un cultivo moderadamente tolerante a las heladas, puede soportar hasta -6°C, sin embargo; el período crítico es cuando se acerca la fecha de cosecha, en el cual la temperatura no debe bajar de los -0.2°C de lo contrario el cultivo presentará daños por heladas. Por otro

lado, el límite máximo de temperatura es de 30°C (CIREN, 2017). Cuando el cultivo está expuesto a elevadas temperaturas aumenta la posibilidad de florear prematuramente, además, la calidad del producto se deteriora rápidamente, debido a la acumulación del látex amargo en su sistema vascular (Casseres, 1980).

Respecto a la humedad relativa favorable para el cultivo, Turini et al., (2011) afirman que la lechuga se desarrolla adecuadamente a humedades relativas que se encuentren en el rango de 60 a 80%, aunque pueden tolerar menos del 60%. Elevadas humedades relativas favorecen el ataque de enfermedades como el moho blanco, moho gris y el mildiu veloso (Jaramillo et al., 2016).

b. Suelo

Dado que la temperatura es el determinante principal para el buen crecimiento de la lechuga, cualquier suelo es bueno si el clima es el apropiado (Casseres, 1980). La lechuga se produce en una amplia variedad de suelos, desde los más sueltos hasta los más compactos (Giacconi y Escaff, 2004). Sin embargo, el mejor desarrollo se da cuando el suelo tiene alto contenido de materia orgánica, buen drenaje y alta capacidad de retención de humedad (Goites, 2008).

El cultivo se desarrolla mejor cuando el pH se encuentra en un rango de 6 a 6.8 (Ugás et al., 2000), valores de pH menores de 5.5 ocasionan un pobre desarrollo y valores por encima de 7.3 son el límite para el buen crecimiento (Jaramillo et al., 2016). Es relativamente sensible a la salinidad, el rango adecuado se encuentra entre 1.0 y 1.4 dS/m, a medida que se sobrepasa este rango, el rendimiento sufre una reducción del 6.2 – 8 % por cada dS/m (Carranza et al., 2009). Además, prefiere suelos cuyos 0.5 m superficiales sean sueltos, que presente un porcentaje de pedregosidad menor al 15% y cuya pendiente no exceda el 6% para evitar limitaciones de desarrollo. (CIREN, 2017).

c. Agua

La lechuga es un cultivo muy sensible al déficit hídrico por su sistema radicular poco profundo, efecto que se hace evidente sobre la producción de materia verde, exigiendo niveles hídricos en el suelo cercanos a capacidad de campo (Defilipis et al., 2006). El cultivo es muy dependiente de la humedad del suelo (Chipana y Serrano, 2007). Este cultivo no

admite la sequía, aunque es conveniente que la superficie del suelo se encuentre seca para evitar la posible aparición de podredumbres de cuello (Casaca, 2005).

Independientemente del tipo de riego que se utilice, la calidad y el rendimiento del cultivo se ve afectado si la oportunidad de riego se retrasa o si la humedad en el suelo cae a valores muy bajos. El efecto más evidente del estrés hídrico será la reducción del tamaño y engrosamiento de las hojas de la lechuga, con una reducción notoria en la calidad del producto que dificultará su comercialización (Saavedra, 2017).

El máximo crecimiento y rendimiento se logra solamente cuando se provee a la planta de una buena cantidad de agua a lo largo del ciclo productivo; la etapa de formación de cabeza es la de mayor demanda hídrica; un déficit en esta etapa provoca las mayores reducciones en los rendimientos (Jaramillo et al., 2016).

d. Intensidad luminosa

La calidad del espectro de luz, intensidad luminosa y su duración, son las variables que más afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Inada y Yabumoto, 1989; citados por Fu et al., 2012). De manera general, se sugiere que altas intensidades luminosas promueven un mejor desarrollo de follaje en volumen, peso y calidad (Vallejo y Estrada, 2014).

La formación del repollo está relacionado a la intensidad luminosa y la temperatura, así se tiene que, si en invierno la intensidad luminosa es débil y la temperatura nocturna es elevada, el acogollado se verá inhibido (FAO, 2002; Marhuenda y García, 2017). Además, se ha comprobado que su escasez ocasiona que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas sean flojas y poco compactas. Se recomienda considerar este factor para establecer una densidad poblacional adecuada (Jaramillo et al., 2016).

2.1.6 Manejo del cultivo

a. Preparación de terreno

Esta labor es fundamental para el adecuado desarrollo del sistema radicular del cultivo, así como para obtener un buen rendimiento del mismo (Theodoracopoulos, et al., 2009). El suelo debe ser trabajado en profundidad para lograr un adecuado drenaje de las sales

provenientes del agua de riego y de la fertilización. Es necesaria una buena nivelación, pues el encharcamiento favorece la incidencia de *Sclerotinia* (Universidad de Luján, s.f).

La preparación del suelo se debe realizar 30 a 40 días previos al trasplante a una profundidad de 30 cm. Se realiza una pasada de arado de cincel con el objetivo de roturar el suelo, airearlo y exponer plagas y agentes patógenos a predadores y condiciones meteorológicas. Posterior, se realiza la nivelación del suelo para acondicionar la distribución del agua al cultivo. Finalmente se elaboran los surcos o camas siguiendo las curvas de nivel para prevenir la erosión por el arrastre de materiales (Cámara de comercio de Bogotá, 2015).

b. Siembra

La lechuga es una hortaliza típica de trasplante, aunque también puede sembrarse de forma directa (La Rosa, 2015). La siembra directa suele realizarse en EEUU para la producción de lechuga iceberg (Casaca, 2005).

Existe una serie de métodos para producir plantines. Sin embargo, la mayoría de productores prefiere bandejas (Kueper et al., 2004). Se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 alvéolos, sembrando en cada alvéolo una semilla a 5 mm. de profundidad (Casaca, 2005).

Ugás et al. (2000), de manera general, sugieren que el gasto de semilla va desde 0.5 a 0.6 kg/ha. (800-1000 semillas/g), sin embargo; Theodoracopoulos et al. (2009) sostienen que la cantidad de semilla requerida para una hectárea depende de factores como densidad poblacional, porcentaje de germinación, uniformidad de germinación y porcentaje de trasplante.

c. Plantación

Cada tipo de lechuga, según su hábito de crecimiento, tiene un marco de plantación distinto (Saavedra, 2017). Ver Tabla 2. El trasplante se realiza cuando las plantas tienen entre 10 y 12 cm de altura, esto se da entre los 30 a 40 días después de la siembra (Cerdas y Montero, 2004). La plantación debe hacerse de forma que la parte superior del cepellón quede a nivel del suelo (García, 2013). Posterior, se debe humedecer el suelo hasta llegar a capacidad de campo para crear condiciones de humedad adecuadas para que la plántula no sufra un estrés

fisiológico (Cámara de comercio de Bogotá, 2015). Las plantas no deben estar en contacto con la humedad, de esta manera se previene el ataque por hongos y desecación de raíces. (Casaca, 2005).

Tabla 2: Densidad poblacional en función a la variedad

Variedad	N° plantas/ha
Romana	60 000
Iceberg	80 000
Baby	130 000

Fuente: Casaca (2005)

d. Fertilización

Los requerimientos nutricionales varían en relación al tipo de lechuga, volumen y tamaño de crecimiento y del cultivar (Vallejo y Estrada, 2004). Con base en el análisis de suelo, el clima de la zona de producción, la duración del ciclo y las características varietales del cultivar se puede trazar un plan de abonamiento (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

La fertilización inicia en la preparación del terreno, en la cual se incorporan de 15 a 20 t/ha de estiércol bien fermentado. Además, si el análisis de suelo muestra deficiencias de fósforo y/o potasio es conveniente elevar la concentración de dichos macronutrientes al nivel óptimo a través de abonados juntos al estiércol (Rincón, 2004).

García (2013) sostiene que la lechuga es un cultivo con baja eficiencia en la utilización del nitrógeno, por lo tanto, es necesario asegurar un buen suministro nitrogenado para producir repollos de buena calidad. Mientras que Casaca (2005), afirma que la lechuga es exigente en abonado potásico, por lo que se debe cuidar los aportes de dicho elemento, sobre todo cuando las temperaturas son bajas.

Por otro lado, Jiménez (2017) propone un programa de fertilización en base a las necesidades del cultivo de lechuga: 190 kg N, 150 kg de P₂O₅ y 275 kg de K₂O fraccionado en dos tiempos (Tabla 3).

Tabla 3: Fertilización de la lechuga

Abonado	N (kg/ha)	P₂O₅ (kg/ha)	K₂O (kg/ha)
Fondo	40	70	75
Cobertera	150	80	200

Fuente: Jiménez (2017)

Vallejo y Estrada (2004) mencionan que dependiendo del nivel de acidez del suelo y del contenido de calcio y magnesio, se puede incorporar tres a cuatro semanas previas a la siembra cal dolomítica en cantidades aproximadas a 2-3 t/ha. Asimismo, dependiendo de la concentración crítica de elementos menores como el boro, zinc y cobre, se deben incorporar en el abonamiento de base o en adiciones complementarias líquidas a través de riego o drench, durante las primeras dos o tres semanas de crecimiento después del trasplante.

e. Riegos

El cultivo de la lechuga, así como la mayoría de hortalizas, demanda altas cantidades de agua. La frecuencia y cantidad de riegos depende del tipo de suelo, del estado de crecimiento de la planta y del clima (Martínez, 2008). El requerimiento hídrico del cultivo de lechuga es de 300 a 600 mm de agua durante todo el ciclo. Se recomienda que los riegos se realicen a primeras horas de la mañana o a últimas de la tarde, evitando las horas de alta temperatura por que se pueden originar desequilibrios como el amarillamiento de las hojas (Cámara de comercio de Bogotá, 2015).

Es necesario que el suelo llegue a capacidad de campo antes o inmediatamente después del trasplante. Posterior al trasplante, el objetivo es mantener la zona radicular en condiciones de humedad cercana a la capacidad de campo. Además, es necesario asegurar un adecuado suministro de agua, sobre todo desde la siembra al trasplante y durante la formación de cabeza (Jaramillo et al., 2016).

Los riegos deben ser de manera frecuente y con poca cantidad de agua, el suelo debe quedar aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres de cuello y de la vegetación en contacto con el suelo (Casaca, 2005). De ser necesario regar lugares específicos tales como las orillas del campo, lugar que se seca más rápido. Es importante no

dejar que la superficie del suelo esté mojada por largos períodos de tiempo, así se reduce la presión de enfermedades (Kuepper et al., 2004).

f. Control de maleza

Las lechugas presentan un período crítico de competencia las tres primeras semanas después del trasplante. Los deshierbos con herramientas manuales (azadón, escarda, guadaña y pala), son alternativas viables los primeros días posteriores al trasplante. En caso de infestaciones cuando el cultivo ya ha crecido, se recomienda hacerlo manualmente para evitar daños al follaje (Vallejo y Estrada, 2004).

g. Plagas y enfermedades

En la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan las plagas y enfermedades más comunes bajo condiciones de Huachipa. Con adecuadas prácticas culturales y manejo integrado de las mismas es posible obtener comportamientos agronómicos, productivos y económicos satisfactorios.

Tabla 4: Principales plagas de la lechuga en Huachipa

PLAGA	ACCIÓN SOBRE LA PLANTA	CONTROL
Mosca minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>)	Las larvas se alimentan de la hoja formando minas o galerías, y los adultos de los exudados originados cuando la hembra introduce el ovipositor en las hojas, causando “picaduras de alimentación). Hojas fuertemente infestadas no pueden realizar fotosíntesis y se secan.	Evitar el uso excesivo de nitrógeno. Instalación de trampas amarillas impregnadas con aceite agrícola para el control de adultos. Control químico: Usar productos a base de abamectina o ciromazina.
Mosca blanca (<i>Bemisia tabaco</i>)	Tanto larvas como adultos se alimentan de los jugos del tejido vegetal provocando un debilitamiento general de la planta. Además, son vectores de enfermedades causadas por virus.	Nutrir adecuadamente a la planta con la dosis correcta de fertilizantes. Eliminar malezas hospederas y colocar trampas amarillas. Control químico: productos a base de

		alfacipermetrina y metomil para el control químico.
Pulgones <i>(Myzus persicae)</i>	El pulgón, a través de su aparato bucal de tipo picador chupador, se alimenta de la savia de la planta. Además, puede transmitir virus. Los daños se ven reflejados en la disminución del rendimiento y/o calidad del producto	Evitar la excesiva fertilización nitrogenada. Eliminar malezas hospederas e instalar trampas pegantes amarillas. Si después de dichas medidas, la población no decrece, aplicar insecticidas específicos como metamidofos y pirimicarb.
Gusano gris <i>(Agrotis spp.)</i>	La larva produce daños seccionando el cuello de las plantas más jóvenes, cuando las circunstancias son adecuadas también pueden alimentarse de las raíces.	Eliminar las malezas previo a la siembra, roturar bien el terreno durante la preparación del campo para exponer larvas y pupas a la acción de predadores, aplicar cebos tóxicos a base de melaza, coronta molida y un insecticida como el clorpirifos.

Fuente: La Rosa (2015)

Tabla 5: Principales enfermedades de la lechuga en Huachipa

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS	CONTROL
Botritis o moho gris <i>(Botrytis cinerea)</i>	Los primeros síntomas se expresan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, seguidamente se cubren de moho gris que genera una gran cantidad de esporas.	Evitar altas densidades de siembra, evitar golpes que puedan generar lesiones, evitar el exceso de riego. Control químico: Clorotalonil o carbendazina

Mildiu <i>(Bremia lactucae)</i>	En el haz aparecen manchas cloróticas de un centímetro de diámetro aproximadamente, y en el envés se observa un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de un color pardo. Los ataques más significantes se dan cuando hay períodos prolongados de humedad.	Evitar el exceso de riego para no humedecer el entorno de la planta de más. Control químico: productos a base de mancozeb o metalaxil.
Oidio <i>(Erysiphe cichoreacearum)</i>	Las hojas se cubren de un micelio blanquecino de aspecto pulvurulento.	Aplicación de azufre en la primera aparición de la enfermedad. Control químico: productos químicos a base de carbendazina.
Esclerotinia <i>(Sclerotinia sclerotiorum)</i>	La infección empieza a desarrollar en tejidos cercanos al suelo, el cuello de la planta es donde inicia y permanecen los ataques. En la planta ocurre un marchitamiento lento de las hojas, iniciando en las más viejas y continúa hasta que toda la planta queda afectada. En el tallo puede observarse un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba.	Rotación de cultivos, retiro de rastrojos, aradura profunda. Control químico: Productos a base de benomil

Fuente: La Rosa (2015)

h. Cosecha y poscosecha

El momento oportuno de cosecha se define de acuerdo con el tipo de cultivar y la duración del ciclo vegetativo (Vallejo y Estrada, 2004). Previo a la cosecha es necesario determinar

si la lechuga está apta para ser cosecha y comercializada, para esto se toman en cuenta los índices de madurez (Saavedra, 2017). Las lechugas de cabeza deben alcanzar un peso, volumen y compactación definidos de acuerdo a los estándares de calidad para su tipo (Vallejo y Estrada, 2004). Ver Tabla 6 y Tabla 7.

Una cabeza compacta es aquella que requiere de una fuerza moderada para ser comprimida, una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobremadura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menor cantidad de problemas en poscosecha (Theodoropoulos, et al., 2009).

La cosecha de la lechuga debe realizarse en las primeras horas de la mañana debido a que es muy susceptible a la pérdida de agua, de lo contrario síntomas como pérdida de firmeza y turgencia en las hojas y un deterioro en la apariencia de las mismas se verán expresadas. Se debe tener en cuenta que las variedades de hoja suelta son más sensibles al calor, mientras que las crespas o arrelladas son menos sensibles (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Tabla 6: Clasificación de lechuga tipo iceberg en base a peso y diámetro

CATEGORÍA	DIÁMETRO CENTRAL	PESO DE CABEZA (g/cabeza)
Extra o suprema	15-20	350-500
Corriente	10-14	250-340
Duplex o mix	<10	<250

Fuente: Vallejo y Estrada (2004)

El corte de la lechuga se realiza al ras del suelo con la ayuda de un cuchillo filoso. Se eliminan en campo hojas sucias, quemadas por el sol, con enfermedades y daños causados por insectos (Cerdas y Montero, 2004). El producto cosechado debe mantenerse bajo sombra, en un lugar fresco para evitar la incidencia directa del sol y las altas temperaturas, de esta manera se conserva mejor y durante un mayor período de tiempo (Cerdas y Montero, 2004).

El éxito de la calidad del producto dependerá del manejo poscosecha; se estima que el manejo dado afecta entre el 10 y 20% sobre la calidad comercial del mismo. Se debe evitar el daño mecánico a los productos, ya sea por golpes, excesiva presión, cortaduras, entre otros. (Jaramillo y Ríos (2007) citado por Jaramillo et al., 2016).

Tabla 7: Especificaciones de producto por un supermercado en Perú

Tipo de lechuga	Peso mínimo (g)	Presentación	Características del producto	Criterios de rechazo
Americana o Iceberg	350	1 o 2 por bolsa	<ul style="list-style-type: none"> - Hojas fuertes, gruesas con nervio central desarrollado. - Color de las hojas propio de la variedad, menor intensidad del color en las partes inferiores - Hojas turgentes y con olor característico 	<ul style="list-style-type: none"> - Bordes quemados - Presencia de podredumbre y marchitez. - Alteraciones mecánicas (golpes, cicatrices, grietas, lesiones, etc.) - Daños causados por insectos. - Residuos de insecticidas o fungicidas.

Fuente: Adaptado de La Rosa (2015)

Una temperatura de 0°C y 95% de humedad relativa son necesarios para optimizar la vida de almacenaje de la lechuga, si estas condiciones se logran y mantienen, la vida de anaquel puede estimarse entre los 21 y 28 días. A una temperatura de 5°C se puede esperar que la vida de anaquel sea de 14 días, siempre y cuando no haya etileno en el ambiente. (Casaca, 2005).

2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

2.2.1 Situación nacional del cultivo

MINAGRI (2019) indica en el Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera que para el año 2018 la producción nacional de lechuga fue de 77 603 toneladas, siendo la hortaliza de hoja con mayor producción a nivel nacional. Además, el área cosechada fue de 7 057 ha mientras que el rendimiento promedio nacional fue de 10.76 t/ha, ubicándose el mejor rendimiento en el departamento de La Libertad (25,42 t/ha).

Las regiones que presentan mayor producción del cultivo son Lima y Lima Metropolitana con 30.09 y 18.97 toneladas; y el precio por kilo de lechuga se encontró en un rango de S/. 2.44 a S/. 0.34 en La Libertad y Ancash respectivamente, el promedio nacional fue de S/. 0.94 (MINAGRI, 2019).

2.2.2 Valor nutricional y medicinal

La lechuga es una de las hortalizas más populares en las ensaladas, su consumo ha ido en aumento debido a la percepción de ser “más sana” (Llorach et al., 2008). Sus propiedades saludables son atribuidas a sus componentes antioxidantes (vitamina C y E, carotenoides y polifenoles) y al contenido de fibra (Serafini et al., 2002; Nicolle et al., 2004; Llorach et al., 2008; Carranza et al. 2009). Otros fitoquímicos que contribuyen tanto a las propiedades sensoriales como promotoras de la salud son las antocianinas y la clorofila (Li et al., 2010), encontrándose la primera en mayor abundancia en los cultivares de hojas rojizas (Llorach et al. (2008) citados por Balsam et al., 2013). Sin embargo, el contenido nutricional depende de las variedades de lechuga. Mou y Ryder (2004) postulan que las diferencias nutricionales radican en que la mayor cantidad de hojas, cuando se forma un repollo, no se exponen a la luz (Ver Tabla 8).

Se emplea como narcótico, calmante, sedativo del sistema nervioso, tónico general, laxante, mineralizador, desintoxicante del organismo, antiespasmódico, béquico y diurético. Las propiedades medicinales de la lechuga pueden obtenerse de su consumo en fresco, cocido, del látex obtenido, extractos fluidos o lactucario. El consumo de hojas frescas se utiliza para aliviar el estreñimiento, la debilidad del estómago, la dispepsia y la mucosidad de la garganta y pecho. Así mismo su decocción y consumo, no sólo otorga los beneficios ya mencionados sino también supone un remedio eficaz contra la acidez, el insomnio, debilidad de los

nervios, dolor de muelas, inflamación de encías, inflamaciones internas, dolores reumáticos, resfrío y ronquidos (Fonnegra y Jiménez, 2007).

Tabla 8: Contenido nutricional en 100 gramos de porción comestible de lechuga

		LECHUGA ARREPLLAD	LECHUGA MANTECOSA	LECHUGA ROMANA A (ICEBERG)
AGUA	%	95.64	95.63	94.61
ENERGÍA		14	13	17
PROTEÍNA		0.9	1.35	1.23
GRASA TOTAL	g	0.14	0.22	0.3
CARBOHIDRATOS		2.97	2.23	3.28
FIBRA DIETÉTICA TOTAL		1.2	1.1	2.1
CENIZA		0.36	0.57	0.58
CALCIO		18	35	33
FÓSFORO		20	33	30
HIERRO		0.41	1.24	0.97
TIAMINA	mg	0.04	0.06	0.07
RIBOFLAVINA		0.03	0.06	0.07
NIACINA		0.12	0.36	0.31
VITAMINA C		3	4	24
VITAMINA A EQUIV. RETINOL		25	166	290
COLESTEROL		0	0	0
POTASIO		141	238	247
SODIO	mg	10	5	8
ZINC		0.15	0.2	0.23
MAGNESIO		7	13	14
VITAMINA B6		0.04	0.08	0.07
VITAMINA B12		0	0	0
ÁCIDO FÓLICO	mcg	0	0	0
FOLATO EQUIV. FD		29	73	136

Fuente: Adaptado de Jaramillo et al. (2016)

2.3 DENSIDAD DE SIEMBRA

2.3.1 Definición densidad de siembra

Arcila (2007) define la densidad de siembra como el número de plantas por unidad de área de terreno, éste tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo. Existen una serie de condiciones necesarias para determinar adecuadamente la densidad de siembra: Tipo de cultivo, variedad o híbridos empleados, fertilidad del suelo, pendiente del terreno, disponibilidad de agua, humedad relativa, tipo de riego, luminosidad, entre otros (Jaramillo et al., 2016).

Sadeghi et al. (2009), postulan que en una densidad de siembra adecuada las plantas maximizan el uso de agua, luz y suelo; y tanto la competencia inter como intraespecífica se encuentran al mínimo. Por otro lado, Herrera et al. (2006), afirman que existe una relación directa entre densidad de plantas y la incidencia de plagas, enfermedades y malezas que pueden afectar al cultivo. Zanine y Santos (2004) sugieren que una densidad de plantas por encima o por debajo del óptimo, genera un comportamiento diferenciado, pues se ve influenciado por la competencia de los factores previamente mencionados.

Sadeghi et al. (2009); Aminifard et al., (2010); Mengistu y Yamoah (2010); y Khazaei et al. (2014) afirman que la densidad de siembra afecta significativamente el rendimiento de distintas hortalizas. Bansal et al. (1995) citados por Hasan et al. (2017) afirman que el rendimiento puede incrementar, en cualquier hortaliza de hoja, hasta un 25% cuando se usa el espaciamiento óptimo. Por otro lado, Akintoye et al. (2009) sostienen que el rendimiento por unidad de área tiende a aumentar a medida que la densidad de siembra aumenta; sin embargo, esto sólo sucede hasta cierto punto, sobrepasado, el rendimiento decae.

Khazaei et al. (2014), concluyen que grandes distanciamientos disminuyen el rendimiento por la baja densidad poblacional mientras que grandes distanciamientos disminuyen el rendimiento por la competencia entre plantas por luz, agua, nutrientes y otros requerimientos para su desarrollo.

Finalmente, la densidad de siembra también afecta las distintas características del cultivo como altura de planta, número de brotes, área foliar, diámetro de tallo, biomasa, entre otros. Schroeder y Janos (2005) afirman que mayores densidades poblacionales, afectan el

adecuado crecimiento. Además, Silva et al. (2000) y Reghin et al. (2002) afirman que la densidad afecta el desarrollo, peso y calidad de las plantas.

2.3.2 Distanciamiento en lechuga

La lechuga es un cultivo anual de ciclo corto e intensivo, esto provoca que el distanciamiento entre plantas sea uno de los factores críticos que determina su rendimiento y calidad, por lo cual es necesario encontrar la densidad óptima (Aquino et al., 2005; Moniruzzamn, 2006; Martínez et al., 2015).

La lechuga es muy versátil en el marco de plantación. De acuerdo a Vallejo y Estrada (2004) los distanciamientos entre surcos y plantas se definen en función del cultivar y el tamaño requerido según las exigencias del mercado. Por otro lado, Theodoracopoulos et al. (2009) afirman que la época del año puede ser determinante para escoger una densidad; por ejemplo, en época lluviosa, es conveniente dar más espacio a las plantas por cuestiones sanitarias.

La elección del distanciamiento de siembra adecuado para la lechuga es un criterio de suma importancia para lograr el máximo desarrollo vegetativo, aspecto importante para maximizar el rendimiento del cultivo. La densidad poblacional óptima asegura que las plantas desarrollen adecuada y uniformemente, también asegura el uso juicioso de los recursos naturales, y como consecuencia, se obtiene el máximo rendimiento de la lechuga (Firoz et al., 2009; Hasan et al., 2017).

Comprender la respuesta del cultivo ante la densidad de plantas es crucial para maximizar el rendimiento de la lechuga. Además, debido a los diferentes requerimientos de los cultivares, la densidad de siembra ideal puede ser dependiente de la estación y el cultivar (Maboko y Du Plooy, 2009).

Tanto las lechugas de cabeza como las lechugas crespas requieren mayor espacio que aquellos cultivares más compactos. Los cultivares de cabeza requieren entre 25 a 45 cm entre plantas, mientras que la lechuga de hoja puede espaciarse entre 20 a 45 cm entre sí. Las lechugas de crecimiento erecto y aquellas que forman plantas pequeñas, se adaptan a un espaciamiento corto en el surco, 10 a 20 cm entre plantas. En producción comercial extensiva

bajo riego, los surcos quedan separados 35-42 cm entre sí. Para áreas extensas bajo riego, es común la siembra directa en surcos dobles (Vallejo y Estrada, 2004).

FAO (2011) sugiere que el espaciamiento adecuado bajo método biointensivo es de 20 cm entre hileras y entre plantas, dando una población de 245 000 plantas/ha. Por otro lado, Jaramillo et al. (2016), determinan que la distancia de siembra más utilizada en la producción de lechuga de cabeza en Colombia es de 35-40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. Mientras que para las lechugas tipo mantequilla y romana, las distancias son de 30 cm por 30 cm y para las lechugas foliares los distanciamientos varían de 20 a 30 cm entre plantas y de 20 a 30 cm entre surcos. Mientras que, en Perú, Ugás et al. (2000) determinan un único distanciamiento para todos los tipos y cultivares de lechuga de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas a doble hilera, dando una densidad de 83 333 plantas/ha.

2.3.3 Respuesta de la lechuga al distanciamiento

Diversos estudios demuestran que el espaciamiento afecta de manera significativa el cultivo de la lechuga, alterando su arquitectura, peso y características cualitativas (Silva et al., 2000; Echer et al., 2001). Así, Gualberto et al. (1999) evaluaron el comportamiento de 6 cultivares de lechuga en tres distanciamientos diferentes (25x20 cm, 25x25 cm y 25x30 cm) obteniendo que la producción de materia fresca por metro cuadrado fue superior en el espaciamiento más reducido. Este comportamiento fue corroborado por Maboko y Du Plooy (2009) quienes evaluaron el efecto de 5 distanciamientos (10x20 cm, 10x25 cm, 15x25 cm, 20x20 cm y 20x25 cm entre y sobre hilera respectivamente) en cuatro cultivares de lechuga. Los resultados obtenidos mostraron que las variables de peso fresco, seco y rendimiento fue mayor cuando el distanciamiento fue menor. Por otro lado, Silva et al. (2000), en el estudio comparativo del efecto del distanciamiento de tres cultivares de lechuga bajo 6 distanciamientos diferentes (20x20 cm, 20x25 cm, 25x25 cm, 25x30 cm y 30x30 cm) demostraron que a menores distanciamientos entre planta se produce mayor competencia por luz ocasionando que las plantas alcancen alturas más elevadas.

III. METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela frente a los Laboratorios de Nematología ubicado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicada en el valle de Ate, distrito La Molina, provincia de Lima, departamento de Lima, Perú, cuya ubicación geográfica es:

Latitud	:	12° 4' 59" S
Longitud	:	76° 56' 71" O
Altitud	:	236 m.s.n.m

3.2 SUELO

Las caracterización físico-química del suelo fue determinada a través de un análisis realizado con muestras tomadas de manera aleatoria del campo, dichas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9: Características físico-químicas del suelo en estudio

Característica	Resultado	Interpretación
Arena (%)	48	
Limo (%)	29	
Arcilla (%)	23	
Clase textural	Fr.	
pH (1:1)	7.75	Moderadamente alcalino
CE (1:1) (dS m ⁻¹)	2.21	Ligeramente salino
MO (%)	1.20	Bajo
CACO ₃	0.00	
P disponible (ppm)	12.7	
K disponible (ppm)	301	
CIC (meq/100g)	14.4	
Ca ⁺² (meq/100g)	10.97	
Mg ⁺² (meq/100g)	2.18	
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.75	
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.50	

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) - UNALM

3.3 CLIMA

Para el período comprendido entre los meses de mayo a julio del 2019, tiempo que duró la fase experimental del presente ensayo, los datos del clima fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En la Tabla 10 se presenta el resumen de los datos meteorológicos por mes, donde se puede apreciar que las temperaturas promedio oscilaron entre los 15.3 y 21.6°C, mientras que los valores de humedad relativa estuvieron entre 73.5 y 85.4%. Los datos diarios se muestran en el Anexo 1.

Las temperaturas promedio recomendadas para el adecuado desarrollo del cultivo en climas templados se encuentran entre 13 y 18°C (Goites, 2018); sin embargo, durante el mes de abril la temperatura promedio superó la ideal. Por otro lado, la humedad relativa recomendada se encuentra entre 60-80 por ciento (Turini et al, 2011), mientras que durante los meses de mayo a julio, esta se vio superada.

Tabla 10: Datos meteorológicos

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
	Mínima	Máxima	Promedio		
Mayo	15.73	22.90	18.63	80.74	0.01
Junio	14.66	18.94	16.16	85.72	0.01
Julio	14.19	18.26	15.57	85.33	0.01
Promedio	15.52	21.86	18.00	81.34	0.01

Fuente: Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt - SENAMHI, 2019.

3.4 CULTIVO

En el presente trabajo de investigación se utilizó el cultivar Angelina, procedente de la casa comercial Sakata. Según dicha compañía es un cultivar para regiones intermedias a calientes que se puede adaptar a condiciones tropicales. Arrepolla en una cabeza compacta cuyas hojas presentan un color verde brillante. Presenta un nivel moderado de resistencia a bacteriosis. El espaciamiento recomendado por la casa comercial es de 35x35 cm para obtener una población de 45 000 a 55 000 plantas/hectárea, con un consumo de 60 000 semillas/hectárea.

3.5 MATERIALES Y EQUIPOS

- Semillas de lechuga
- Libreta de campo
- Lápiz
- Cámara fotográfica
- Insecticidas
- Fungicidas
- Jabas
- Mochila aplicadora
- Bolsas de papel
- Pala
- Escarda
- Vernier
- Cuchillo
- Balanza de precisión
- Estufa

3.6 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

a. Preparación del terreno

Se inició con la limpieza del terreno, luego se realizó un arado de disco y una pasada con rastra de disco para la nivelación correspondiente, finalmente se realizó el surcado del campo. La maquinaria fue proporcionada por el Programa de Hortalizas.

b. Almacigado

La siembra del almácigo de la lechuga cv. Angelina se realizó el día 11 de abril del 2019 en bandejas de 8 x 24, en los invernaderos del Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

c. Trasplante

El trasplante definitivo se realizó el 02 de mayo del 2019 al campo ubicado cerca a los laboratorios de Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el trasplante se realizó a densidades de 0.2 m, 0.25 m, 0.3 m, 0.35 m y 0.4 m entre plantas y 0.8 m entre surcos a doble hilera.

d. Riego

El primer riego se realizó dos días antes del trasplante. Los riegos siguientes en el momento adecuado para mantener la humedad ideal del suelo

e. Desmalezado

La labor de desmalezado se realizó de manera manual y con escarda cuando era necesario, el objetivo de esta labor era de mantener el campo libre de malezas durante el ciclo del cultivo. Se realizaron en total 6 desmalezados iniciando a los 7 días después del trasplante.

f. Control fitosanitario

El cultivo fue monitoreado semanalmente con la finalidad de determinar la presencia de plagas y enfermedades durante el ciclo productivo. Se detectó la presencia de *Aphis gossypii* afectando las primeras hojas. Se diagnosticó la presencia de *Pythium* sp. para lo cual se disminuyó la frecuencia de riego. Además, se encontró *Oidium* desde un mes antes a finalizar la cosecha.

g. Cosecha

Se realizaron 3 cosechas en total, iniciando el 11 de julio del 2019 y finalizando el 25 de julio del 2019.

3.7 FACTORES EN ESTUDIO

3.7.1 Tratamientos

Se evaluaron 5 tratamientos basados en los distanciamientos entre plantas: 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm y 40 cm, dando poblaciones de 125 000 plantas/ha, 100 000 plantas/ha, 85 000 plantas/ha, 75 000 plantas/ha, y 65 000 plantas/ha respectivamente. Siendo la densidad de 85 000 plantas/ha el tratamiento testigo ya que es la que se acerca más a la realidad nacional (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Tratamientos del ensayo. La Molina, 2019.

Tratamiento	Distanciamiento entre planta (m)	Densidad poblacional por hectárea
T0	0.3	85 000
T1	0.2	125 000
T2	0.25	100 000
T3	0.35	75 000
T4	0.4	65 000

*Los distanciamientos entre surco (0.8m) fueron constantes para todos los tratamientos.

3.7.2 Diseño experimental

El diseño estadístico utilizado en el presente trabajo de investigación fue el de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones. La distribución de los tratamientos se asignó de manera aleatoria en las unidades experimentales de cada bloque. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias con la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05. El software utilizado fue R.

El esquema del análisis de varianza correspondiente fue el siguiente:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	$(t-1) = 4$
Repeticiones	$(r-1) = 3$
Error experimental	$(t-1)(r-1) = 12$
Total	$(t \times r) - 1 = 19$

Donde:

r = Número de bloques

t = Número de tratamientos

T_i = Efecto del tratamiento i

3.7.3 Características del campo experimental

a. Parcelas

- Número de parcelas por bloque: 5
- Número total de parcelas: 20
- Largo de parcela: 5.0 m
- Ancho de parcela: 2.4 m
- Área de parcela: 12 m²

b. Bloques

- Número de bloques: 4

- Largo del bloque: 5 m
- Ancho del bloque: 12 m
- Separación entre bloques (calle): 1 m
- Área del bloque: 60 m²

c. Calles

- Número de calles: 5
- Largo de calle: 1 m
- Ancho de calle: 12 m
- Área total de calles: 12 m²

d. Área total del experimento

- Área total: 300 m²

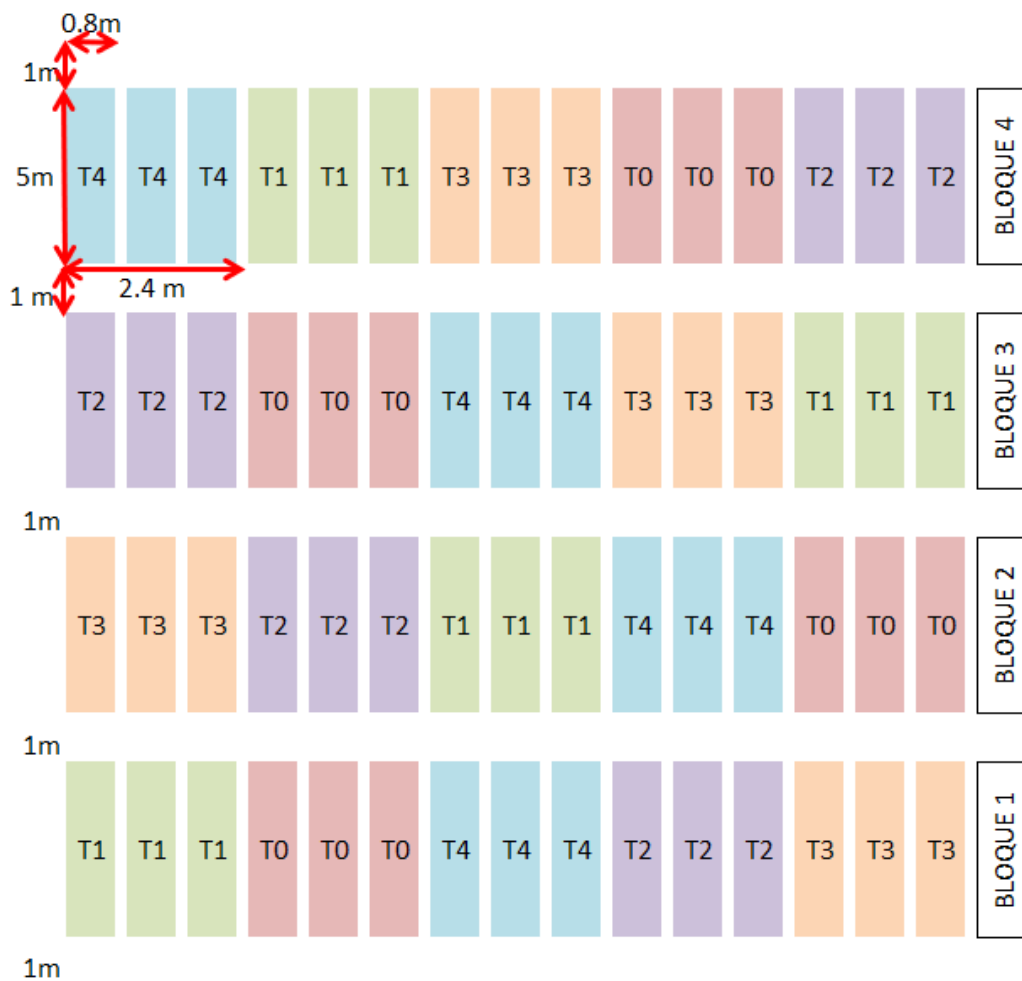


Figura 1: Distribución de los tratamientos en campo

3.7.4 Características evaluadas

d. Rendimiento

- Rendimiento total: Se contabilizó la cantidad de plantas que llegaron a la cosecha por cada unidad experimental, y luego fue llevado a hectárea.
- Rendimiento comercial total: Se evaluó el rendimiento comercial de cada unidad experimental, el valor se expresó en toneladas por hectárea. Sólo aquellas cabezas que lograron un arrellamiento normal de las hojas, compactas, sólidas y destinadas a la comercialización fueron tomadas en cuenta.
- Rendimiento de cabezas no comerciales: El rendimiento no comercial estuvo conformado por aquellas cabezas que resultaron dañadas y vanas. El resultado fue expresado en porcentaje en función del rendimiento total.

e. Calidad externa

Se tomaron 10 repollos al azar por cada unidad experimental en los que se evaluó:

- Peso promedio de repollo: Se evaluó el peso promedio de la lechuga
- Altura de repollo: Se midió desde la parte superior de la cabeza hasta el corte del tallo.
- Diámetro de repollo: Se realizó el promedio de dos mediciones, la del diámetro mayor y el transversal a él.

f. Porcentaje de materia seca

Se utilizó una lechuga por unidad experimental y se extrajo una muestra de 110 gramos de tejido fresco y fue colocada en estufa a 70°C por tres días luego se calculó el porcentaje de materia seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTO

Un resumen del análisis de varianza de las características evaluadas de rendimiento se presenta en la Tabla 13 y Tabla 14.

Tabla 13: Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de lechuga cv. Angelina.

La Molina, 2019

DENSIDADES (plantas/ha)	RENDIMIENTO (UNIDADES/HA)		
	TOTAL	COMERCIAL	NO COMERCIAL
1. 85 000 (T0) ⁽¹⁾	78 611 (100%) b ⁽²⁾	68 333 (86.93%) b	10 278 (13.07%) b
2. 125 000	114 891 (100%) a	90 496 (78.76%) a	24 395 (21.24%) a
3. 100 000	87 222(100%) b	74 722 (85.67%) b	12 500 (14.33%) ab
4. 75 000	64 444(100%) c	60 555 (93.97%) bc	3 889 (6.03%) b
5. 65 000	61 250(100%) c	51 875 (84.69%) c	9 375 (15.31%) b
PROMEDIO	81 284	69 196	12 087
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	***	**	.
C.V (%)	8.64	12.47	57.18

⁽¹⁾ Tratamiento testigo

⁽²⁾ Medias seguidas de la misma letra no tienen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan al 5%

a. Rendimiento total

Los tratamientos afectaron de manera significativa la producción total de lechugas cosechadas por hectárea. Se observó que el tratamiento T1 (125 000 plantas/ha) tuvo un incremento medio porcentual de 131.72 %, 146.15%, 178.28% y 187.57% respectivamente, en relación a los tratamientos T2 (100 000 plantas/ha), T0 (85 000 plantas/ha), T3 (75 000 plantas/ha) y T4 (65 000 plantas/ha). Estos resultados difieren con los resultados obtenidos por Khazaei et al. (2014) quienes al comparar distanciamientos de 25x40 cm, 30x40 cm,

35x40 cm y 40x40 cm, reportaron el mejor rendimiento al distanciamiento de 35x40 cm logrando 61.32 tn/ha de producción.

Sin embargo, Martínez et al. (2015) al evaluar la productividad de lechuga en tres variedades de lechuga (Durango, Orejona PX y EZ-1) bajo tres densidades de plantación (20, 6.6 y 5 plantas/m²) obtuvieron que, independientemente del cultivar, el tratamiento con mayor densidad poblacional obtuvo un rendimiento superior. Así mismo, Araújo (2015) evaluó tres cultivares de lechuga (Amelia, Angelina y Tainá) en función de diferentes distanciamientos (15x15 cm, 20x20 cm, 25x25 cm y 30x30 cm) obteniendo también un mayor rendimiento cuando la densidad poblacional era mayor.

De manera general, Silva et al., (2000); Sadeghi et al., (2009); Freitas et al., (2009); Aminifard et al., (2010); Mengistu y Yamoah (2010) afirman que el rendimiento aumenta, hasta determinado punto, a medida que aumenta la densidad poblacional en hortalizas como lechuga, albahaca, arúgula, paprika y zanahoria, respectivamente. El aumento significativo en la producción, ver Figura 2, sólo puede ser atribuido en función de mayor número de plantas por unidad de área (Écher et al., 2001; Moniruzzaman, 2006; Takakashi y Cardoso, 2014; Araújo, 2015).

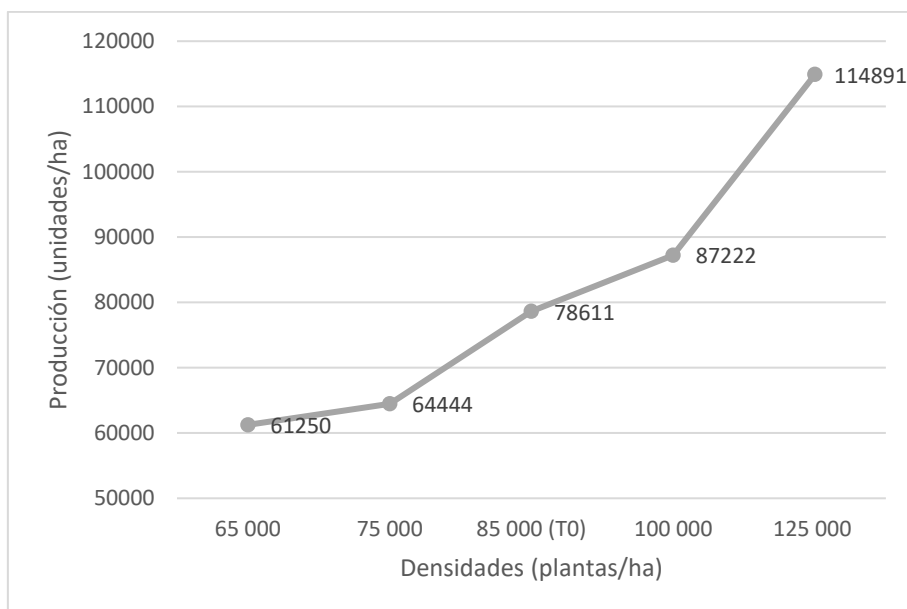


Figura 2: Rendimiento total en función de la densidad de siembra en lechuga cv. Angelina

b. Rendimiento comercial

En la Figura 3 se aprecian que los rendimientos comerciales obtenidos estuvieron en un rango de 43.79 a 30.92 tn/ha. El tratamiento T1 (125 000 plantas/ha) fue estadísticamente superior al tratamiento T4 (65 000 plantas/ha), mientras que los demás tratamientos T2, T0 y T3 fueron estadísticamente semejantes al tratamiento T1. Se puede observar que el rendimiento comercial tuvo el mismo comportamiento que el rendimiento total; a medida que la densidad poblacional aumenta sucede lo mismo con el rendimiento comercial. De igual manera, Takakashi y Cardoso (2014) en un ensayo donde compararon tres cultivares de lechuga (Tudela, Renoir y Sartre) bajo dos distanciamientos (16x25 cm y 20x25 cm) también obtuvieron mayor rendimiento comercial cuando la densidad poblacional era mayor.

Más aún, los rendimientos obtenidos en el presente ensayo son superiores a los obtenidos por Silva (2014) quien obtuvo el mayor rendimiento con el cv. Angelina en la campaña de primavera con 27.10 tn/ha.

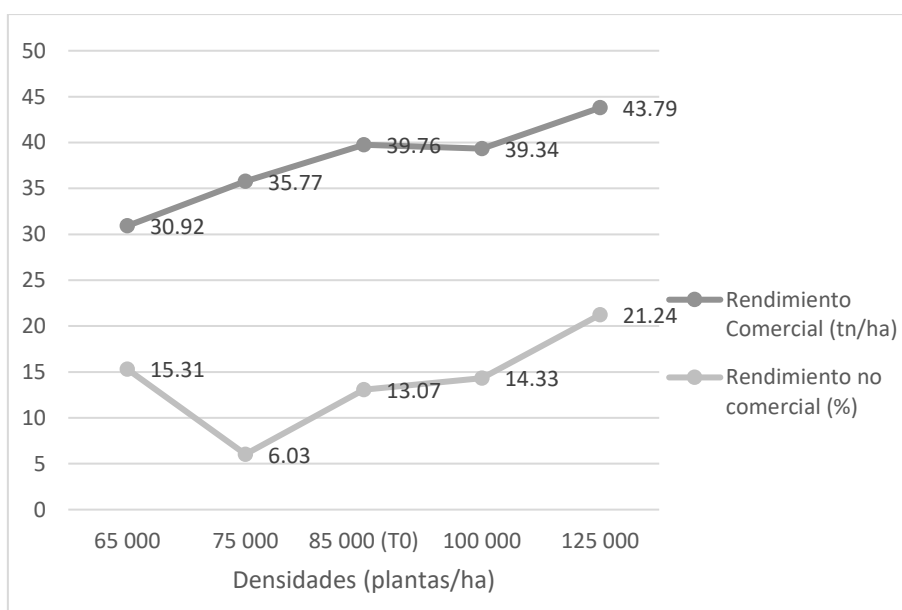


Figura 3: Rendimiento comercial (tn/ha) y no comercial (%) en función de la densidad de siembra en lechuga cv. Angelina

c. Rendimiento no comercial

El rendimiento no comercial estuvo constituido por aquellas lechugas que no llegaron a formar cabeza (vanas) o que presentaron pudrición no califican para ser comercializadas.

Los tratamientos tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre esta variable. Se obtuvo mayor porcentaje de descarte con la mayor densidad poblacional (125 000 plantas/ha), obteniéndose 21.24 por ciento y se diferenció de los tratamientos T0, T3 y T4 (85 000, 75 000 y 65 000 plantas/ha respectivamente), los cuales fueron similares entre sí y tuvieron porcentajes de 13.07, 6.03 y 15.31 por ciento de no comercializables. Estos resultados son confirmados por Takakashi y Cardoso (2014) quienes reportaron un mayor porcentaje de descarte a mayor densidad poblacional. Además, afirman que dicho incremento se debe al aumento de la incidencia de enfermedades propiciadas por el microclima creado entre las plantas a menor espaciamiento.

Yucra (2019) afirma que los valores de rendimiento no comercial ideales se encuentran en un rango del 7 al 13% del rendimiento total. Sin embargo, los tratamientos T1 y T2, tratamientos con mayor densidad poblacional, sobrepasaron este límite. Esto pudo deberse a condiciones de mayor humedad del medio de la alta densidad poblacional, condiciones que pueden haber promovido la proliferación de patógenos que afectan a las lechugas

Tabla 14: Efecto de la densidad de siembra en la distribución del rendimiento en lechuga cv. Angelina (tn/ha). La Molina, 2019.

TRATAMIENTO (plantas/ha)	TOTAL	COSECHA		
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
1. 85 000 (T0) ⁽¹⁾	39.76ab ⁽²⁾	16.42 (41.16%) a	15.3 (38.33%) a	8.19 (20.54%) a
2. 125 000	43.79 a	26.64 (60.84%) a	11.47 (26.17%) a	5.68 (12.97%) ab
3. 100 000	39.34 ab	15.85 (40.29%) a	15.8 (40.16%) a	7.69 (19.55%) a
4. 75 000	35.77 ab	18.64 (52.11%) a	12.4 (34.67%) a	4.73 (13.22%) ab
5. 65 000	30.92 b	15.78 (51.03%) a	11.96 (38.71%) a	3.18 (10.28%) b
PROMEDIO	37.92	18.67	13.39	5.9
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	.	*	n.s.	*
C.V (%)	14.21	38.52	35.23	40.65

⁽¹⁾ Tratamiento testigo

⁽²⁾ Medias seguidas de la misma letra no tienen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan al 5%.

n.s = No significativo

d. Distribución de cosechas

La distribución de las cosechas da una idea de la concentración de la producción a lo largo del período de cosecha. En la Figura 4 podemos observar que la distribución de la producción fue similar en la mayoría de los tratamientos. Los porcentajes de rendimientos comerciales de tres cosechas se muestran en la Tabla 14. Podemos observar que la mayor concentración del rendimiento de todos los tratamientos, se encontró en la primera cosecha con 60.84, 40.29, 41.16, 52.11 y 51.03 por ciento respectivamente, adicionalmente, se aprecia que el mayor porcentaje se presentó en el distanciamiento de 20 cm. Por otro lado, tanto el testigo T0 (30 cm) como el T2 (25 cm) tuvieron en su segunda cosecha, una concentración similar a su primera cosecha.

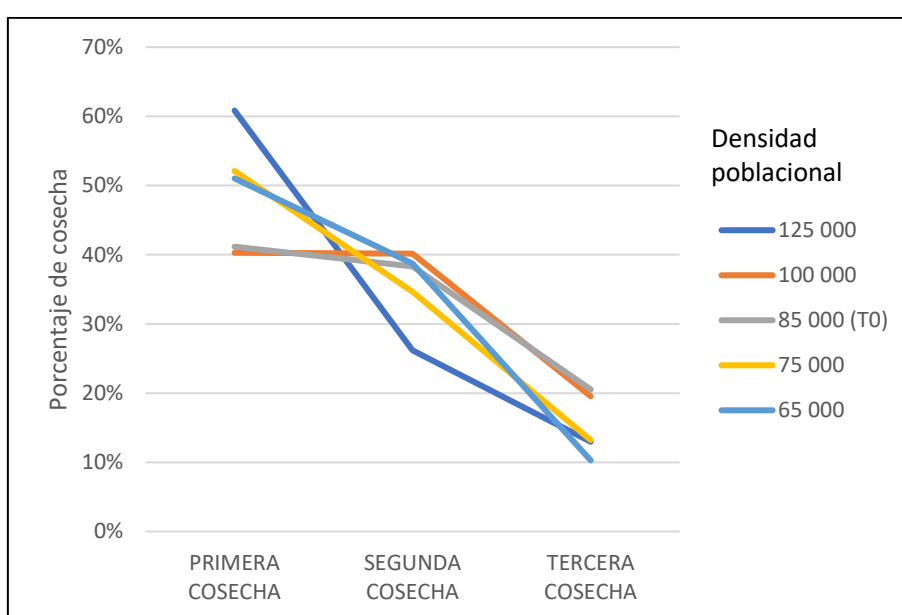


Figura 4: Distribución de las cosechas (%) comparando densidades de siembra en lechuga cv. Angelina

4.2 CALIDAD EXTERNA

En la Tabla 15 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en las características evaluadas.

4.2.1 Peso promedio de repollo

Los tratamientos tuvieron un efecto significativo sobre el peso fresco por repollo, se observó una variación media de 500 a 610 gramos, destacando el tratamiento 3 (75 000 plantas/ha), que fue superior al tratamiento 1 (125 000 plantas/ha) pero similar a los tratamientos T2, T0 y T4 (100 000, 85 000 y 65 000 plantas/ha respectivamente). En la Figura 5, se puede observar que el peso fresco aumenta a medida que disminuye la densidad poblacional. Estos resultados difieren de los obtenidos por Abubakari et al. (2011) quienes al comparar dos

tipos de irrigación y tres tipos de distanciamiento (15x15 cm, 20x20 cm y 30x30 cm) determinaron que el peso fresco aumenta de manera significativa en el distanciamiento más corto. Así mismo, Khazaei et al. (2014) obtuvieron mayores pesos por planta a menores distanciamientos, donde a distanciamientos de 25x40 cm, 30x40 cm, 35x40 cm y 40x40 cm los pesos frescos por planta obtenidos fueron 491.6 g, 402.04 g, 390.9 g y 379.2 g respectivamente.

Tabla 15: Efecto del distanciamiento en la calidad externa de lechuga cv. Angelina. La Molina, 2019.

TRATAMIENTOS (plantas/ha)	PESO PROMEDIO (g)	cm	
		ALTURA	DIÁMETRO
1. 85 000 (T0) (*)	590 ab (**)	14.46 a	16.52 a
2. 125 000	500 b	14.36 a	15.77 b
3. 100 000	530 ab	13.96 a	15.85 ab
4. 75 000	610 a	13.89 a	16.3 ab
5. 65 000	580 ab	14.04 a	15.84 ab
PROMEDIO	560	14.14	16.06
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	.	n.s.	n.s.
C.V (%)	9.11	3.09	2.45

(*) Tratamiento testigo

(**) Medias seguidas de la misma letra no tienen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan al 5%.

n.s = No significativo

Sin embargo, diversos autores sostienen que el peso fresco por planta aumenta a mayores distanciamientos debido al mejor aprovechamiento del espacio, agua, luz y nutrientes (Reghin et al., 2002; Moniruzzaman, 2006; Takakashi y Cardoso, 2014; Martinez et al., 2015). Así, Oliveira et al., (2011) al evaluar el efecto de cuatro distanciamientos (20x30 cm, 25x30 cm, 30x30 cm y 35x30 cm) en el cultivar Verónica, concluyeron que, si bien los tratamientos no se diferenciaron estadísticamente, el mayor peso por planta se obtuvo con la menor densidad poblacional con 497 g. De igual manera, Cecilio Filho et al., (2007) al comparar dos distanciamientos entre plantas (30 cm y 40 cm) encontraron que a mayores distanciamientos el peso fresco por planta fue estadísticamente superior frente al otro tratamiento. Sumado a esto, Hasan et al. (2017) también observaron que el mayor peso fresco

por planta se encontró a espaciamientos más amplios y concluyeron que a mayores espaciamientos la planta recibe suficiente luz y nutrientes lo que lleva a alcanzar el máximo peso fresco por planta.

A pesar de haber sido estadísticamente menor el peso fresco por planta con el tratamiento T1 (125 000 plantas/ha), este no fue comercialmente afectado, debido a que el peso promedio superó al mínimo requerido bajo los estándares expuestos por La Rosa (2015).

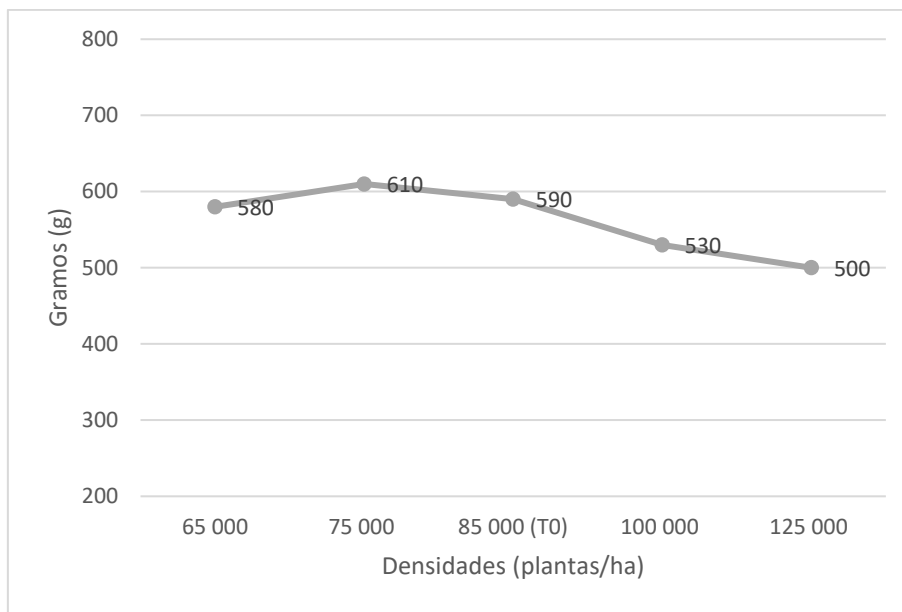


Figura 5: Peso fresco del repollo empleando cinco densidades de siembra en la lechuga cv. Angelina

4.2.2 Altura de repollo

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. La mayor altura fue observada en el tratamiento testigo (85 000 plantas/ha) con 14.46 cm, mientras que la menor altura se presentó en el tratamiento 3 (75 000 plantas/ha) con 13.89 cm (Figura 6).

Moniruzzaman (2006) encontró que la altura de la planta incrementa a medida que disminuye la densidad poblacional. Sin embargo, de acuerdo a Taiz y Zeiger (2004) citados por Takakashi y Cardoso (2014) mayores densidades poblacionales pueden ocasionar que la planta se etiole en algunos cultivos debido a la competencia por luz.

Reghin et al. (2002) probaron el efecto de dos sistemas de cultivo (ambiente natural y protegido) bajo cuatro distanciamientos entre plantas (10 cm, 15 cm, 20 cm y 25 cm) en un cultivar de lechuga mini, observando un decrecimiento lineal a medida que aumenta el espaciado entre plantas. Además, Maboko y Du Plooy (2009), realizaron un estudio en el cual compararon cuatro cultivares de lechuga bajo cinco distanciamientos distintos (10x20 cm, 10x25 cm, 15x25 cm, 20x20 cm y 20x25 cm entre y sobre hilera respectivamente) obteniendo que, en los dos menores distanciamientos, las plantas resultaban significativamente más altas comparadas con los otros tratamientos. Esto se debe a que, a mayor competencia por luz en los espaciamientos más cortos, contribuye a que las plantas alcancen alturas más elevadas (Silva et al., 2000; Araújo, 2015).

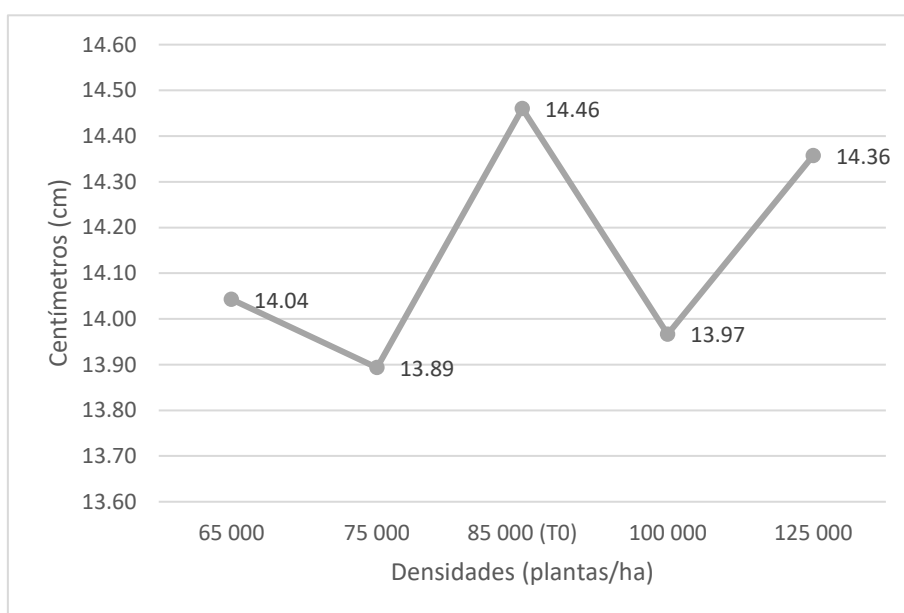


Figura 6: Altura del repollo empleando cinco densidades de siembra en la lechuga cv. Angelina

4.2.3 Diámetro de repollo

Se encontraron diferencias significativas para los tratamientos testigo (85 000 plantas/ha) comparado con el tratamiento 1 (125 000 plantas/ha), los cuales obtuvieron 16.52 y 15.77 cm de diámetro respectivamente. Los tratamientos con densidades de 100 000, 75 000 y 65000 plantas/ha no se diferenciaron estadísticamente del testigo. En la Figura 7 se puede observar como a medida que disminuye la densidad poblacional, ocurre lo opuesto con el diámetro. Esto es consistente con lo obtenido por Araújo (2015) quien obtuvo que el diámetro aumentaba junto con el distanciamiento, sin embargo, esto sólo ocurría hasta cierto punto ya que al distanciamiento de 30x30cm el diámetro disminuyó.

En vista que la comercialización de lechuga se realiza por unidad, el tamaño de la parte aérea es una característica decisiva en la comercialización del producto (Reghin et al., 2002). Dicho esto, todos los tratamientos alcanzaron el diámetro necesario para ser considerados dentro de la categoría suprema (Vallejo y Estrada, 2004).

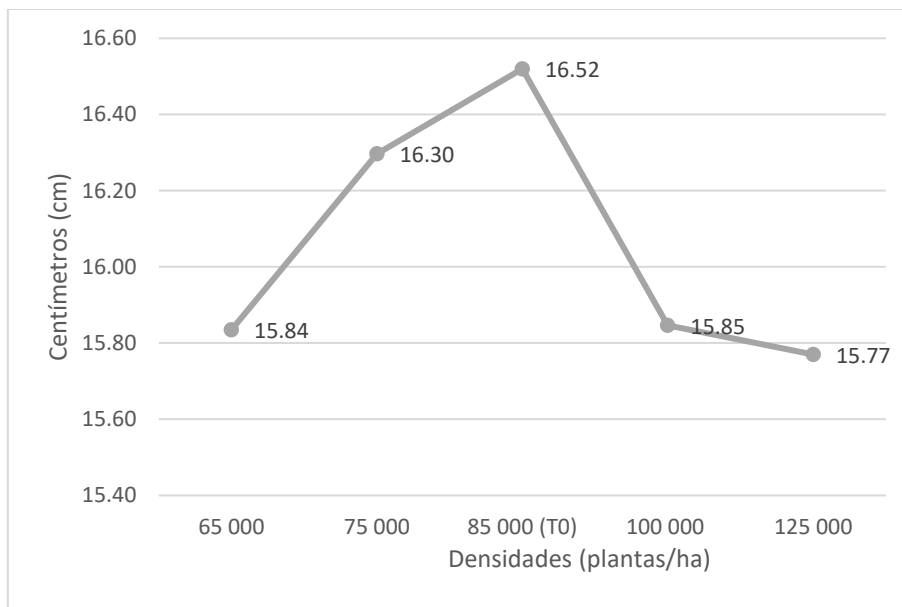


Figura 7: Diámetro del repollo empleando cinco densidades de siembra en la lechuga cv. Angelina

4.3 PORCENTAJE DE MATERIA SECA

Los tratamientos evaluados no influyeron la acumulación de materia seca (ver Tabla 16). Sin embargo, el mayor porcentaje de biomasa se observó en el tratamiento testigo, el cual reportó 2.72% de materia seca, mientras que el tratamiento 2 (100 000 plantas/ha) reportó la menor acumulación con 1.88% de materia seca (Figura 8). En contraste con lo obtenido en el presente ensayo, Silva et al. (2000) afirman que a medida que aumenta el espaciamiento entre plantas se observa una disminución en la producción de materia seca.

No obstante, Dapoingny et al., (1997) observaron que a medida que disminuye la densidad poblacional, y con ello aumenta la disponibilidad de recursos, la acumulación de materia se incrementa. Del mismo modo, Moniruzzaman (2006); Khazaei et al., (2014) y Hasan et al., (2017) obtuvieron un aumento directamente proporcional entre peso seco de la lechuga y distanciamiento entre plantas.

Cabe resaltar que, Lima et al. (2004) al comparar dos distanciamientos (20x20 cm y 20x30 cm) en dos cultivares de lechuga (Vera y Verónica) encontraron que la acumulación de

materia seca para el cv. Vera fue superior a menor distanciamiento, mientras que para el cv. Verónica se obtuvo cuando el distanciamiento fue mayor. De esto podemos mencionar que la acumulación de materia seca no sólo está en función del espaciamiento, sino también del cultivar.

Tabla 16. Efecto de la densidad de siembra en la acumulación de materia seca en el cultivo de lechuga cv. Angelina (La Molina, 2019).

DENSIDADES (plantas/ha)	PORCENTAJE DE PESO SECO (%)
1. 85 000 (*)	2.72 a (**)
2. 125 000	2.25 a
3. 100 000	1.88 a
4. 75 000	2.23 a
5. 65 000	2.26 a
PROMEDIO	2.27
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	n.s.
CV%	32.83

(*) Tratamiento testigo

(**) Medias seguidas de la misma letra no tienen diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Duncan al 5%.

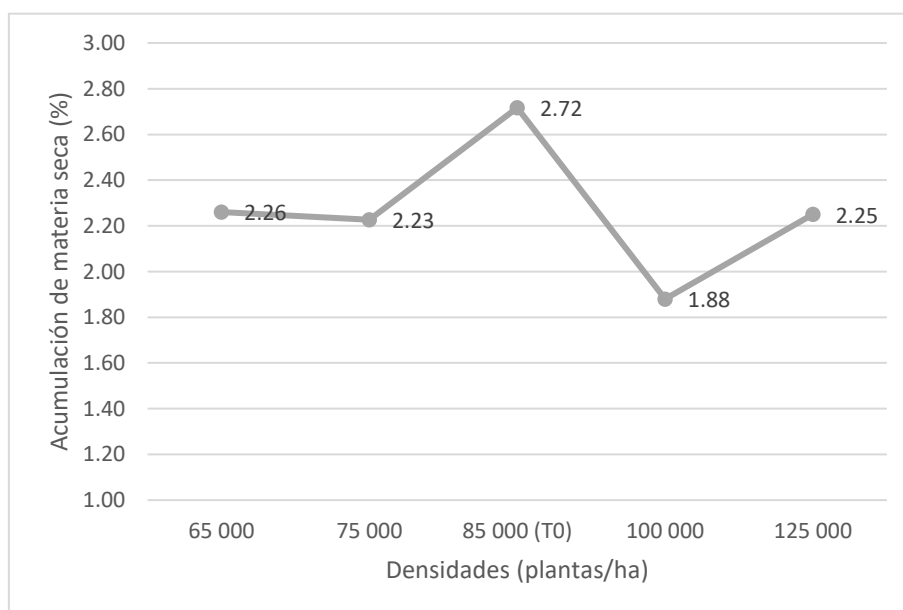


Figura 8: Porcentaje de materia seca en función de la densidad de siembra en lechuga cv. Angelina

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que fue realizado el presente ensayo, se puede concluir:

1. Se determinó que la densidad de siembra de 125 000 plantas/ha es la adecuada para la lechuga cv. Angelina bajo condiciones de la Molina en términos de rendimiento y calidad.
2. Las características evaluadas de rendimiento comercial y rendimiento no comercial aumentaron a medida que aumentó la densidad poblacional. Con el tratamiento T1 (125 000 plantas/ha) se obtuvieron los mayores valores, 43.79 tn/ha y 21.24% respectivamente.
3. Las características de peso fresco y diámetro de planta aumentaron a medida que disminuyó la densidad poblacional, obteniéndose los valores más elevados en el T3 (75 000 plantas/ha) y T0 (85 000 plantas/ha) con 610 g y 16.52 cm respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar el mismo ensayo en campañas consecutivas para determinar la mejor época de siembra
- Realizar ensayos similares comparando distintos distanciamientos entre y sobre hilera.
- Realizar ensayos similares con nuevos cultivares de lechuga que se vienen introduciendo en el mercado para determinar el distanciamiento adecuado con el fin de maximizar el rendimiento y calidad del cultivo.
- Realizar ensayos similares evaluando el efecto que tiene la maleza sobre el cultivo y así determinar el período crítico de competencia

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abubakari, A; Nyarko, G; Sheila, M. (2011). Preliminary studies on growth and fresh weight of lettuce (*Lactuca sativa* L.) as affected by clay por irrigation and spacing. Pakistan Journal of Biological Sciences 14(14):747-751. doi: 10.3923/pjbs.2011.747.751

Abu-Rayan, A; Khraiwesh, B; Al-Ismail, K. (2004). Nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.) heads in relation to plant spacing, nitrogen form and irrigation level. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84(9):931-936. doi: 10.1002/jsfa.1733

Aker, C; Álvarez, H; Servellón, O; Maradiaga, C; Guillén, A;... Casanova, S. (2019). Producción de lechuga con Buenas Prácticas Agrícolas. Recuperado de https://issuu.com/vecoandino/docs/guia_de_lechuga_8575a7359d6dcd

Aminifard, M; Aroiee, H; Karimpour, S; Nemtai, H. (2010). Growth and yield characteristics of paprika pepper (*Capsicum annum* L.) in response to plant density. Asian Journal of Plant Sciences 9(5): 276-280. doi: 10.3923/ajps.2010.276.280

AGROLANZAROTE. (2012). Ficha técnica de cultivos de Lanzarote. Cabildo de Lanzarote. Recuperado de http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/02Productos/documentos/ficha_tecnica_del_cultivo_de_lechuga.pdf

Akintoye, H; Kintomo, A; Adekunle, A. (2009) Yield and fruit quality of watermelon in response to plant population. International Journal of Vegetable Science 15(4):369-380. doi: 10.1080/19315260903012110

Araújo, F. (2015). Produção e qualidade de cultivares de alface americana em função do espaçamento de plantio. (Tesis Maestría, Universidade Federal Rural do Semi-Árido). Recuperado de

<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Dissertação-2015-FELIPE-BRUNO-ARAÚJO-DE-MEDEIROS.pdf>

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. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo6.pdf>

Aquino, L; Puiatti, M; Pereira, P; Pereira, F; Ladeira, I; Castro, M. (2005). Efeito de espaçamentos e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. *Horticultura Brasileira* 23(1). Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362005000100021&script=sci_abstract&tlng=pt

Balsam, M; Morales, F; Garmendia, I; Goicochea, N. (2013) Nutritional quality of outer and inner leaves of green and red pigmented lettuces (*Lactuca sativa* L.) consumed as salads. *Scientia Horticulturae* 151:103-111. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.12.023>

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. Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola. PROMOSTA. Costa Rica. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/63655419/lechuga>

Casseres, E. (1980) Producción de hortalizas (3^oed). San José, Costa Rica: Editorial IICA

Carranza, C; Lancho, O; Miranda, D; Chaves, B. (2009) Análisis de crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) “Batavia” cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana* 27(1), 41-48. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/287495735_Analisis_del_crecimiento_de_lechuga_a_Lactuca_sativa_L_'Batavia'_cultivada_en_un_suelo_salino_de_la_Sabana_de_Bogota.

Carrasco, G; Sandoval, Cl. (2016). Manual práctico del cultivo de la lechuga. Madrid, España: Mundiprensa.

Cecilio Filho, A; Rezende, B; Canato, G. (2007) Produtividade de alface e rabanete em cultivo consorciado estabelecido em diferentes épocas e espaçamentos entre linhas. Horticultura Brasileira 25: 015-019. doi: 10.1590/S0102-05362007000100004

Cerdas, M & Montero, M. (2004) Guías técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. 72 p. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. Recuperado de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_apio_lechuga_creditos.pdf

Chipana, R & Serrano, G. (2007) Riego superficial en lechuga (*Lactuca sativa*) y nabo (*Brassica napus*) en las zonas bajas del altiplano boliviano: Consumo de agua. Ingeniería del Agua 14(3): 169-175. doi: 10.4995/ia.2007.2909

Chumbipuma, J. (2019) Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (*Beta vulgaris* L.) var. cicla en La Molina. (Tesis Pregrado, UNALM). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3961>

CIREN – Centro de información de recursos naturales. (2017) Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región Biobío - Lechuga.

Dapigny, L; Fleury, A; Robin. P. (1997) Relation entre la vitesse relative de croissance et la teneur en azote chez la laitue (*Lactuca sativa* L) Effets du rayonnement et de la température. EDP Sciences 17 (1), 35-41. Recuperado de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00885824/document>

Defilipis, C; Pariani, S; Jimenez, 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

Department of Agriculture, Forestry & Fisheries. (s.f). Production guidelines for lettuce. Recuperado de <https://www.nda.agric.za/docs/Brochures/ProdGuideLettuce.pdf>

De Vries, I.M. (1997) Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. Genetic Resources and Crop evolution 44(2):167-174. Recuperado de <https://doi.org/10.1023/A:1008611200727>

Duque, A; Molina, S; Clemente, J.M. (1995). Ensayo de densidades de plantación en cultivares de lechuga tipo iceberg en cultivo de primavera en la zona centro. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de:
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_SH%2FSH_1995_3_181_186.pdf

Écher, M; Sigrist, J.M; Guimaraes, V & Minami, K. (2001). Comportamento de cultivares de alface em funcao do espacamento. Rev. De Agricultura, Piracicaba 76(2) 267-275. Recuperado de http://www.fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/view/1300/pdf_933

FAO (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. Recuperado de www.fao.org/3/a-s8630s.pdf

FAO. (2011) Producción de hortalizas. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf>

FAOSTAT. (2018). Food and agricultural data. Base de datos. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Felix, R; Araújo, S, Bandeira, F & Oliveira, A. (2016) Produtividade de alface organica em diferentes densidades de plantas. Pesquisa Agropecuária Pernambucana 21(1):12-16. doi: <https://doi.org/10.12661/pap.2016.003>

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

Fonnegra, R., Jiménez, S. (2007) Plantas medicinales aprobadas en Colombia (2° ed.). Antioquía, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=K8eI-7ZeFpsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Freitas, K; Neto, F; Granjeiro, L; LIMA, J; MOURA, K. (2009) Desempenho agronômico de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza 40(3):449-454. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1953/195317389018.pdf>

Fu, W; Li, P; Wu, Y. (2012) Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. Scientia Horticulturae 135:45-51. doi: 10.1016/j.scienta.2011.12.004

García, M. (2013) Cultivos herbáceos intensivos. Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/169802602/Cultivo-de-La-Lechuga>

Giacconi, 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

Gutiérrez, A. (2018) Densidad de siembra en el rendimiento y calidad de Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Black Fire en el valle de Cañete. (Tesis Pregrado, UNALM) Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3718>

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

Herrera, C; Laitón, M; Sánchez, G; Zambrano, A. (2006) Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas en lechuga y Brocoli. Mosquera, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13443>

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). (2011). ITIS-North America. Base de datos, Recuperado de https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=36607#null

Khazaei, I; Salehi, R; Kashi, A; Mirjalili, S.M. (2013) Improvement of lettuce growth and yield with spacing, mulching and organic fertilizer. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 6 (16): 1137-1143. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/280737953_Improvement_of_lettuce_growth_and_yield_with_spacing_mulching_and_organic_fertilizer

Japón, J. (1977) La lechuga. Hoja divulgativa. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf

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>

Jiménez, F. (2017) Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga. Recuperado de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HA-wyD8IXbwJ:anuariosatlanticos.casacolombiana.com/index.php/GRANJA/article/view/9945/9461+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>

Kesseli, R., Ochoa, O, Mochelmore, R. (1991) Variation at RFLP loci in *Lactuca spp.* and origin of cultivated lettuce (*L. sativa*). Genome, 34(3), 430-436. Recuperado de <https://doi.org/10.1139/g91-065>

Kuepper, G., Bachmann, J; Thomas, R. (2004). Producción Orgánica de Lechugas de Especialidad y verduras para ensalada. Recuperado de <https://pdfslide.net/education/produccion-organica-de-lechugas-de-especialidad-y-verduras-para-ensalada.html>

La Rosa, O. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima. (Tesis Pregrado). Recuperada de Repositorio UNALM (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/948>)

Li, Z; Zhao, X; Sandhu, A; Gu, L. (2010). Effects of Exogenous Abscisic Acid on Yield, Antioxidant Capacities, and Phytochemical Contents of Greenhouse Grown Lettuces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(10), 6503–6509. doi: 10.1021/jf1006962

Lima, A; Miranda, E; Campos, L; Cuznato, W; Melo, S; Camargo, M. (2004). Competição das cultivares de alface Vera e Vernica em dois espaamentos. *Horticultura Brasileira* 22(2):314-316. doi: 10.1590/S0102-05362004000200030

Lindqvist, K. 1960. On the origin of cultivated lettuce. *Hereditas* 46(3-4): 319-350. doi: 10.1111/j.1601-5223.1960.tb03091.x

Llorach, R; Martínez-Sánchez, A; Tomás-Barberán, F; Gil, M; Ferreres, F. (2008). Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chemistry*, 108(3), 1028–1038. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.11.032

Maboko, M; Du Plooy, C.P. (2009). Effect of plant spacing on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a soilless production system, *South African Journal of Plant and Soil*, 26(3) 195-198. doi: 10.1080/02571862.2009.10639954

Marhuenda, J; García, J. (2017) Lechuga en Maroto, J y Baixauli, C (Eds.), *Cultivos Hortícolas al aire libre* (p. 239-270). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/359988473/Cultivos-Hortícolas-Al-Aire-Libre-2>

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 Cundimarca. (Tesis Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperada de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8195/tesis110.pdf?sequence=1>

Mengistu, T; Yamoah, Ch. (2010). Effect of sowing date and planting density on seed production of carrot (*Daucus carota* var. *sativa*) in Ethiopia. African Journal of Plant Science 4(8):270-279. Recuperado de www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380121540_Mengistu%20and%20Yamoah.pdf

Miranda, J; Sánchez, R. (2017). Efecto de la configuración de la plantación en el rendimiento y rentabilidad de la lechuga en campo abierto. (Tesis Pregrado – Escuela Agrícola Panamericana). Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6133/1/CPA-2017-100.pdf>

Moniruzzaman, M. (2006). Effects of plant spacing and mulching on yield and profitability of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of agricultura and rural development 4(1&2), 107-111. doi: 10.3329/jard.v4i1.776

Mou, B. (2008). Lettuce. doi: 10.1007/978-0-387-30443-4_3

Mou, B. (2011). Mutations in lettuce improvement. International Journal of Plant Genomics 2011: 1-7. doi: 10.1155/2011/723518

MOU, B; RYDER, E.J. (2004) Relationship between the nutritional value and the head structure of lettuce. Acta Horticulture 637:361-367. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.637.45

Nicolle, C; Cardinault, N; Gueux, E; Jaffrelo, L; Rock, E; Mazur, A;... Rémésy, C. (2004). Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *Clinical Nutrition*, 23(4), 605–614. doi: 10.1016/j.clnu.2003.10.009

Odum, E. & Barret, G. (2006). *Fundamentos de ecología* (5° ed.) (p. 255-258). México: Editorial Thomson. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/353392650/LIBRO-Fundamentos-de-Ecologia-ODUM-2en1>

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

Pace, B; Cardinali, A; D'Antuono, I; Serio, F; Cefol, M. (2014). Relationship between quality parameters and the overall appearance in lettuce during storage. *International Journal of Food Processing Technology*, 1, 18-26. doi: 10.15379/2408-9826.2014.01.01.

Park, S; Benjamin, L; Watkinson, A. (2003). The theory and application of plant competition models: an agronomic perspective. *Annals of Botany*, 92(6), 741-748. doi: 10.1093/aob/mcg204

Pavlou, G; Ehaliotis, C; Kavvadias, V. (2007). Effect of organic and inorganic fertilizer applied during successive crop season on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Scientia Horticulturae* 111:319-325. doi: 10.1016/j.scienta.2006.11.003

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

Reghin, M; Dalla, M; Otto, R; Feltrim, A; Vinne, J. (2002). Sistemas de cultivo com diferentes espaçamentos entre plantas em alface mini. *Horticultura Brasileira* 20. Suplemento 2. Recuperado de http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/42_034.pdf

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

Saavedra, G. (2017) Manual de producción de lechuga, INIA. Santiago de Chile, Chile.

Santos, B; Lobato, A; Silva, R; Schimidt, D; Costa, R; Alves, G. (2009). Growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in protected cultivation and open field. *Journal of Applied Sciences Research*, 5(5): 529-533. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268267968_Growth_of_Lettuce_Lactuca_Sativa_L_In_Protected_Cultivation_and_Open_Field

Sadeghi, S; Rahnavard, A; Aashrafil, Z. (2009). The effect of plant-density and sowing-date on yield of Basil (*Ocimum basilicum* L.) In Iran. *Journal of Agricultural Technology* 5(2): 413-422. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228692756_The_effect_of_plant-density_and_sowing-date_on_yield_of_Basil_Ocimum_basilicum_L_In_Iran

Schroeder, M. & Janos, D. (2005). Plant growth, phosphorus nutrition, and root morphological responses to arbuscular mycorrhizas, phosphorus fertilization, and intraspecific density. *Mycorrhiza* 15(3): 203–216. doi: 10.1007/s00572-004-0324-3

Serafini, M; Bugianesi, R; Salucci, M; Azzini, E; Raguzzini, A; Maiani, G. (2002). Effect of acute ingestion of fresh and stored lettuce (*Lactuca sativa*) on plasma total antioxidant capacity and antioxidant levels in human subjects. *British Journal of Nutrition*, 88, 615–62. doi: 10.1079/BJN2002722

SIEA-MINAGRI. Anuario Estadístico de Producción Agrícola y Ganadera (2018). Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-agricola>

Silva, O. (2014). Desempenho produtivo e qualitativo de cultivares de alface em diferentes épocas de plantio em Mossoró – RN (Tesis de maestría, Universidad Federal Rural de Semi-Árido) Recuperada de <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Dissertação-2014-OTACIANA-MARIA-DOS-PRAZERES-DA-SILVA.pdf>

Silva, V; Bezerra Neto, F.; Negreiros, M; Pedrosa, J. (2000). Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18 n. 3, p. 183-187. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/hb/v18n3/v18n3a08>

Silva, G; Filho, A; Barbosa, J; Alves, A. (2011) Espaçamentos entrelinhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. *Bragantia* 70(3):538-543. Recuperado de www.scielo.br/pdf/brag/v70n3/a08v70n3.pdf

Takakashi, K; Cardoso, A. (2014). Plant density in production of mini lettuce cultivars in organic system management. *Horticultura Brasileira* 32: 342-347. 10.1590/S0102-05362014000300017

Theodoracopoulos, M; Lardizabal, R; Arias, S. (2009). Manual de producción de lechuga. Recuperado de http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/72/EDA_Manual_Produccion_Lechuga_02_09.pdf?sequence=1

Turini, S; Cahn, M; Cantwell, M; Jackson, L; Koike, S; Naticwick, 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

Universidad de Luján. (S.F). Producción Vegetal III – Lechuga. Recuperado de <http://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Lechuga.pdf>

USDA. 2018. National Nutrient Databasa for Standard Reference. Recuperado de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3002>

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>

Vargas, P; Braz, L; May, A. (2007). Produtividade de cultivares de cebola em função do número de mudas por célula de bandeja e espaçamento entre covas. Horticultura Brasileira 25:247-251. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n2/22.pdf>

Vásquez, J. (2015). Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en tres ciclos de siembra consecutivos, en San Miguel de la Tigra, San Carlos, Alajuela, C.R. Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6469/evaluacion_agronomica_cinco_variedades_lechuga.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yucra, C. (2019). La carbonatita en el rendimiento y calidad de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. Patagonia (Tesis Pregrado). Recuperada de Repositorio UNALM (<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4096>)

Zarate, N; Vieira, M; Helmich, M; Menani, D; Tutida, C. (2010). Produção agroeconômica de três variedades de alface: cultivo com e sem amontoa. Revista Ciência Agronômica 41(4): 646-653. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195317568019>

Zanine, A; Santos, E. (2004). Competição entre espécies de plantas – uma revisão. Revista da FZVA. Uruguiana 11(1):10-30. Recuperado de revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2184/1700

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Datos climatológicos mes a mes

Mayo

FECHA	Temperatura promedio	Temperatura máxima	Temperatura mínima	HUMEDAD (%)
02/05/2019	19.72	25.90	15.60	77.88
03/05/2019	18.96	23.50	15.90	77.13
04/05/2019	20.43	27.60	15.00	72.63
05/05/2019	21.95	28.20	17.10	72.42
06/05/2019	21.13	27.30	17.80	76.50
07/05/2019	18.35	21.00	16.30	83.71
08/05/2019	19.73	25.40	17.00	77.54
09/05/2019	20.03	25.00	15.70	76.63
10/05/2019	18.98	21.80	16.90	81.75
11/05/2019	19.45	22.20	17.00	80.25
12/05/2019	19.05	23.80	14.80	79.83
13/05/2019	21.43	27.60	16.60	72.42
14/05/2019	20.17	26.40	15.90	77.88
15/05/2019	17.85	20.80	16.10	85.63
16/05/2019	17.15	18.50	16.50	87.58
17/05/2019	17.41	22.50	14.30	82.42
18/05/2019	17.48	23.00	13.40	81.38
19/05/2019	18.70	24.50	15.20	77.04
20/05/2019	19.54	25.30	15.50	75.08
21/05/2019	18.10	24.30	14.00	80.88
22/05/2019	18.10	22.50	16.10	83.25
23/05/2019	17.17	18.80	16.60	87.13
24/05/2019	16.43	17.40	15.90	92.63
25/05/2019	17.23	18.90	15.80	86.42
26/05/2019	17.38	19.50	16.10	87.71
27/05/2019	18.00	21.90	16.20	79.50
28/05/2019	16.20	18.60	13.30	84.25
29/05/2019	16.83	20.70	14.40	80.38
30/05/2019	17.21	21.40	13.90	81.25
31/05/2019	16.65	18.50	15.80	88.88

Junio

FECHA	Temperatura promedio	Temperatura máxima	Temperatura mínima	HUMEDAD (%)
01/06/2019	16.81	18.20	16.00	86.08
02/06/2019	17.79	22.30	15.60	81.75
03/06/2019	16.86	20.40	15.70	85.04
04/06/2019	15.74	17.00	14.80	88.42
05/06/2019	15.90	17.60	15.00	86.08
06/06/2019	16.30	19.80	14.70	85.25
07/06/2019	16.15	17.50	15.00	86.54
08/06/2019	16.95	20.60	15.40	84.00
09/06/2019	16.67	19.70	13.70	85.96
10/06/2019	16.60	20.20	15.10	87.75
11/06/2019	16.71	19.90	15.00	85.33
12/06/2019	15.94	18.50	13.10	85.42
13/06/2019	16.88	20.80	15.20	79.58
14/06/2019	16.60	19.00	15.50	82.04
15/06/2019	16.21	17.50	15.50	85.96
16/06/2019	16.33	19.30	15.00	85.88
17/06/2019	15.70	17.40	15.00	89.46
18/06/2019	15.20	16.20	14.50	91.96
19/06/2019	15.07	16.90	14.40	92.96
20/06/2019	15.22	16.50	14.30	92.83
21/06/2019	15.49	18.10	14.40	86.67
22/06/2019	15.10	17.50	14.10	89.54
23/06/2019	15.88	20.20	14.20	82.71
24/06/2019	16.36	20.70	13.90	79.21
25/06/2019	15.17	17.20	12.60	84.50
26/06/2019	15.95	21.10	13.00	82.21
27/06/2019	16.17	20.70	13.60	81.38
28/06/2019	16.81	20.40	15.10	80.71
29/06/2019	16.31	19.10	15.10	85.58
30/06/2019	15.96	17.90	15.20	90.88

Julio

FECHA	Temperatura promedio	Temperatura máxima	Temperatura mínima	HUMEDAD (%)
01/07/2019	16.28	18.20	15.60	88.92
02/07/2019	16.05	17.80	15.10	84.67
03/07/2019	15.22	17.40	14.20	87.50
04/07/2019	15.15	16.80	13.90	85.92
05/07/2019	15.78	18.10	14.70	85.42
06/07/2019	15.98	19.30	14.70	85.79
07/07/2019	16.53	20.70	13.90	82.71
08/07/2019	16.64	20.80	14.60	82.92
09/07/2019	15.79	19.00	14.20	83.67
10/07/2019	15.70	18.10	14.20	84.75
11/07/2019	16.59	20.60	14.90	81.21
12/07/2019	15.58	16.90	14.70	85.88
13/07/2019	15.08	17.10	13.60	85.08
14/07/2019	14.85	16.90	13.50	85.96
15/07/2019	14.96	16.60	13.90	87.08
16/07/2019	15.32	17.40	14.50	88.17
17/07/2019	16.35	20.30	14.30	82.83
18/07/2019	15.01	17.80	13.80	85.71
19/07/2019	14.55	16.30	13.60	88.63
20/07/2019	15.46	19.10	12.90	83.21
21/07/2019	15.47	19.20	14.00	85.46
22/07/2019	15.10	16.40	14.30	87.75
23/07/2019	15.16	18.00	13.80	86.83
24/07/2019	15.30	18.30	13.90	84.04
25/07/2019	15.34	19.30	13.90	83.04

Anexo 2: Cronograma de actividades en la lechuga cv. Angelina. La Molina, 2019.

Fecha	DDT	Labor	Observación
01/04/2019	-31	Preparación del terreno	Arado
19/04/2019	-13	Surcado	
29/04/2019	-3	Delimitación de parcelas	Cal, estacas, cordel
30/04/2019	-2	Riego	
02/05/2019	0	Trasplante	Manual
07/05/2019	5	Riego	
10/05/2019	8	Aplicación sanitaria	Dipel 1 L/1000L
13/05/2019	11	Deshierbo	Manual
14/05/2019	12	Riego	
20/05/2019	18	Deshierbo	Manual
23/05/2019	21	Riego	
27/05/2019	25	Desmalezado	Manual
30/05/2019	28	Aplicación sanitaria	Dipel 1L/1000L
04/06/2019	33	Riego	
11/06/2019	40	Desmalezado	Manual
18/06/2019	47	Riego	
20/06/2019	49	Aplicación sanitaria	Benlate 1L/1000L
25/06/2019	54	Desmalezado	Manual
05/07/2019	64	Riego	
11/07/2019	70	Primera cosecha	
18/07/2019	77	Segunda cosecha	
19/07/2019	78	Riego	
25/07/2019	84	Tercera cosecha	

Anexo 3: Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento total (plantas/ha)

	Df	Sum Sq	Mean Sq F	value	Pr(>F)	
Bloque	3	4.95E+08	1.65E+08	3.275	0.0728	.
Distanciamiento	4	6.82E+09	1.70E+09	33.838	1.97E-05	***
Residuals	9	4.53E+08	5.04E+07			

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
50353618.95	82082	22027.29	58333.33	130681.8	17	8.65

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	114891.2	106382.98	130681.82	4	10822.432	5411.216	a
d25	87222.222	76666.667	94166.667	3	9292.071	5364.78	b
d30	78611.111	73333.333	84166.667	3	5422.006	3130.397	b
d35	64444.444	58333.333	70833.333	3	6254.628	3611.111	c
d40	61250	58333.333	62500	4	1983.73	991.865	c

Anexo 4: Análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento comercial (plantas/ha)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	3	6.11E+08	203719861	2.72	0.10688	
Distanciamiento	4	3.30E+09	825783604	11.03	0.00161	**
Residuals	9	6.74E+08	74903342			

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
74903342.09	69430	16934.48	37500	95000	17	12.47

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	90496	79787	95000	4	7225.721	3612.86	a
d25	74722.333	64167	90000	3	13548.479	7822.218	b
d30	68333.333	55833	81667	3	12937.145	7469.264	b
d35	60555.333	55000	68333	3	6938.753	4006.091	bc
d40	51875	37500	60833	4	10031.704	5015.852	c

Anexo 5: Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento comercial (tn/ha)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloque	3	159.1	53.04	1.813	0.2149
Distanciamiento	4	364.5	91.13	3.114	0.0724
Residuals	9	263.3	29.26		

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
29.26	37.85	7.01	20.88	48.19	17	14.29

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	43.788	38.6	48.19	4	4.38	2.19	a
d25	39.343	34.2	43.75	3	4.817	2.781	ab
d30	39.76	32.37	48.05	3	7.879	4.549	ab
d35	35.767	30.08	40.9	3	5.431	3.136	ab
d40	30.918	20.88	35.3	4	6.732	3.366	b

Anexo 6: Análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento no comercial

El rendimiento no comercial fue expresado en porcentaje, sin embargo, para el análisis de varianza se tomó en cuenta la cantidad de plantas que no se comercializaron.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	value	Pr(>F)
Bloque	3	472455846	157485282	3.01	0.0871	.
Distanciamiento	4	717537236	179384309	3.428	0.0577	.
Residuals	9	470960029	52328892			

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
52330499.98	12652	10188.68	1666.67	35984.85	17	57.18

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	24395.148	15000	35984.848	4	9069.177	4534.589	a
d25	12500	4166.667	20833.333	3	8333.333	4811.252	ab
d30	10277.778	2500	22500	3	10715.168	6186.405	b
d35	3888.889	2500	5833.333	3	1734.722	1001.542	b
d40	9375	1666.667	20833.333	4	8118.765	4059.383	b

Anexo 7: Análisis de varianza (ANVA) para la distribución de cosechas

Cosecha 1

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	3	637.8	212.62	3.983	0.0465	*
Distanciamiento	4	260.8	65.21	1.222	0.367	
Residuals	9	480.4	53.38			

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
53.4	18.97	9.28	2.78	37.26	17	38.53

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	26.643	19.025	37.263	4	7.761	3.88	a
d25	15.851	2.779	23.783	3	11.407	6.586	a
d30	16.424	3.567	25.137	3	11.367	6.562	a
d35	18.64	11.692	23.6	3	6.198	3.579	a
d40	15.775	3.312	25.942	4	9.623	4.812	a

Cosecha 2

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloque	3	152.1	50.7	2.347	0.141
Distanciamiento	4	32.58	8.15	0.377	0.82
Residuals	9	194.45	21.61		

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
21.59	13.19	4.87	3.89	21.15	17	35.23

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	11.465	3.892	21.146	4	7.38	3.69	a
d25	15.8	13.717	17.833	3	2.059	1.189	a
d30	15.3	8.083	19.158	3	6.255	3.611	a
d35	12.396	11.858	13.312	3	0.798	0.461	a
d40	11.964	5.296	17.113	4	4.969	2.484	a

Cosecha 3

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	3	99.79	33.26	6.155	0.0146	*
Distanciamiento	4	38.17	9.54	1.765	0.2198	
Residuals	9	48.64	5.4			

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
5.41	5.72	3.42	0.32	13.59	17	40.65

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	5.679	0.682	8.021	4	3.366	1.683	ab
d25	7.693	2.579	13.592	3	5.548	3.203	a
d30	8.194	5.638	10.121	3	2.307	1.332	a
d35	4.731	3.671	6.533	3	1.569	0.906	ab
d40	3.18	0.317	5.833	4	2.36	1.18	b

Anexo 8: Análisis de varianza (ANVA) para la variable peso fresco (gr/planta)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloque	3	0.005286	0.001762	0.68	0.586
Distanciamiento	4	0.028973	0.007243	2.796	0.0922
Residuals	9	0.023317	0.002591		

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
0	0.56	0.06	0.43	0.66	17	9.02

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	0.501	0.433	0.542	4	0.0472	0.02361	b
d25	0.526	0.469	0.597	3	0.0655	0.03783	ab
d30	0.585	0.583	0.587	3	0.0021	0.00121	ab
d35	0.608	0.575	0.658	3	0.044	0.0254	a
d40	0.582	0.541	0.659	4	0.0528	0.0264	ab

Anexo 9: Análisis de varianza (ANVA) para la variable altura (cm)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloque	3	0.4856	0.1619	0.848	0.502
Distanciamiento	4	0.8173	0.2043	1.07	0.425
Residuals	9	1.718	0.1909		

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
0.19	14.15	0.43	13.41	14.79	17	3.08

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	14.356	14.011	14.79	4	0.323	0.161	a
d25	13.963	13.525	14.705	3	0.646	0.373	a
d30	14.458	14.07	14.66	3	0.336	0.194	a
d35	13.89	13.485	14.189	3	0.364	0.21	a
d40	14.04	13.411	14.395	4	0.435	0.218	a

Anexo 10: Análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro (cm)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Bloque	3	0.1661	0.0554	0.359	0.784
Distanciamiento	4	1.3781	0.3445	2.231	0.146
Residuals	9	1.3896	0.1544		

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
0.15	16.02	0.43	15.41	16.89	17	2.44

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	15.77	15.482	16.14	4	0.32	0.16	b
d25	15.842	15.405	16.305	3	0.451	0.26	ab
d30	16.517	16.202	16.895	3	0.35	0.202	a
d35	16.295	15.883	16.675	3	0.397	0.229	ab
d40	15.833	15.556	16.152	4	0.253	0.126	ab

Anexo 11: Análisis de varianza (ANVA) para la variable de porcentaje de materia seca (%)

	Df	Sum Sq M	ean Sq F	value	Pr(>F)
Bloque	3	2.124	0.708	1.28	0.339
Distanciamiento	4	1.135	0.2838	0.513	0.728
Residuals	9	4.977	0.5529		

MSerror	Mean	SDev	Min	Max	Num	CV
0.55	2.26	0.72	0.92	3.66	17	32.87

Comparación de medias: Duncan test

Distanciamiento	mean	min	max	r	std	ste	sg
d20	2.246	1.325	2.815	4	0.668	0.334	a
d25	1.88	1.64	2.17	3	0.269	0.155	a
d30	2.715	1.83	3.585	3	0.878	0.507	a
d35	2.225	1.79	2.67	3	0.44	0.254	a
d40	2.259	0.92	3.66	4	1.119	0.56	a